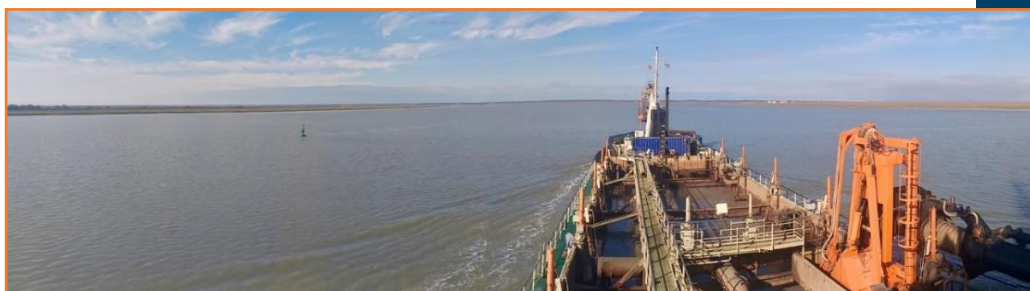




**Puerto
de Sevilla**

**EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO DE LA OPTIMIZACIÓN DE LA NAVEGACIÓN EN LA
EUROVÍA E.60.02 GUADALQUIVIR**



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Ref: 20210240

Febrero 2023



sener



TECNOAMBIENTE

A TRADEBE COMPANY

*“El contenido de esta publicación es
responsabilidad exclusiva de la U.T.E. MC
VALNERA, S.L. – SENER INGENIERÍA Y
SISTEMAS, S.A – TECNOAMBIENTE, S.L.
y no refleja necesariamente la opinión de la
Unión Europea”*



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

HOJA DE CONTROL

Título de los proyectos	OPTIMIZACIÓN DE LA NAVEGACIÓN EN LA EUROVÍA E.60.02 GUADALQUIVIR	
Título del documento	FASE 4: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
Código	2020-59	
Elaborado por:	Mercedes García Barroso, Ángel Mateos Alonso	17/02/2023
Dirigido por:	Mercedes García Barroso	30/01/2023
Versión	Tipo de entrega	Fecha
REV02	Parcial	30/01/23
REV03	Parcial	17/02/23
REV04	Final	24/02/23

U.T.E. MC VALNERA, S.L. – SENER INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.A – TECNOAMBIENTE, S.L.

MC VALNERA, S.L.
C/Calvo Sotelo 19, 2ª, 1
39002 Santander
España
Tfno.: +34 942 501 169

SENER INGENIERÍA Y SISTEMAS,
S.A
C/Creu Casas i Sicart, 86-88 - Parc de
l'Alba
08290 Cerdanyola del Vallès
(Barcelona) España
Tfno.: +34 932 276 441

TECNOAMBIENTE, S.L.
Ronda Can Fatjó 19-B, Parc
Tecnològic del Vallès
08290 Cerdanyola del Vallès
(Barcelona) España
Tfno.: +34 935 942 036

ÍNDICE

0	CUESTIONES IMPORTANTES A CONSIDERAR	9
1	INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES, OBJETIVOS Y ÁMBITO DEL PROYECTO	10
1.1	INTRODUCCIÓN	10
1.1.1	Justificación del proyecto	11
1.1.2	Justificación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental	12
1.1.3	El paradigma Working with Nature	13
1.2	ANTECEDENTES	14
1.2.1	Conocimiento del territorio	14
1.3	OBJETIVOS DEL PROYECTO	21
1.4	ÁMBITO DEL PROYECTO	22
2	PROCESO PARTICIPATIVO Y ASESORAMIENTO CIENTÍFICO TÉCNICO	25
3	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	29
3.1	CONSIDERACIONES PREVIAS A LA DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE PROYECTO	29
3.1.1	Implicaciones del cese de los dragados de mantenimiento	30
3.2	ALTERNATIVA 0 vs ALTERNATIVA ACTUACIÓN. CAMBIO DE MODELO CONCEPTUAL	54
3.2.1	Alternativa 0. No actuación. Proyecto de mantenimiento de calados	55
3.2.2	Alternativa Actuación. Proyecto de optimización de la navegación y filosofía de trabajo emergente WwN	57
3.2.3	Selección de la alternativa más favorable. Alternativa 0 o alternativa actuación	58
3.3	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA OPTIMIZACIÓN DE LA NAVEGACIÓN	58
3.3.1	Alternativa 1. Navegación como se produce en la actualidad. Sin cambios	58
3.3.2	Alternativa 2. Actuaciones dirigidas a la optimización de la navegación	61
3.4	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE CALADO	64
3.4.1	Alternativa 1. Succión en marcha	65
3.4.2	Alternativa 2. Succión en marcha con Water Injection Dredging	65
3.5	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. GESTIÓN DEL MATERIAL DRAGADO	68
3.5.1	Alternativa 1. Eliminación terrestre del material dragado	69

3.5.2	Alternativa 2. Valorización del material dragado _____	69
3.5.3	Alternativa 3. Reubicación del material en Domino Público Marítimo Terrestre _____	71
3.6	MÉTODO DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS _____	73
3.6.1	Definición de los criterios de selección para la elección de la alternativa optimización de la navegación _____	75
3.6.2	Aplicación del PAJ. Proceso decisorio _____	76
3.6.3	Definición de los criterios de selección para la elección de la alternativa operaciones de mantenimiento de calados _____	78
3.6.4	Aplicación del PAJ. Proceso decisorio _____	82
3.6.5	Definición de los criterios de selección para la elección de la alternativa gestión del material dragado _____	84
3.6.6	Aplicación del PAJ. Proceso decisorio _____	87
4	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO _____	89
4.1	PRESENTACIÓN DEL PROYECTO _____	89
4.2	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO _____	90
4.2.1	Análisis de la navegación _____	90
4.2.2	Navegación a lo largo de la Eurovía: _____	93
5	MEDIDA DE ACOMPAÑAMIENTO DEL EsIA: ESTABILIZACIÓN Y RESTAURACIÓN DE MÁRGENES EN LA EUROVÍA _____	122
5.1	INTRODUCCIÓN _____	122
5.2	OBJETIVOS _____	122
5.3	PLANIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES _____	123
6	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y TERRITORIAL _____	125
6.1	VARIABLES FÍSICAS _____	125
6.1.1	Aire, clima _____	125
6.1.2	Agua _____	134
6.1.3	Relieve/Morfología del cauce _____	161
6.1.4	Litoral. Situación actual y tendencias futuras _____	188
6.1.5	Hidrodinámica fluvial y marina _____	192
6.1.6	Hidrodinámica _____	192

6.2	VARIABLES BIOLÓGICAS	204
6.2.1	Vegetación, flora y habitats de interés comunitario (HICs)	204
6.2.2	Comunidades planctónicas	251
6.2.3	Comunidades bentónicas	260
6.2.4	Ictiofauna	269
6.2.5	Anfibios	279
6.2.6	Reptiles	281
6.2.7	Avifauna	283
6.2.8	Avifauna en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir	289
6.2.9	Mamíferos	298
6.2.10	Especies exóticas	301
6.3	VARIABLES PERCEPTUALES	302
6.3.1	Zonificación y objetivos de calidad acústica en el ámbito del proyecto	302
6.3.2	Paisaje	305
6.4	VARIABLES ADMINISTRATIVAS	310
6.4.1	Espacios naturales protegidos y áreas protegidas por instrumentos internacionales	310
6.5	VARIABLES SOCIOECONÓMICAS	333
6.5.1	Población y salud humana	333
6.5.2	Actividad turística	354
6.6	VARIABLES CULTURALES	360
6.6.1	Bienes materiales y patrimonio cultural	360
7	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	369
7.1	METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE IMPACTOS	369
7.1.1	Primera fase. Identificación de los impactos. Elementos generadores y receptores de impacto. Matriz de identificación de impactos. Determinación de impactos significativos.	369
7.1.2	Tercera Fase. Definición de medidas mitigadoras	373
7.1.3	Cuarta Fase. Valoración de los impactos. Caracterización de impactos, fichas de importancia y valoración, matriz de importancia	373
7.1.4	Fase definitiva. Valoraciones finales y diagnóstico. Valoraciones de impacto definitivas. Programa de vigilancia ambiental	379
7.2	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS Y DETERMINACIÓN DE IMPACTOS SIGNIFICATIVOS	380
7.2.1	Identificación de impactos	380

7.2.2	Determinación de impactos significativos	385
7.3	MATRIZ DE SIGNIFICANCIA DE IMPACTOS	498
8	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS	500
8.1	MEDIDAS DE CARÁCTER GENERAL	501
8.1.1	Medidas adoptadas respecto al Aire (A)	501
8.1.2	Medidas adoptadas respecto al Agua (AG)	501
8.1.3	Medidas adoptadas respecto a los Residuos (R)	502
8.1.4	Medidas adoptadas respecto a la Vegetación Terrestre (VT)	503
8.1.5	Medidas adoptadas respecto a la Fauna Terrestre (FT)	503
8.1.6	Medidas adoptadas respecto a la Avifauna (AV)	503
8.1.7	Medidas adoptadas respecto a las Comunidades Pelágicas (CP)	504
8.1.8	Medidas adoptadas respecto a los Espacios Naturales Protegidos (ENP)	504
8.1.9	Medidas adoptadas respecto a los Recursos Pesqueros (RP)	504
8.1.10	Medidas adoptadas respecto al Patrimonio Histórico (PH)	505
8.1.11	Medidas Protectoras y Correctoras Ante Situaciones de Riesgo o Emergencia (EM)	505
8.2	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS PARA LA NAVEGACIÓN (NA)	505
8.3	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS PARA LA ESTRUCTURA DE PARADA INTERMEDIA EN FOSA 6 (EPAR)	505
8.4	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS PARA LOS DRAGADOS DE MANTENIMIENTO (DM)	506
8.4.1	En relación a las operaciones de dragado y material extraído (D)	506
8.4.2	En relación al uso de vaciaderos terrestres (VAT)	509
8.4.3	En relación al flujo de salida de los vaciaderos (FV)	510
8.4.4	En relación a la restauración en playas o, en su caso, márgenes de Doñana (REST)	510
8.4.5	En relación al depósito en vaciadero marino (VM)	511
9	EVALUACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES	511
9.1	ELEMENTO RECEPTOR AGUA	512
9.2	ELEMENTO RECEPTOR SEDIMENTO	531
9.3	ELEMENTO RECEPTOR RELIEVE/MORFOLOGÍA DEL CAUCE	533

9.3.1	Vulnerabilidad _____	533
9.3.2	Tasa de erosión observada _____	534
9.3.3	Priorización _____	540
9.3.4	Disponibilidad del material _____	545
9.3.5	Tipos de erosión _____	549
9.4	ELEMENTO RECEPTOR LITORAL _____	554
9.5	ELEMENTO RECEPTOR VEGETACIÓN _____	559
9.6	ELEMENTO RECEPTOR AVIFAUNA _____	560
9.7	ELEMENTO RECEPTOR COMUNIDADES PLANCTÓNICAS _____	565
9.8	ELEMENTO RECEPTOR ICTIOFAUNA _____	569
9.9	ELEMENTO RECEPTOR ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS _____	574
9.10	ELEMENTO RECEPTOR INFRAESTRUCTURAS _____	576
9.11	ELEMENTO RECEPTOR ACTIVIDADES ECONÓMICAS _____	578
9.12	MATRIZ DE VALORACIÓN CUALITATIVA _____	584
9.13	JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES _____	586
10	CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES _____	587
11	PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL _____	592
11.1	OBJETIVOS GENERALES _____	592
11.2	RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO _____	593
11.3	ASPECTOS E INDICADORES SOMETIDOS A VIGILANCIA AMBIENTAL _____	594
11.4	CONTROLES GENERALES _____	594
11.4.1	Replanteo _____	594
11.4.2	Control y aprobación documental _____	595
11.4.3	Controles de tipo general y rutinario _____	595
11.4.4	Control de la localización del parque de maquinarias y punto limpio _____	596
11.4.5	Control de accesos temporales en las inmediaciones de las obras y movimientos de maquinaria _____	596
11.4.6	Sistema de gestión de los residuos (excepto el material dragado) _____	596
11.5	CONTROLES ESPECÍFICOS _____	597

11.5.1	En la zona de la estructura de parada intermedia (fosa 6)	597
11.5.2	En las zonas de dragado	598
11.5.3	Controles en las zonas de vertido (VM, márgenes de Doñana y playas)	603
11.5.4	Control arqueológico durante los dragado y operaciones de vertido	606
11.6	REDACCIÓN DE INFORMES	608
11.7	PRESUPUESTO DEL PVA	608
12	VULNERABILIDAD DEL PROYECTO	611
12.1	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE CATÁSTROFES NATURALES	612
12.2	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE ACCIDENTES GRAVES	612
12.3	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	618
12.3.1	Caracterización de la exposición y de la peligrosidad	620
12.3.2	Vulnerabilidad	622
12.3.3	Análisis de riesgos	626
13	EVALUACIÓN AMBIENTAL DE REPERCUSIONES EN ESPACIOS DE LA RED NATURA 2000	628
14	DOCUMENTO DE SÍNTESIS	628
15	NOTAS FINALES Y FIRMAS	629
16	BIBLIOGRAFÍA	629

0 CUESTIONES IMPORTANTES A CONSIDERAR

Dadas las características especiales que tiene el Puerto de Sevilla, la estrategia de la APS trata de asegurar el correcto funcionamiento de la Eurovía, en cuanto a condiciones de navegabilidad se refiere, tomando como base para su gestión los criterios de sostenibilidad ambiental que el entorno merece. Esto pasa por la materialización de una serie de acciones que son las que tienen que traducirse en la mejora perseguida. Sin embargo, ciertas de esas acciones, aunque contempladas y evaluadas, quedan supeditadas a la participación e involucración de otras administraciones, sin cuya implicación no será posible alcanzar soluciones a preocupaciones diagnosticadas, analizadas y con propuestas de ejecución tanto a nivel de proyecto como de EsIA.

En este contexto, y adelantando parte de lo que se recoge posteriormente, como resultado de la participación pública y ya conocido por la mayoría de stakeholders del Guadalquivir, se ha puesto de manifiesto la preocupación por la erosión de ambas márgenes del río. Este efecto ha sido atribuido desde siempre al tránsito de los buques por la canal de navegación, en concreto, el efecto de la ola generada por el empuje sobre la lámina de agua en su embate contra las orillas. Sin embargo, no se ha planteado anteriormente un estudio *ad hoc* de los procesos que tienen lugar en el río y con una visión holística. Por este motivo, la APS, ha decidido iniciar un análisis específico dirigido a diagnosticar los procesos de erosión en el río, determinar sus causas, establecer el estado actual de las márgenes en cada sección, determinar tramos prioritarios de actuación e incluso plantear soluciones de estabilización y/o restauración.

Para abordar este estudio, la APS, mostrando el interés que le suscita esta cuestión, y aunque por mandato legal no se le atribuya este cometido (véase Apdo. 3.1.1.1), se asesora de expertos en fenómenos hidrodinámicos fluviales, a través del Instituto Hidráulico de Cantabria (IH en adelante), y en restauración de márgenes con la participación del catedrático Juan Pedro Martín Vide, avalado por la Universidad Politécnica de Cataluña. Constituye ésta una primera fase del estudio de un problema que deberá estudiarse más a fondo en un futuro, e incluso pasar por pruebas piloto que den resultados de experiencias en campo concretas. Así pues, las posibles soluciones que se diseñen para paliar los problemas erosivos del río no podrán ser acometidas por la APS, si no en un marco de cooperación establecido entre todas las administraciones implicadas y con la intervención de todas ellas para trabajar con y para la naturaleza, a saber:

Tabla 1. Administraciones que deben coordinar acciones para el estudio y soluciones de la erosión de márgenes del río Guadalquivir

Factor	Causa	Administración competente
Navegación en el río Guadalquivir	Tránsito de buques de tonelaje que generan olas que inciden en las márgenes	Autoridad Portuaria de Sevilla (APS)
Extensiones de cultivos de arroz	Presión intersticial por inundación del terreno	Confederación Hidrográfica del Guadalquivir Comunidades de regantes

Factor	Causa	Administración competente
Regulación hidráulica (presa de Alcalá y aguas arriba)	Lavado de finos que produce pérdida de cohesión del terreno	Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
Comportamiento meándrico del sistema	Procesos erosivos naturales en algunas secciones de Doñana	Parque de Doñana Demarcación de Costas de Andalucía-Atlántico

Sólo desde un marco de cooperación y entendimiento será posible abordar soluciones que puedan desembocar en la resolución de una cuestión que lleva suscitando el interés de muchos sectores desde hace décadas y cuya resolución traerá, sin duda, beneficio para todas las partes. En este marco, la APS presenta la voluntad de colaboración y el apoyo a los diversos organismos para avanzar en el objetivo de mejorar el estado de las márgenes del río.

Sin menoscabo de lo expuesto anteriormente, es indudable, no obstante, que el puerto tiene la obligación de continuar con su operativa y garantizar la seguridad en las operaciones. Es por ello, por lo que las acciones no pueden estar supeditadas unas a otras. Es fundamental, como es conocido, el mantenimiento de la rasante, lo cual se traduce en dragados periódicos, por ende, la gestión del material que se extraiga. También es beneficioso el estudio de otras paradas intermedias o técnicas que mejoren lo que tiene lugar actualmente. Por este motivo, la APS se debe a la continuidad de la actividad portuaria, pero incorpora en el EsIA una medida de acompañamiento por la que aboga poniendo a disposición de otras administraciones el material de los dragados de mantenimiento y la operativa asociada para acometer la mejora de las márgenes del río.

1 INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES, OBJETIVOS Y ÁMBITO DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

El Puerto de Sevilla es el único puerto marítimo de interior de España. Está situado en una de las principales áreas metropolitanas del país, con más de 1.500.000 de habitantes en el entorno, y en el centro generador de carga del sur peninsular. Es un puerto completamente multimodal con conexiones marítimas y terrestres y a lo largo de sus 850 hectáreas dispone de una amplia superficie para el desarrollo logístico e industrial.

El Puerto de Sevilla está situado en el estuario del Guadalquivir. Desde el Océano Atlántico, en Sanlúcar de Barrameda, y después de un recorrido de 90 kilómetros, se llega a las instalaciones portuarias de la ciudad de Sevilla, accediendo a través de la esclusa, única en España. La navegación en el río Guadalquivir se realiza a través de la canal de navegación, denominada Eurovía del Guadalquivir E 60.02, e incluida en la Red Transeuropea de Transporte dentro del corredor Atlántico.

La navegación por el Guadalquivir viene marcada por el régimen de mareas, de forma que los buques pasan por la canal coincidiendo con la pleamar. Al navegar por la canal los buques utilizan las mareas con

el fin de aprovechar el nivel de agua suplementario que aportan las mismas y, de esta forma, incrementar el calado operativo, optimizando la Eurovía.

El Puerto de Sevilla es estratégico para Europa. Constituye un nodo principal de la Red Básica (Core Network) y forma parte del corredor Mediterráneo de la Red Transeuropea de Transporte (TEN-T), así como la vía navegable del Guadalquivir, que ha sido propuesta para el corredor Atlántico, dada la gran importancia que supone para Europa las vías navegables de interior de cara a promover un transporte más sostenible.

El Puerto de Sevilla es un importante motor para el desarrollo económico y social de Andalucía. En su entorno, 200 empresas generan más de 23.000 puestos de trabajo. Esta industria supone un impacto sobre la economía de más de 1.100 millones de euros.

Debido al crecimiento económico de la zona de influencia del Puerto de Sevilla y a las mayores demandas de éste, junto con la propia evolución del transporte marítimo mundial, el Puerto de Sevilla debe poner en valor su entorno y promover soluciones innovadoras para el desarrollo de la actividad portuaria en un marco de sostenibilidad ambiental sólida fundamentada en 3 ámbitos:

- El diagnóstico profundo del entorno para determinar la incidencia de la actividad portuaria.
- El establecimiento y definición de pautas que permitan integrar la actividad portuaria dentro del entorno natural con las mínimas repercusiones posibles.
- El fomento de los medios de transporte sostenibles que mitiguen los efectos del cambio climático.

Este planteamiento multiobjetivo hace necesario que la Autoridad Portuaria de Sevilla (en adelante APS) tenga que buscar soluciones adaptativas sostenibles que mejoren y hagan viable el acceso al puerto de manera segura y eficiente.

1.1.1 Justificación del proyecto

Dadas las características especiales que tiene el Puerto de Sevilla, la estrategia de la APS trata de asegurar el correcto funcionamiento de la Eurovía, en cuanto a condiciones de navegabilidad se refiere, tomando como base para su gestión los criterios de sostenibilidad ambiental que el entorno merece. Es por ello por lo que, el Puerto de Sevilla ha venido a lo largo de los últimos años trabajando en acciones concretas con el fin de asegurar y optimizar la navegación a través del Guadalquivir, como vía de entrada al desarrollo comercial de sus muelles:

- Optimización de la navegación a través de la canal, realizando modelizaciones de las condiciones hidrodinámicas e interacción buque-agua, programación de operaciones, apuesta por el desarrollo de proyectos que permitan incrementar el conocimiento del medio, la innovación y el desarrollo de herramientas tecnológicas que permitan aprovechar al máximo los calados fluviales disponibles para el acceso y salida de buques a puerto.

- Promoción del conocimiento de los parámetros naturales presentes en el estuario del Guadalquivir y su funcionamiento, desarrollando estudios científicos con diferentes organismos públicos de investigación, siendo conscientes de la riqueza y diversidad del medio en el entorno de la vía de navegación, la cual se encuentra inscrita dentro de la RED NATURA 2000, en concreto en la Zona de Especial Conservación (ZEC) Bajo Guadalquivir (ES6150019), declarada mediante el Decreto 113/2015, de 17 de marzo, por el que se declaran las Zonas Especiales de Conservación pertenecientes a la Cuenca Hidrográfica del Guadalete-Barbate y determinadas Zonas Especiales de Conservación pertenecientes a la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir.
- Incorporación al conjunto de actividades desarrolladas por la APS de forma paulatina del concepto de trabajo basado en la filosofía *Working with Nature (WwN)*, establecida por la *Permanent International Association of Navigation Congresses (PIANC)*.

Por los motivos expuestos, debido a las características intrínsecas del Puerto de Sevilla, resulta fundamental realizar y asegurar una gestión óptima y sostenible de las condiciones de navegación del río Guadalquivir, las cuales son un factor decisivo y limitante para el desarrollo comercial del puerto y, por ende, de la economía andaluza. Cualquier tipo de actuación sobre el mismo que redunde en una modificación de las limitaciones de acceso de buques al puerto ha de ser analizada por la Autoridad Portuaria, con el objetivo de no mermar las capacidades de sus instalaciones que provoque una menor competitividad entre sus clientes cargadores del hinterland.

Todo esto pasa por la materialización de una serie de acciones y medidas que son las que tienen que traducirse en la mejora perseguida. Sin embargo, ciertas de esas acciones, aunque contempladas y evaluadas, quedan supeditadas a la participación e involucración de otras administraciones, sin cuya implicación no será posible alcanzar soluciones a preocupaciones diagnosticadas, analizadas y con propuestas de ejecución a nivel de este EslA.

1.1.2 Justificación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental

En el elenco de actuaciones de mejora que se evalúan en el proyecto de optimización de la navegabilidad en la Eurovía se encuentran los dragados de mantenimiento. Sin modificar la cota de la rasante actual, la sedimentación periódica en ciertos tramos de la vía navegable hace que sean precisas extracciones de material que garanticen operativas seguras. La media del volumen dragado en los años 2011 a 2020 (exceptuando 2012, 2014 y 2018) fue de 450.000 m³.

Por su parte, el tramo bajo del río Guadalquivir está catalogado como Zona de Especial Conservación (ZEC en adelante), perteneciente a la Red Natura 2000, la ZEC Bajo Guadalquivir.

Bajo estas premisas, la Ley 21/2013, de evaluación ambiental (BOE núm. 296, 11/12/13) lista en su Anexo I a los proyectos sometidos a evaluación de impacto ambiental ordinaria. En concreto, el Grupo 9 del citado Anexo I contempla:

a) *Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad:*

4.º Dragados fluviales cuando el volumen extraído sea superior a 20.000 metros cúbicos anuales, y dragados marinos cuando el volumen extraído sea superior a 20.000 metros cúbicos anuales”.

Esta condición, en la que se encuadran los dragados de mantenimiento, hace que el proyecto que se evalúa quede sometido al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinario.

El presente estudio de impacto ambiental (EslA en adelante), se estructura siguiendo el contenido establecido en el art. 35 de la Ley 21/2013 y las prescripciones del Anexo VI.

1.1.3 El paradigma Working with Nature

Como se ha expuesto, el objetivo primordial del presente proyecto es optimizar la navegabilidad en la Eurovía E.60.02 Guadalquivir, de modo que esto reporte una serie de beneficios, de diferentes naturalezas, a todos los sectores que se ven involucrados. Para ello, la consecución de este objetivo se planea mediante la formulación de soluciones y proyectos de menor entidad que en su conjunto puedan dar a lugar a una navegabilidad más segura y sostenible.

Estas soluciones se denominan soluciones Working with Nature (WwN en adelante) y están encargadas de perseguir el objetivo de mejorar o dar respuesta a la optimización de la navegabilidad en el Guadalquivir, contribuyendo, paralelamente, al desarrollo medioambiental del entorno. Estas soluciones implican:

- Trabajar con la Naturaleza significa hacer las cosas en un orden diferente: establecer las necesidades del proyecto y los objetivos.
- Comprender el medio ambiente.
- Hacer un uso significativo de la participación de los grupos de interés para identificar conjuntamente posibles oportunidades beneficiosas para todos los actores.
- Y preparar el diseño o las propuestas iniciales del proyecto en beneficio de la navegación y la naturaleza.

Esta forma de pensar plantea los objetivos de un proyecto desde la perspectiva del sistema natural, en lugar de considerarlos exclusivamente desde la perspectiva del diseño, y promueve la protección y mejora del medio ambiente de manera eficaz y de forma paralela al desarrollo económico. El proceso participativo, inherente a la filosofía WwN, traducido en este caso en unas mesas sectoriales participativas constituidas al efecto, permite establecer unos objetivos de proyecto que puedan generar oportunidades para todas las partes.

Los grupos representados en el proceso serán los encargados de proponer y sugerir posibles soluciones y exponer la problemática actual, de tal manera que se puedan buscar posibles soluciones win-win. En este sentido, el papel de un Comité Científico-Técnico es primordial, ya que este órgano consultivo tendrá

la función de asesorar y evaluar la viabilidad de las soluciones que nazcan del proceso participativo, pudiendo sugerir cómo se deben articular o cómo se deben desarrollar a lo largo del proyecto.

1.2 ANTECEDENTES

En el año 2003 la APS obtiene la *Resolución de 26 de septiembre de 2003, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental (DIA en adelante) sobre el proyecto “actuaciones de mejora en acceso marítimo al puerto de Sevilla”* (BOE núm. 236 de 02/10/03). El proyecto en concreto constaba básicamente de 3 actuaciones: la profundización y ensanche de todo el tramo navegable del río Guadalquivir, los dragados de mantenimiento de dicho tramo por un periodo de 20 años y la construcción de una nueva esclusa y desmantelamiento de la antigua con la creación de un muelle en su lugar.

1.2.1 Conocimiento del territorio

La DIA de 2003, positiva, se otorga, sin embargo, bajo una serie de condicionantes que deben observarse antes de la ejecución de las actuaciones. Si bien bajo su marco se lleva a cabo la construcción de la nueva esclusa, entre los años 2000 a 2010, y se comienzan a ejecutar dragados de mantenimiento del calado de la canal, la actuación de profundización y ensanche queda, no obstante, sujeta a los resultados de unos estudios específicos que deben ser avalados por una Comisión Científica, constituida el 09/06/05, de acuerdo con el condicionado de la DIA.

En ese contexto, la APS, en acuerdo con la Comisión Científica, firma en el año 2007 la realización el siguiente estudio:

- *Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir*

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC en adelante), coordinado por el Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía y el Grupo de Dinámica de Flujos Ambientales de la Universidad de Granada, junto con otros grupos científicos, en función de la temática a estudiar, como el Grupo de Dinámica Fluvial e Hidrología de la Universidad de Córdoba desarrollan este trabajo. En el paraguas de este contrato se llevan a cabo estudios sobre la hidrología del estuario y dinámica sedimentaria, dinámica sedimentaria litoral, regímenes de corrientes en el estuario y Golfo de Cádiz a lo largo del ciclo anual y en diferentes situaciones de vientos, marea y caudal del río. Asimismo, los estudios detallados de la composición química del agua (nutrientes), carga sedimentaria en la columna y distribución de velocidades del agua y salinidad, temperatura y transparencia se combinaron con datos de producción neta y consumo/producción de oxígeno del plancton, identificando las situaciones, tramos del río y profundidades de la columna de agua donde tenían lugar la actividad fotosintética y la producción/oxidación de la biomasa planctónica. A este análisis se superpusieron otros datos de interés ecológico como la distribución de la ictiofauna y de otros grupos, incluida la vegetación de las márgenes.

Todos estos estudios permitieron levantar una información *ad hoc* sobre las variables del estuario muy valiosa con el objetivo, además, de resolver las lagunas de información que la DIA ponía de soslayo en su condicionado. Sin embargo, el análisis de 2010 de la Comisión Científica hoy en día aún condiciona los resultados y conclusiones de otros estudios que se llevan a cabo en el río, constituyendo la base de alegaciones y posturas de determinados stakeholders e incluso de la administración ambiental, como pone de manifiesto el complemento al DA recibido en el mes de julio de 2022 de la Dirección General de Medio Natural, Biodiversidad y Espacios Protegidos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía. Por este motivo, la APS, a través de este EsIA, sustentado en diversos estudios científicos en curso desde años, y décadas de toma de datos en el estuario a través de las vigilancias ambientales de los dragados de mantenimiento, ha querido dar respuesta a los corolarios del informe de la Comisión. En este sentido, el siguiente cuadro expone aquéllos que plantean cuestiones que quedaron abiertas o siguen estando sobre la mesa hoy en día y el capítulo, en su caso, del EsIA que da respuesta a las mismas:

Tabla 2. Análisis de aspectos y cuestiones específicas obtenidas del informe de la Comisión Científica, año 2010.
Fuente: capítulo 1. Síntesis y corolarios de la Parte I de la propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias humanas en el Estuario del Guadalquivir

COROLARIOS		TRATAMIENTO EN EsIA
Usos y demandas	<i>Las demandas actuales sobre el estuario y su entorno no se pueden satisfacer simultáneamente ni en cantidad de agua/calado ni en su calidad/condición. En la situación actual es prácticamente imposible optimizar todos los usos a su máximo nivel, sobre todo en años secos</i>	Consecución del objetivo de optimización de la navegación bajo el paradigma WwN. De producirse el proyecto se producirán efectos colaterales positivos, los que sean posible, sobre otros sectores, por ejemplo, la avifauna, la vegetación o las márgenes
Planificación de actividades humanas	<i>El estudio de cualquier actuación debe modelar de forma integral el estuario, sus procesos y sus efectos/aportes del entorno circundante; cualquier planificación y decisión debe hacerse diseñando estrategias de gestión integral</i>	
Efecto de la variabilidad climática	<i>La subida del nivel medio del mar que previsiblemente se producirá a lo largo de los próximos 50-100 años y a la que no puede afirmarse que acompañará un aumento equivalente de los aportes fluviales por lluvias, supondrá un incremento de la superficie inundada y un incremento del prisma de marea que afectarán de forma diferente a los usos actuales, y condiciona definitivamente la estrategia actual de ocupación de suelos desecados en el estuario para nuevas actividades</i>	Apdo. 12.3.

COROLARIOS		TRATAMIENTO EN EsIA
Algunos factores críticos	Apertura y re-inundación de los llanos mareales	Apdo. 7.2.2.1.2
	Cuando el sedimento se extrae del sistema (transportado hacia la desembocadura o extraído por dragado) la demanda de sedimento se satisface principalmente por la acción de la marea, por la erosión de las márgenes	Apdos. 6.1.3.4, 6.1.3.5, 6.1.3.6 y 6.1.3.7
	El fuerte desequilibrio en el que actualmente se encuentra el ecosistema del estuario inhibe el papel que naturalmente debería cumplir como zona de reclutamiento para numerosas especies de interés pesquero, con importantes efectos sobre el potencial de capturas en la región	Apdos. 6.2.4 y 7.2.2.4.2

Como se constata, toda la información, datos recopilados e informes con conclusiones han servido de base de los estudios que la APS ha seguido desarrollando en el estuario y con los que da respuesta a varias de las cuestiones tabuladas.

En el año 2010, tras la finalización de todos los estudios abordados, el informe científico sobre el dragado de profundización concluyó lo siguiente:

*“Excepto la reinundación de llanos mareales en el entorno del Espacio Natural [apertura de la Montaña del río – actuación 8 del Doñana 2005], todas las actuaciones previstas [dragado a cota -8, actuaciones en el arrozal, obras de abrigo en margen izquierda] repercuten, de una u otra forma, negativamente en la dinámica, morfología y biodiversidad del estuario, no mejoran la situación frente a episodios extremos (turbidez y salinidad) y limitan severamente la capacidad de minimizar su duración y sus efectos. Para minimizar los efectos negativos y potenciar los procesos y la evolución del estuario y su adecuación a la variabilidad climática **es recomendable la implantación de la gestión integral de los recursos naturales del estuario** y su entorno, manejando con sabiduría, entre otros, los recursos disponibles de agua dulce, **realizando en tiempo lugar y magnitud, las labores de mantenimiento del dragado [actual], incorporando progresivamente llanos mareales al ciclo mareal y promoviendo estrategias de desarrollo** de la industria marisquera y pesquera y sus derivados, y tomando decisiones, previa cuantificación del riesgo (probabilidad de ocurrencia e incumplimiento de los objetivos por las consecuencias)”.*

En el mismo contexto, a la finalización de los trabajos, se produjo una reunión de discusión entre la Comisión Científica y el equipo científico donde se realizaron las siguientes afirmaciones:

“En principio, un mayor calado en el canal de navegación generaría un estuario menos asimétrico, aumentando la vaciante, generando menor turbidez y una mayor columna de agua, y tendría poco efecto sobre la salinidad, pero generaría una gran inestabilidad en las márgenes y una serie de problemas

asociados en el estuario y en la costa. Por ello, **en la situación actual y si no mejoran otros factores en el estuario, no se debe profundizar el dragado**".

El actual dragado tiene su papel en el actual funcionamiento del estuario, porque ayuda a "desaguar" las avenidas reduciendo el riesgo de inundación. En la situación actual no se debería dejar de dragar, pero sí mejorar la forma y el tiempo en el que se draga. De esta forma, además, habrá que dragar menos.

Lo primero es **la voluntad de los actores implicados, privados y públicos, de mejorar el estuario y su coordinación** a la hora de intervenir o influir en el mismo. Entonces deberá **trabajarse de forma conjunta** para aumentar el aporte de agua dulce, aumentar la superficie de llanos mareales (que en cualquier caso es una tendencia natural debida a la subida del nivel del mar prevista como consecuencia del Cambio Climático) y otras propuestas de restauración como reconectar el Brazo de la Torre con el cauce principal, lo que mejoraría la simetría del cauce.

Las decisiones que se tomen sobre el estuario afectarán necesariamente a la cuenca del Guadalquivir y a la plataforma continental. No puede seguir aumentando la superficie de regadíos en la cuenca, es necesario comparar los supuestos beneficios del aumento de regadíos con la pérdida ambiental en el conjunto del sistema. **Un nuevo enfoque de aprovechamiento del estuario permitirá mayores beneficios sociales y económicos, apoyados en recursos pesqueros, y un funcionamiento más natural y menos costoso del sistema del estuario.**

Como resultado de todo el procedimiento el dragado de profundización del río fue desestimado por la APS, que sigue manteniendo esta decisión en el concepto del proyecto actual. La APS aboga precisamente por aspectos que ya se propusieron en 2010 y que ahora conforman los pilares del proyecto de optimización:

- No realizar profundizaciones. Optimizar la navegación manteniendo la rasante actual.
- Profundizar en el conocimiento de las variables del estuario y sus procesos, tomando como base los estudios previos ya realizados y toda la información existente.
- Trabajar coordinadamente con otras administraciones y grupos interesados en el estuario, de forma que se optimice la navegación en el río propiciando el mayor beneficio posible a otros sectores.

En definitiva, la APS ha decidido adoptar la filosofía de trabajo sustentada en la mejora del conocimiento del medioambiente y el trabajo con la naturaleza (WwN), abandonando propuestas pasadas y que, sin duda, propiciaron un cambio de modelo conceptual. Un cambio que da lugar al proyecto de optimización de la navegación en el Guadalquivir.

El marco conceptual de WwN, sin embargo, no es un concepto nuevo que esté ahora implantado la APS, muy al contrario, como se ha referido, desde el año 2013 se ha ido trabajando en esta línea. Prueba de ello es el citado Convenio de colaboración suscrito desde esa fecha por la APS con la Universidad y Acuario de Sevilla y la colaboración del puerto con otros organismos científicos y de investigación que ha

dato lugar al levantamiento de información muy válida que arroja gran conocimiento sobre algunos de los fenómenos que tienen lugar en el estuario. A continuación, se presenta un resumen de cada uno de los estudios comentados, que nutren parte del conocimiento expuesto en el presente estudio de impacto ambiental (EslA en adelante):

- *Estudio de las características de los sedimentos y el registro sedimentario reciente del estuario del río Guadalquivir.*

Este estudio se desarrolla, a petición de la APS y en el marco del convenio “Desarrollo de actividades científicas y docentes vinculadas al Acuario del Puerto de Sevilla y al estuario del río Guadalquivir”, entre los años 2016 y 2017 por el grupo de geociencias aplicadas e ingeniería ambiental de la Universidad de Huelva. Su objetivo es el análisis del registro sedimentario reciente del estuario, así como las características de la sedimentación de este sistema. Para ello se caracterizan sedimentológica y geoquímicamente los sedimentos recientes para poder determinar su procedencia y se identifican y caracterizan las unidades sedimentarias para modelar las facies sedimentarias recientes.

A lo largo de las campañas realizadas en el marco del contrato se llevaron a cabo diversos trabajos consistentes en toma de muestras de aguas superficiales para el control de variables fisicoquímicas, toma de muestras de aguas profundas, muestreo de sedimentos superficiales, mediante draga Van Veen y trampas de sedimentos, y toma de testigos cortos de sedimentos en los bordes de la canal a lo largo del estuario. Las muestras fueron sometidas a análisis granulométricos, geoquímicos y microtextural permitiendo estas tareas establecer unas conclusiones preliminares sobre las procedencias del sedimento en suspensión en el río. Estos resultados se comentan en el apartado que alude a esta variable.

- *Estructura y dinámica espacio-temporal de la comunidad zooplanctónica del bajo Guadalquivir: relación con las variables ambientales e implicaciones con la gestión del estuario y Ampliación del conocimiento científico del estuario del Guadalquivir. Trabajo de estudios del zooplancton, especialmente carcinoplancton en la desembocadura del Guadalquivir.*

Estos trabajos se desarrollan desde el año 2013 por el Instituto Universitario de Investigaciones Marinas (INMAR) en coordinación con el laboratorio de Biología Marina de la Universidad de Sevilla con el objetivo de conocer la estructura y dinámica de la comunidad zooplanctónica del estuario del río Guadalquivir, la distribución espacial de sus poblaciones y la dinámica temporal de cada una de las especies presentes, con relación a diferentes variables ambientales.

El área de estudio se centra en el bajo Guadalquivir, en concreto, desde los pks 74 a 108 (El Yeso-La Gola a La Broa). En esta sección, en 4 estaciones localizadas en el curso bajo, pero variables en función de marea y salinidad, mensualmente se toman muestras de zooplancton, se realizan perfiles multiparámetros y se analizan nitritos, nitratos, amonio y fosfatos en muestras de agua. Posteriormente en el laboratorio se examinan las muestras y los resultados se correlacionan con el resto de las variables medidas de forma

que se conozca cómo varía el zooplancton en el espacio y el tiempo. Estos resultados se comentan en el apartado que alude a esta variable.

- *Desarrollo de actividades científicas y docentes vinculadas al acuario del puerto de Sevilla y al estuario del Río Guadalquivir*

En el marco de este contrato, suscrito mediante convenio de colaboración con la Universidad de Sevilla para el desarrollo de actividades científicas y docentes asociadas al estuario, el Departamento de Biología Marina de la Universidad de Sevilla ha llevado a cabo desde el año 2013 y hasta 2017 el estudio de las comunidades bentónicas del estuario del río Guadalquivir, desde la zona El Yeso hasta el vaciadero marino complementando, como se ha referido, los trabajos realizados por INMAR. Asimismo, ha ejecutado el estudio de la comunidad de larvas y juveniles en el estuario y realizado una investigación experimental en ambientes controlados del área biológica I+D+I en el acuario de Sevilla.

Uno de los objetivos perseguidos con los estudios era poder determinar el efecto de los dragados periódicos de mantenimiento sobre las comunidades bentónicas de los 4 últimos tramos del río, al considerarse la sección más sensible respecto a esta variable. Se localizaron varias estaciones en esos tramos, fuera de la canal de navegación, y en el vaciadero marino muestreándose periódicamente sobre ellos para poder establecer análisis numéricos y de índices biológicos que permitiesen observar la variabilidad de las comunidades. Estos resultados se comentan en el apartado que alude a esta variable.

- *Protocolo de manejo integral de los vaciaderos terrestres utilizados en los dragados de mantenimiento de la canal de navegación de la Eurovía E.60.02. Guadalquivir para su uso por la avifauna acuática y de interés*

Este contrato de apoyo tecnológico suscrito entre la APS y la Estación Biológica de Doñana del Centro Superior de Investigaciones Científicas en 2019 tuvo como objetivos principales el diseño y seguimiento de actuaciones que favorezcan el uso de los vaciaderos terrestres del río Guadalquivir por la avifauna acuática y de interés, así como una divulgación de los resultados.

La finalidad del proyecto es crear, a partir de los vaciaderos terrestres que se utilizan en las descargas, humedales artificiales mediante su adaptación por medio de islas desconectadas de las motas, formadas por el propio material acumulado en los vaciaderos, instalación de posaderos y plataformas artificiales o favorecer la presencia de nidos en las motas y taludes. A su vez, se prioriza la permanencia de la lámina de agua el mayor tiempo posible en el vaciadero. Esta gestión se traduce en una mayor presencia de avifauna, aumento de la riqueza y del periodo de permanencia y dio lugar a que la APS recibiera el Premio Medio Ambiente 2020 otorgado por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. En concreto los resultados de esta gestión se comentan en el apartado que alude a esta variable.

- *Modelo hidrodinámico numérico tridimensional del Estuario del Guadalquivir y zonas aledañas y modelo hidrodinámico tridimensional de la Dársena: Herramienta de ayuda al sistema de Gestión de calidad de las aguas portuarias en la Dársena. Aumento de la escalilla del Puerto de Sevilla.*

El Grupo de Oceanografía Física de la Universidad de Málaga (GOFIMA) ha desarrollado 2 modelos numéricos en el estuario del Guadalquivir, el modelo barotrópico y el baroclino, desde la desembocadura hasta la presa de Alcalá.

El modelo barotrópico pretende reproducir la oscilación mareal de la superficie libre del estuario. La variable que validar es la altura de la superficie del río en todo punto del estuario y en todo momento, para lo cual se ha recopilado datos recogidos por diferentes administraciones y organismos (APS, Puertos del Estado, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Instituto Hidrográfico de la Marina). A la altura mareal producida por el modelo se añade la batimetría de cada punto para conocer el espesor de la columna de agua que es la variable que condiciona la navegación. De particular importancia es el mínimo espesor de la lámina de agua, que se produce en las bajamares, siendo capaz el modelo de mostrar dicho espesor mínimo con sus incertidumbres y las posibles modificaciones producidas por la marea meteorológica.

El modelo baroclino es más complejo y, además de reproducir la oscilación mareal, trabaja con campo de densidad variable lo que permite seguir la evolución de parámetros de interés, como la temperatura y salinidad. La validación de este modelo requiere de mayor número de medida en diferentes situaciones en el río, proceso en el que se está inmerso en estos momentos. Este modelo permitirá diagnosticar la posición de la cuña salina. Su predicción es más sutil porque está condicionada por las descargas de agua dulce de la presa de Alcalá, que no siguen un patrón regular, así como otros posibles fenómenos que condicionan el caudal del río.

Como punto de partida hacia la optimización de la navegación en el Guadalquivir, GOFIMA elaboró y validó un modelo barotrópico de la dinámica mareal, enfocado a la comprensión integral de la hidrodinámica del estuario. Con este modelo además del forzamiento astronómico, incluyen las descargas variables de agua dulce en la parte alta del estuario (presa de Alcalá del Río) y en los subsidiarios, el forzamiento originado por la marea meteorológica importada desde el océano a través de la desembocadura y el efecto cizalla del viento sobre la superficie. Este modelo fue calibrado con 9 mareógrafos dispuestos a lo largo de la vía navegable, tomando datos reales durante un periodo de tiempo suficientemente representativo para poder calibrar y validar el modelo realizado. Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto diferencias a los considerados por el Instituto Hidrográfico de la Marina, por ello se procedió, en su momento, a modificar la escalilla del Puerto de Sevilla y aumentar el calado máximo de entrada en 20 cm, llegando a los actuales 7,20 m. Gracias a un aumento y profundización del conocimiento de las mareas en el río y sin profundizar la rasante.

Además, SIPORT21 ha llevado a cabo un estudio de navegabilidad que ha permitido aumentar los calados de navegación en condiciones de seguridad. De hecho, se sigue estudiando el río para, con la rasante

actual, y mediante el conocimiento poder aprovechar más las condiciones de la marea y mejorar la operativa de navegación de los buques.

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Como ha quedado de manifiesto, la puesta en valor del estuario del Guadalquivir y la búsqueda de la mejora ambiental son objetivos fundamentales en la estrategia de sostenibilidad de la APS, así lo ha establecido la institución en el Plan Estratégico 2025. Esta estrategia se fundamenta en un innovador enfoque para trabajar con la naturaleza, WwN, que supone algo más que mitigar los impactos ambientales de un proyecto. Esta forma de pensar consiste en buscar e identificar la manera de alcanzar los objetivos de un proyecto, trabajando con los procesos naturales para proteger, restaurar e incluso mejorar, en la medida de lo posible, el medio ambiente. De esta manera, se pretende aprovechar los recursos ecosistémicos que el estuario ofrece y, con ello, diseñar un conjunto de actuaciones que cumplan con los objetivos de accesibilidad para mejorar la navegación, siempre en un marco de oportunidades que sean beneficiosas para las distintas partes interesadas. En definitiva, acometer los retos y mejorar la naturaleza en aras de alcanzar un beneficio mutuo entre el puerto y el entorno del Guadalquivir.



Ilustración 1. Concepción del proyecto de optimización de la navegabilidad

El principal objetivo del proyecto de optimización es mejorar las condiciones de navegabilidad, operatividad y acceso al Puerto de Sevilla. Entre otras acciones incluidas en este objetivo se encontraría mejorar el acceso marítimo hasta Sevilla en base al conocimiento científico del estuario y desarrollar técnicas innovadoras que permitan la entrada de buques con más carga manteniendo las cotas de la rasante actual de la canal. Por su parte, el proyecto de estabilización y restauración de márgenes refleja la voluntad de

la APS de coordinarse con las administraciones implicadas poniendo a disposición el material y operativa de los dragados de mantenimiento para la realización de soluciones de estabilización y restauración de las márgenes en el Guadalquivir. Esta acción se encuadra dentro del grupo de objetivos de gestión correcta de los materiales de dragado definido en el proyecto de optimización de la navegación, ya que se trata de darle un segundo uso a materiales sedimentarios que, de no ser reutilizados deberán ser extraídos del sistema, siendo tratados como residuos procedentes de los dragados en los vaciaderos terrestres.

Otros objetivos se centran en la continuación y posible mejora de la valorización de los residuos que se extraen del río en las campañas de dragado de mantenimiento, la mejora del método de dragado, adaptándose a las características específicas del material en cada sección del río, y la mejora de la navegación.

La consecución de estos objetivos trae consigo unas mejoras directas, ya que no sólo se reforzaría la competitividad del puerto al mejorarse las condiciones de acceso al puerto, sino también otros aspectos con incidencia en el entorno ambiental y socioeconómico.

Actualmente, la navegación por el Guadalquivir viene marcada por el régimen de mareas, de forma que los buques pasan por la canal coincidiendo con la pleamar. En la navegación los buques utilizan las mareas con el fin de aprovechar el nivel de agua suplementario que aportan las mismas y, de esta forma, incrementar el calado operativo optimizando la Eurovía.

Por la propia evolución del río, a lo largo del estuario existen determinadas zonas en las que, de manera cíclica, se sedimentan partículas en suspensión que dificultan la entrada por mar a Sevilla. Adicionalmente, como consecuencia de periodos de lluvias, existen problemas de sedimentación en determinados tramos del río, pudiendo aparecer condicionantes temporales que restringen las “ventanas” de entrada y salida de los buques y, en última instancia, limitaciones en cuanto al calado o que añaden necesidades de remolque, solucionables con las labores habituales de mantenimiento. Por este motivo, se promueve la accesibilidad de forma que quede asegurado el tráfico marítimo hasta la capital y los municipios ribereños.

Los trabajos de dragado de mantenimiento forman parte de las medidas operativas incluidas en el ‘Programa de optimización de la vía navegable’. Estas labores consisten en la realización de batimetrías de precisión para determinar los puntos de actuación y la posterior succión de los sedimentos acumulados en estos puntos con una draga. El dragado de mantenimiento cuenta con el asesoramiento y seguimiento científico de las universidades de Sevilla, Málaga, Cádiz y Huelva, así como del CSIC.

1.4 ÁMBITO DEL PROYECTO

El Documento de Alcance (DA en adelante) establece como ámbito acuático del proyecto las siguientes zonas:

- Las masas de agua de transición desde la presa de Alcalá del Río hasta la masa de agua “Pluma del Guadalquivir” inclusive.

- Las masas de agua costeras de la demarcación del Guadalquivir y la masa de agua denominada “Límite demarcación Guadalquivir/Guadalete-Punta de Rota”.
- Las masas de agua tipo lago y las aguas subterráneas que forman parte de los espacios protegidos, de los espacios Red Natura 2000, o del humedal Ramsar, y que puedan verse directa o indirectamente afectadas por las actividades o las instalaciones de proyecto.
- La zona definida por el punto en el que se localiza el vaciadero marino y las plumas de dispersión provocadas por los vertidos en el mar. En este sentido, el estudio de dispersión realizado muestra que los incrementos de sólidos en suspensión provocados por el vertido en el vaciadero marino suponen incrementos máximos inferiores a los 10 mg/l en el punto de vertido, e incrementos inferiores a los 5 NTU en un **radio de unos 500 m**. Dado que el valor medio de turbidez en la zona es de 27,45 mg/l, estos incrementos se consideran despreciables, y no suponen una afección significativa a la calidad del agua. Además, los valores de sólidos en suspensión superiores a 0,5 mg/l no duran más de 2 horas.

Con todo ello, se ha cartografiado el área delimitada por estos elementos, aunque no se contempla ninguna acción de proyecto por encima del tramo de Antesclusa o este tramo vivo del río. Como resultado se obtiene que el ámbito acuático es el siguiente:

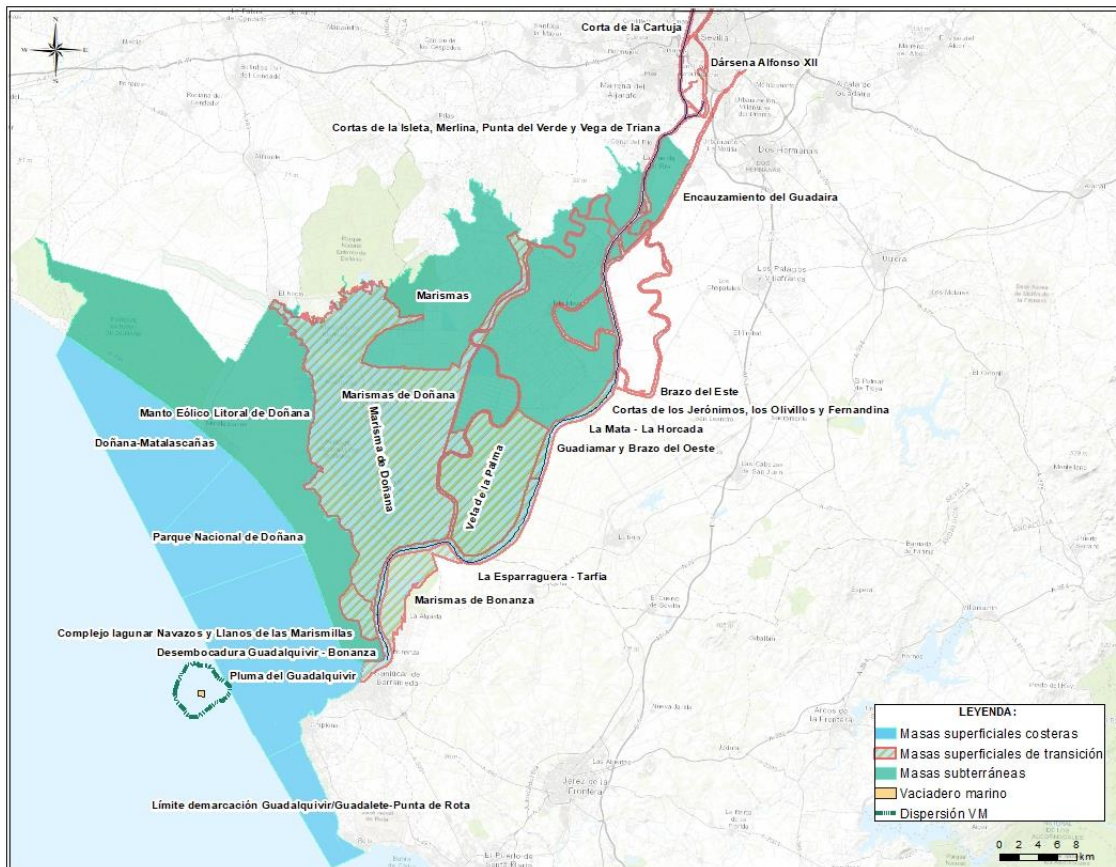


Ilustración 2. Ámbito acuático. Fuente: DA. Elaboración Tecnoambiente, 2022.

En lo que respecta al ámbito terrestre, también se adoptan los criterios expuestos en el DA para su definición, siendo éstos los siguientes:

- Las ubicaciones de todas las infraestructuras de nueva creación y de las instalaciones asociadas necesarias para llevar a cabo todas las actividades que en la exposición de alternativas se detallarán, más una franja de 300 metros de anchura a su alrededor. Hay que tener en cuenta que los estudios realizados han sido de 800 metros a cada margen del río, cubriéndose ampliamente la franja indicada.
- Las riberas de las masas de agua superficial descritas en el ámbito acuático más una franja de 300 metros de anchura a su alrededor. Las masas de aguas superficiales tienen una extensión considerable desde los márgenes de la Eurovía, que es donde se proyectan las actuaciones, de modo que cubren y exceden el ámbito territorial al que podrían trascender los efectos.
- La parte terrestre de los espacios Natura 2000 o del humedal Ramsar, directa o indirectamente afectados por las actividades o las instalaciones de proyecto.

La representación cartográfica de este ámbito, al que se incluye la zona de servicio del puerto, es:

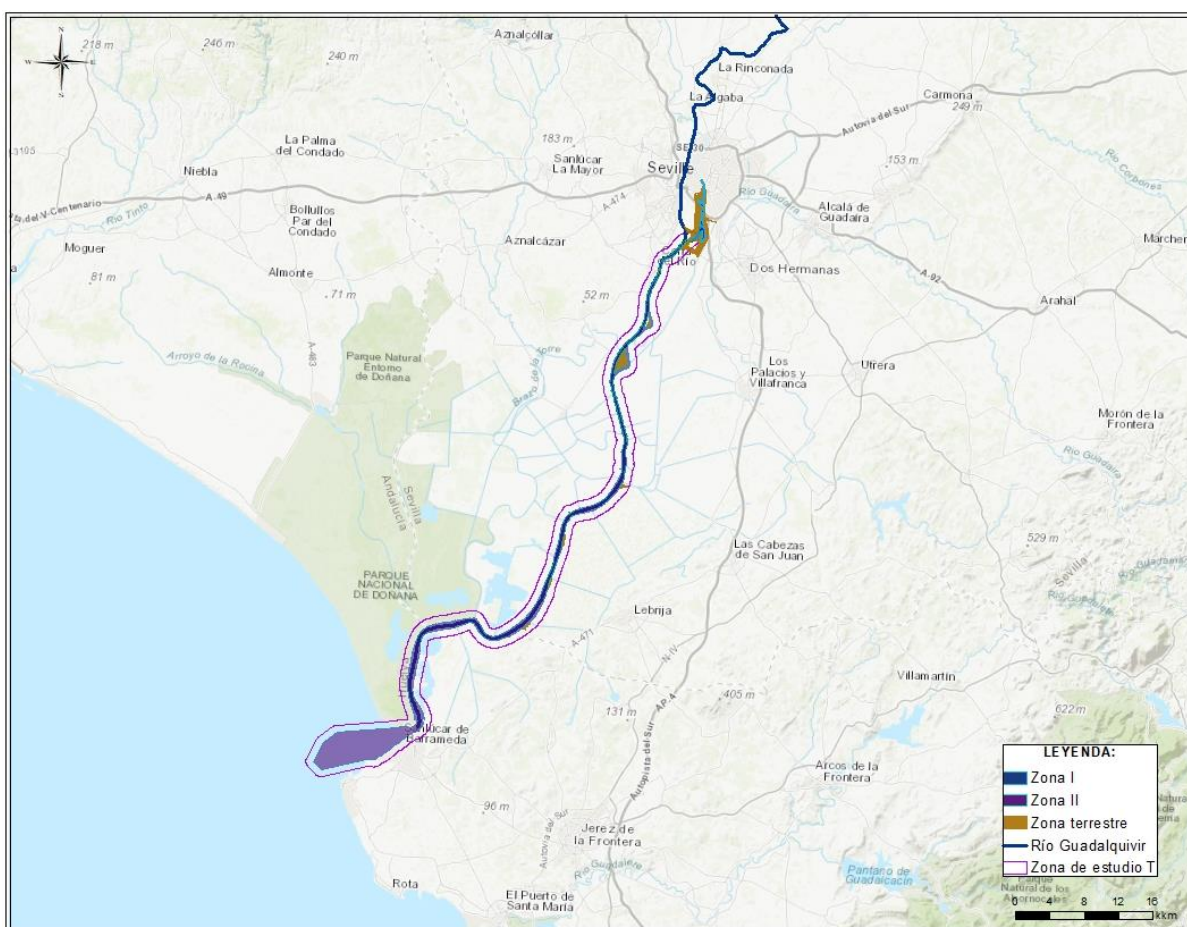


Ilustración 3. Ámbito terrestre. Fuente: DA. Elaboración Tecnoambiente, 2022.

Aunando ambos ámbitos el de estudio es el siguiente:

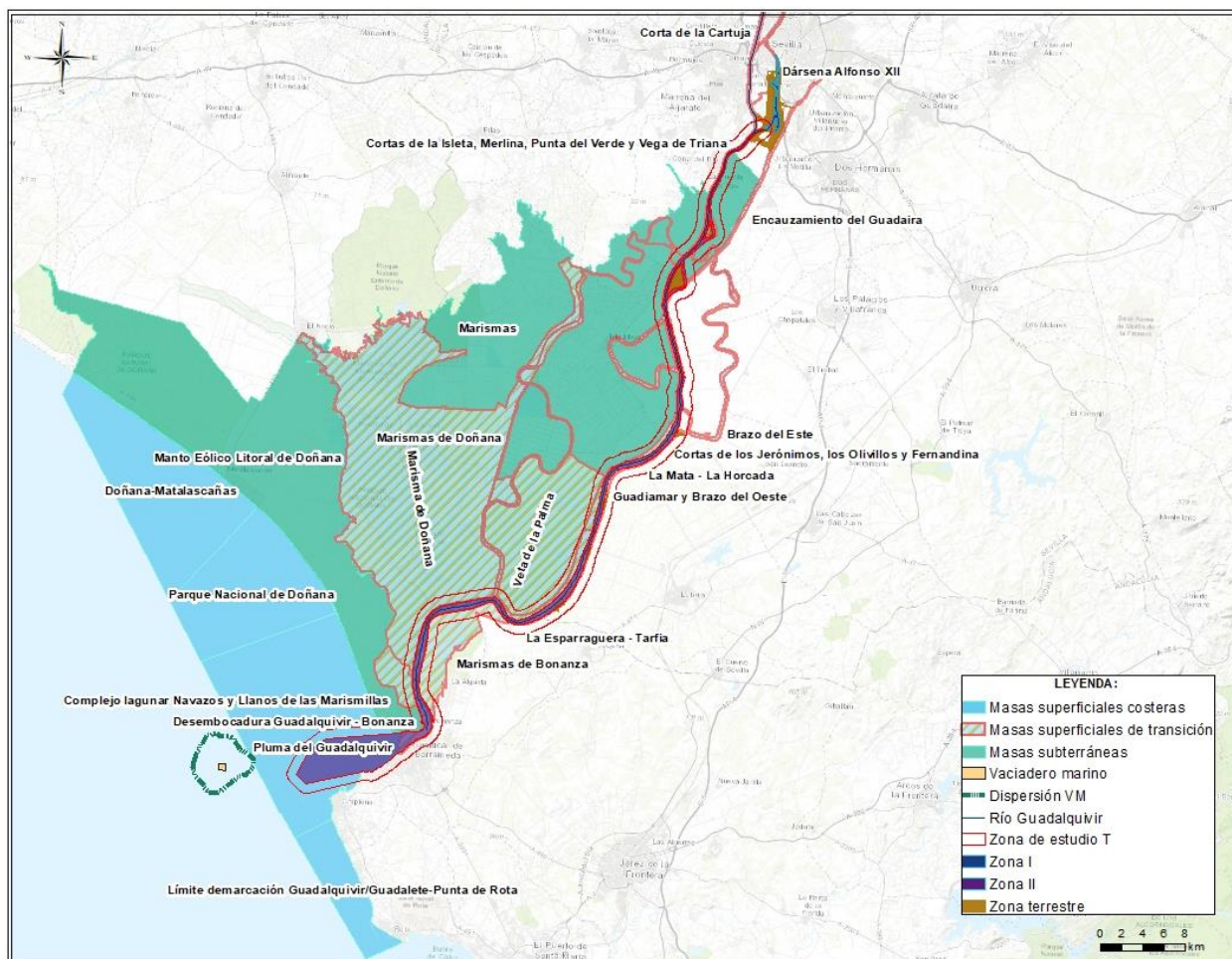


Ilustración 4. Ámbito de estudio. Fuente: DA. Elaboración Tecnoambiente, 2022.

No obstante, en cada apartado del ESlA se aludirá específicamente a las secciones o tramos, acuáticos y/o terrestre, que puedan verse afectados por cada una de las acciones de proyecto, estudiándose así los aspectos relevantes en cada caso. De esta forma, se sectorizará, cuando proceda, el ámbito de estudio en función de la actuación que se esté evaluando.

2 PROCESO PARTICIPATIVO Y ASESORAMIENTO CIENTÍFICO TÉCNICO

El planteamiento inicial del proyecto, tal y como se ha expuesto en la introducción, es la optimización de la navegabilidad a partir de la búsqueda de activos, de diferentes naturalezas, que proporcionen unos beneficios al desarrollo del estuario. Para ello se ha abierto un proceso participativo con la comunidad de stakeholders del estuario. El cometido de esta comunidad es plantear propuestas, sugerencias y puntos de vistas dirigidos a hacer del proyecto de optimización de la navegabilidad del Guadalquivir un conjunto de actuaciones que se encuentren en armonía con el resto de los objetivos e intereses que conviven dentro

del entorno, priorizando, en cualquier caso, aquéllas que se destaquen por su sostenibilidad ambiental y viabilidad técnica y económica, siempre que sean acorde a las competencias y objetivos del puerto.

Esta comunidad de agentes se ha diseñado lo más heterogénea posible, de tal manera que todos los sectores con presencia e implicación en el estuario tengan presencia y la oportunidad de manifestar sus preocupaciones y consideraciones al respecto. En dicha Comunidad, la APS ejerce un papel de liderazgo, manteniendo un papel activo de colaboración, al máximo nivel de representación, a través de todo el proceso participativo. Para su desarrollo, se han creado las siguientes 5 mesas sectoriales:

- Mesa Sectorial 1. Las administraciones públicas y la perspectiva ecosistémica del Estuario.
- Mesa Sectorial 2. La gestión integral de las aguas y sus efectos sobre las comunidades agrícolas y de regantes.
- Mesa Sectorial 3. El Guadalquivir generador de riqueza pesquera y acuícola: Cofradía de pescadores y la acuicultura.
- Mesa Sectorial 4. Conservación, biodiversidad y desarrollo sostenible.
- Mesa Sectorial 5. La importancia del estuario para el ecosistema productivo, logístico, comercial y de navegación.

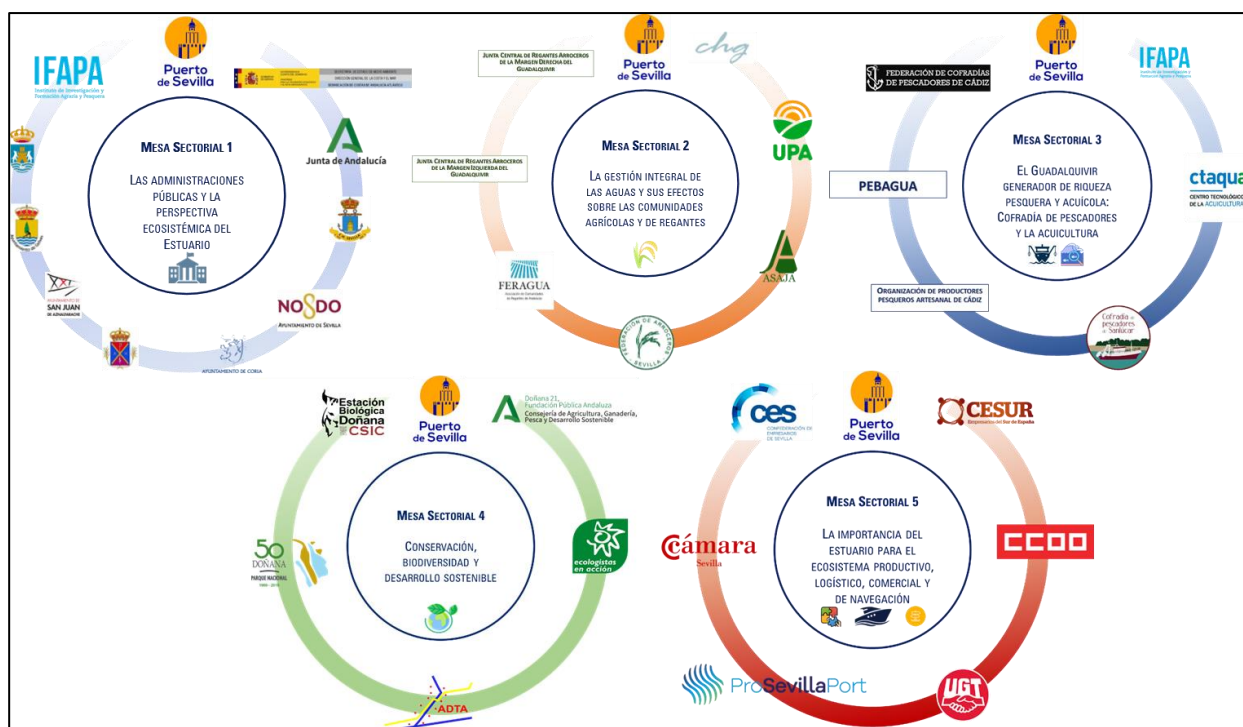


Ilustración 5. Mesas Sectoriales constituidas en el marco del Proyecto de Optimización de la Navegación

Desde los meses de marzo y abril de 2021 se realizaron reuniones con los diferentes grupos donde se pusieron en común los objetivos y avances de cada fase del proyecto. Las aportaciones y sugerencias que se recibieron por los diferentes grupos se incluyeron en el documento de inicio, tratando de darse respuesta

a todas ellas. Las reuniones mantenidas con las diferentes mesas conformadas en esos meses y los temas tratados son los mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3. Reuniones sectoriales. Fuente: Elaboración propia UTE, 2022.

FECHA	REUNIÓN	MESA/COMITÉ	OBJETO	UBICACIÓN
12/05/2021	1	MESA SECTORIAL 2	PRESENTACIÓN DIP	SEDE APS
13/05/2021	1	MESA SECTORIAL 4	PRESENTACIÓN DIP	SEDE APS
18/05/2021	1	MESA SECTORIAL 5	PRESENTACIÓN DIP	SEDE APS
28/05/2021	2	MESA SECTORIAL 2	ANÁLISIS DIP	SEDE APS
31/05/2021	2	MESA SECTORIAL 4	ANÁLISIS DIP	SEDE APS
01/06/2021	1	MESA SECTORIAL 1	PRESENTACIÓN DIP	SEDE APS
10/06/2021	1	MESA SECTORIAL 3	PRESENTACIÓN DIP	SEDE APS
26/07/2021	1	COMITÉ CIENTÍFICO-TÉCNICO	PRESENTACIÓN PROYECTO	TELEMÁTICA
27/09/2021	2	COMITÉ CIENTÍFICO-TÉCNICO	PRESENTACIÓN TRABAJOS UNIVERSIDADES	SEDE APS
05/10/2021	3	MESA SECTORIAL 4	PRESENTACIÓN TRABAJOS UNIVERSIDADES	SEDE APS
07/10/2021	2	MESA SECTORIAL 5	PRESENTACIÓN TRABAJOS UNIVERSIDADES	SEDE APS
13/10/2021	2	MESA SECTORIAL 1	PRESENTACIÓN TRABAJOS UNIVERSIDADES	SEDE APS
15/10/2021	2	MESA SECTORIAL 3	PRESENTACIÓN TRABAJOS UNIVERSIDADES	SEDE APS
19/10/2021	3	MESA SECTORIAL 2	PRESENTACIÓN TRABAJOS UNIVERSIDADES	SEDE APS
13/01/2022	3	COMITÉ CIENTÍFICO-TÉCNICO	AVANCES PROYECTO Y ESIA Y VISITA HUMEDALES	SEDE APS Y VACIADERO BUTANO
20/05/2022	CONJUNTA	MESAS SECTORIALES	AVANCES PROYECTO Y ESIA Y VISITA HUMEDALES	SEDE APS Y VACIADERO BUTANO

Además, el proceso de participación puesto en marcha para el desarrollo de las acciones de proyecto está apoyado por un órgano consultivo, un Comité Científico-Técnico formado por expertos y profesionales de diferentes ámbitos. Este comité ha tenido la función de asesorar y proponer o sugerir en aras de la mejora de las acciones de proyecto y su evaluación.



Ilustración 6. Comité Científico-Técnico constituido en el marco del Proyecto de Optimización de la Navegación

Continuando este proceso, los días 11/01/23 y 12/01/23 se presentaron los avances del proyecto y del EsIA tanto al Comité Científico-Técnico como a los *stakeholders*, en su conjunto. Algunos de los asistentes han presentado sus aportaciones o los aspectos que quieren se revisen y estudien con profundidad. A continuación, se recogen los escritos recibidos, su contenido principal y en qué parte del EsIA o sus anexos se da respuesta:

Tabla 4. Aportaciones recibidas en el proceso participativo del mes de enero de 2023

ORGANISMO	APORTACIÓN	RESPUESTA
Cofradía de pescadores de Sanlúcar	<ul style="list-style-type: none"> - Actualización de datos y descripción de flotas que operan en la zona, áreas de pesca o caladeros - Interacción del vaciadero marino con la Reserva de Pesca - Mapa de localización del vaciadero marino, batimetría, caladeros, zona de reserva 	<p>Anexos IX y VIII del EsIA (estudio de dispersión y estudio de la actividad pesquera)</p> <p>Apdos. 6.5.1.3. y 0.2.5.1.2. del EsIA</p>
Feragua	<ul style="list-style-type: none"> - Se preservará y asegurará la cota de solera del Guadalquivir, evitando cualquier dragado más allá de los dragados de mantenimiento - Plan de contingencias de las márgenes que contemple medidas específicas contra la erosión - Los cultivos agrícolas que se desarrollan en las márgenes no tienen influencia alguna sobre su erosión 	<p>Preservación de la cota actual: Apdo. 1.3</p> <p>Plan contingencia de las márgenes: medida de acompañamiento al EsIA. Apdo. 5 y Anexo I</p> <p>Influencia de cultivos sobre erosión: véase presión de poro en Apdo. 6.1.3.5.2 y 6.1.3.6 y Anexo I</p>

ORGANISMO	APORTACIÓN	RESPUESTA
Tragsatec	<ul style="list-style-type: none"> - Aludir a las conclusiones del proceso participativo - Justificación de la necesidad del proyecto y estudio multicriterio de alternativas - Apdo. específico sobre la RN2000, sus planes de gestión, HICs y especies - Referencia a las masas de agua afectadas - Programación de las actividades de dragado - Manifiesto de los estudio científicos y técnicos llevados a cabo 	Apdo. 2 y Anexo XV del EsIA Apdos. 1.1.1 y 3 del EsIA Apdos. 6.2.1, 6.4.1, del EsIA y Anexo II Apdo. 6.1.2.2 del EsIA y Anexo IV Apdo. 8.4.1 del EsIA Apdo. 1.2.1 y diversas alusiones a lo largo del EsIA
GOFIMA	<ul style="list-style-type: none"> - Expone algunos errores tipográficos y de cambios de expresión 	Reocogidos todos los comentarios en el EsIA
IFAPA	<ul style="list-style-type: none"> - En relación con la estabilización de márgenes, conocer en qué medida pueden modificar la superficie disponible del terreno intermareal 	Apdo. 7.2.2.2.5
EBD-CSIC	<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar unas condiciones hídricas óptimas a largo plazo en los vaciaderos aún introduciendo la técnica WID como método de dragado 	Ver medidas correctoras
Sr. Don José Sierra (particular)	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptación del EsIA a lo solicitado en el DA - Encuestas del dgrado de aceptación del proyecto - Varios comentarios sobre diversos aspectos el EsIA 	Se ha realizado la presentación de un resumen del documento completo. Todas las cuestiones planteadas se recogen en el EsIA y anexos

3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

3.1 CONSIDERACIONES PREVIAS A LA DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE PROYECTO

Como resultado del proceso participativo iniciado por la APS y la presentación del proyecto a los *stakeholders*, se recogieron algunas propuestas dirigidas a considerar un cambio de modelo en la operativa y funcionamiento del Puerto de Sevilla. En concreto, algunos de los participantes de la mesa sectorial 2, Ecologistas en Acción, EBD-CSIC y ADTA sugirieron que la recuperación y mejora del estuario debía ser el eje y objetivo prioritario de las administraciones, incluida la portuaria, debiendo producirse para ello una modificación en el tipo de navegación que se produce actualmente en el río. En concreto, se planteó el cambio en la gestión y logística portuaria, implicando, entre otros, una modificación de la flota que navega actualmente por barcazas de pequeño calado y tonelaje que, desde los puertos de Cádiz y Huelva como base, transportasen productos básicos hasta Sevilla. Ello conllevaría menor necesidad de dragar el río o

incluso no tener que actuar en el cauce, de forma que el sistema evolucionase hacia una situación natural de equilibrio.

Ante esta propuesta, la APS no ha querido dejar de considerar ese escenario y se ha realizado un análisis cualitativo de tendencia que muestre qué ocurriría si se dejase de dragar el río.

3.1.1 Implicaciones del cese de los dragados de mantenimiento

3.1.1.1 Implicaciones legales

Resulta necesario mantener unas condiciones de navegabilidad óptimas, de tal forma que la capacidad de adaptación del puerto sea alta y permita el cumplimiento del mandato legal impuesto a la Autoridad Portuaria por la normativa española. Y es que, además de los argumentos ambientales y socioeconómicos expuestos, debe considerarse el mandato legal impuesto por la legislación española a las Autoridades Portuarias. En este sentido, algunas de las competencias que el art. 25 del Real Decreto legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (BOE núm. 253 de 20/10/11) establece para las Autoridades Portuarias alude a:

“a) La prestación de los servicios generales, así como la gestión y control de los servicios portuarios para lograr que se desarrollen en condiciones óptimas de eficacia, economía, productividad y seguridad, sin perjuicio de la competencia de otros organismos.

e) La optimización de la gestión económica y la rentabilización del patrimonio y de los recursos que tengan asignados.

f) El fomento de las actividades industriales y comerciales relacionadas con el tráfico marítimo o portuario.”

Por otro lado, el art. 28 de la Ley 9/2007, de 22 de octubre, de la Administración de la Junta de Andalucía (BOJA núm. 215 de 30/10/07) establece, entre otras, las siguientes competencias para la Secretaría general de Medio Ambiente, Agua y Cambio Climático:

“c) La conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad de Andalucía.

f) La adaptación de los ecosistemas naturales a los efectos del cambio global, entendido como las modificaciones ambientales derivadas de la acción humana que afectan a los procesos naturales básicos, en coordinación con otros órganos directivos que tengan competencia en la materia.

g) La gestión integrada de la calidad ambiental, incluida la responsabilidad medioambiental y reparación de daños al medio ambiente.

h) La política de agua y, en especial, la protección y recuperación del ciclo integral del agua y la promoción de su uso sostenible, eficiente y responsable de acuerdo con el interés general”.

En cuanto a las competencias a nivel estatal en materia medioambiental, el art. 4 del Real Decreto 500/2020, de 28 de abril, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y se modifica el Real Decreto 139/2020, de 28 de enero, por el que se establece la estructura orgánica básica de los departamentos ministeriales (BOE núm. 125 de 05/05/20) atribuye a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, entre otras, las siguientes competencias:

“d) La protección del medio natural, de la biodiversidad, los montes, la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, hábitats y ecosistemas naturales en el medio terrestre y marino, así como la integración de las consideraciones territoriales, ambientales y ecológicas en las actuaciones de su competencia.

e) La definición, propuesta y ejecución de las políticas del Ministerio en materia de agua y gestión del dominio público hidráulico, así como de protección y conservación del mar y del Dominio Público Marítimo-Terrestre”.

El art. 111 de la Ley 22/1988, de 28 de julio de Costas (BOE núm. 181 de 29/07/88) determina que es competencia de la Administración del Estado, a través de la Dirección General de la Costa y el Mar, las siguientes obras de interés general:

“a) Las que se consideren necesarias para la protección, defensa, conservación y uso del dominio público marítimo-terrestre, cualquiera que sea la naturaleza de los elementos que lo integren.

b) Las de creación, regeneración y recuperación de playas

d) Las emplazadas en el mar y aguas interiores, sin perjuicio de las competencias de las Comunidades Autónomas”.

Así pues, compete a la APS economizar y rentabilizar la actividad del puerto potenciando el tejido industrial y comercial ligado al mismo y, sobre esta base, debe establecer los objetivos de sus proyectos. Es decir, compete y es mandatorio para el Puerto de Sevilla el fomento, mejora y optimización de la actividad portuaria y el mantenimiento del tejido económico y productivo ligado a él, al igual que lo es para la Secretaría general de Medio Ambiente, Agua y Cambio Climático y Secretaría de Estado de Medio Ambiente la mejora y conservación de los espacios naturales y la biodiversidad. Cada organismo debe instigar y promover proyectos dirigidos a sus intereses y el ámbito de sus competencias legales y territoriales, propiciando, eso sí, coordinación con los agentes implicados y/o afectados.

En el sentido de lo expuesto en el párrafo anterior, el ámbito territorial de la APS es el comprendido dentro de los límites de la zona de servicio del puerto y los espacios afectados al servicio de la señalización marítima cuya gestión se le asigna. En este sentido, la APS gestionará los espacios marcados por la DEUP (véase Apdo. 6.4.1.5.1), quedando cualquier actuación que no se desarrollase dentro de esos límites fuera de su ámbito competencial. La APS debe establecer, por tanto, objetivos de proyectos relacionados directamente al espacio adscrito a su competencia, y no ir en contra del mandato legal que tiene

encomendado, lo cual hace que tenga que descartar un cambio en su operativa actual o que tienda a mejorarla.

3.1.1.2 *Implicaciones morfodinámicas*

A continuación se exponen las principales conclusiones del análisis realizado por el IHC en el hipotético caso de que cesasen las operaciones de dragado de mantenimiento en el río. Debe referirse que las tendencias acumulativas y erosivas comentadas se refieren al comportamiento del fondo de la canal de navegación, en ningún caso a las márgenes que evolucionan de otra forma que será analizada más adelante en el documento

“En el modelo de funcionamiento se ha prestado especial atención a la evolución de las cotas en las áreas de dragado de la Ría_{TS} y la Bocana-Ría_{TI}, así como a la evolución de la línea de costa en ambas playas como variables de control o calibración, dado que son las únicas variables fácilmente medibles y de las que se dispone de registros temporales. Las zonas citadas son las que corresponden a la Ilustración 7 y sobre ellas se concluye lo expuesto a continuación:

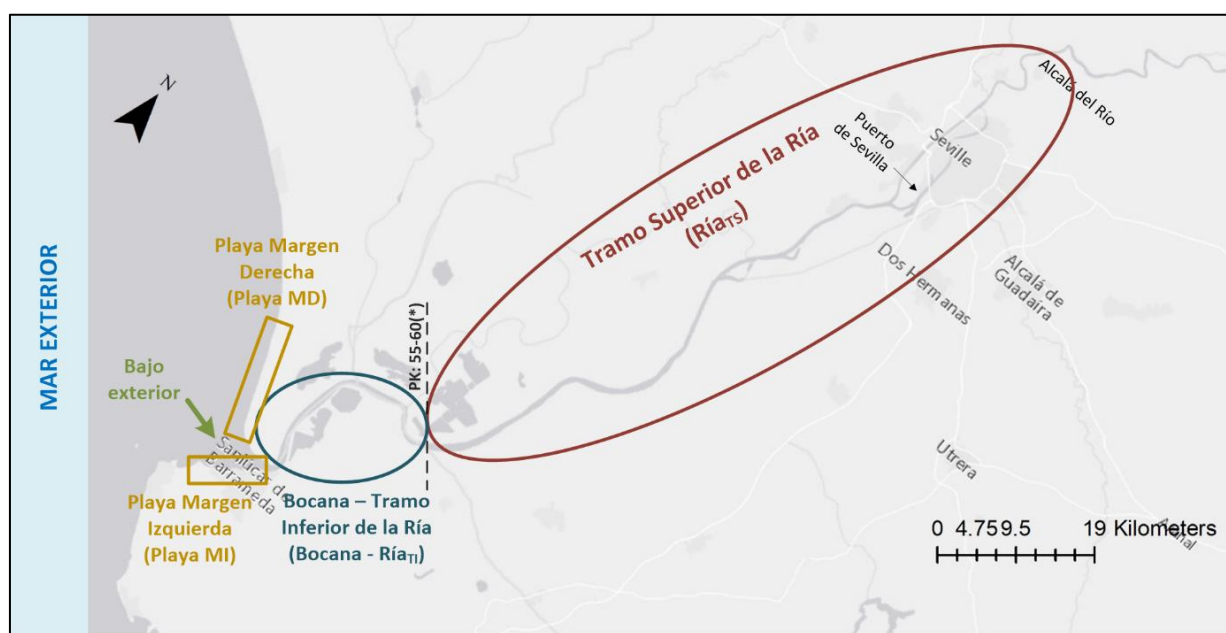


Ilustración 7. Representación de los principales elementos en la ría del Guadalquivir. (*) km desde la esclusa del Puerto de Sevilla.

Del análisis llevado a cabo en este informe, se puede concluir:

- La evolución temporal de la cota en la Ría_{TS} en el periodo de calibración (hasta 2021) muestra una caja en equilibrio con los dragados, en la que, a pesar de éstos, el sistema tiende a sedimentar suficiente material en los periodos sin dragado, recuperando la cota (y el volumen de arena) de partida. Sin embargo, si mantenemos una tasa de dragado media anual desde 2015, en el largo plazo (hasta 2040) la tendencia cambia ligeramente y el balance neto muestra una erosión en dicha caja de unos 0.005 m/año, reduciéndose muy lentamente el volumen de arena de la misma

a lo largo del tiempo. Por el contrario, si se eliminan los dragados durante esos 20 años, se incrementa sustancialmente la cantidad de sedimentos (0.06 m/año) sobre todo durante la primera década (0.08 m/año frente a los 0.04 m/año de los últimos 10 años), pues no se draga y, en consecuencia, aumenta el volumen de sedimento y el caudal de sedimento hacia la Bocana-Ría_{TI}. En resumen, **si se eliminasen los dragados, el calado en la Ría_{TS} (desde PK 0 hasta PK 60) empezaría a reducirse con una ratio promedio anual del orden de 0.08 m/año durante aproximadamente los primeros 10 años y posteriormente, durante los siguientes 10 años, se reduciría a una ratio anual inferior, en el orden de 0.04 m/año.**

- o **La evolución temporal de la cota en la Bocana-Ría_{TI} en el periodo de calibración (hasta 2021) muestra una caja en desequilibrio, que tiende a perder sedimento en los periodos sin dragado, intensificándose dicho patrón como consecuencia de éstos y obteniéndose una pérdida de cota en el centro de la canal de la Bocana-Ría_{TI} de 0.06 m/año. Es decir, la tendencia erosiva en la Bocana-Ría_{TI} es muy marcada, pues los aportes desde las playas y la Ría_{TS} no compensan los flujos de sedimento hacia el bajo exterior. De hecho, si mantenemos una tasa de dragado media anual en el largo plazo (hasta 2040), dicha progresión erosiva se mantiene a un ritmo medio de 0.055 m/año, lo que tiende a reducir ligeramente los flujos hacia el bajo exterior. Sin embargo, si se eliminan los dragados durante esos 20 años, se observa que la Bocana-Ría_{TI} tiende a un nuevo equilibrio, reduciéndose significativamente el proceso erosivo (de 0.055 m/año a 0.001 m/año), e, incluso, revirtiendo éste y comenzando a sedimentar a partir de los 10 años (0.006 m/año). En resumen, **si se eliminasen los dragados, el calado en la Bocana-Ría_{TI} (desde PK 60 en adelante) dejaría de aumentar, se estabilizaría y finalmente a partir de aproximadamente los próximos 10 años comenzaría una lenta reducción del mismo (con una ratio promedio anual del orden de 0.006 m/año).****

Así, del análisis efectuado por el IHC se obtiene que, en el caso del cese de los dragados de mantenimiento, la sección Ría_{TS} (PK0 a PK60) el calado de la canal se reduciría 80 cm en 10 años y 1,2 m en 20 años. En la sección Ría_{TI}, por su parte, en los primeros 10 años se revertiría una situación erosiva a una de acumulación. A partir de 10 años el calado en la canal se reduciría 6 cm cada año.

Por otra parte, el estudio de playas del proyecto básico ha analizado la evolución de las playas a ambos márgenes de la desembocadura para un año hidrodinámico modelo, 1987, obteniéndose las zonas de sedimentación (valores positivo) y las erosivas (negativos), representadas en la Ilustración 8.

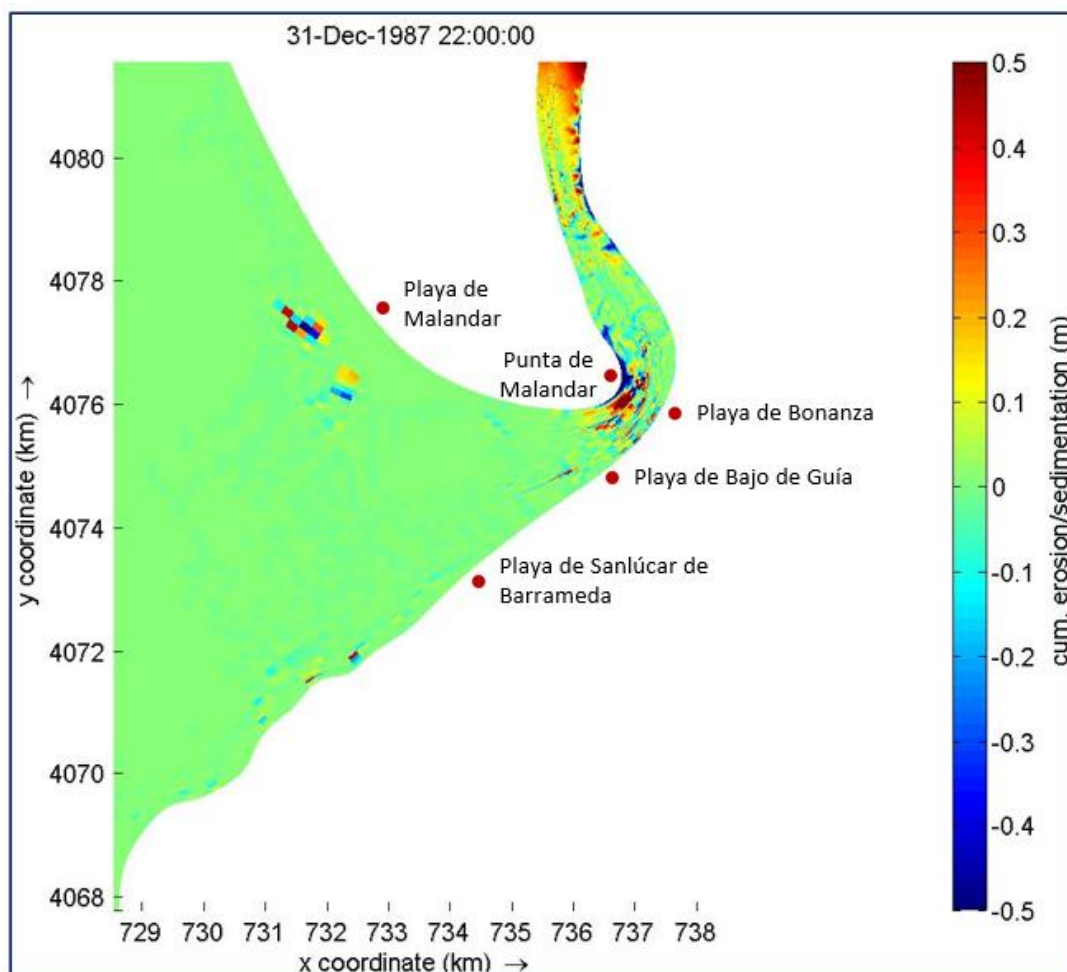


Ilustración 8. Resultado simulación Delft3D acumulación/erosión sedimentos en la zona de estudio con dragado.

Fuente: Elaboración propia.

A lo largo del año hidrodinámico promedio en la situación actual en la costa de Sanlúcar se genera una acumulación de sedimentos prácticamente lineal, disminuyendo su intensidad a medida que se avanza por la salida de la desembocadura, la cual genera un avance de la línea de costa de aproximadamente 0,25 metros en la playa de Bonanza y prácticamente despreciable en la playa de Sanlúcar (0,007 metros). También se genera acumulación en la playa de Malandar (se produce un avance de 0,016 metros), la cual ya se encuentra fuera de la desembocadura del río, en una zona más alejada de la influencia de este. Sin embargo, en el extremo sur de la costa de Doñana, en la punta de Malandar, se genera una erosión que es más acusada en el primer cuarto del año, alcanzando un retroceso de la línea de costa de 0,8 metros, para después decelerar progresivamente hasta estabilizarse en un retroceso de aproximadamente 1,6 metros al término del año hidrodinámico promedio. Esta erosión es propia de los cauces meándricos, acumulando sedimentos en el centro de la canal de navegación.

Para evitar que el estuario se cierre (debido a las acumulaciones de sedimentos que se producen en el centro de la canal de navegación en su desembocadura) y mantener el canal abierto de forma que continúe

siendo navegable, es necesario seguir con las operaciones de mantenimiento de calado que se realizan actualmente, para que la punta de Malandar no pueda avanzar hacia el sur, algo que previsiblemente ocurriría en época estival hasta casi cerrarse por completo, abriéndose únicamente en época de avenidas.

3.1.1.3 *Implicaciones ambientales*

3.1.1.3.1 *Modificaciones hidrodinámicas y biológicas*

Para conocer las implicaciones ambientales del cese de los dragados de mantenimiento, el Grupo de Oceanografía Física de la Universidad de Málaga (GOFIMA, en adelante) ha simulado las modificaciones en el nivel medio del río, la amplitud y propagación mareal, el prisma mareal y la cuña salina si se acumulase sedimento a razón de 6 cm/año, aunque de forma no uniforme, haciéndolo a 8 cm/año la primera década (2020-30) y a 4 cm/año la segunda (2030-40), tal y como concluye el informe del IH.

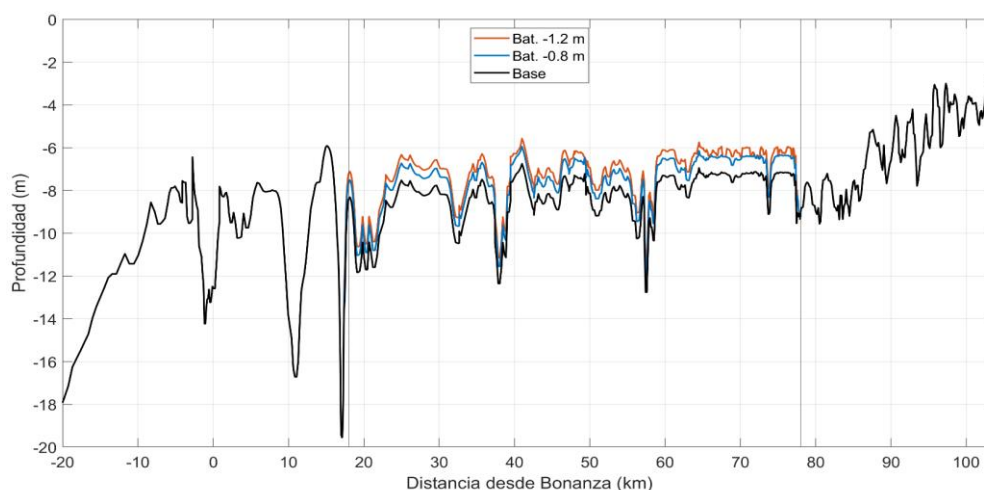


Ilustración 9. Profundidad de la sección longitudinal del estuario utilizada en las estaciones de observación, para el caso base y los experimentos. Fuente: GOFIMA, 2022.

GOFIMA ejecuta el modelo para predecir qué ocurriría al cabo de los 10 primeros años (A10) y al cabo de 20 años (A20).

Por otra parte, se ha pedido al Grupo de Zoología Marina de la Universidad de Sevilla que, con los resultados de GOFIMA, analice las implicaciones biológicas de estos cambios en el estuario.

El resultado, tanto físico como biológico, del cese de los dragados de mantenimiento se traduciría en lo siguiente:

- **Nivel medio del río:** en ambos casos descendería unos 2 mm (algo más en A20) en la sección RíaTI, observándose un descenso más acusado en la frontera RíaTI-RíaTS para, a partir de ese punto, comenzar a aumentar siguiendo una curva tipo logarítmica de modo que, a la altura de la esclusa, el nivel medio en A10 sería unos 0,7 cm mayor que el actual y en el A20 alrededor de 1,2 cm.

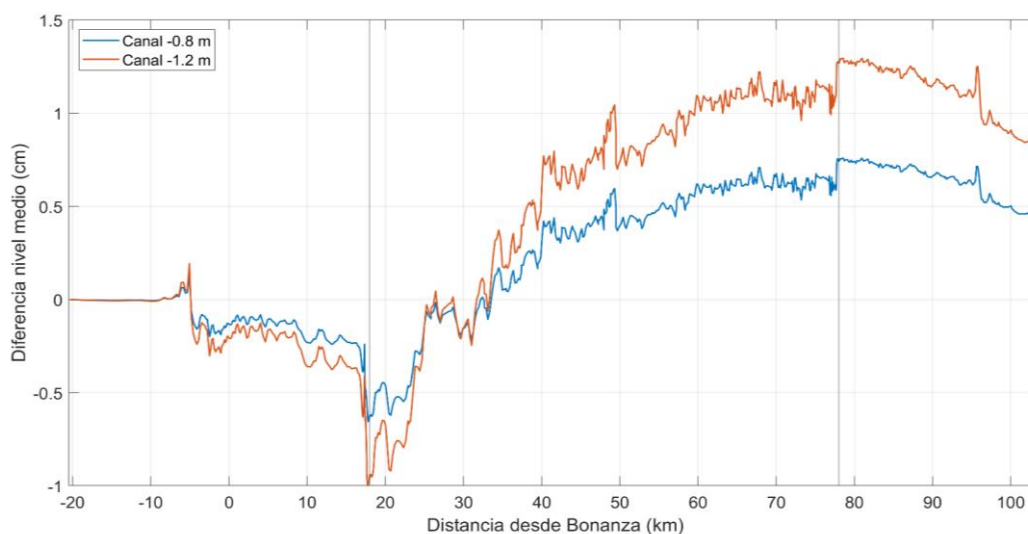


Ilustración 10. Nivel medio a lo largo del estuario y diferencia del experimento menos el base. La zona somerizada se encuentra entre las dos líneas verticales. Fuente: GOFIMA, 2022.

Biológicamente, éste es el cambio más evidente, que afecta a la parte media y alta del estuario, desde el Brazo de la Torre-El Puntal hasta la esclusa, con una previsión de una disminución de unos 80 cm en 10 años y de unos 120 cm en 20 años, según el modelo del Instituto Hidrológico de Cantabria (IHC). Esta variación no afectaría, sin embargo, a la parte baja del estuario, la zona con mayor diversidad y actividad biológica, y donde se concentra principalmente la función de cría de especies marinas. En todo caso, la comunidad bentónica no se vería afectada por el cambio de nivel del fondo, sino por la disminución de la profundidad de la columna de agua. Según la predicción del Grupo de Oceanografía Física de la Universidad de Málaga (GOFIMA), esta pérdida de profundidad se vería ligeramente compensada con un aumento del nivel medio del río progresivamente mayor desde algo más arriba del Brazo de La Torre y hacia la esclusa pero que sería de tan solo unos 7 mm a la altura de la esclusa en 10 años y 12 mm en 20 años (algo poco significativo desde un punto de vista biológico).

La disminución de la profundidad tendería a facilitar la producción primaria en la columna de agua por parte del fitoplancton. En un estuario bien mezclado como es el caso del Guadalquivir (datos propios, Díez-Minguito et al., 2013), la profundidad de la capa eufótica¹ (Z_{eu}) en relación con la profundidad del fondo, es proporcional al tiempo promedio que cada célula del fitoplancton pasa

¹ La capa eufótica es la parte superior de la columna de agua, donde el fitoplancton puede hacer la fotosíntesis porque la radiación fotosintéticamente activa (PAR: aquella que puede utilizarse para hacer la fotosíntesis) llega con suficiente intensidad. Esta luz va siendo absorbida y dispersada a medida que penetra en el agua hasta una profundidad en la que empieza a ser demasiado débil para que sea posible la fotosíntesis; este sería el límite inferior de la capa eufótica.

en esta capa, y por tanto al tiempo que tiene disponible para hacer la fotosíntesis². Si las condiciones de turbidez no cambian, Z_{eu} permanecería igual, mientras que la profundidad del fondo disminuiría. El resultado es un mayor tiempo medio del fitoplancton en la capa suficientemente iluminada para hacer la fotosíntesis. Sin embargo, el estuario del Guadalquivir tiene un problema crónico de excesiva turbidez (datos propios, (González-Ortegón et al., 2010; Ruiz et al., 2017). Esto es particularmente crítico en la parte alta del estuario (datos propios; Díez-Minguito et al., 2014), donde se produciría esta disminución de la profundidad. Dada la escasa penetración de la luz que habitualmente ocurre en esta parte del estuario (datos propios; Ruiz et al., 2017), la disminución de la profundidad prevista para este tramo no permitiría, en todo caso, una producción primaria neta en la columna de agua, que seguiría siendo un sumidero para el fitoplancton. En realidad, se ha establecido que la producción primaria del estuario, sobre todo dentro del mismo, se soporta en una parte importante por la producción del microfitobentos (microalgas creciendo en las orillas) (Díez-Minguito & de Swart, 2020; Miró et al., 2020). Estas algas creciendo en la zona intermareal, quedan expuestas al sol durante la marea baja, y pueden hacer la fotosíntesis a pesar de la turbidez del agua. La corriente mareal y, en general, cualquier turbulencia en las orillas, resuspende estas células junto con sedimento, y van a la columna de agua. Cuando, como en este caso, la profundidad de la capa eufótica no es suficiente (la teoría dice que se requiere, al menos, un 20% de la columna de agua; Cloern, 1987) estas células no podrán sobrevivir todo su ciclo de vida en la columna de agua (por eso se dice que es un sumidero para el fitoplancton).

Sin embargo, el exceso de turbidez, en el caso de un estuario como el Guadalquivir, puede ser en cierto sentido una protección: la entrada de nutrientes desde distintas fuentes (principalmente de las poblaciones y la agricultura) es también excesiva (datos propios, (Mendiguchía et al., 2007; Ruiz et al., 2017), lo que podría provocar altos niveles de eutrofización, a través de una proliferación excesiva de fitoplancton que el sistema (i.e., el zooplancton) no puede procesar. Este exceso de fitoplancton, después de su ciclo de vida, se acumularían en el fondo, siendo degradado por bacterias y generando un excesivo consumo de oxígeno, así como procesos de hipoxia. Esto, adicionalmente, también podría llevar asociado el desarrollo de explosiones demográficas de algas tóxicas. Este tipo de procesos se ha descrito en el Guadalquivir (datos propios, Ruiz et al., 2017), pero el exceso de turbidez, en este caso, impide que sean más extensos espacial y temporalmente. Así, los nutrientes atraviesan el estuario siendo poco utilizados por los componentes autótrofos (que pueden realizar fotosíntesis) (Cloern et al., 2014; Ruiz et al., 2017) dada la escasez de luz en la columna, y llegan a la parte más baja y el exterior del estuario donde son utilizados por el

² Cualquier célula del fitoplancton estaría suspendida en el agua y, siendo un estuario bien mezclado, va moviéndose uniformemente desde aproximadamente el fondo hasta la superficie. Si la capa fótica tiene un espesor de, por ejemplo, 2 m, en una columna de agua de 6 m, el tiempo que pasaría esa célula en la capa fótica por término medio sería de $2/6$; es decir, 20 minutos cada hora.

fitoplancton y otros organismos autótrofos estimulando la producción primaria en la zona más marina.

Si la disminución de la profundidad ocurriera en la parte baja del estuario, la zona más marina, donde la turbidez es menor, sí podría implicar un aumento más significativo de la producción primaria. Este ocurriría, además, con especies de carácter más marino y con una mayor calidad nutricional (Cañavate et al., 2021) para alimentar las redes tróficas estuarinas y costeras. Sin embargo, las predicciones no apuntan que esta disminución vaya a ocurrir.

En resumen, la disminución de la profundidad en la parte alta del estuario y con ello el aumento de la disponibilidad de luz PAR, es poco probable que implique un aumento de la producción primaria en la columna de agua, dado el exceso de turbidez del estuario del Guadalquivir. Pero, en todo caso, si la mayor disponibilidad de luz en esta zona alta del estuario no va acompañada de un mayor control de la descarga de nutrientes, podría amplificar los procesos de hipoxia (esto, en todo caso, se cree que es poco probable).

- **Amplitud y propagación mareal:** tiende a aumentar de forma bastante lineal en la sección RíaTI para alcanzar una amplitud un 4% mayor que la actual en A10 en la frontera entre ambas secciones y un 6,5% mayor en A20. A partir de ese punto, ya en la sección RíaTR, la amplitud comienza a decrecer para alcanzar el mismo valor que actualmente alrededor del pK50 (contado desde la esclusa) y continuar decreciendo más aún aguas arriba, de modo que a la altura de la esclusa la amplitud mareal se reduce al 94% de la actual en A10 y al 91% en A20. Respecto a la fase, ésta disminuye casi linealmente en RíaTI hasta alcanzar un mínimo en el pK50 aprox., algo más aguas arriba de la frontera entre ambas secciones (2,5º menos en A10, 4º en A20, lo que implica un aumento de la velocidad de propagación respecto a la situación actual entre la desembocadura y el pK50). A partir de ese punto se revierte la situación y la fase también aumenta hasta hacerse unos 3,5º mayor en A10, 5,5º en A20, a la altura de la esclusa. En términos de tiempo de propagación entre la desembocadura y la esclusa, éste aumentaría en unos 5,5 min en A10, 11,5 min en A20.

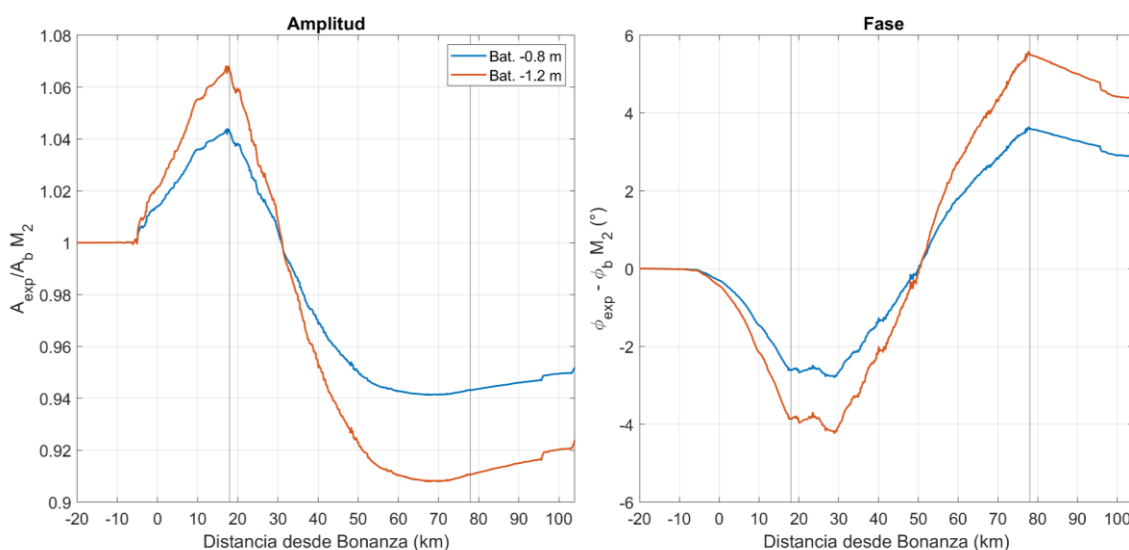


Ilustración 11. Ganancia en amplitud y diferencia de fase de la M2 para el nivel a lo largo del estuario. La zona somerizada se encuentra entre las dos líneas verticales. Fuente: GOFIMA, 2022.

- **Prisma mareal:** al disminuir la sección transversal en RíaTS como consecuencia de la sedimentación, junto con la retroalimentación asociada a la disminución de la amplitud en la parte alta (próxima a la esclusa) de RíaTS, el caudal movido por la marea (prisma mareal) se reduce en RíaTS alrededor de un 5% en A10 y un 8% en A20.

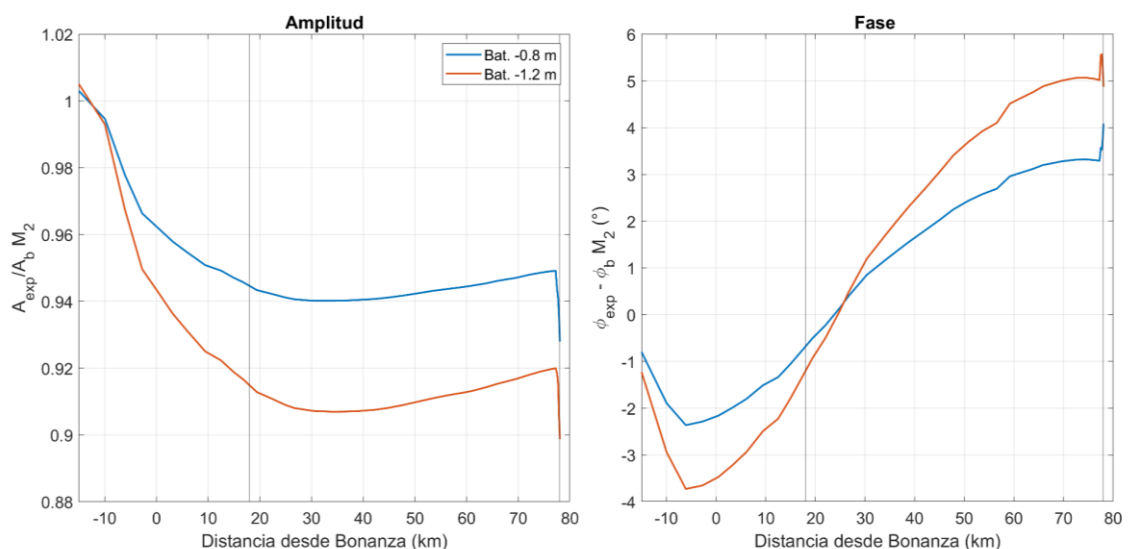


Ilustración 12. Ganancia en amplitud y diferencia de fase de la M2 para el para el caudal en todas las secciones transversales. La zona somerizada se encuentra entre las dos líneas verticales para el caudal en todas las secciones transversales. Fuente: GOFIMA, 2022.

Es decir, en la parte baja del estuario, hasta aproximadamente Tarfía, aumentaría esta amplitud, alcanzando el máximo en la unión del Brazo de La Torre, de un 4% en 10 años y un 6,5% en 20

años. Dado que, como se ha comentado, una parte importante de la producción primaria del estuario está basada en el microfitobentos que se desarrolla en las zonas intermareales de las orillas, un aumento de la amplitud de la marea incrementaría el espacio disponible para estas microalgas. El rango de marea que frecuentemente se cita para el Guadalquivir es de 3,5 m (Díez-Minguito et al., 2012); sin embargo, esta amplitud de marea ocurre muy ocasionalmente. Para hacer una estima más representativa, utilizando datos del mareógrafo de Bonanza (<https://portus.puertos.es>) de un año completo, por ejemplo, el 2019, el rango medio de la marea fue cercano a los 1,9 m, variando entre un rango medio en mareas muertas de 1,2 m y de 2,5 m como rango medio en mareas vivas (definidas como aquéllas por debajo del Q25 y por encima del Q75³, respectivamente; Jalón-Rojas et al., 2017). Esto se traduce en una ampliación media de 7,6 cm en 10 años y de algo más de 12 cm en 20 años en la zona de El Puntal-Brazo de La Torre (unos 16 cm de promedio en mareas vivas), y disminuyendo hacia Bonanza y hacia Tarfía. En la mayor parte de la zona afectada, este cambio no implicaría un aumento de la superficie intermareal media suficiente como para afectar de forma significativa a la producción del microfitobentos; pero en algunos puntos con orillas más planas es posible que se incremente de forma más significativa esta superficie intermareal. Hasta la fecha no se tienen medidas de la producción del microfitobentos por unidad de superficie, pero no se puede descartar un cierto aumento de esta producción. En todo caso, es poco probable que este aumento sea muy significativo en relación con los valores globales de producción primaria.

Por el contrario, en la parte alta del estuario, desde la recta de Tarfía, el rango de marea se prevé que se reduzca. Esta zona alta presenta numerosas cortas y hay pocas orillas con poca pendiente (solo en algunos puntos como la unión con el Guadaira o La Isleta), por lo que la posible pérdida de orilla tampoco es previsible que tenga un efecto importante en la reducción de la producción del microfitobentos.

En conjunto, los cambios previstos en la amplitud de la marea tenderían a reducir la franja intermareal, y con ello el espacio disponible para el microfitobentos, en la zona media y alta del estuario, al mismo tiempo que a aumentarla en la zona baja. Esto tendería a aumentar la producción del microfitobentos en la zona baja y a reducirla en la zona media y alta; pero los cambios serían muy poco significativos.

- **Cuña salina:** la salinidad localmente disminuye en todo el estuario (lo que estaría relacionado con la disminución del prisma mareal), siendo más notable esa disminución sobre el pK65 en la sección RíaTI (aunque próximo a la frontera entre ambas). Allí llega a disminuir unos 0,8 ppt en A10 y

³ Es decir, aquellas amplitudes de marea entre el 25% de los valores más altos (mareas vivas) y el 25% de los valores más bajos (mareas muertas).

1,2ppt en A20. Alternativamente, esta disminución de salinidad puede interpretarse en términos de un retroceso del tapón salino que alcanzaría su máximo valor en ese pK65 (retrocede unos 1,5 km en A10, alrededor de 2 km en A20). Ese retroceso mengua tanto aguas abajo como aguas arriba. A la altura del pK30 (desde la esclusa), donde se ubican las estaciones de riego de los arrozales, ese retroceso es de apenas unas decenas/pocas centenas de m, lo que es muy poco relevante.

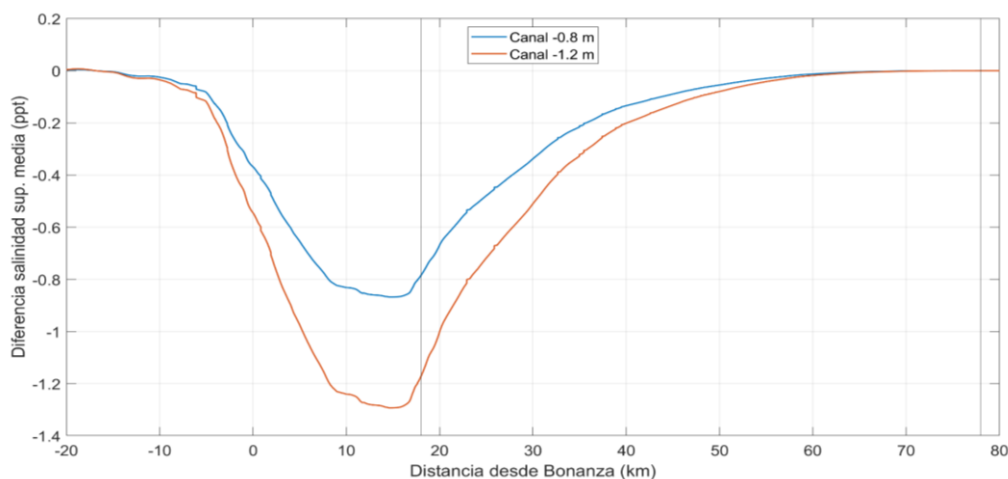


Ilustración 13. Salinidad a lo largo del estuario y diferencia del experimento menos el base. La zona somerizada se encuentra entre las dos líneas verticales. Fuente: GOFIMA, 2022.

Por último, se prevé que el gradiente salino (la transición entre el agua marina y el agua dulce del río) se desplace hacia la desembocadura. La principal variable que gobierna la distribución de los organismos dentro del estuario es la salinidad y, de hecho, la zona de cría del estuario se delimita por la isohalina de 5 psu (Fernández-Delgado et al., 2007) (la zona con 5 gr de sal por litro). El desplazamiento hacia la desembocadura de este punto disminuiría el espacio disponible para la función de cría del estuario. No obstante, como en el resto de las variables evaluadas, el cambio previsto es de 1,5 km en 10 años y de 2 km en 20 años lo que, globalmente, es un pequeño cambio teniendo en cuenta el espacio total disponible (la posición de esta isohalina cambia estacionalmente, pero frecuentemente se encuentra en torno a Tarfía, unos kilómetros más arriba en verano y más abajo en invierno).

3.1.1.3.2 Desequilibrio erosivo

Según el informe elaborado por el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Politécnica de Cataluña (2022), dirigido por D. Martín Vide, en el que se analiza a través de un siglo y medio las transformaciones que han tenido lugar en la sección navegable del Guadalquivir, se llegan a las siguientes anotaciones y conclusiones.

La primera intervención tiene lugar en 1794 para favorecer el brazo central contra el brazo del este y el del oeste. A finales del siglo XIX y en el XX (1948, 1965, 1971, 1972 y 1982) se hicieron numerosas cortas. Se

trata de atajos de curvas o meandros, como la corta de los Jerónimos (1860-88). Las cortas han reducido 39 km la distancia total del puerto al mar (hoy 87 km).

La combinación de estas acciones humanas con diferente intensidad relativa se extiende a lo largo de los 87 km de la ría. En primer lugar, desde la desembocadura en Sanlúcar hasta el PK15, desembocadura del Brazo del Oeste o de la Torre no se ha actuado, es decir, no ha habido reunión de brazos ni cortas. Por ello debería ser el tramo menos afectado por efectos morfodinámicos (o no afectado en absoluto). El nivel de fondo en la desembocadura está controlado por el nivel del mar y en todo caso ha de haber continuidad del perfil longitudinal entre el mar y la ría. En segundo lugar, entre el km.15 y el km.42 en donde desembocaba el Brazo del Este, la actuación equivale a reunir dos brazos (el del oeste y el central) en uno (el central), pero no se hicieron cortas. Si los brazos fueran iguales en caudal, la acción equivaldría a aumentar el caudal del 50% del total al 100% (total). Las acciones son más intensas (y bastante recientes) en el resto del curso aguas arriba. Entre el km.42 y el km.60 coexistían tres brazos que se han reducido a uno solo y además se hicieron algunas cortas. Si los tres brazos fueran iguales en caudal, la acción equivaldría a aumentar el caudal del 33% del total al total, luego la acción es más intensa que en el tramo km15-42. En el último tramo antes del puerto, del km.60 al km.78 (siempre abscisas aproximadas), no coexistían otros brazos, pero sí se hicieron muchas cortas, en fechas relativamente recientes.

El favorecimiento de un brazo (o la reunión de uno o más brazos en uno) implica el aumento del caudal circulante por el cauce preferido. Las cortas, por su parte, son acortamientos de la longitud y por tanto aumentos de la pendiente. Las dos acciones desequilibran el sistema fluvial, según pronostica la analogía de la balanza de Lane del equilibrio fluvial (Ilustración 14).

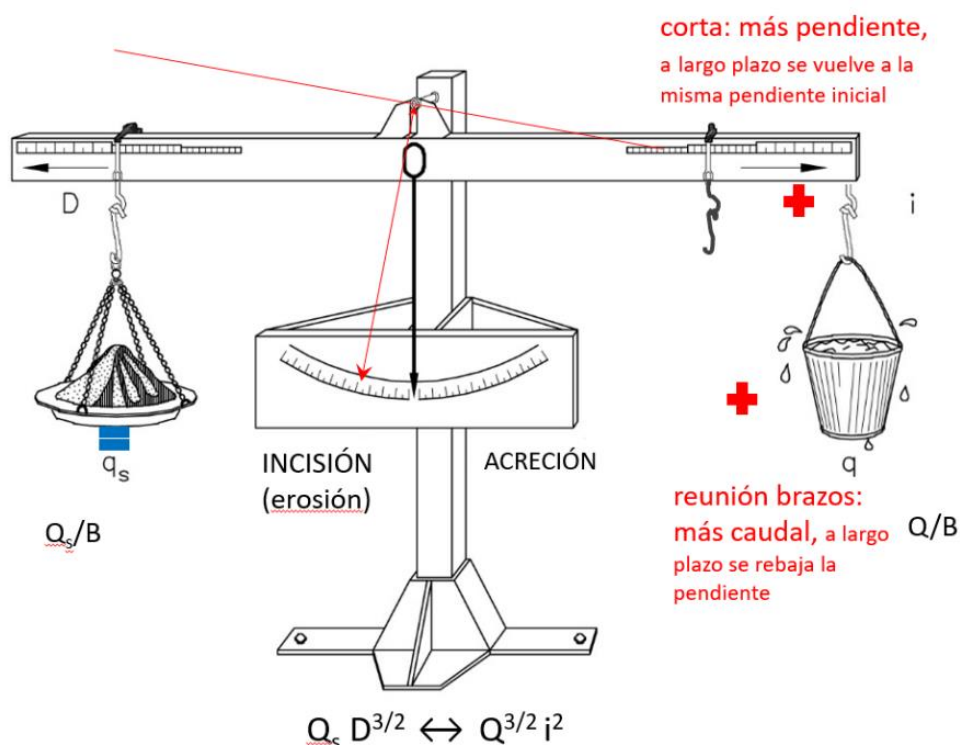


Ilustración 14. Analogía de la balanza de Lane, aplicada a dos acciones, ambas con el resultado de incisión: aumento de pendiente i por acortamiento de longitud (una corta) y aumento de caudal unitario q por reunión de brazos. La balanza también pronostica que un ensanchamiento trae consigo acreción del fondo. Este ensanchamiento puede ser precisamente el retroceso de las orillas. Fuente: Vide, M., 2022.

En efecto, el aumento del peso de la derecha de la balanza por aumento de caudal Q al reunir brazos (y aumento del caudal unitario $q=Q/B$, donde B es la anchura) y también el aumento del brazo de palanca derecho (aumento de la pendiente, i , al reducir la longitud en una corta) lleva al fiel de la balanza hacia la incisión. Se sabe además que la primera acción ($+q$) tiende a largo plazo a disminuir la pendiente del fondo, mientras la segunda ($+i$) tiende a recuperar a largo plazo la pendiente inicial, es decir, la tendencia es a que las dos pendientes, la inicial y la final, sean iguales (fondos paralelos).

Esta incisión es siempre lenta (tarda décadas o siglos), puede venir retrasada respecto a la acción (como la inercia al cambio de un sistema) y es de evolución asintótica hacia el equilibrio final (o sea, cada vez más lenta cuando se aproxima al equilibrio). Es especialmente lenta en ríos de pendiente muy suave, como es el caso, y aún más en un estuario bajo el dominio de la marea. Por ejemplo, no se pudo asegurar que el efecto de las cortas de la segunda mitad del siglo XX se haya completado ya en 2021; más bien es poco tiempo para alcanzarse un nuevo equilibrio.

Según este estudio realizado por el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Politécnica de Cataluña (2022), dirigido por Sr. D. Martín Vide, se han señalado tres fenómenos, que no han sido considerados en estudios anteriores, que van en contra de que las orillas resistan y por ende se produzca erosión en las mismas.

El primer fenómeno (I) es la acción desfavorable del agua intersticial, que se relaciona con el cultivo extensivo del arroz hasta el borde de la ría. Con otros cultivos con riego de inundación ocurriría igual. Se ha visto que dónde hay parcelas de arroz al borde de pequeños canales o drenes (sin acción de los buques) se observan erosiones parecidas a las de la ría principal.

El segundo fenómeno (II) es el debilitamiento de la masa (pérdida de cohesión) que se relaciona con el lavado de finos. Estos finos se van con el movimiento del agua intersticial (filtración hacia la ría), sin ser compensados por finos del río, debido al gran número de presas en la cuenca que los retienen.

El tercer fenómeno (III) es la vulnerabilidad creciente de las orillas por la lenta erosión del lecho, que sigue necesariamente a las actuaciones de cortas y unión de brazos, antiguas y recientes, para facilitar la navegación. Con el mismo fin, el dragado de mantenimiento contribuye al mismo resultado de erosión, sobre todo si el material se saca del sistema. Recuérdese que la disminución observada del caudal del río y el ensanchamiento, precisamente por la erosión de las orillas, van en sentido contrario.

Junto con las acciones del agua “visible” que siempre se han tenido en cuenta que son la marea y los buques hay que poner también el foco sobre la acción del agua intersticial, aumentada en el caso del arroz. Respecto a la resistencia de las orillas, se ha deteriorado la masa por pérdida de cohesión causada en último término por las presas. La misma marea de siempre (y quizás los mismos buques) se encuentran hoy orillas menos resistentes, más vulnerables por el fondo y más saturadas.

En los 35-40 años anteriores al grave problema de erosión visible en 1981-86 se hicieron numerosas cortas (con efecto lento de descenso del fondo), se construyeron la mayoría de las presas (con efecto inmediato en reducir el sedimento fino) y se desarrolló el cultivo del arroz. Las mareas, por el contrario, no cambiaron, ni las avenidas y cabe la duda si el tráfico de barcos aumentó en esos años.

El crecimiento de los tres factores nuevos en los mismos 35-40 años los hace candidatos a ser la causa del problema, y su coincidencia en el tiempo hace difícil distinguir cuál es el factor dominante.

El sistema padece un desequilibrio erosivo, esto está basado en el descenso del lecho y en la erosión de las orillas. Por lo que sacar material de un sistema en desequilibrio es contraproducente. Hay que tener en cuenta que el material sólido que traen los ríos es un bien escaso y es más aún cuando se sienten los efectos de las presas (pues retienen arenas y gravas). Lo más favorable es arrojar ese material a las orillas con problemas de erosión, tal y como se ha hecho en diciembre 2021.

El hecho de eliminar los dragados de mantenimiento no revertirá la tendencia erosiva del estuario que seguirá buscando su punto de equilibrio, sujeto a la presión de poro por los cultivos que llegan hasta casi las orillas y compensando esa falta de finos y tomándolos de donde estén disponibles.

3.1.1.3.3 *Restauración ambiental*

El vertido de material procedente del mantenimiento en los tramos de la canal más próximos a la desembocadura, a saber, Broa, Salinas y Puntalete, se lleva realizando desde la campaña de 2015, en la

que se comenzó a recolocar el material dragado en dichos tramos en las playas de Sanlúcar de Barrameda, en concreto La Calzada y Bajo de Guía. Estas actuaciones tienen por objeto regenerar las playas que se encuentran en la desembocadura del Guadalquivir y que, especialmente en periodos de temporal, se erosionan notablemente.

En la campaña de dragado 2021/2022 el dragado de los tramos bajos se destinó a regenerar una margen erosiva del Parque natural de Doñana, con el aporte de 62.000 m³ a lo largo de 275 m lineales de litoral. Esto permitió además de regenerar el frente, proporcionar protección al camino a trasdós del tramo erosionado y al ecosistema lacustre inmediato. Estas regresiones son también más acusadas dependiendo de la ocurrencia de temporales y su fuerza.

La siguiente tabla sintetiza las actuaciones de regeneración de borde litoral efectuadas por la APS desde 2015:

Tabla 5. Volúmenes de material dragado y su destino desde 2011. Fuente APS. Elaboración propia, 2021.

Anualidad de dragado	Destino aporte a playas (m ³)	Doñana
2015	62.689	-
2016	55.108	-
2017	40.200	-
2019	112000	-
2020	43.017	-
2021	-	62.000

El cese de los dragados de mantenimiento implicaría el no contar con estas actuaciones de recolocación del material para regeneraciones. El papel de los temporales en los procesos erosivos del litoral y parte baja del estuario son bien conocidos y de mayor magnitud que la de un dragado de mantenimiento. En caso de producirse una regresión por circunstancias meteorológicas, la APS no podría contribuir a la restitución de ninguno de los tramos afectados.

3.1.1.3.4 Emisiones atmosféricas

Un análisis de cómo el cese de los dragados de mantenimiento afectaría a la actividad portuaria muestra para dos escenarios lo siguiente:

- Escenario 1: mantenimiento de la actividad portuaria. Se asume que no disminuye el volumen de actividad y sigue la tendencia de mercado en los horizontes 2032 y 2402; el segundo.
- Escenario 2: Reducción de la actividad portuaria. La flota se adapta al nuevo calado, lo cual supone la navegación de barcos de menor tonelaje.

Ambos escenarios se estudian en los horizontes 2032 y 2042. En ambos casos, siguiendo la metodología indicada en el apéndice 2 del anejo 8 citado y de acuerdo con la *Guía metodológica para el cálculo de la huella de carbono en puertos*, publicada por Puertos del Estado, se estiman las emisiones de GEI producidas por las variaciones de buques planteada en los escenarios 1 y 2. A través de los consumos de

los diferentes buques tipo expuestos, se obtienen estimaciones de las variaciones de emisiones de GEI previstas para cada tipología de tráfico.

En primer lugar, se calculan las emisiones asociadas a las escalas que se perderían al parar los trabajos de dragado de mantenimiento para continuar realizando el mismo proceso con las escalas de los buques tipo que sustituirían a las primeras. Por último, se comparan ambos valores, obteniendo la variación de kg de CO₂eq. por escala perdida. Los resultados finales muestran:

- Escenario 1:

En total, con las hipótesis tomadas, en el año 2032 se perderían un total de 209 escalas, las cuales sería necesario sustituir, para mantener la actividad en el Puerto de Sevilla, por una flota de 376 buques con características aptas para el acceso. Por otro lado, en el año 2042, se perderían 291 escalas, sustituidas por 499 con las nuevas características.

Tabla 6. Emisiones de GEI asociadas a las escalas de buques en el Puerto de Sevilla. Fuente: Elaboración propia

CONTAMINANTE	BUQUES PERDIDOS 2032	BUQUES SUSTITUTOS 2032	BUQUES PERDIDOS 2042	BUQUES SUSTITUTOS 2042
Kg CO₂eq.	1.798.053,97	2.493.208,08	2.672.185,99	3.519.326,82

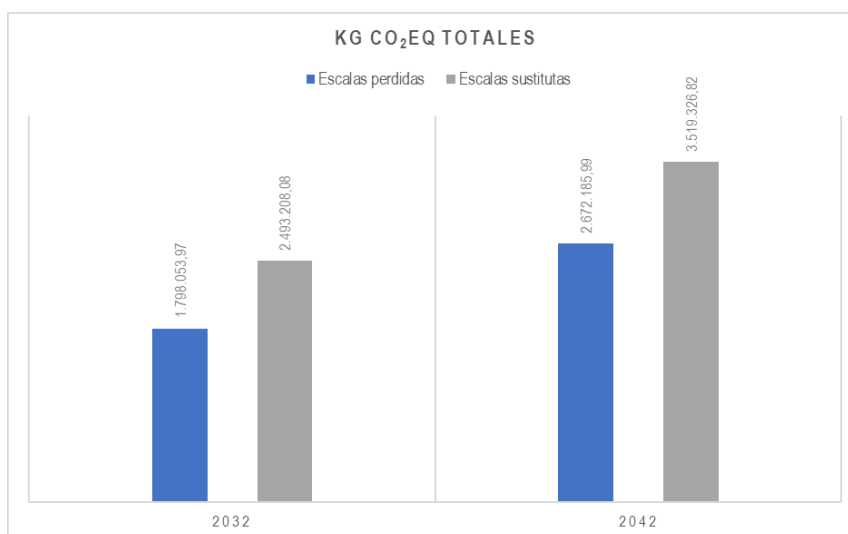


Ilustración 15. Emisiones de GEI asociadas a las escalas de buques en el Puerto de Sevilla. Fuente: Elaboración propia

En términos generales, en el año 2032, la sustitución de una escala por otra que pueda acceder al puerto con las nuevas condiciones implicaría un incremento de las emisiones de 3.326 kg de CO₂eq. sobre las iniciales, aumentando un 39%. En el año 2042, el aumento sería de 2.911 kg de CO₂eq por escala perdida, aumentando en un 32%.

En la Ilustración 16 se muestran, para cada tráfico, los valores de la variación de emisiones que se estima se producirían si fuese necesario modificar la flota de buques según las hipótesis realizadas.

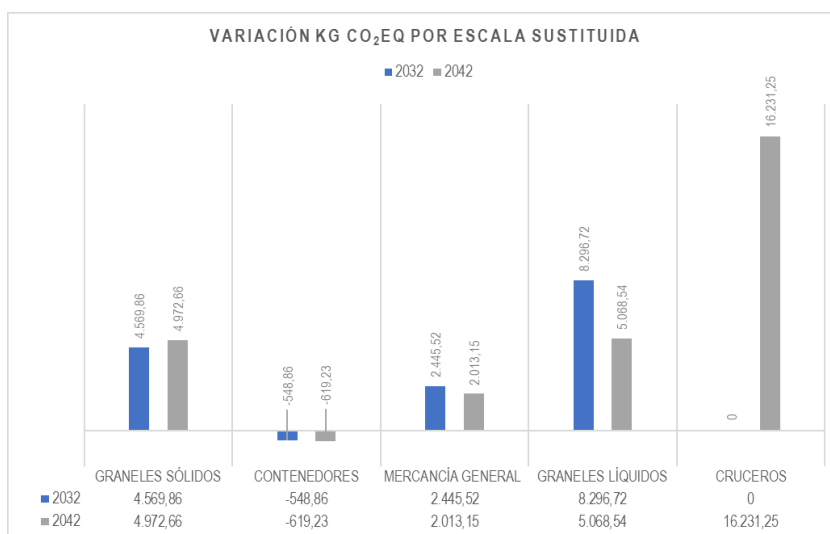


Ilustración 16. Variación de las emisiones por escala sustituida. Fuente: Elaboración propia

Escenario 2:

En términos generales, un total de 209 escalas se perderían en el año 2032 y 291 en el año 2042, dejando de llegar al puerto por vía marítima 1.835.013 toneladas de mercancía en el año 2032 y 2.178.724 toneladas en 2042. Según las hipótesis realizadas, y estimando que alrededor de un 14% de la mercancía se transporta por vía ferroviaria, se estima que la equivalencia en vehículos pesados para dichos volúmenes de mercancía sería de 100.760 camiones y 118.950 camiones en los años 2032 y 2042 respectivamente. En cuanto al tráfico de pasajeros en régimen de crucero, se perderían un total de 34.93, que se desplazarían hasta Sevilla en 100 autobuses.

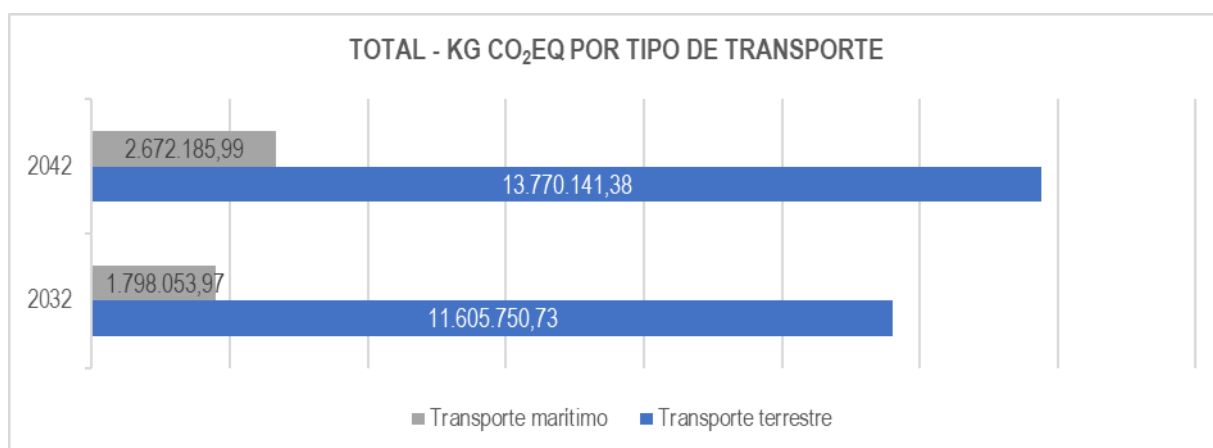


Ilustración 17. Emisiones asociadas a los transportes marítimo y terrestre en el escenario 2. Fuente: Elaboración propia

Globalmente, por cada escala perdida, se incrementarían las emisiones de CO₂eq. en 47 toneladas en 2032 y en 38 toneladas en 2042.

3.1.1.4 Implicaciones sociales y económicas

El anejo 8 del proyecto básico de optimización también realiza un análisis de las implicaciones sociales y económicas de la reducción de calado y su no restitución por mantenimiento en los dos escenarios considerados en el Apdo. anterior.

- Escenario 1:

El análisis de la afección correspondiente al Escenario 1 se inicia por medio de la determinación del cálculo del coste de escala de cada uno de los buques tipos definidos por cada tipología de tráfico afectada.

Se obtienen los costes asociados a cada escala adicional necesaria a realizar en el Puerto de Sevilla para mantener la capacidad de toneladas movilizadas. Cada escala adicional supondrá el abono de las tasas portuarias correspondientes, el pago de los servicios portuarios necesarios (una vez por cada escala, considerando los movimientos de entrada y salida a puerto), así como todos aquellos derivados del coste asociado a las rotaciones de buques más pequeños para el transporte de la misma cantidad de mercancías: coste diario del flete y coste asociado a la entrada/salida del Puerto de Sevilla por la Eurovía E.60.02.

Así, en función del número de escalas adicionales necesarias, el coste total adicional para el transporte de mercancías de igual magnitud de toneladas resultaría ser:

Tabla 7. Costes totales de las escalas de los buques tipo sustitutivos. Fuente: Elaboración propia

COSTE TOTAL DE ESCALAS SUSTITUTAS	GRANEL SÓLIDO	CONTENEDORES	CARGA GENERAL	GRANEL LÍQUIDO
Nº de escalas sustitutivas	25	17	277	57
Tasas portuarias	888.724 €	64.938 €	2.955.214 €	703.083 €
Tasa del buque (T-1)	111.837 €	34.414 €	372.713 €	83.851 €
Tasa de la mercancía (T-3)	761.875 €	25.904 €	2.532.473 €	607.976 €
Tasa de ayudas a la navegación	4.407 €	1.356 €	14.689 €	3.305 €
Tarifa fija MARPOL art. 132	10.604 €	3.263 €	35.341 €	7.951 €
Tarifas servicios portuarios	220.555 €	92.878 €	1.173.965 €	241.574 €
Practicaje	121.801 €	49.581 €	532.394 €	109.554 €
Remolque	90.650 €	40.902 €	608.292 €	125.172 €
Amarre y desamarre	8.105 €	2.395 €	33.279 €	6.848 €
Coste marítimo	1.159.676 €	1.128.580 €	5.093.210 €	1.298.861 €
Flete	1.000.000 €	1.020.000 €	3.324.000 €	934.800 €
Consumo navegación	159.676 €	108.580 €	1.769.210 €	364.061 €
COSTE TOTAL	2.268.955 €	1.286.395 €	9.222.389 €	2.243.518 €

Por último, con el objetivo de poder analizar el impacto unitario sobre la mercancía movilizada en estos buques, se realiza el análisis del coste unitario de la misma:

Tabla 8. Costes unitarios de transporte de mercancía a través de los buques tipo sustitutivos. Fuente: Elaboración propia

COSTE DE ESCALAS SUSTITUTAS	GRANEL SÓLIDO	CONTENEDORES	CARGA GENERAL	GRANEL LÍQUIDO
€/ton	9,08 €	151,34 €	11,10 €	11,25 €

* €/contenedor

Una vez determinados los costes unitarios de escala de la mercancía en el Puerto de Sevilla de los buques sustitutivos, es necesario analizar la repercusión que dichos costes tienen sobre el escenario en el que los buques perdidos por la no variación de los calados seguirían pudiendo hacer la escala en el puerto. Esto es, se determina el coste unitario para la misma cantidad de toneladas de mercancía para los buques más grandes que serían sustituidos por los anteriormente indicados. De esta forma, los costes totales de los buques tipo perdidos son:

Tabla 9. Costes totales de las escalas de los buques tipo perdidos. Fuente: Elaboración propia

COSTE TOTAL DE ESCALAS PERDIDAS	GRANEL SÓLIDO	CONTENEDORES	CARGA GENERAL	GRANEL LÍQUIDO
Nº de escalas sustitutivas	14	11	152	32
Tasas portuarias	888.724 €	64.938 €	2.955.214 €	703.083 €
Tasa del buque (T-1)	111.837 €	34.414 €	372.713 €	83.851 €
Tasa de la mercancía (T-3)	761.875 €	25.904 €	2.532.473 €	607.976 €
Tasa de ayudas a la navegación	4.407 €	1.356 €	14.689 €	3.305 €
Tarifa fija MARPOL art. 132	10.604 €	3.263 €	35.341 €	7.951 €
Tarifas servicios portuarios	220.555 €	92.878 €	1.173.965 €	241.574 €
Practicaje	121.801 €	49.581 €	532.394 €	109.554 €
Remolque	90.650 €	40.902 €	608.292 €	125.172 €
Amarre y desamarre	8.105 €	2.395 €	33.279 €	6.848 €
Coste marítimo	1.159.676 €	1.128.580 €	5.093.210 €	1.298.861 €
Flete	1.000.000 €	1.020.000 €	3.324.000 €	934.800 €
Consumo navegación	159.676 €	108.580 €	1.769.210 €	364.061 €
COSTE TOTAL	2.268.955 €	1.286.395 €	9.222.389 €	2.243.518 €

De tal forma que, por medio de su capacidad de carga mayor y siendo las toneladas totales transportadas de idéntica magnitud, los costes unitarios resultantes son:

Tabla 10. Costes unitarios de transporte de mercancía a través de los buques tipo de escalas perdidas. Fuente: Elaboración propia

COSTE DE ESCALAS PERDIDAS	GRANEL SÓLIDO	CONTENEDORES	CARGA GENERAL	GRANEL LÍQUIDO
€/ton	6,44 €	114,85 €	8,58 €	9,43 €

* €/contenedor

Así, tal y como se puede apreciar comparando los resultados obtenidos mostrados en la siguiente tabla, existen diferencias de hasta 2,6 €/ton por el mero hecho de necesitar un mayor número de escalas para transportar el mismo nivel de mercancía, o, en el caso de mercancía contenerizada, dicha cifra incrementa el coste por contenedor en casi 36,5 €/contenedor.

Tabla 11. Comparativa de costes unitarios de transporte de mercancía a través de los buques tipo de escalas sustitutivas y perdidas. Fuente: Elaboración propia

COSTE DE ESCALAS SUSTITUTAS	GRANEL SÓLIDO	CONTENEDORES	CARGA GENERAL	GRANEL LÍQUIDO
€/ton	9,08 €	151,34 €	11,10 €	11,25 €

* €/contenedor

COSTE DE ESCALAS PERDIDAS	GRANEL SÓLIDO	CONTENEDORES	CARGA GENERAL	GRANEL LÍQUIDO
€/ton	6,44 €	114,85 €	8,58 €	9,43 €

COSTE DE ESCALAS SUSTITUTAS	GRANEL SÓLIDO	CONTENEDORES	CARGA GENERAL	GRANEL LÍQUIDO
* €/contenedor				
Diferencia (%)	40,9%	31,8%	29,3%	19,3%
Diferencia (€/ton)	2,63 €	36,49 €	2,51 €	1,82 €

En conclusión, el hecho de mantener la actividad portuaria a través del Puerto de Sevilla por medio del uso de buques de menor capacidad de porte, influye de manera unitaria en un incremento de costes unitario comprendido entre un 20% y 40% más de costes, lo que supone entre 1,8 € y 2,6 € por tonelada en función del tipo de tráfico.

Este incremento de costes unitarios podría derivar en una situación para el Puerto de Sevilla en el desvío de carga a otros puertos, ante la toma de decisión de los cargadores de su hinterland más próximo de no asumir dichos incrementos. Esta situación es la analizada en el Escenario 2 siguiente.

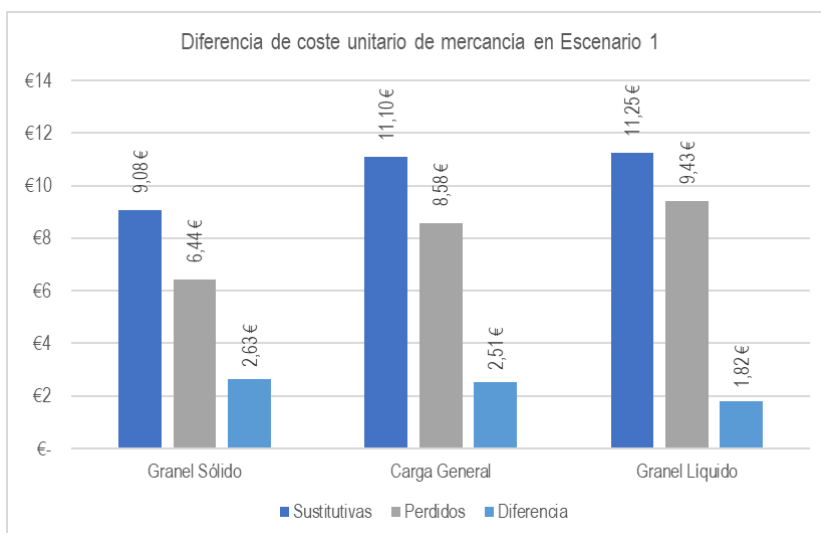


Ilustración 18. Comparativa de costes unitarios de transporte de mercancía a través de los buques tipo de escalas sustitutivas y pérdidas. Fuente: Elaboración propia

▪ Escenario 2:

La primera perspectiva de análisis indicada en la metodología de impacto socioeconómico, viene derivada del análisis del incremento de coste unitario sobre la necesidad de una mayor longitud de desplazamiento a los dos puertos del entorno competitivo nombrados. Para ello, se ha tomado como referencia para el origen/destino de la carga un punto del hinterland próximo del Puerto de Sevilla, en aras de poder realizar una comparativa del incremento de coste que ello supondría para un cargador situado en un radio de 45 km del Puerto de Sevilla. Asimismo, la carga por tipo de tráfico ha sido discretizada tomando un conjunto de hipótesis de atracción de los tráficos a cada puerto competidor, junto con una cuota modal de transporte representativa.

Según lo estimado, el coste unitario derivado del incremento de la distancia de transporte al nodo portuario de enlace entre el transporte marítimo y terrestre, eleva los costes unitarios en cifras de hasta 12 € la

tonelada en el caso del granel líquido, o, en el menor de los impactos, en 4,5 € por tonelada para la mercancía general. Asimismo, cabe destacar que las derivaciones de tráfico calculadas han tenido en consideración el aprovechamiento de las economías de escala en el transporte terrestre de mercancías que el ferrocarril es capaz de aportar, siendo, los ahorros unitarios aportados todavía insuficientes para poder salvar la diferencia de coste por transporte terrestre adicional para un cliente del hinterland del Puerto de Sevilla.

Considerando, en este escenario, que dichos costes de transporte terrestre son opuestos a la competitividad del comercio desarrollado en el Puerto de Sevilla, su desvío a otros puertos únicamente sería viable por medio del traslado de parte del tejido empresarial a ubicaciones más cercanas a dichos puertos. Es por ello por lo que, en esta segunda perspectiva de análisis del Escenario 2, se tiene en cuenta la pérdida de empresas del tejido empresarial asociadas a la actividad del Puerto de Sevilla, como uno de los motores económicos de la ciudad. Para realizar esta evaluación, se ha tomado como referencia el análisis realizado por la Universidad de Sevilla (2016) en el *Estudio de Impacto Socioeconómico del Puerto de Sevilla*.

Los principales impactos estudiados en esta tipología de análisis se tratan de la afección al PIB y al empleo. De esta manera, una de las conclusiones del informe fue que la actividad del Puerto de Sevilla supone un 3,28% del PIB de la Provincia de Sevilla, así como, un 2,52% sobre el empleo.

Figura 13. Impacto relativo agregado del Puerto de Sevilla sobre PIB de Sevilla y Andalucía

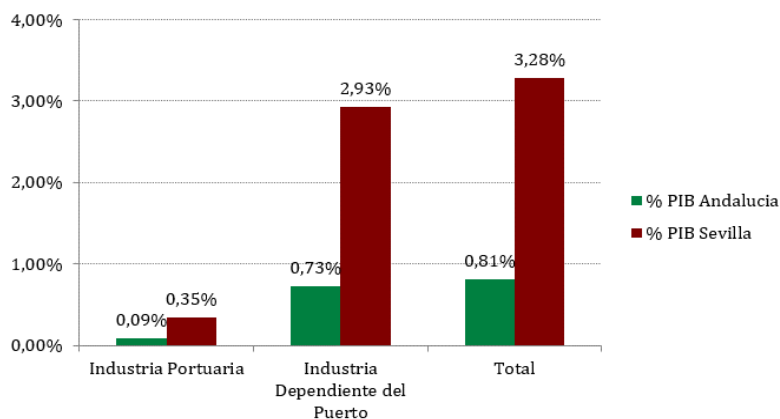


Figura 33. Impacto relativo del Puerto de Sevilla sobre el empleo de Andalucía y Sevilla (2014)

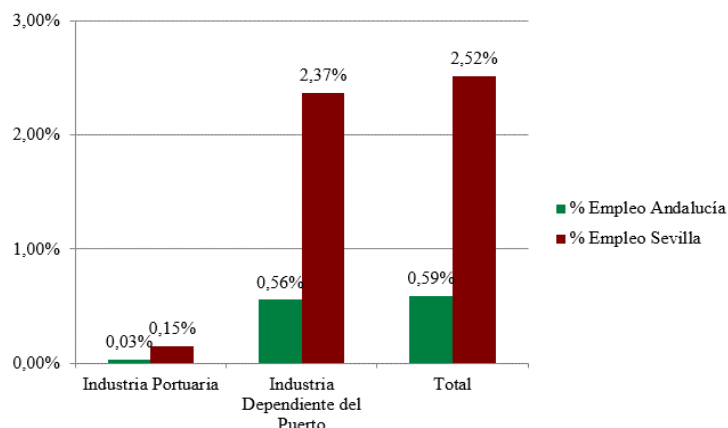


Ilustración 19. Impacto del Puerto de Sevilla sobre el PIB y el empleo. Fuente: Universidad de Sevilla

Asumiendo dichos resultados como constantes, en cuanto no se ha procedido a realizar otro tipo de estudio de estas características sobre la actividad del Puerto de Sevilla, se ha analizado dicho impacto sobre la evolución de los parámetros socioeconómicos señalados (PIB y empleo) en relación con la actividad portuaria del Puerto de Sevilla, definida como toneladas totales anuales movilizadas (Ilustración 20).

Así, cruzando los valores anteriores de impacto y resultados históricos de los parámetros socioeconómicos señalados, se ha podido trasladar dicho impacto en un indicador homogéneo en la muestra temporal, que relacione la actividad portuaria (toneladas) y el PIB y empleos generados, resultando ser, a pesar de las variaciones del empleo y PIB, una relación aproximadamente constante (Ilustración 21).

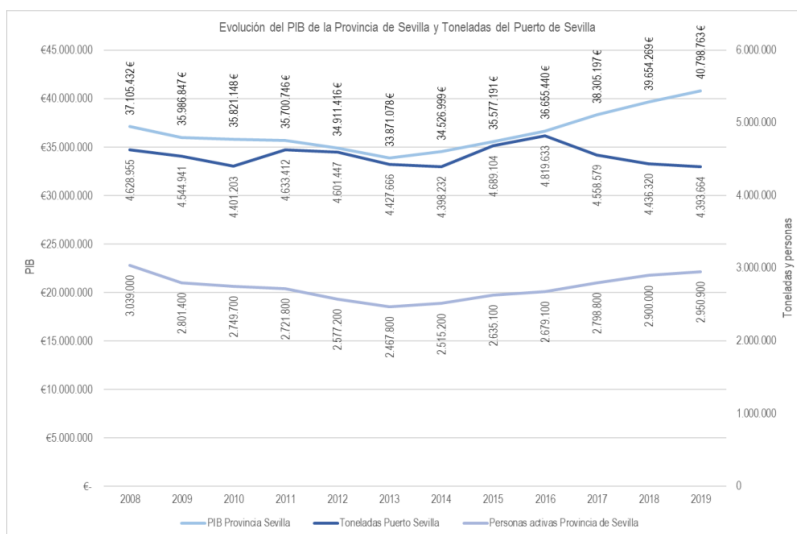


Ilustración 20. Evolución del tráfico del Puerto de Sevilla, PIB y nº de personas empleadas en la Provincia de Sevilla. Fuente: Elaboración propia

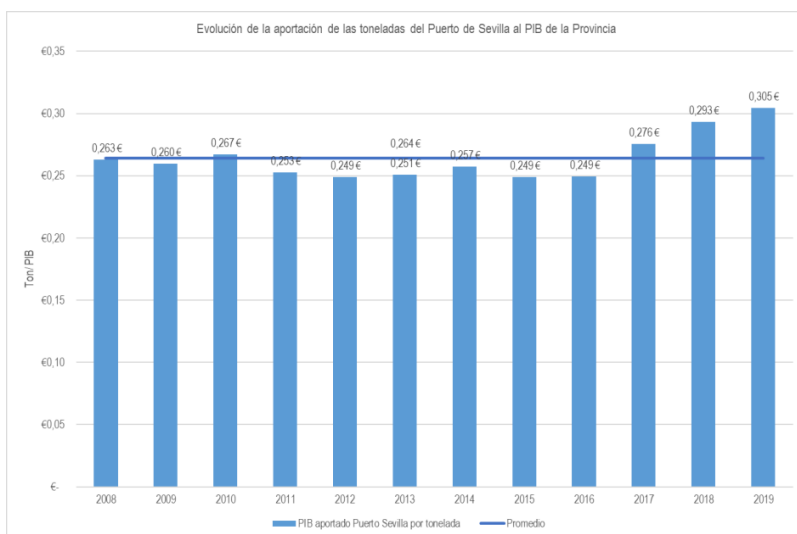


Ilustración 21. Evolución de la aportación de las toneladas del Puerto de Sevilla al PIB de la Provincia. Fuente: Elaboración propia

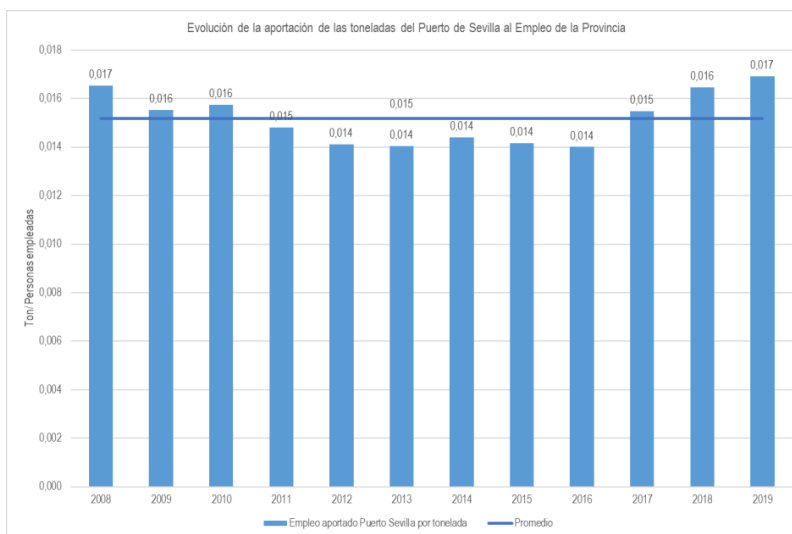


Ilustración 22. Evolución de la aportación de las toneladas del Puerto de Sevilla al Empleo de la Provincia. Fuente: Elaboración propia

De esta manera, tomando el promedio de los indicadores calculados como Toneladas/PIB y Toneladas/Empleo, se ha podido realizar una evaluación aproximada del impacto socioeconómico del descenso de la actividad del Puerto de Sevilla, como consecuencia de la reubicación de las empresas en la cercanía de otros puertos del entorno competitivo, derivado del incremento unitario de costes anteriormente señalado. De esta manera, conociendo el total de toneladas perdidas en los horizontes de 2032 y 2042, el impacto socioeconómico resulta:

Tabla 12. Afección socioeconómica del descenso de actividad en el Puerto de Sevilla. Fuente: Elaboración propia

AFECCIÓN SOCIOECONÓMICA	2032	2042
TONELADAS MERCANCÍA PERDIDA	1.835.014	2.178.724
PIB PERDIDO	484.943 €	575.776 €
EMPLEO PERDIDO	27.867	33.087

3.2 ALTERNATIVA 0 VS ALTERNATIVA ACTUACIÓN. CAMBIO DE MODELO CONCEPTUAL

La alternativa 0 o no actuación supone mantener la operativa actual del Puerto de Sevilla, es decir, seguir dragando periódicamente para mantener la rasante actual, gestionar el material dragado como se produce en la actualidad, priorizándose el aprovechamiento en playas o zonas erosionadas, y seguir manteniendo la entrada y salida de barcos del río con dependencia de la doble marea cuando los barcos calan más de 6,4 m y sus ciclos.

La alternativa actuación consistiría en abordar el proyecto y sus fases posteriores, promoviendo la filosofía comentada de trabajo con los servicios ecosistémicos del estuario y el beneficio que se desprenda a todos los agentes implicados.

A continuación, se expone con más detalle cada alternativa.

3.2.1 Alternativa 0. No actuación. Proyecto de mantenimiento de calados

La alternativa 0 o no actuación se traduce, como se ha referido, en seguir operando en el río con la misma operativa que en la actualidad.

El río se ha dragado al menos durante todo el siglo XX y probablemente también se extraía material en los siglos XVIII y XIX. Antes de 1980 el Puerto operaba con equipos propios. Una draga de cangilones y dos gánguiles, para verter los materiales dragados, era la flota que continuamente operaban en la canal. El material no se sacaba del sistema, sino que se vertía en la parte alta del río, en los brazos anulados de las cortas (Isleta, Olivillos) y en la parte baja de las partes interiores de los meandros (por ejemplo, entre Tarfía y el Brazo de la Torre). A partir de 1980 se produjo un cambio y se empieza a operar con una draga de succión en marcha y a verter el material en los vaciaderos (terrestres y marinos).

Es relevante comentar que siempre se ha dragado en los mismos tramos, lo que indica que la dinámica sedimentaria poco ha variado desde inicios del siglo XX. La siguiente ilustración muestra los tramos dragados de 2004 a 2015 mostrando lo comentado:

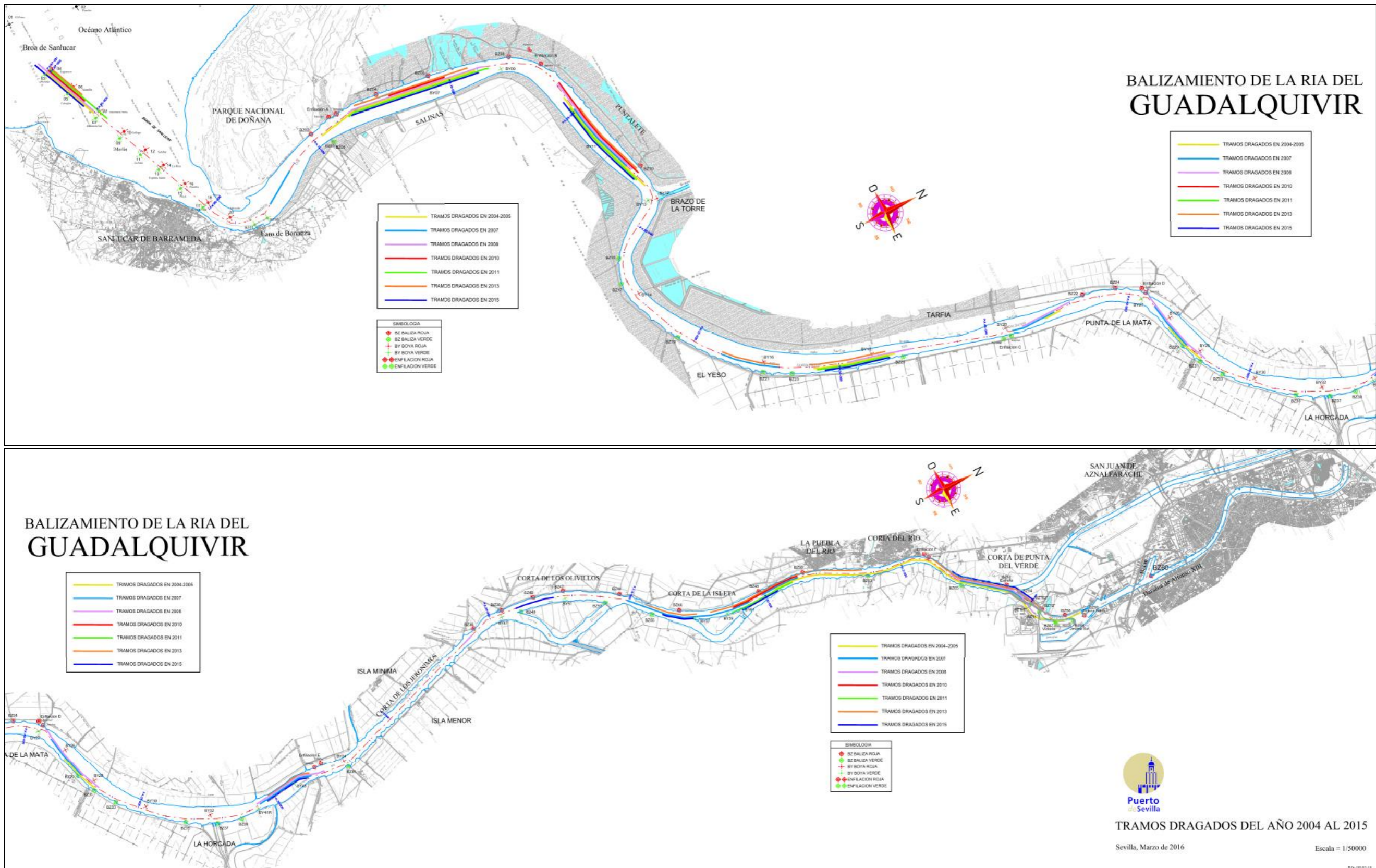


Ilustración 23. Tramos dragados en el río desde 2004 a 2015. Fuente: APS.

La alternativa 0 supondría mantener los dragados periódicos, con frecuencia anual principalmente, en los tramos de sedimentación, en un proceso cíclico y recurrente. Operaría la draga de succión en marcha y el depósito del material en vaciaderos, playas o tramos erosivos de las márgenes y vaciadero marino como se ha venido produciendo desde 2011:

Tabla 13. Volúmenes de material dragado y su destino desde 2011. Fuente APS. Elaboración propia, 2021.

Anualidad de dragado	Destino a vaciadero marino (m³)	Destino a vaciadero terrestre (m³)	Destino aporte a playas (m³)	Doñana
2011	250.945	214.514	0	-
2013	485.072	272.510	0	-
2015	267.870	249.726	62.689	-
2016	570	242.293	55.108	-
2017	0	220.195	40.200	-
2019	16.041	333.158	112000	-
2020	5.677	305.539	43.017	-
2021	21.417	275.464	-	62.000

La navegación a lo largo de la ría se seguiría, por tanto, produciendo como hasta la actualidad. Las entradas y salidas de los barcos seguirán dependiendo de los ciclos de doble marea, no siendo posible el acceso de barcos de mayor tonelaje y que precisan más calados. Los tiempos de espera no podrían ser reducidos y el practicaje fundamental.

Es conocida la viabilidad técnica y económica de esta forma de operación, dado que se produce cada año. Sus condicionantes y efectos ambientales se controlan y miden cada año, existiendo una exhaustiva trazabilidad de éstos, basado en la experiencia.

3.2.2 Alternativa Actuación. Proyecto de optimización de la navegación y filosofía de trabajo emergente WwN

La alternativa actuación supone ampliar el conocimiento de las variables del estuario del Guadalquivir con el objetivo de trabajar con los servicios ecosistémicos que ofrece, optimizando la operativa portuaria. Esta mejora, sin embargo, no sólo favorecerá el objetivo establecido por el puerto de operar con más seguridad en la navegación y mejorar la operativa náutica actual, sin modificar la rasante, sino que generará efectos directos sinérgicos muy positivos sobre otros sectores productivos y con presencia en el Guadalquivir. Precisamente, es con esta comunidad de *stakeholders* con la que se está trabajando a fin de tener mayor conocimiento de sus necesidades, problemáticas y objetivos.

En la filosofía WwN los propios recursos que ofrece el ecosistema pueden utilizarse para su mejora, a la vez que se potencien los usos que tienen lugar en el río.

La viabilidad de la alternativa actuación se determina por fases, en función del estudio de las diferentes opciones que se presenta posteriormente, sin requerir de la construcción de estructuras de envergadura o

que impliquen cambios relevantes en el sistema actual y, en su caso, sólo en aras de la mejora comentada. Su consideración en este EsIA implica su viabilidad y posibilidad de ejecución.

3.2.3 Selección de la alternativa más favorable. Alternativa 0 o alternativa actuación

Atendiendo a los criterios expuestos en los apartados anteriores, sería más favorable, sin duda, la elección de la alternativa actuación o ejecución del proyecto. La elección de la alternativa 0 no comportaría ningún efecto diferente a los ya conocidos para el estuario, en cambio la ampliación del conocimiento que se abordará ligado a la ejecución del proyecto no sólo permitirá alcanzar de forma sostenible los objetivos portuarios y beneficiar a otros sectores, sino que se traducirá en mejoras en el entorno y en sus servicios ecosistémicos, produciéndose el efecto win-win.

La elección de la alternativa actuación permitirá que la APS siga explorando otras formas de gestión de los dragados de mantenimiento, la reutilización del material dragado, el llenado de vaciaderos que favorezca a la avifauna, el establecimiento de zonas de fondeo alejadas de márgenes, etc. Se opta por ello por la selección de la alternativa ACTUACIÓN.

3.3 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. ACTUACIONES DIRIGIDAS A LA OPTIMIZACIÓN DE LA NAVEGACIÓN

En este apartado se van a exponer las dos alternativas consideradas para las actuaciones de mejora de la navegación. Una de ellas, la Alternativa 1 muestra cómo se produce la navegación actualmente, sin ningún tipo de optimización ni mejora. Las actuaciones propuestas para mejorar o/y optimizar la navegación conforman la Alternativa 2.

3.3.1 Alternativa 1. Navegación como se produce en la actualidad. Sin cambios

Actualmente, la navegación en la ría está condicionada por varios factores entre los que destacan: la marea, el calado del buque y el rasante de la ría. Dependiendo del tamaño de los buques y del coeficiente de marea previsto, están fijados los calados máximos de navegación de los buques. Así, en las operaciones de entrada, los calados máximos permitidos de los buques son de 7,2 m (para buques generales) y de 6,9 m (para buques de grandes dimensiones). En las operaciones de salida, el calado máximo permitido de los buques es actualmente de 6,4 m.

A continuación, se describe cómo se realiza la navegación desde la bocana del estuario a lo largo de los 90 kilómetros de recorrido hasta las dársenas y muelles del Puerto de Sevilla.

En lo referente a cómo se realiza la navegación a lo largo de la Eurovía, esta comienza en el fondeadero de “El Perro” (ver Ilustración 24), situado en la bocana de entrada del estuario. En esta zona, en el buque debe de embarcar un práctico para poder iniciar la navegación por la canal. Por razones de seguridad, los buques deben de llegar a Bonanza (Sanlúcar de Barrameda) antes de la pleamar, ya que de esta manera pueden aprovechar la marea durante sus casi 90 kilómetros de recorrido hasta el puerto.

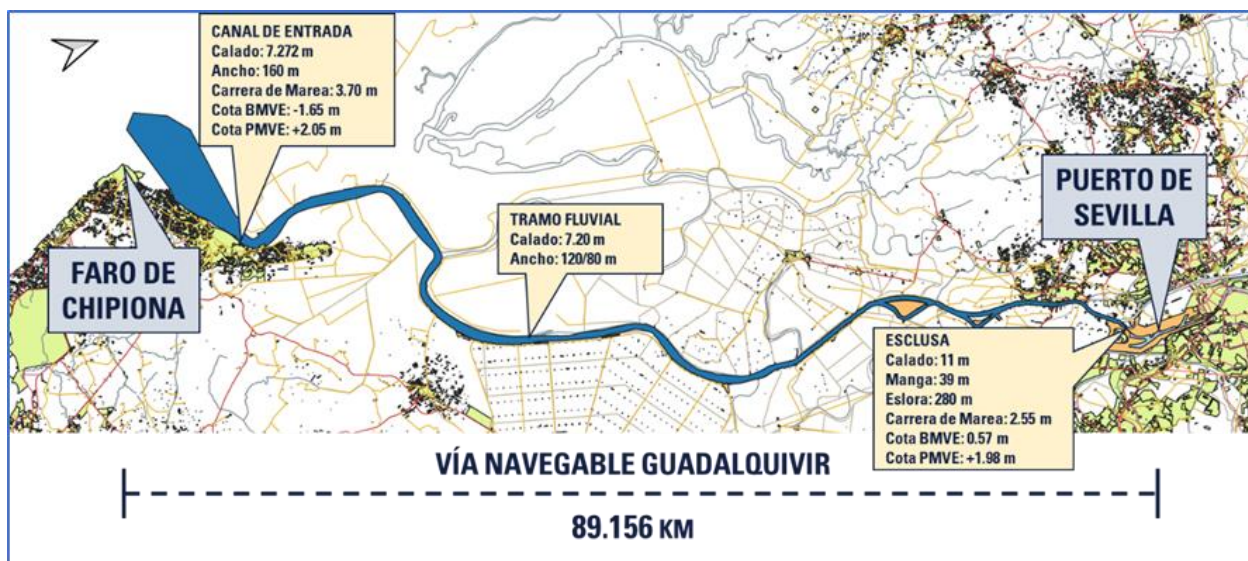


Ilustración 24. Características de la Eurovía E.60.02 Guadalquivir. Fuente: elaboración propia.

El tiempo estimado de navegación por la ría es de unas 5 horas, mientras que la pleamar se estima que tarda unas 3 horas en remontar el Guadalquivir, a una velocidad de 13 nudos (unos 24km/h). Es por ello por lo que los buques, principalmente aquéllos de mayor calado, comienzan la operativa antes de la pleamar. Esto es importante en aquellos buques que tienen un calado superior a 5,20 metros, ya que, con la duración del recorrido, llegarían a la esclusa con la pleamar en ella.

A lo largo de la ría se tienen establecidas varias zonas con límite de velocidad a los buques. No hay límite entre Bonanza y la Corta de los Jerónimos, zona favorecida por una corriente de 11 nudos, sin embargo, la velocidad está limitada a 10 nudos a partir de “El Mármol” (donde comienza la barra amarilla en la ilustración) hasta la Antesclusa.

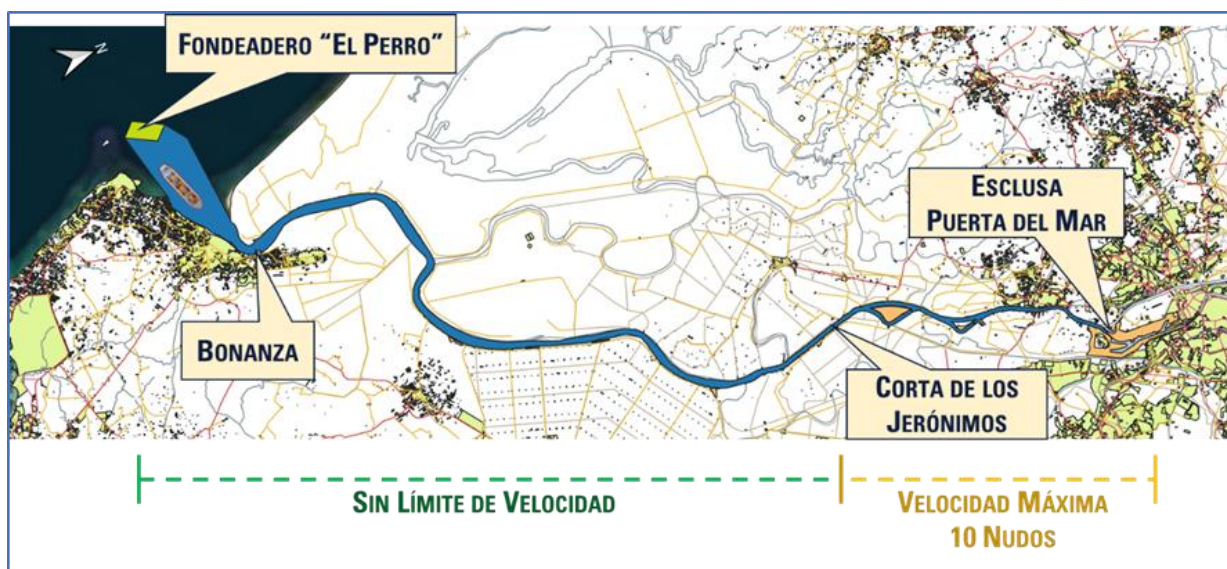


Ilustración 25. Limitación de velocidad a lo largo de la Eurovía E.60.02 Guadalquivir. Fuente: Elaboración propia

En las operaciones de salida de los buques desde el puerto, es conveniente que éstos hayan cruzado la esclusa a la hora de la pleamar en Bonanza, correspondiente a la media marea creciente en la Antesclusa aproximadamente. De este modo, el buque navega hacia aguas abajo aprovechando la crecida de la marea a lo largo de la ría.

Por esta razón, en las operaciones de salida de los buques desde el puerto, es conveniente que éstos hayan cruzado la esclusa a la hora de la pleamar en Bonanza, correspondiente a la media marea creciente en la Antesclusa aproximadamente. De este modo, el buque navega hacia aguas abajo aprovechando la crecida de la marea a lo largo de la mayor parte del recorrido por la ría.

En la situación actual los buques a partir de 6,4 m y hasta 7 m de calado realizan una parada intermedia en espera de la subida de la marea en sus operaciones de salida con doble marea. Existen 11 fosas naturales en el río, tal y como se muestra en la figura y tabla siguientes, de las cuales actualmente se utilizan sólo tres (Fosas 7, 8 y 9) para realizar las paradas intermedias:

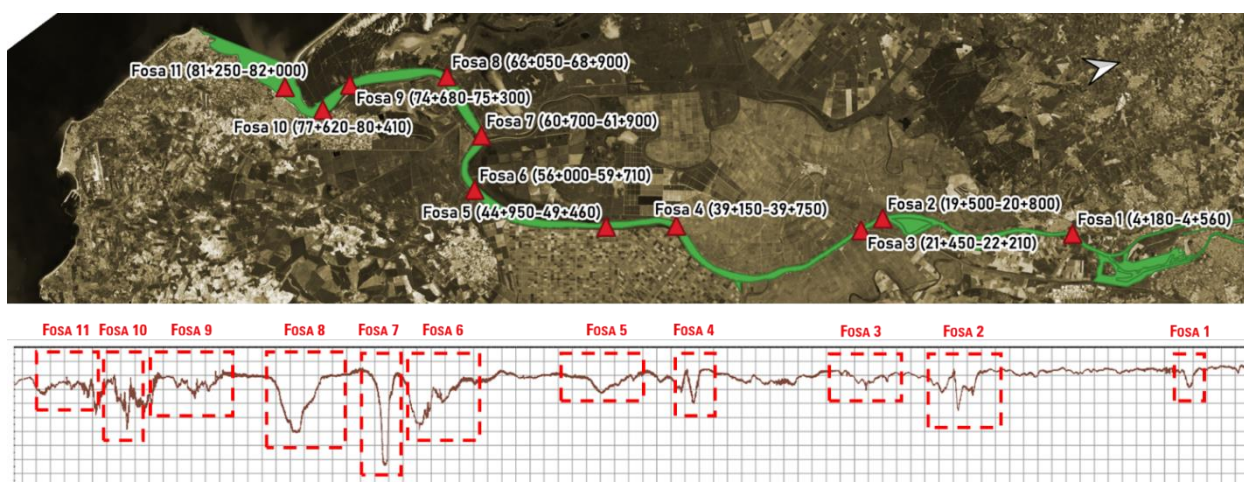


Ilustración 26. Perfil del río con fosas naturales. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Localización y profundidad de fosas naturales en el río. Fuente: Informe Fase I SIPORT21.

FOSA	PK INICIAL	PK FINAL	LONGITUD (m)	COTA (m)
1	4+180	4+560	380	-9,20
2	19+500	20+800	1.300	-13,00
3	21+450	22+210	760	-10,50
4	39+150	39+750	600	-11,00
5	44+950	49+460	4.510	-10,50
6	56+000	59+710	3.710	-16,00
7	60+700	61+900	1.200	-21,00
8	66+050	68+900	2.850	-15,00
9	74+680	75+300	620	-11,00
10	77+620	80+410	2.790	-12,50
11	81+250	82+000	750	-11,50

Las operaciones de fondeo en estas fosas se realizan actualmente mediante fondeo a la gira de los buques. Con este sistema, el buque tiene libertad de movimientos en planta, ocupando un cierto espacio.

3.3.2 Alternativa 2. Actuaciones dirigidas a la optimización de la navegación

La optimización de la navegación implicaría algunas de las soluciones siguientes o una combinación de éstas, todas ellas han sido estudiadas y evaluadas con una serie de buques de diseño. Se han considerado cinco buques de diseño, correspondientes a los tipos de buque más habituales que operan en el río: un granelero, dos portacontenedores, uno de carga general y un crucero.

En la siguiente tabla se muestran las características más representativas de los buques de diseño utilizados para el estudio de este proyecto.

Ilustración 27. Buques de diseño. Fuente: Informe Fase I SIPORT21.

	EMMA OLDENDORF	HEINRICH SCHEPERS	DORIS SCHEPERS	HAPPY DOVER	VIKING SUN
Tipo	Granelero	Portacontenedor		Heavy lift	Crucero
Ltot (m)	180.0	151.7	140.6	157	228.3
Lpp (m)	171.5	139.5	131	147.7	195.5
B (m)	30.0	23.4	21.8	25.6	28.8
TPM	38000.0	13000	9300	17500	4800
T diseño (m)	10.5	8	7.3	10.3	6.7
C _B	0.8	0.7			0.6

Cabe destacar que no será necesario comprobar el dimensionamiento en alzado del buque crucero, y se analizará únicamente en este caso el dimensionamiento en planta, ya que su calado de diseño de 6,7 m no tiene ningún tipo de restricción según las normas actuales de acceso.

- **Nueva zona de parada intermedia:** Esta solución consiste en la habilitación de una nueva zona de parada intermedia en la vía navegable. Adicionalmente a las tres zonas que actualmente se utilizan para realizar la parada intermedia de buques que realizan la salida en operaciones con doble marea, se ha analizado la viabilidad de habilitar una nueva zona para poder cabida a buques tipo de mayores dimensiones, y, por lo tanto, posibilitar aumentar el calado admisible en las operaciones de salida con doble marea.

Mediante un estudio con simulación probabilística realizado por SIPORT21 se realizó un análisis preliminar de zonas óptimas para la realización de una parada durante la navegación, valorándose posibles paradas en las Fosas 4, 5, 6 y 7. Se concluyó en el mismo que la fosa 5, entre los PK 44+950 y PK 46+460, resulta en el dimensionamiento en alzado como la más idónea para maximizar el calado en operaciones de salida con doble marea.

Posteriormente se procedió a verificar la viabilidad de la maniobra de parada en dicha fosa mediante simulaciones de maniobra en tiempo real (Fase 2 de los estudios de maniobra). Se analizaron mediante estudios de maniobra en tiempo real dos estrategias para la maniobra de parada: una primera, en la que el buque fondea y realiza un reviro, sin medios auxiliares como remolcadores o atraque (similar a la que actualmente realizan buques de menor tamaño y alta maniobrabilidad), y una segunda estrategia que consiste en realizar la parada con atraque convencional (con líneas) a un muelle de espera.

Como resultado de estas simulaciones con el buque más restrictivo (Emma Oldendorf), se concluyó que la primera de las estrategias no es aconsejable debido a la falta de control del buque durante la maniobra, mientras que se verificó la viabilidad de la segunda estrategia de parada con el apoyo del muelle de atraque y medios de remolque. No obstante, dado que esta solución requiere la intervención de medios auxiliares, como es el uso de remolcador para el atraque y desatraque, se considera que este requisito podría comprometer su viabilidad económica, por lo que se buscándose una nueva zona que no requiera de estos medios auxiliares.

De forma alternativa, y a recomendación de prácticos experimentados de la Autoridad Portuaria de Sevilla, se procedió a verificar la viabilidad de realizar paradas sin ayuda de remolcadores y con el apoyo del ancla del buque y una estructura de apoyo formada por 3 pilotes dotados de defensas cilíndricas tipo donut en la fosa 6, cuya localización previa a un meandro parecía a priori facilitar la maniobra de parada con la ayuda de la corriente. Ninguna de las dos maniobras resultó a priori viable sin ayuda de remolque o propulsión adicional, dada la dificultad para mantener el control de la nave durante el atraque y las elevadas velocidades de contacto con la estructura de apoyo. No obstante, las conclusiones de los estudios realizados apuntan a la posibilidad de que dicha maniobra sea viable para buques que cuenten con propulsión adicional (hélices de proa) o bien con apoyo de un remolcador. Para que ello sea posible, se requiere la construcción de una estructura de atraque de espera que disponga de una mayor superficie de contacto con el buque, dimensionada acorde con las solicitudes de impacto del buque de diseño.

Vistas estas conclusiones, y a solicitud de la Autoridad Portuaria, se plantea como solución para la habilitación de una nueva zona de parada intermedia de los buques de diseño la construcción de un atraque de espera en la fosa 6. Se plantea para ello una solución mediante muelle continuo pilotado dotada de defensas de gran capacidad y bolardos para uso auxiliar en caso de requerirse el amarre durante la parada.

- **Limitación de la velocidad de navegación para buques de gran calado:** un aumento del calado de navegación de los buques granelero y portacontenedores requerirá la aplicación de limitaciones de velocidad en algunos tramos de la vía navegable respecto a la velocidad típica de navegación. Así, con el objetivo de maximizar el calado de los buques, se han estudiado diferentes alternativas

de perfil de velocidad de navegación a lo largo de la ría que contribuyan a reducir el efecto del *squat* en las zonas críticas y maximizar el calado de navegación.

Del análisis realizado, se ha obtenido que para poder aumentar el calado de los buques sería necesario reducir la velocidad de navegación en los siguientes tramos críticos de la ría:

- En las operaciones de entrada: sería necesario limitar la velocidad mínima en la situación más desfavorable (mareas vivas) a valores de entre 7 y 7,5 nudos (reducción del 5% de la velocidad actual de graneleros y 13% de los portacontenedores), entre los PK11 y PK19.
- En las operaciones de salida: sería necesario limitar la velocidad a 9,5 nudos entre los PK38 y PK39 (reducción media del 3%), y a 8 nudos entre los PK77 y PK78 (reducción media del 8%), en la situación más desfavorable (mareas vivas en el primer caso y muertas en el segundo).
- **Definición de zonas de encuentros para buques de gran tamaño:** actualmente los encuentros de buques se concentran en los 15 km más próximos a la esclusa, así como en los 20 km más próximos a la desembocadura (véase Ilustración 28).

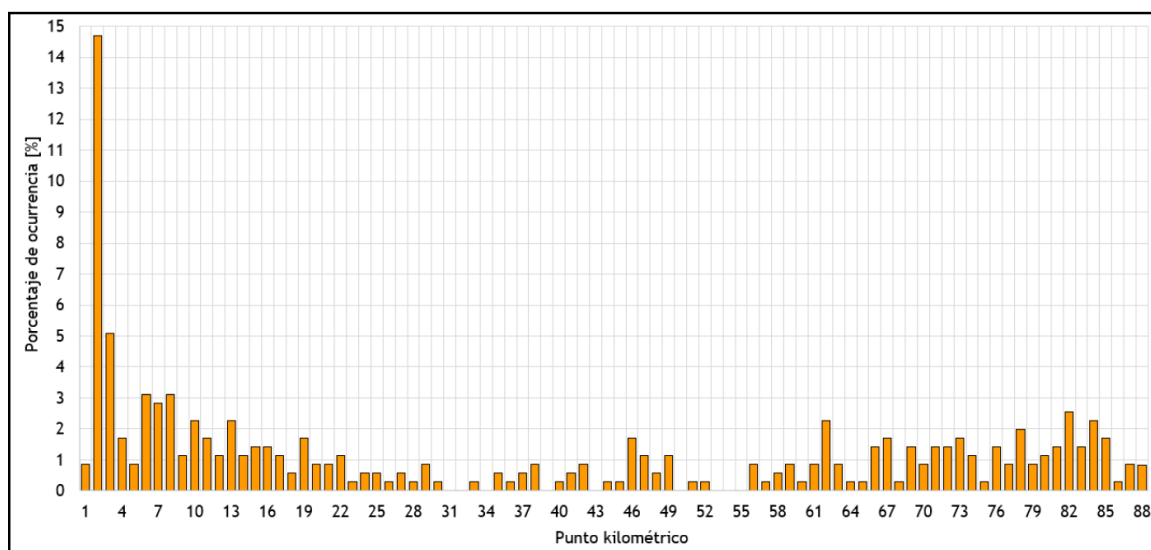


Ilustración 28. Frecuencia de ocurrencia de encuentros de buques a lo largo de la vía de navegación obtenidas del análisis de datos AIS realizado en el proyecto AIRIS II.

Estos encuentros corresponden en la mayoría de los casos a cruces de buques en distinto sentido de navegación, seguido de adelantamientos y por último a pasos frente a buques fondeados, debiendo realizarse todas estas maniobras en zonas con suficiente ancho de la canal disponible.

La definición de zonas óptimas para la realización de cruces entre buques de gran tamaño, como los definidos en la Ilustración 27, permitiría incrementar la seguridad de la navegación de estos buques en la Eurovía, mediante la planificación previa de dichos cruces en las mismas. Para su identificación se ha realizado un análisis de las áreas de navegación requeridas a lo largo de la hidrovía por dichos buques, evaluando la anchura de canal teórico de acuerdo con las

recomendaciones del PIANC-121 y considerando, de forma conservadora, el cruce entre buques de igual porte.

Como resultado de dicho análisis, en la siguiente tabla se indican los tramos determinados como más favorables por su ancho y por su configuración geométrica para la realización de cruces para cada buque tipo analizado, considerando que el cruce se produce con un buque de similares características:

Tabla 15. Tramos aptos para cruces entre buques. Fuente: SIPORT21, 2022, adaptado.

Buque tipo	Manga máxima	PK Inicio	PK Fin
Portacontenedores	23,4 m	43+800	49+000
		21+200	27+100
Heavy Lift	25,6 m	43+800	49+000
Crucero	28,8	37+400	39+200
		43+800	49+000
		61+700	66+000
		68+900	73+400

No se ha encontrado ninguna zona de cruce segura para el granelero de diseño, el buque Emma Oldendorf, con buques de características similares, ya que los únicos puntos kilométricos con calado suficiente para realizar dichos cruces coinciden con zonas curvas, que no son recomendables para esta maniobra. En esta zona, se deberá limitar la manga máxima del buque con el que se cruzará el buque Emma Odendorf.

Las zonas de mayor interés para el cruce de portacontenedores son las que comprenden los puntos kilométricos 21+200 a 27+100, al ser una zona rectilínea, en la que se estima más propicio el posicionamiento y coordinación entre buques. Por otro lado, otra zona de interés será la comprendida entre los PK 43+800 y 49, apta para todos los buques de diseño salvo el granelero de diseño, que sólo podrá cruzarse con embarcaciones de manga limitada. Cabe destacar que se consideran más deseables las trayectorias rectilíneas, ya que facilitan la visibilidad y el posicionamiento.

Las zonas propuestas como más favorables para estos buques de diseño son efectivamente zonas en las que actualmente se están realizando cruces entre embarcaciones de menor tamaño. La actuación que implementar sería la restricción de cruces para buques de grandes dimensiones fuera de los tramos identificados como idóneos, para garantizar la seguridad de la navegación de estas embarcaciones, que hasta ahora no formaban parte por sus dimensiones de la flota actual.

3.4 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE CALADO

Aquí se muestran las dos alternativas que se proponen para mantener los calados, como se verá más detalladamente, una de ellas es continuar con el método de dragado utilizado hasta la fecha, en el que se

tienen perfectamente estudiados, monitorizados y comprobados sus resultados, implicaciones y efectos en el ámbito del proyecto. La otra alternativa consiste en combinar varios métodos de dragado con el fin de optimizar rendimientos y disminuir afecciones.

3.4.1 Alternativa 1. Succión en marcha

Esta alternativa contempla un dragado con succión en marcha. Esta técnica consiste en una draga hidráulica que aspira el material depositado en el fondo a través de una tubería que remata en un cabezal de succión. A su vez, una bomba de dragado centrífuga pone en suspensión el material suelto y el agua, de tal forma que la tubería aspira esta mezcla mientras la embarcación está en movimiento. La mezcla es almacenada en la propia embarcación, en su cántara, y puede trasladarse y depositarse a grandes distancias hacia las zonas de destino.

Auxiliariamente para nivelar el fondo se utiliza un plough, una embarcación equipada con un arado que sirve para nivelar la zona dragado por la succión.

La succión en marcha es eficiente con casi cualquier tipo de tamaño de grano.

En la actualidad el río se draga con esta técnica, siendo la periodicidad de los dragados prácticamente anual y dependiente el volumen del material a extraer el año hidrológico, aunque la tendencia de los últimos 10 años muestra una reducción.

3.4.2 Alternativa 2. Succión en marcha con Water Injection Dredging

La técnica de Water Injection Dredging (en adelante WID) se basa en la fluidificación de las capas de sedimentos de granulometría fina con la impulsión de agua a baja presión, de tal manera que las corrientes que se crean con los sedimentos se desplazan hacia otras zonas, a favor de la pendiente. No es efectiva con sedimentos de tamaño de grano superior al limo.

Esta técnica se lleva a cabo mediante el uso de una embarcación dotada con bombas de agua para la presurización de flujos de agua. Ésta posee un brazo con un cabezal, con una longitud de entre cinco y diez m, con inyectores. La operativa se realiza bajando el cabezal en la masa de agua hasta las proximidades del fondo y se va fluidificando las capas de sedimento mientras la embarcación se va moviendo. Estas masas, formadas por la mezcla de sedimentos y agua se desplazan horizontalmente, de forma que o se depositan a una distancia de la zona de operación.

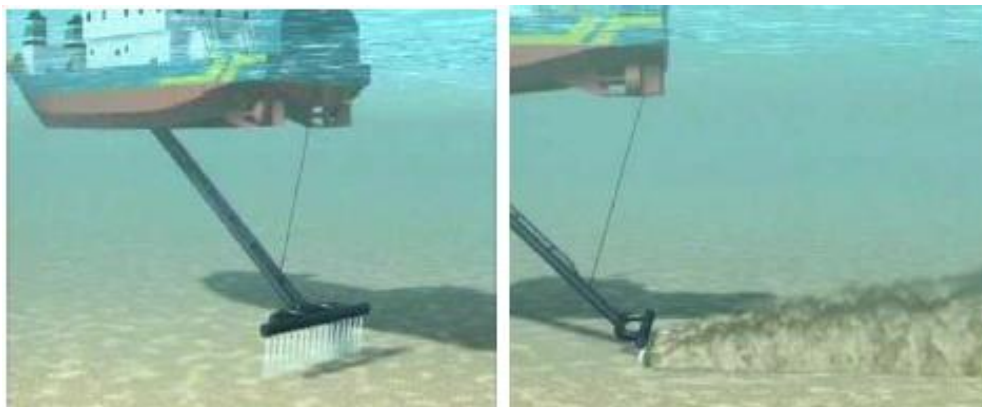


Ilustración 29. Proceso de dragado WID. Fuente: Delft-Van Oord.

Esta alternativa consistiría en una combinación del dragado de succión en marcha y el WID. De esta forma, en los tramos con el sedimento más fino, Antesclusa y Huertas, podría actuar el WID y allí donde sea inviable la succión.

En el mes de noviembre de 2022 se ha realizado una prueba con la técnica de inyección en Antesclusa y Huertas⁴. El objetivo pretendido fue alcanzar una cota de dragado a la -7.074 NMMA, mismo modelo que en ejecuciones asociadas al mantenimiento. La situación de partida en Antesclusa era:

⁴ Avalada por los informes del servicio de espacios naturales protegidos de la Delegación Territorial de Desarrollo Sostenible en Sevilla y del Servicio de Coordinación y Gestión de la Dirección General de Medio Natural, Biodiversidad y Espacios Protegidos.

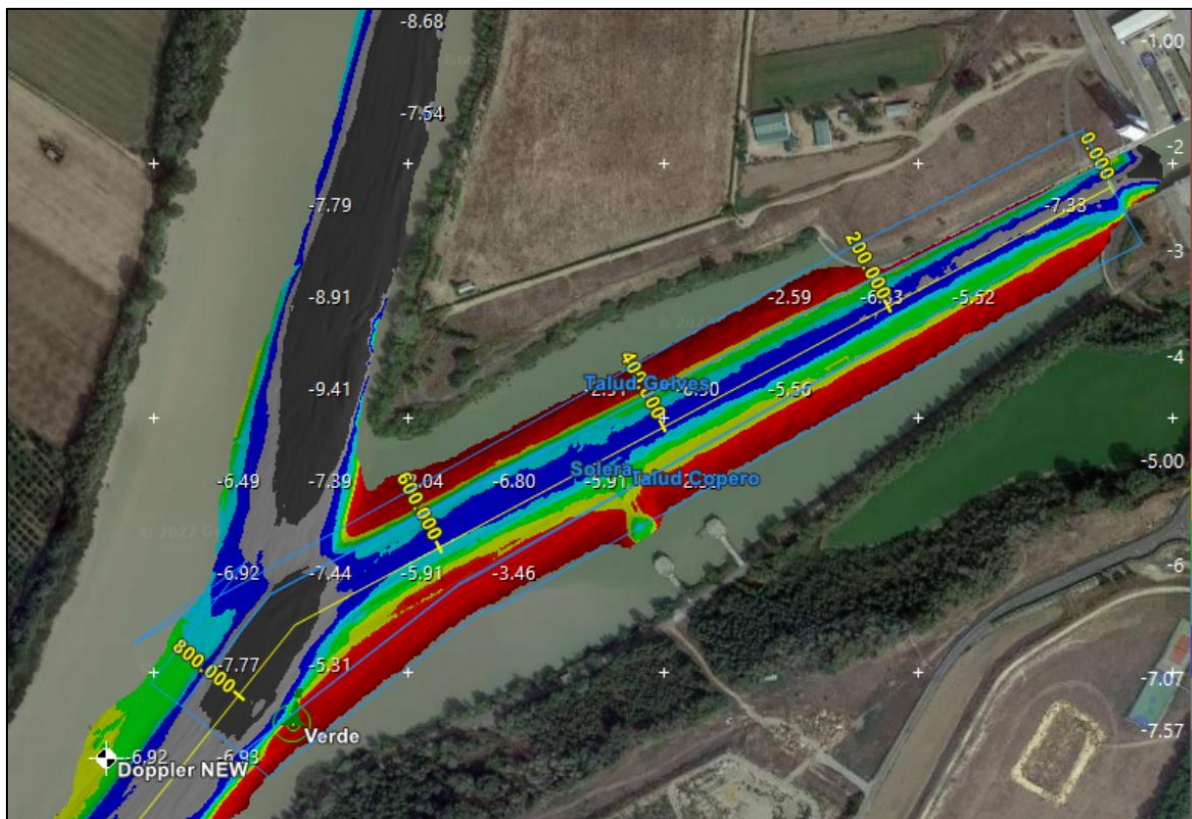


Ilustración 30. Niveles de material existente en Antesclesa antes del dragado. Fuente: DRAVO, S.A., 2022.

Los trabajos se ejecutaron durante 15 días. El 13/11/22 se realizó la batimetría final (outsurvey), reflejando una limpieza prácticamente completa de la solera de Antesclesa respecto al modelo -7,07, además de cambio de cota en el encuentro con la fosa del PK+800, básicamente debido a necesidades de ejecución.

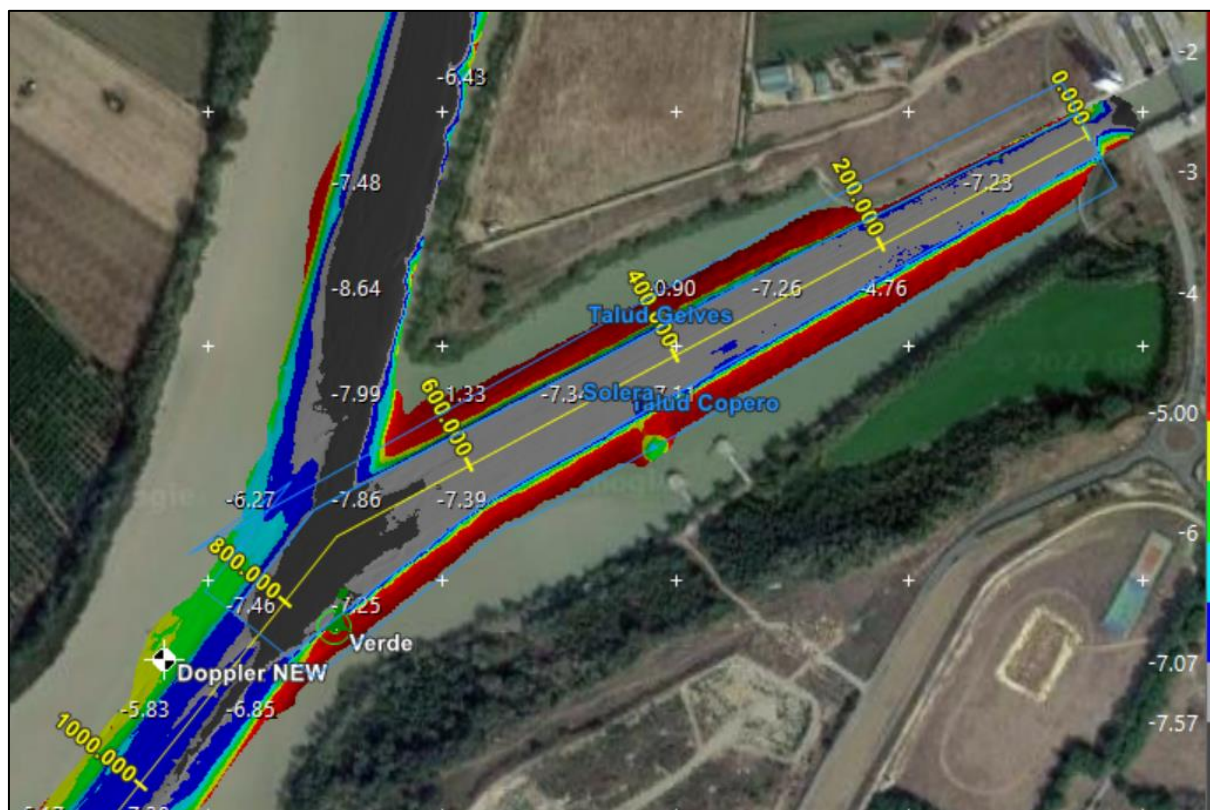


Ilustración 31. Niveles de material existente en Antescclusa tras el dragado. Fuente: DRAVO, S.A., 2022.

Así, con la técnica WID se alcanzó, en el plazo programado, la cota objetivo en Antescclusa en 15 días de prueba, mostrándose este sistema eficaz en los tramos superiores con material fangoso. Se incorpora, por tanto, al proyecto como técnica de dragado en el Guadalquivir y se evalúa en el EsIA.

3.5 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. GESTIÓN DEL MATERIAL DRAGADO

La gestión del material va ligada a su naturaleza. En este sentido, las arenas proporcionan mayor viabilidad para su uso (tal y como se ha venido haciendo en el Puerto de Sevilla como, por ejemplo: regeneraciones de playas, firmes y rellenos para viales, mejora de suelos agrícolas, etc.). El material más fino presenta menos aptitudes para su valorización debiendo centrarse el esfuerzo en darle salida a aquél.

La APS ha ido adaptando la gestión del material procedente de los dragados de mantenimiento, que ha ido evolucionando en función de requerimientos bien de otras administraciones (Demarcación de Costas de Andalucía-Atlántico que ha solicitado el uso para regeneración de playas cuando el material sea apto) o bien para adaptarse a los principios de mejora y sostenibilidad impulsados continuamente por las políticas europeas y sus transposiciones nacionales, como es el caso del cambio en la normativa de residuos que se produjo en el año 2011 (la ya derogada Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados -BOE núm. 181 de 29/07/11-, siendo ahora la vigente la Ley 7/2022, en la misma línea que la anterior en cuanto a sedimentos dragados) haciendo necesaria una nueva forma de gestionar los

materiales depositados en los vaciaderos terrestres⁵ o la iniciativa de la APS de actuaciones de manejo de los vaciaderos terrestres para favorecer la presencia de la avifauna. Todo ello ha dado lugar a una gestión actual del material de dragado mixta entre el vertido a vaciaderos terrestre, el destinado al vaciadero marino y la regeneración de playas.

Dentro de las alternativas de gestión del material dragado se contemplan las siguientes:

3.5.1 Alternativa 1. Eliminación terrestre del material dragado

Esta opción consistiría en eliminar el material dragado sin realizar valorizaciones o que éstas se reduzcan a la fracción arenosa o más gruesa, es decir, el fango se transportaría a vertedero. En este sentido, el punto 4 del anejo VI de las “Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre” (DCMD en adelante) contempla el uso en obras públicas en forma de por ejemplo rellenos, sustituciones y recubrimientos, un uso avalado para el sedimento dragado en el Guadalquivir según el anejo III de la “Caracterización de sedimentos de la ría del Guadalquivir (2018)”.

El material arenoso es fácilmente reutilizable presentando la fracción fangosa mayores problemas de aprovechamiento. Esta alternativa supondría la eliminación en vertedero del fango, suponiendo que más de 60% del sedimento (en concreto el 63,7% del sedimento dragado en 2019 fue fango, el 74,1% en 2020 y el 72,2% en 2021) no se reutilizaría.

3.5.2 Alternativa 2. Valorización del material dragado

La valorización del material dragado podría producirse con la aplicación de algunos de los usos propuestos a continuación o una combinación de éstos. Entre otros posibles futuros se encuentran:

- **Gestión adaptativa de vaciaderos terrestres:** consistente en el uso de los recintos como zonas para la nidificación y cría de avifauna acuática, avaladas por las experiencias exitosas llevadas ya a cabo en La Horcada y Butano impulsadas por el convenio firmado entre la APS y la Estación Biológica de Doñana del Centro Superior de Investigaciones Científicas (en adelante EBD-CSIC). La gestión se basa en una planificación estructural del diseño de los diferentes recintos en los que se dividen cada uno de ellos, diversificando los hábitats, y al manejo de la lámina de agua, adaptado al hidropereodo efectivo de la avifauna.

⁵ Los materiales de dragado vienen incluidos en la Lista Europea de Residuos en el Capítulo 17 correspondientes a “Residuos de construcción y demolición” con los códigos 170505* Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas y 170506 Lodos de drenaje distintos a los especificados en el código 170505. Los materiales de los dragados de mantenimiento se clasifican con el código 170506, al no ser peligrosos.

Por su parte, el apdo. 1 del art. 18 de la Ley 22/11 establece que: “La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a dos (2) años cuando se destinen a valorización y a un (1) año cuando se destinen a eliminación”. La APS valoriza el material dragado y depositado en los vaciaderos terrestres por lo que debe gestionar el acúmulo de los mismos en el plazo de dos (2) años desde 2011.

- **Usos en contexto de economía circular:** con esta opción lo que se pretende es conseguir un excedente 0 de residuos. La APS tiene abiertas algunas líneas de investigación que se dirigen a ello, entre ellas:
 - *Usos cerámicos:* para dar un segundo uso al fango de los vaciaderos, la APS ha emprendido una línea de estudio con Innovarcilla, un Centro Tecnológico de la Cerámica por parte de la Consejería de Economía y Conocimiento de la Junta de Andalucía. Innovarcilla realizó una serie de ensayos con el material de Butano resultando que si se mezclaba con otro tipo de arcillas en una proporción 15% de Butano y 85% de arcillas podría obtenerse un producto con un posible uso industrial. Ante este resultado, la empresa Todobarro se ha mostrado interesada en dar una continuidad a estos análisis, dado que su objetivo es reducir la huella ambiental en la fabricación de productos que usan como materia prima el barro. Se continúa estudiando este posible uso productivo entre las tres entidades.
 - *Usos en Obra Pública:* Entre otros posibles:
 - Pavimentos: de la misma manera que pueden ser útiles para la mejora y nivelación de suelos agrícolas, se valora el uso de estos materiales para la formación de bases granulares de pavimentos flexibles y/o en la ejecución y mejora de pavimentos de caminos naturales. Asimismo, existen experiencias piloto en zonas portuarias para la formación de pavimentos y explanadas con este tipo de material granular.
 - Materiales de construcción: de igual manera que se está estudiando la posibilidad de usar estos sedimentos en elementos cerámicos, se contempla el estudio del uso del material en otros materiales de construcción, tales como como hormigones, ladrillos y otro tipo de conglomerados. Algunas aplicaciones del material dragado se han traducido en ensayos y proyectos piloto que muestran resultados interesantes en el campo de la fabricación de paredes verticales de muelles, bloques de arrecifes artificiales, revestimientos de diques, armado de rocas, pavimentos, barreras de sonidos o bloques de absorción de CO₂ (Geowall, Sediment Management, 2021).



Ilustración 32. Ejemplo de una barrera acústica construida con sedimentos excavados en la construcción de un túnel de ferrocarril. Fuente: Geowall en Deltares, jornadas Sediment Management, 2021

La Ilustración 32 muestra una barrera de sonido. Esta opción de utilización podría utilizarse para las nuevas terminales de El Cuarto, donde existirán 1.500 metros lineales que podrían servir de escenario de ensayo.

3.5.3 Alternativa 3. Reubicación del material en Domino Público Marítimo Terrestre

- **Reubicación en el vaciadero marino:** los sedimentos de los tramos bajos del río que no sean aptos para ninguno de los usos ya citados, especialmente regeneraciones de playas y márgenes se reubicarán en el vaciadero marino. El vaciadero marino tiene una superficie aproximada de 365.000 m²: Su uso ha ido disminuyendo a lo largo de los años, al priorizarse la valorización de los materiales de dragado, sirva como ejemplo que en 2011 se vertieron al mar 250.945 m³ y en 2021 la cantidad de 21.417 m³.
- **Colocación del material dragado en fosas naturales:** a lo largo del río Guadalquivir existen diferentes zonas donde la profundidad del cauce es muy superior a la rasante aprobada para la canal de navegación. Las fosas que se han localizado a lo largo de la ría son:

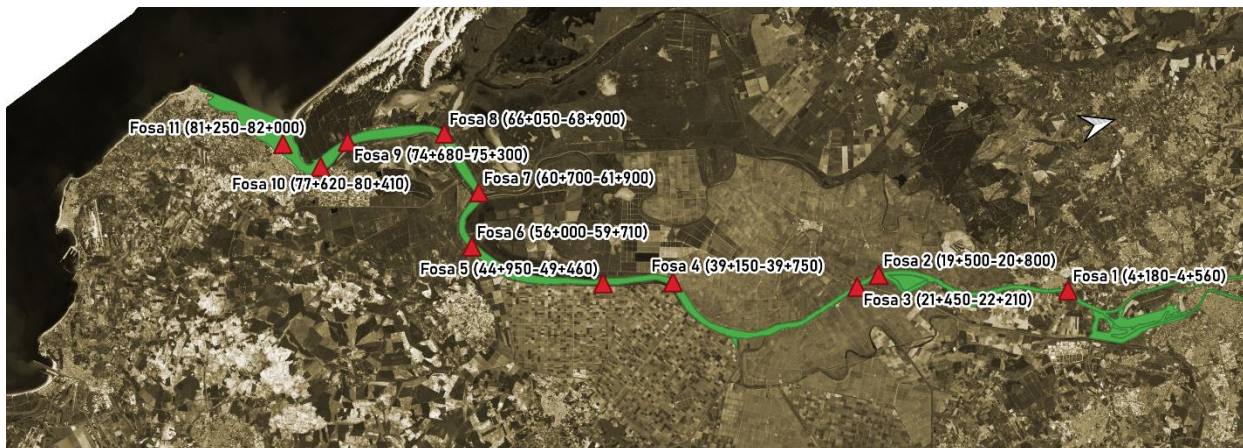


Ilustración 33. Ubicación en planta de las fosas localizadas a lo largo de la canal de navegación. Fuente: MC Valnera

Tras realizar un estudio previo de sus condiciones, se ha tomado la decisión de que las fosas a estudiar para incorporar como zonas de vertido sean las fosas 2 y 7, cuyas características son las siguientes:

Tabla 16. Características de las fosas propuestas como zonas de depósito

FOSA	PK	COTA FONDO (m)	COTA RELLENO (m)	CAPACIDAD ESTIMADA (m ³)
FOSA 2	19+500 - 20+800	-13,00	-9	200.000
FOSA 7	60+700 - 61+900	-21,00	-15	225.000

Con estas distancias, se puede evaluar si es viable que la draga de succión en marcha se desplace desde el tramo donde esté trabajando hasta la fosa para depositar el material en el fondo por tubería (backfilling). La viabilidad de la utilización de estas fosas depende de que la propia hidrodinámica del Guadalquivir sea capaz de remover el material que en esos tramos se deposite. De esta manera, la fosa quedaría “limpia” para las próximas campañas de dragado.

- **Alimentación de playas y márgenes o reservorios de material para este fin:** desde 2015 la APS, en coordinación con la Demarcación de Costas Andalucía-Atlántico y al Ayuntamiento de Sanlúcar de Barrameda, ha vertido en las playas de la desembocadura de Sanlúcar de Barrameda, en concreto La Calzada, Las Piletas y Bajo de Guía, el material apto procedentes de los tramos de La Broa, Salinas y Puntalete.

A continuación, se presenta información sobre las regeneraciones realizadas, volúmenes vertidos, procedencia del material y valor medio de la D50 desde la fecha indicada hasta la última campaña y regeneración realizada, a finales de 2020:

Tabla 17. Trabajos de regeneración de las playas de Sanlúcar de Barrameda con material procedente de los dragados de mantenimiento de la Eurovía E.60.02. Guadalquivir. Fuente: Tecnoambiente, 2015-2021. Elaboración propia, 2021.

ANUALIDAD	2015	2016	2017	2019	2020
PLAYA RECEPTORA	Bajo de Guía	Bajo de Guía, La Calzada y Las Piletas	Bajo de Guía y La Calzada	La Calzada	Bajo de Guía
PROC. MATERIAL APORTADO	Salinas	Salinas y Puntalete	Salinas y Puntalete	Broa, Salinas y Puntalete	Salinas y Puntalete
VOLUMEN VERTIDO EN PLAYA⁶ (m³)	62.689	55.108	40.200	112.000	43.017
D50 (mm)	0,26	0,38	0,41	0,28	0,42

En la campaña 2021 el material apto se ha depositado en una sección de la margen derecha del Espacio Protegido de Doñana, en concreto se han vertido 62.000 m³ a lo largo de 275 metros lineales, paliando la erosión y protegiendo el camino a trasdós de la zona de actuación y el ecosistema lacustre.

Otra opción sería acopiar en los recintos terrestres con capacidad el material apto para las regeneraciones y ponerlo a disposición de la Demarcación de Costas Andalucía-Atlántico y del Espacio Natural Doñana para que hagan uso del mismo cuando fuese necesario.

3.6 MÉTODO DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

El método empleado para la toma de decisión es el proceso analítico jerárquico (PAJ en adelante). El PAJ es una herramienta que apoya la toma de decisiones por medio de la jerarquización de los criterios más importantes de la decisión y las alternativas a seleccionar. Dichos criterios pueden ser medidos cuantitativa o cualitativamente, buscando el cumplimiento del objetivo específico perseguido. El PAJ consta de 4 etapas: 1) estructuración del problema; 2) análisis cualitativo; 3) análisis cuantitativo y 4) análisis de los resultados.

Una vez identificado el objetivo, se desglosan los criterios más objetivos posible, pudiendo obtenerse criterios de diferentes niveles sobre los cuales será evaluada cada alternativa considerada (primera etapa). La estructura del PAJ es:

⁶ Volúmenes estimados por mediciones de cántara.

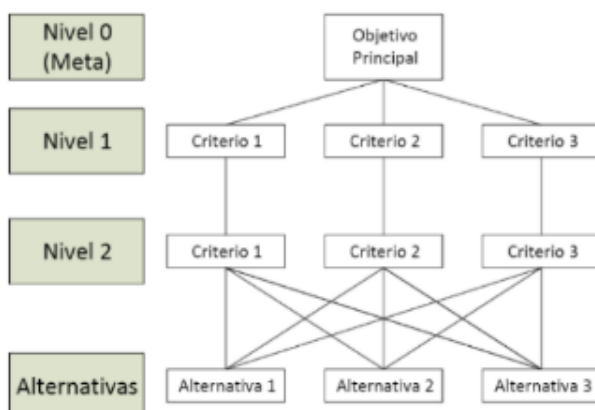


Ilustración 34. Estructura tipo PAJ. Fuente: Vallejo-Borda et al., 2014.

En la segunda etapa se generan matrices de importancia que permiten comparar los criterios establecidos con respecto a su nivel o importancia del mismo respecto de los otros considerados. También se confeccionan las matrices de preferencia, que permiten comparar las alternativas a partir de cada grupo de criterios. En los procesos de elaboración de las matrices se recurrirá a evaluaciones tanto cualitativas como cuantitativas y para que este proceso sea consistente Thomas Saaty (1979) propone la siguiente escala, ampliamente aceptada:

Valor	Importancia	Preferencia
9	A es extremadamente más importante que B	A es extremadamente mejor que B
7	A es marcadamente más importante que B	A es marcadamente mejor que B
5	A es más importante que B	A es mejor que B
3	A es ligeramente más importante que B	A es ligeramente mejor que B
1	A es igual de importante que B	A es igual que B
1/3	B es ligeramente más importante que A	B es ligeramente mejor que A
1/5	B es más importante que A	B es mejor que A
1/7	B es marcadamente más importante que A	B es marcadamente mejor que A
1/9	B es extremadamente más importante que A	B es extremadamente mejor que A

Ilustración 35. Escala de Saaty. Fuente: Vallejo-Borda et al., 2014.

Con estos valores el equipo experto multidisciplinar propone los que aplican para la decisión multicriterio. Lo más relevante de este método es que se asignan pesos o importancia a los criterios, es decir, éstos se comparan para cada alternativa seleccionada y se asignan importancias. Pero los criterios también se comparan entre sí, de forma que puede establecerse también un peso para cada criterio. Todo queda, por tanto, ponderado (no tiene la misma importancia en un proyecto, por ejemplo, la incidencia sobre una especie protegida que sobre el paisaje). Con todo ello, se obtiene a siguiente matriz de comparación con w_i es el peso correspondiente a cada criterio/alternativa:

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \frac{w_3}{w_1} & \frac{w_3}{w_2} & \dots & \frac{w_3}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix}$$

Ilustración 36. Matriz de comparación general. Fuente: op cit.

Cuando el cociente en la matriz sea mayor que 1 el criterio/alternativa de la fila será más importante que el establecido en la columna y viceversa.

En la tercera etapa se conocerá la importancia entre criterios de un mismo nivel y la jerarquización de las alternativas, es decir, se conocerá el orden en el que éstas quedan establecidas.

Finalmente, en la cuarta etapa se procede con el análisis basado en los resultados obtenidos en las etapas anteriores. El análisis incluirá la decisión a tomar y los aspectos importantes del proceso de decisión multicriterio.

3.6.1 Definición de los criterios de selección para la elección de la alternativa optimización de la navegación

- Seguridad en la navegación.
- Volumen de obra.
- Afección a la erosionabilidad de los márgenes.

A continuación, se explica cada uno de los criterios y se justifica la interacción con las alternativas consideradas para justificar la valoración finalmente otorgada y posteriormente su peso.

▪ **Seguridad en la navegación**

Las alternativas de optimización enfocadas a la mejora de la seguridad en la navegación, considerando tanto la flota actual como la potencial en un futuro de uso más intensivo de la Eurovía o por parte de embarcaciones de mayor tamaño, permiten reducir los riesgos potenciales de varadura, colisión o naufragio de embarcaciones en la Eurovía, que podrían conllevar daños ambientales significativos (contaminación por derrames de combustibles o pérdidas de carga, etc.).

En relación con este criterio, las alternativas de optimización enfocadas a restringir las velocidades de navegación y los cruces entre embarcaciones de gran tamaño permiten garantizar la seguridad en la navegación de las mismas. Por su parte, la alternativa de habilitar una zona de parada adicional a las actualmente utilizadas en la Fosa 6 podría comprometer temporalmente el uso del canal de navegación por parte de otras embarcaciones mientras se realiza la maniobra de parada y posterior reincorporación a la vía navegable tras la parada. Por otra parte, en determinadas condiciones de viento y corriente y para

naves con propulsión limitada, como es el caso de los graneleros, esta maniobra de parada requeriría para su realización el apoyo de remolcadores. En este caso, si los remolcadores formaran parte de la flota actual, esta demanda limitaría su capacidad operativa en otros fondeaderos o en la zona portuaria. Por tanto, el mantener con esta alternativa los mismos niveles de seguridad actuales en la Eurovía proporcionando ayudas en la parada de grandes graneleros podría requerir de la adquisición de medios de remolque adicionales, lo que hace que no resulte una opción tan deseable atendiendo a este criterio.

En cualquier caso, las alternativas planteadas para la mejora de la navegación están orientadas a una mejora general de la seguridad en la Eurovía, con relación a la alternativa de no actuación y mantenimiento de los procedimientos de navegación actuales.

- **Volumen de obra**

Este criterio consistiría en valorar positivamente las alternativas que requieran una menor intervención y alteración de las condiciones naturales del río, así como el menor uso de materiales constructivos, entendiendo que así se reduciría el impacto asociado a la actuación.

Desde este punto de vista, las propuestas cuya realización se fundamenta principalmente en modificar los procedimientos de operación de la Eurovía (restricción de las velocidades de navegación y establecimiento de zonas preferentes para el cruce de embarcaciones de gran tamaño) resultan en una mejor valoración que la actuación de habilitar una nueva zona de parada intermedia para buques en la Fosa 6, ya que esta conlleva la construcción de un nuevo muelle, que requerirá el uso de materiales de obra y la alteración (aunque mínima) del cauce en el que se ubicará.

Evidentemente, en relación con la alternativa de no actuación, el volumen de obra asociado a la misma es inexistente.

- **Afección a la erosionabilidad de los márgenes**

Este criterio permite valorar positivamente las alternativas que minimicen los efectos hidrodinámicos erosivos en los márgenes del río, ya que contribuirían a su conservación.

Atendiendo a este criterio, las alternativas que limitan la velocidad de navegación o restringen la realización de cruces de embarcaciones de gran tamaño permiten reducir, en esos tramos, la agitación generada por el paso de los buques, con relación a la situación actual sin restricciones, por lo que contribuirían a una mejora hidrodinámica en dichos tramos.

Respecto a la habilitación de la zona de parada adicional, la presencia de buques maniobrando en dicha zona, con la ayuda de remolcadores, para el atraque temporal, puede producir localmente en el emplazamiento de la Fosa 6 un empeoramiento de las condiciones hidrodinámicas, con una mayor agitación generada susceptible de alcanzar la margen más próxima y contribuir a su deterioro.

3.6.2 Aplicación del PAJ. Proceso decisorio

Aplicando el método PAJ se obtienen las siguientes matrices de importancia de los criterios obteniéndose:

Tabla 18. Matriz de importancia del criterio seguridad en la navegación

CRITERIO 1. SEGURIDAD EN LA NAVEGACIÓN		
	ALT 1	ALT 2
ALT 1	1,00	0,14
ALT 2	7,00	1,00
SUMA	8,00	1,14

Tabla 19. Matriz de importancia del criterio volumen de obra

CRITERIO 2. VOLUMEN DE OBRA		
	ALT 1	ALT 2
ALT 1	1,00	3,00
ALT 2	0,33	1,00
SUMA	1,33	4,00

Tabla 20. Matriz de importancia del criterio erosionabilidad de los márgenes

CRITERIO 3. EROSIONABILIDAD DE LAS MÁRGENES		
	ALT 1	ALT 2
ALT 1	1,00	5,00
ALT 2	0,20	1,00
SUMA	1,20	6,00

El siguiente paso consiste, una vez determinadas las importancias tanto entre criterios como entre alternativas por cada criterio en calcular los vectores promedio. Este valor no hace más que comparar importancias de forma que cuanto más alta sea la cifra en el caso de los criterios más relevante y más peso relativo tendrá ese factor ambiental. En cuanto a las alternativas, la que obtenga un mayor valor (vector promedio) con respecto a un criterio tendrá más importancia lo cual se traduce, en este caso de estudio, en menos perjuicio para la variable ambiental. Los resultados de este paso son:

Tabla 21. Vectores promedio para cada criterio

CRITERIO AMBIENTAL	VECTOR PROMEDIO
SEGURIDAD EN LA NAVEGACIÓN	0,57
VOLUMEN DE OBRA	0,08
EROSIONABILIDAD DE LAS MÁRGENES	0,35

Como se observa el criterio que adquiere mayor relevancia en el proceso decisorio multicriterio es el de la seguridad en la navegación, seguido de la erosionabilidad de las márgenes y en tercera posición el volumen de obra.

En el caso de los pesos de cada alternativa para cada criterio se obtiene:

Tabla 22. Peso relativo de alternativas para cada criterio

MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES			
	SEGURIDAD EN LA NAVEGACIÓN	VOLUMEN DE OBRA	EROSIONABILIDAD DE LAS MÁRGENES
SEGURIDAD EN LA NAVEGACIÓN	1,00	7,00	3,00
VOLUMEN DE OBRA	0,14	1,00	0,14
EROSIONABILIDAD DE LAS MÁRGENES	0,33	7,00	1,00

Finalmente, el último paso de obtención de la matriz de decisión final cruza todas las importancias atribuidas en cada etapa y arroja el resultado final, que debe interpretarse en el sentido de que el mayor valor será el que menos perjuicio cause sobre los factores del medio considerados en el análisis y la alternativa que obtenga el valor más bajo será la menos apta. La matriz de decisión final es:

Tabla 23. Matriz de decisión final Fuente: Elaboración propia, 2022

MATRIZ FINAL	SEGURIDAD EN LA NAVEGACIÓN	VOLUMEN DE OBRA	EROSIONABILIDAD DE LAS MÁRGENES	TOTAL
ALT 1	0,13	0,75	1,00	0,44
ALT 2	0,88	0,25	0,20	0,56

Se han analizado todas las alternativas desde el punto de vista ambiental considerando los criterios más relevantes en el proceso de decisión multicriterio del diseño de diques resultando como la más favorable la alternativa 2 (0,56), es decir, la combinación de actuaciones para la mejora de la navegación.

3.6.3 Definición de los criterios de selección para la elección de la alternativa operaciones de mantenimiento de calados

En este caso los criterios ambientales seleccionados para el proceso de decisión multicriterio son:

- Operatividad en la ejecución de los dragados.
- Mantenimiento del material en el sistema.
- Reducción en la generación de residuos y vertidos asociados a los dragados de mantenimiento.

A continuación, se explica cada uno de los criterios y se justifica la interacción con las alternativas consideradas para justificar la valoración finalmente otorgada y posteriormente su peso.

- **Operatividad en la ejecución de los dragados:**

Como se ha expuesto en el Apdo. 3.4.2, la prueba WID desarrollada en el mes de noviembre de 2022 en Antesclusa, ha resultado satisfactoria, pudiendo alcanzarse la cota -7,07 en el tramo intervenido, como si se hubiese dragado con una draga de succión en marcha. Los controles ambientales efectuados también indican que la incidencia, básicamente por la pluma de turbidez generada, es muy limitada en espacio y tiempo. Estos resultados hacen que se proponga para el mantenimiento del calado en el Guadalquivir esta nueva técnica de dragado, el WID.

Dado que el WID actuará en los tramos fangosos, Antesclusa y Huertas, siendo Antesclusa uno de los tramos del río que más se aterran y condicionando, junto con Puntalete, en gran medida, la periodicidad con la que hay que dragar, y siendo objeto de la APS reducir los dragados, tanto en volumen como en periodicidad, la inclusión del WID permitirá precisamente espaciar los dragados de mantenimiento con succión en marcha y enrasado. En este contexto, el anejo 9 del proyecto básico realiza un estudio de periodicidad necesaria en los dragados combinando ambas técnicas, el WID y la succión en marcha con enrasado. Dicho estudio analiza la sedimentación promedio que se producirá en los próximos años⁷, con base en las cifras de los últimos dragados, y propone escenarios de actuación.

Teniendo en cuenta las bases de partida del anejo 9, la planificación para los próximos 48 meses se realiza de manera semestral, de forma que cada 6 meses se realizarán operativas de mantenimiento de calados.

Con la periodicidad fijada, se han estudiado dos escenarios diferentes, uno bianual, de modo que habría dos ciclos diferenciados, aplicándose WID en Antesclusa y Huertas los meses 6, 12 y 18, y succión en marcha con enrasado mediante plough el mes 24, repitiéndose el ciclo para periodo entre el mes 24 y el 48. Y una segunda propuesta en la que se acortaría la campaña de succión en marcha con el enrasador al mes 18 y al mes 36, usándose el WID en Antesclusa y Huertas el resto de los periodos.

La opción bianual implicaría que cada 24 meses se realizaría un dragado de aproximadamente 541.984 m³ a lo largo de toda la canal de navegación, siendo el tramo de Coria del Río-Isleta el que acumula una mayor proporción, un 31 % del total. Con esta programación, se distinguen varios tramos críticos:

- **Coria del Río – Isleta y Boca Sur Isleta.** Ambos asumen el volumen removido por el WID en los tramos de Antesclusa y Huertas que se desplaza aguas abajo. Esto supone que en el mes 24 el volumen a dragar en ambos tramos es de 262.000 m³, habiendo zonas sobre la rasante con acumulaciones que la situarían en la -5.15 m sobre el NMMA.
- **Puntalete.** De manera habitual se trata de un tramo crítico que, junto con Antesclusa, limita más rápidamente la operativa en la canal debido al aumento de la rasante. En este escenario, en el mes 24 habría un volumen de 62.418 m³, haciendo que la rasante de la canal tuviese zonas en la cota -5.35 sobre el NMMA.
- **Mantenimiento del material en el sistema:**

Durante la prueba de WID ejecutada en Antesclusa y Huertas en noviembre 2022 (véase Apdo. 3.4.2), con resultados satisfactorios, se ha llevado a cabo un control ambiental para conocer la turbidez generada por

⁷ Lógicamente unas condiciones promedio pueden verse alteradas por circunstancias excepcionales, como podría ser un periodo fuerte de lluvias y alargado en el tiempo. Ya se ha visto que este suceso es el que provoca los fenómenos más intensos de turbidez en el río. Antes una situación así es muy previsible que el río acumule más material que el promedio calculado, lo cual, teniendo en cuenta que la navegación tiene que ser segura en todo momento, podría conllevar a reducir, por ejemplo, el tiempo en el que tuvieses que dragarse con succión.

la técnica. El objetivo, durante los 15 días de control, fue determinar la concentración de sólidos en el fondo, en la columna de agua y ver su desplazamiento. El resultado de todas las medidas tomadas fue que en Antesclusa la pluma de turbidez que se genera se sitúa unos 30-50 cm sobre el fondo, con valores que superan las 1000 NTU en el punto de inyección de agua (muy cerca del WID). Esta turbidez elevada se desplaza unos 120 m como máximo en el sentido de la débil corriente. En Antesclusa se han medido velocidades de corriente de entre 0,1-0,2 m/s, lo cual da lugar al poco desplazamiento de la pluma. El propio WID ha tenido que arrastrar el material hasta el canal de salida habilitado hasta Huertas para que entrase en la dinámica de la corriente.

En el tramo de inicio de Huertas y entre éste y Antesclusa, donde se dejan notar las corrientes, dependiendo su intensidad del coeficiente de mareas (se han registrado valores desde 0,4 m/s a 1,1 m/s), la pluma de turbidez también se ha detectado en los últimos 30-50 cm del fondo y ésta se ha desplazado como máximo, desde el punto de inyección de agua, unos 950 m. No se ha percibido alteración más allá de esa distancia desde el punto donde se encontraba el WID trabajando, ni en la columna de agua por encima de los 50 cm de fondo, es decir, no hay alteración en la media y superficie de la columna. De hecho, estos valores han quedado por debajo del blanco (una estación por encima de la Punta del Verde fuera de la zona de influencia de la obra) en la mayoría de los casos.

Por su parte, el efecto positivo de utilización del WID es que los sedimentos no se extraen del sistema, de forma que éstos siguen manteniéndose en el flujo hidrosedimentario del río, pudiendo depositarse en tramos erosivos o evitar este efecto naturalmente. De hecho, el informe realizado por la UPC, liderado por Martín Vide, establece que:

“Se seguirán haciendo dragados de mantenimiento, que reforzarán la tendencia a la incisión (efecto morfodinámico), sobre todo si el material se saca fuera del sistema.

El sistema padece un desequilibrio erosivo. Esto se basa en el descenso del lecho, al menos según la teoría morfodinámica que habría que constatar con datos, y, en segundo lugar, en la erosión de las orillas, según todas las evidencias. Sacar material de un sistema en desequilibrio erosivo es un contrasentido. Aún no parecemos ser conscientes de que el material sólido que traen los ríos es un bien escaso y será aún más escaso cuando se sientan los efectos de las presas (que retienen arenas y gravas).

Lo más lógico no es sacar el material fuera del sistema sino arrojarlo a las orillas con problemas de erosión, como se ha hecho en diciembre de 2021. Si se arroja en el mismo dominio no se debería considerar un dragado (y menos un residuo)”.

Todo ello apunta a que la mejor opción es la alternativa 2.

- **Reducción en la generación de residuos y vertidos asociados a los dragados de mantenimiento:**

Debido a la legislación vigente, la APS tiene la obligación de realizar una correcta gestión del material extraído de los dragados de mantenimiento, teniendo que ser tratados como residuos. Es por ello, que una vez que los sedimentos son vertidos en los vaciaderos, la APS debe realizar una valorización de estos sedimentos y que un gestor autorizado se encargue de los mismos.

Los materiales de dragado del río Guadalquivir se incluyen en la Lista Europea de Residuos en el Capítulo 17 correspondiente a “residuos de construcción y demolición” con los siguientes códigos:

- 170506 Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 170505 (los que contienen sustancias peligrosas).

En este sentido, la APS, como productor y poseedor inicial de esos residuos se encuentra sometida a lo dispuesto en el art. 21 de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (BOE núm. 85 de 09/04/22) que establece la obligación de:

“a) Disponer de una zona habilitada e identificada para el correcto almacenamiento de los residuos que reúna las condiciones adecuadas de higiene y seguridad mientras se encuentren en su poder. En el caso de almacenamiento de residuos peligrosos estos deberán estar protegidos de la intemperie y con sistemas de retención de vertidos y derrames.

La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a dos años cuando se destinen a valorización y a un año cuando se destinen a eliminación. [...].

Los plazos mencionados empezarán a computar desde que se inicie el depósito de residuos en el lugar de almacenamiento”.

La APS está dada de alta como entidad productora de residuos no peligrosos, en concreto los codificados como 170506, y valoriza los residuos depositados en los vaciaderos de cada campaña de dragado en el plazo de 2 años, tal y como establece la norma citada. En este sentido, como se ha referido, desde el año 2017 las arenas y lodos que se extraen del río se valorizan, siendo las cantidades de los últimos años gestionadas las siguientes:

Tabla 24. Gestión del residuo depositado en los vaciaderos de La Horcada y Butano. Fuente: Declaraciones anuales de residuos APS, 2017-2021

CÓDIGO LER	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD AÑO 2017 (m ³)	CANTIDAD AÑO 2018 (m ³)	CANTIDAD AÑO 2019 (m ³)	CANTIDAD AÑO 2020 (t)	CANTIDAD AÑO 2021 (t)
170506 Lodos de drenaje distintos de los 170505	Arena	79.332	102.300	116.318	--	--
170506 Lodos de drenaje distintos de 170505	Lodo	96.691	83.700	26.127	--	--
TOTAL		176.023	186.000	142.445	277.742	135.261

Como recoge la tabla Tabla 24 una media de 180.000 m³ en los años 2017 a 2021 han tenido que gestionarse como residuo, principalmente depositado en el vaciadero de Butano. El material fangoso, de mayor proporción en los tramos altos del río tiene peor aceptación para otro uso y debe mezclarse con otros productos para su valorización, como ya se conoce.

La no extracción del material del río, principalmente el fango de los tramos altos, que podría ser movilizad mediante la inyección de agua disminuirá la cantidad de residuo que se extrae del río y con ello las operaciones de gestión asociada, contribuyendo así al principio prioritario de reducción por el que aboga la ley de residuos.

Por otro lado, la combinación de técnicas, al propiciar un menor volumen de sedimentos extraído del sistema, haría que la proporción de material fino-fangoso que se depositaría en los vaciaderos terrestres sea menor, lo cual se traduce en sedimentos de mayor granulometría y mejora en la eficacia de la gestión, reutilización y revalorización. Igualmente, se reduciría la salida del flujo desde las cajas de agua, lo cual se traduce en menos vertidos al medio. Además, sería posible mantener la lámina de agua más tiempo y, con ello, favorecer la presencia de la avifauna asociada.

3.6.4 Aplicación del PAJ. Proceso decisorio

Aplicando el método PAJ se obtienen las siguientes matrices de importancia de los criterios obteniéndose:

Tabla 25. Matriz de importancia del criterio operatividad en la ejecución de los dragados

CRITERIO 1. OPERATIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LOS DRAGADOS		
	ALT 1	ALT 2
ALT 1	1,00	0,20
ALT 2	5,00	1,00
SUMA	6,00	1,20

Tabla 26. Matriz de importancia del criterio mantenimiento del material en el sistema

CRITERIO 2. MANTENIMIENTO DEL MATERIAL EN EL SISTEMA		
	ALT 1	ALT 2
ALT 1	1,00	0,33
ALT 2	3,00	1,00
SUMA	4,00	1,33

Tabla 27. Matriz de importancia del criterio reducción en la generación de residuos y vertidos en dragado

CRITERIO 3. REDUCCIÓN EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS Y VERTIDOS EN DRAGADOS		
	ALT 1	ALT 2
ALT 1	1,00	0,14
ALT 2	7,00	1,00
SUMA	8,00	1,14

El siguiente paso consiste, una vez determinadas las importancias tanto entre criterios como entre alternativas por cada criterio en calcular los vectores promedio. Este valor no hace más que comparar importancias de forma que cuanto más alta sea la cifra en el caso de los criterios más relevante y más peso relativo tendrá ese factor ambiental. En cuanto a las alternativas, la que obtenga un mayor valor (vector promedio) con respecto a un criterio tendrá más importancia lo cual se traduce, en este caso de estudio, en menos perjuicio para la variable ambiental. Los resultados de este paso son:

Tabla 28. Vectores promedio para cada criterio

CRITERIO AMBIENTAL	VECTOR PROMEDIO
OPERATIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LOS DRAGADOS	0,11
MANTENIMIENTO DEL MATERIAL EN EL SISTEMA	0,20
REDUCCIÓN EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS Y VERTIDOS EN DRAGADOS	0,46

Como se observa el criterio que adquiere mayor relevancia en el proceso decisorio multicriterio es el de la reducción en la generación de residuos y vertidos durante los dragados, seguido del mantenimiento del material en el sistema.

En el caso de los pesos de cada alternativa para cada criterio se obtiene:

Tabla 29. Peso relativo de alternativas para cada criterio

MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES			
	OPERATIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LOS DRAGADOS	MANTENIMIENTO DEL MATERIAL EN EL SISTEMA	REDUCCIÓN EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS Y VERTIDOS EN DRAGADOS
OPERATIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LOS DRAGADOS	1,00	0,33	0,20
MANTENIMIENTO DEL MATERIAL EN EL SISTEMA	3,00	1,00	0,33
REDUCCIÓN EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS Y VERTIDOS EN DRAGADOS	5,00	3,00	1,00

Finalmente, el último paso de obtención de la matriz de decisión final cruza todas las importancias atribuidas en cada etapa y arroja el resultado final, que debe interpretarse en el sentido de que el mayor valor será el que menos perjuicio cause sobre los factores del medio considerados en el análisis y la alternativa que obtenga el valor más bajo será la menos apta. La matriz de decisión final es:

Tabla 30. Matriz de decisión final Fuente: Elaboración propia, 2022

MATRIZ FINAL	OPERATIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LOS DRAGADOS	MANTENIMIENTO DEL MATERIAL EN EL SISTEMA	REDUCCIÓN EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS Y VERTIDOS EN DRAGADOS	TOTAL
ALT 1	0,17	0,25	0,13	0,27
ALT 2	0,83	0,75	0,88	1,23

Se han analizado todas las alternativas desde el punto de vista ambiental considerando los criterios más relevantes en el proceso de decisión multicriterio del diseño de diques resultando como la más favorable la alternativa 2 (1,23), es decir, la combinación de la draga de succión en marcha con el WID.

3.6.5 Definición de los criterios de selección para la elección de la alternativa gestión del material dragado

En este caso los criterios ambientales seleccionados para el proceso de decisión multicriterio son:

- Jerarquía de gestión residuos establecida en la normativa.
- Consonancia con el principio de economía circular y ODS.

A continuación, se explica cada uno de los criterios y se justifica la interacción con las alternativas consideradas para justificar la valoración finalmente otorgada y posteriormente su peso.

- **Jerarquía de gestión de residuos establecida en la normativa:**

El art. 8 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (BOE núm. 181 de 29/07/11) establece la jerarquía de residuos por el siguiente orden de prioridad: 1) prevención, 2) preparación para la reutilización, 3) reciclado, 4) otro tipo de valorización, incluida la valorización energética y 5) eliminación.

Las políticas europeas tienden a una producción 0 de residuos de forma que todo lo que sea aprovechable tenga una segunda vida productiva. En el caso del material que se extrae del río, al tratarse de un sedimento no contaminado, es posible dar un segundo uso, por sí mismo o mezclado con otros materiales, siendo ésta la vía más sostenible y la que tiende a los mínimos rechazos posibles.

Por su parte, la eliminación en vertedero, además de ir en contra de la jerarquía normativa comportaría dificultades técnicas y económicas por las distancias a los puntos de recepción, ya que vertederos u obras alejadas no serían rentables, a la vez que se incrementarían, debido al transporte, las emisiones de gases de efecto invernaderos, la circulación interurbana y urbana y, en general, el ruido asociado al tráfico.

- **Consonancia con el principio de economía circular:**

En relación con el anterior criterio, se define la economía circular como un modelo de producción y consumo que implica reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. De esta forma se extiende el ciclo de vida de los productos, a la vez que se tiene a una producción mínima de residuos. La posibilidad de utilizar todo o la mayor parte del dragado para otros usos se encuentra en coherencia con las políticas europeas que rigen el principio de economía circular o hacer cero (o) el excedente de desechos de una actividad.

Se ha referido que la APS históricamente ha utilizado vaciaderos terrestres localizados desde la desembocadura hasta la dársena (véase Ilustración 37), siendo una posibilidad recuperar el uso de algunos de esos vaciaderos. El efecto de esta actuación sería menor que la apertura de nuevos vaciaderos. Como efectos positivos, la nueva habilitación posibilitaría aumentar el reservorio de espacios para

segregar y almacenar el material arenoso para que la Demarcación de Costas haga uso del mismo, aunque no podrían producirse acopios de forma indefinida, sino hasta el uso siguiente del vaciadero para la gestión adaptativa de la avifauna. Tampoco tendría sentido acumular material en puntos alejados de las zonas de regeneración ya que el coste ambiental del transporte restaría viabilidad a esta alternativa (emisiones de camiones), sobre todo, cuando el volumen de material aceptable para la regeneración de playas por encima del tramo de Puntalete es muy poco relevante. De hecho, en la campaña de 2019 de un volumen total dragado de 461.199 m³ tan sólo 12.229 t del tramo de Olivillos tuvieron una granulometría adecuada para posible uso de regeneración de playas. El tramo de Olivillos se encuentra a unos 61-62 km de las playas de Sanlúcar que se han regenerado en los últimos años. En la misma línea, en la campaña de 2020 de 354.179 m³ tuvieron una D50 superior a 0,17 mm, 12.955 m³ del tramo de Olivillos y 7.361 m³ de La Lisa, este último a 51 km de las playas. Finalmente, en la campaña de 2021 de 358.881 m³ dragados se extrajeron unos 20.873 m³ de arena fina de Olivillos, Tarfía (a 44 km), La Mata (a unos 50 km de media) y La Lisa. Con estos datos, los volúmenes de arena que podrían regenerar las playas suponen en 2019 un 2,6% del total dragado, en 2020 un 3,1% y en 2021 un 5,8%.

Observando la disposición en los márgenes de los posibles vaciaderos a utilizar o reutilizar, considerando, como primera opción, los ya en uso y los incluidos en la DEUP, a saber, Los Yesos, Tarfía y La Mata, parece lógico que por proximidad el material de Olivillos y La Lisa se depositaría en La Horcada y el material de La Mata y Tarfía irían al vaciadero de La Mata. La distancia del vaciadero de La Horcada a las playas de Sanlúcar es de 48 km y el de La Mata se localiza a 37 km.

La Ilustración 37 muestra los enclaves citados y las distancias comentadas:

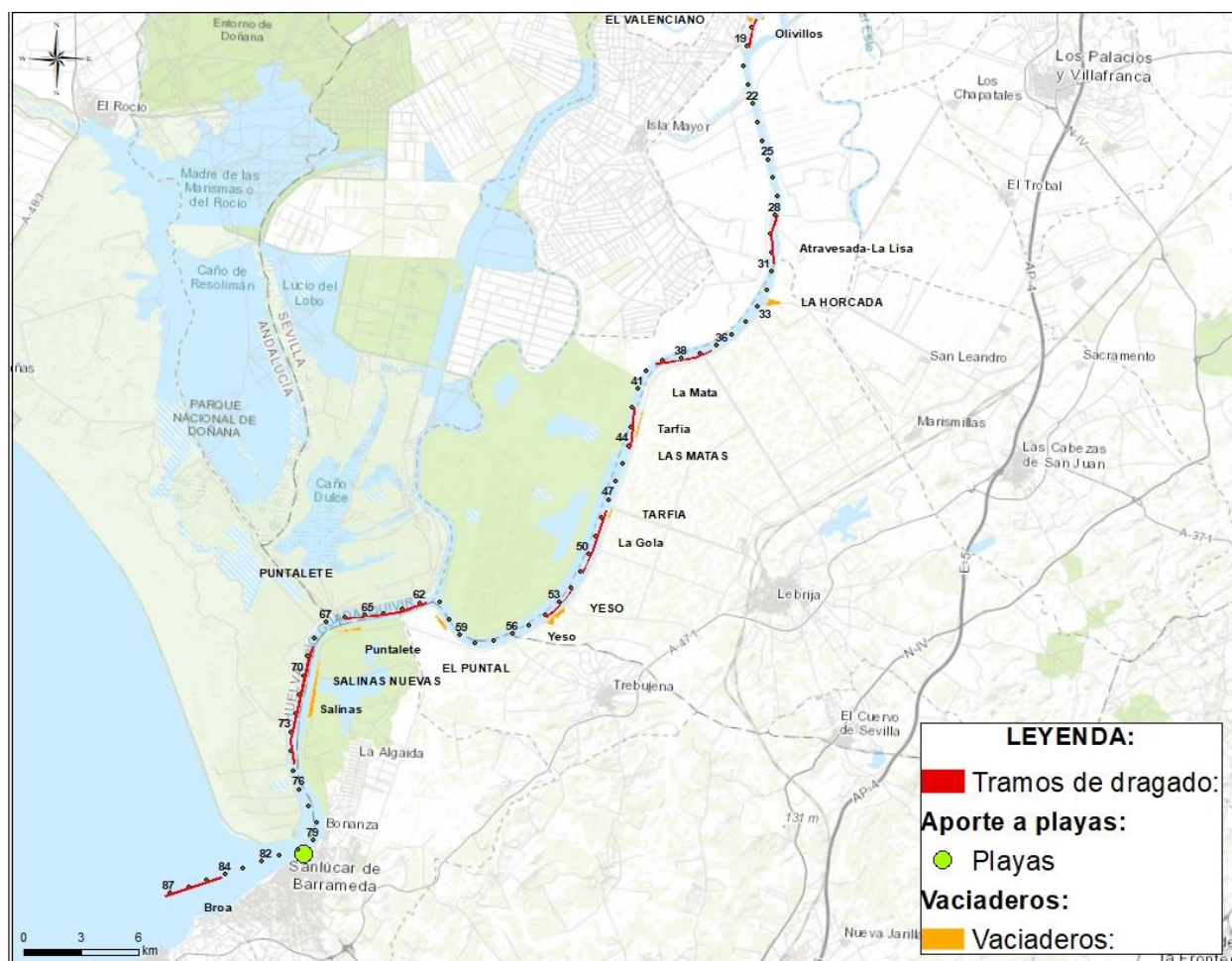


Ilustración 37. Distancias desde los tramos dragados y vaciaderos a las playas de Sanlúcar de Barrameda. Fuente: APS y Tecnoambiente. Elaboración propia, 2022.

La habilitación de otros vaciaderos haría disminuir la distancia entre el punto de dragado y los recintos, de forma que se reduciría la navegación de la draga y, por ende, las emisiones atmosféricas. En este sentido, se ha calculado que serían necesarios unos 3.000 camiones para desplazar hasta la playa unos 60.000 m³ de arena. Asimismo, se aumentarían las zonas susceptibles de ser utilizadas para la reproducción y cría de la avifauna, ampliando los humedales artificiales como alternativa a Doñana y a los cultivos del arroz en su periodo de sequía, compensando la superficie húmeda que se reduce estacionalmente.

Otros estudios de la APS se dirigen al aprovechamiento total del dragado son diversos y abren la posibilidad a nuevas líneas, a modo de ejemplo, el posible uso de parte del dragado para cerámica. Se produciría un impacto muy positivo por la reducción de residuos finales.

La opción de colocar el material dragado en fosas naturales también tendría un impacto positivo al no producirse la extracción del sistema, de forma que se distribuiría a zonas con menos hidrodinámica incluso pudiendo distribuirse a los márgenes donde la velocidad de circulación del agua es menor. Igual de positivo se muestra la regeneración de playas o márgenes erosionados, actuaciones ya ejecutadas y de las que

se conoce el resultado beneficioso, como la regeneración del margen erosivo de Doñana ejecutado en la campaña de dragado de mantenimiento de 2021. La reubicación en vaciadero marino no sería ventajosa, pero debe considerarse este destino para el dragado que no resulte apto para ninguno de los usos prioritarios citados anteriormente, por ejemplo, por alto contenido en bioclastos, gravas o sedimentos demasiado fino.

3.6.6 Aplicación del PAJ. Proceso decisorio

Aplicando el método PAJ se obtienen las siguientes matrices de importancia de los criterios obteniéndose:

Tabla 31. Matriz de importancia del criterio jerarquía de residuos establecida en la normativa

CRITERIO 1. JERARQUÍA DE GESTIÓN DE RESIDUOS ESTABLECIDA EN LA NORMATIVA		
	ALT 1	ALT 2
ALT 1	1,00	0,11
ALT 2	9,00	1,00
ALT3	9,00	1,00
SUMA	10,00	1,11

Tabla 32. Matriz de importancia del criterio consonancia con el principio de economía circular

CRITERIO 2. CONSONANCIA CON EL PRINCIPIO DE ECONOMÍA CIRCULAR		
	ALT 1	ALT 2
ALT 1	1,00	0,11
ALT 2	9,00	1,00
ALT3	9,00	1,00
SUMA	10,00	1,11

El siguiente paso consiste, una vez determinadas las importancias tanto entre criterios como entre alternativas por cada criterio en calcular los vectores promedio. Este valor no hace más que comparar importancias de forma que cuanto más alta sea la cifra en el caso de los criterios más relevante y más peso relativo tendrá ese factor ambiental. En cuanto a las alternativas, la que obtenga un mayor valor (vector promedio) con respecto a un criterio tendrá más importancia lo cual se traduce, en este caso de estudio, en menos perjuicio para la variable ambiental. Los resultados de este paso son:

Tabla 33. Vectores promedio para cada criterio

CRITERIO AMBIENTAL	VECTOR PROMEDIO
JERARQUÍA DE GESTIÓN DE RESIDUOS ESTABLECIDA EN LA NORMATIVA	0,75
CONSONANCIA CON EL PRINCIPIO DE ECONOMÍA CIRCULAR	0,25

Como se observa el criterio que adquiere mayor relevancia en el proceso decisorio multicriterio es el de jerarquía de gestión de residuos establecida en la normativa.

En el caso de los pesos de cada alternativa para cada criterio se obtiene:

Tabla 34. Peso relativo de alternativas para cada criterio

MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES		
	JERARQUÍA DE GESTIÓN DE RESIDUOS ESTABLECIDA EN LA NORMATIVA	CONSONANCIA CON EL PRINCIPIO DE ECONOMÍA CIRCULAR
JERARQUÍA DE GESTIÓN DE RESIDUOS ESTABLECIDA EN LA NORMATIVA	1,00	3,00
CONSONANCIA CON EL PRINCIPIO DE ECONOMÍA CIRCULAR	0,33	1,00

Finalmente, el último paso de obtención de la matriz de decisión final cruza todas las importancias atribuidas en cada etapa y arroja el resultado final, que debe interpretarse en el sentido de que el mayor valor será el que menos perjuicio cause sobre los factores del medio considerados en el análisis y la alternativa que obtenga el valor más bajo será la menos apta. La matriz de decisión final es:

Tabla 35. Matriz de decisión final. Elaboración propia, 2022.

MATRIZ FINAL	JERARQUÍA DE RESIDUOS ESTABLECIDA EN LA NORMATIVA	CONSONANCIA CON EL PRINCIPIO DE ECONOMÍA CIRCULAR	TOTAL
ALT 1	0,10	0,10	0,13
ALT 2	0,90	0,90	1,14
ALT 3	0,90	0,90	1,14

Se han analizado todas las alternativas desde el punto de vista ambiental considerando los criterios más relevantes en el proceso de decisión multicriterio de la gestión del material dragado resultando como las más favorables las alternativas 2 y 3, ambas con la misma valoración al ser ventajosas por proponer reutilización del sedimento dragado y mantenimiento en el sistema, salvo en casos concreto de no cumplimiento de los criterios mínimos de aceptabilidad impuestos para los distintos usos.

La gestión defendida por las alternativas 2 y 3 está mostrando unos resultados muy positivos, como es el caso de la gestión adaptativa de vaciaderos para su uso por la avifauna y que ha dado lugar a que la APS haya sido galardonada en 2020 con el Premio Medio Ambiente, o la regeneración de las playas de Sanlúcar de Barrameda o de un margen erosivo en Doñana.

La opción menos ventajosa sería la eliminación en vertedero, ya que no se produciría una reutilización del material dragado ni eficiencia en la gestión.

4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Como se ha expuesto en el Apdo. 1.1.1, la APS está tramitando un proyecto dirigido a mejorar la navegación en el Guadalquivir que comprende los dragados de mantenimiento, la gestión del material y el estudio de otras posibles técnicas o métodos que optimicen la operativa, tales como, nuevas técnicas de dragado, depósito en fosas o propuesta de paradas intermedias. Este planteamiento obedece a que el puerto, atendiendo a las obligaciones establecidas por Ley, tiene que garantizar el desarrollo de la actividad a la que representa y en condiciones seguras, esto es, tiene que mantener calados y ello se traduce en realización de dragados periódicos.

La evaluación ambiental evalúa todas las actuaciones planteadas, pero además el EsIA incorpora una medida de acompañamiento importante consistente en la restauración o estabilización de ciertos tramos de márgenes del río a lo largo de los 4 años a los que dará cobertura la DIA, siempre y cuando se alcance el necesario acuerdo entre las administraciones implicadas y con cierta responsabilidad en el grado actual de deterioro de las orillas fluviales.

4.1 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

Como se ha indicado en los apartados anteriores, la APS tiene por objetivo mantener las condiciones actuales de operatividad y maniobrabilidad que la Eurovía E.60.02 ofrece, evitando la aparición de trastornos graves que conlleven retrasos en la navegación y perjuicios sobre los clientes del puerto debido a aterramientos en la canal de navegación. Para ello, se plantea este proyecto que tiene por objeto realizar un conjunto de actuaciones que mejoren la navegabilidad a través de la canal estableciendo los siguientes objetivos:

- Optimización de la canal mediante la modelización de las condiciones hidrodinámicas e interacción buque-agua, programación de operaciones o mejoras tecnológicas de las ayudas a la navegación, fundamentalmente basado en el incremento del conocimiento del medio, la innovación y el desarrollo de herramientas tecnológicas que permitan un aprovechamiento óptimo de los calados que ofrece la canal, sin realizar ningún tipo de profundización sobre la cota teórica de la misma.
- Realización de las labores necesarias para paliar los efectos de la sedimentación que tiene lugar en la canal y que supone pérdidas de calado. Para ello se deben diseñar las operaciones de dragado periódicas que extraigan el exceso de material sedimentado en aquellas zonas donde la cota de la rasante de la canal haya variado disminuyendo el calado.
- Gestión correcta de los materiales de dragado. Dado que las operaciones necesarias para el mantenimiento de calados generan importantes volúmenes de material sedimentario, se considera imprescindible la proposición de soluciones sostenibles de tratamiento de los mismos, dando continuidad a las experiencias realizadas por la APS en los vaciaderos terrestres mediante la creación de hábitats para la avifauna o la regeneración de márgenes.

Con tal motivo, se redacta el Proyecto Básico que acompaña a este EslA, con el que se propone plantear alternativas a través del uso de recursos ecosistémicos del Estuario del Guadalquivir para mejorar y optimizar la operativa portuaria.

El proyecto tiene una fuerte componente científica, ya que se apoya en un aumento del conocimiento del estuario a partir de estudios realizados previamente por grupos científicos de universidades como la Universidad de Sevilla, la Universidad de Málaga, la Universidad de Huelva, la Universidad de Cádiz o el CSIC y, por otros estudios puestos en marcha durante el desarrollo de este proyecto como es el Modelo Erosión-Sedimentación que el Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (IH Cantabria) está realizando. A partir de todos ellos se ha planteado una gestión integral, en tiempo, lugar y magnitud, de las operaciones diseñadas, que se recogen en el Anejo nº 9. Planificación de las actuaciones del Proyecto Básico.

La consecución de los objetivos planteados se define a partir de la premisa de no realizar modificaciones sobre la cota de la rasante de la canal, de forma que en ningún caso se propone una profundización de la misma a lo largo de las soluciones propuestas en este proyecto. Se trata de un cambio de modelo en el que se implementan las actividades de mantenimiento de la actividad portuaria llevadas a cabo hasta el momento, introduciendo mejoras que las optimizarían.

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto se divide en una serie de actuaciones que se describen a continuación:

4.2.1 Análisis de la navegación

En el marco del presente proyecto se está desarrollando un estudio específico de maniobrabilidad, cuyo objetivo es mejorar las estrategias de navegación actuales para obtener el máximo rendimiento posible de la ría y poder incrementar las dimensiones y calados de los buques que acceden al Puerto de Sevilla.

La operativa de entrada y salida al Puerto de Sevilla está totalmente condicionada por las cotas de la rasante del canal de navegación, así como de los ciclos mareales. Con este proyecto se pretende seguir aumentando el conocimiento de las variables que rigen el sistema fluvial, con el objetivo de mejorar la capacidad de adaptación del puerto a las dimensiones de los buques, de modo que la competitividad del puerto no se vea mermada por las condiciones de entrada y salida.

Buque tipo actual y requerimientos

Actualmente, se aplican las condiciones generales de acceso (las habituales sin que requiera permisos especiales ni ayuda por parte de los remolcadores del puerto) que se indican en la Tabla 36 a los buques cuyas dimensiones **máximas** sean las siguientes:

- Eslora máxima: 160 metros
- Manga máxima: 25 metros
- DWT máximo: 30.000 t

- Calado aéreo máximo: 42 metros
- Calados: ver los indicados, teniendo en cuenta los coeficientes de marea, en la Tabla 36.

También se le aplican estas condiciones generales a los buques que superan estas dimensiones, pero que disponen de medios propios suficientes para la realización y culminación de las maniobras.

Tabla 36. Condiciones generales de acceso y salida del Puerto de Sevilla. Fuente: APS

COEFICIENTES DE MAREA		CALADO BUQUE ENTRADA (AGUA DULCE)	CALADO BUQUE SALIDA (AGUA DULCE)
30	75	7.00	6.40
76	95	7.10	6.30
96	120	7.20	6.20

No obstante, hay buques de mayores dimensiones que pueden acceder, pero con una serie de condiciones. Se entiende como buque de grandes dimensiones a efectos de la actual regulación, a aquéllos que no cuentan con ayudas propias extraordinarias suficientes para la realización y culminación de una maniobra diferente a aquéllas que se puedan realizar en mar abierto. Además, son buques que tienen más de 160 metros de eslora o más de 25 metros de manga. Este tipo de buques deben acceder a la esclusa Puerta del Mar y realizar las maniobras de atraque/desatraque con la asistencia de un remolcador con capacidad de tiro omnidireccional, bollard pull de al menos 45 Tm y cabo de remolque propio y de otro segundo remolcador de tipo convencional con un bollard pull de al menos 35 Tm. Estos buques de grandes dimensiones en ningún caso podrán superar las siguientes dimensiones:

- Eslora máxima: 190 metros
- Manga máxima: 30 metros
- DWT máximo: 40.000 t
- Calado aéreo máximo: 42 metros

Y para estos buques las condiciones actuales de entrada y salida son las indicadas en la Tabla 37.

Tabla 37. Condiciones generales de acceso y salida (directa) de buques de grandes dimensiones al Puerto de Sevilla. Fuente: APS.

COEFICIENTES DE MAREA		CALADO BUQUE ENTRADA (AGUA DULCE)	CALADO BUQUE SALIDA (AGUA DULCE)
30	50	6.70	6.40
51	75	6.90	6.40
76	95	6.90	6.30
96	120	6.90	6.20

Además, cabe señalar que para los buques que superen los 180 metros de eslora y los 28 metros de manga, o cuando el buque tenga un calado de entrada superior a los reflejados en la Tabla 37, y hasta el máximo de la escala general en vigor, deberán solicitar autorización previa a la APS que, viendo las características del buque, establecerá las condiciones exigibles para permitir la entrada a puerto o denegar su acceso.

Hay que puntualizar que, para los buques con calados de salida superiores a 6,4 metros, se deberán realizar las maniobras de salida con doble marea, es decir, que estos buques deberán navegar a velocidad reducida o fondear en el río a la espera de la siguiente marea creciente, la cual les permitirá realizar con seguridad el resto de la maniobra de salida hasta el mar. Más adelante se expone y explica cómo se produce la navegación en la actualidad en el río.

Para la operativa de salida en doble marea, el calado máximo autorizado es el que se muestra en la Tabla 38.

Tabla 38. Condiciones especiales de salida con doble marea al Puerto de Sevilla. Fuente: APS.

COEFICIENTES DE MAREA		CALADO BUQUE SALIDA EN DOBLE MAREA (AGUA DULCE)
30	75	6.80
76	95	6.90
96	120	7.00

Evolución de la capacidad de carga de los buques que acceden al Puerto de Sevilla

Las dimensiones de los buques que utilizan el Puerto de Sevilla han ido creciendo en los últimos 30 años, En la siguiente figura (Ilustración 38) se muestran los tamaños medios de los buques entre el periodo de 1990 y el 2020, como se aprecia en la imagen, la tendencia es totalmente al alza.

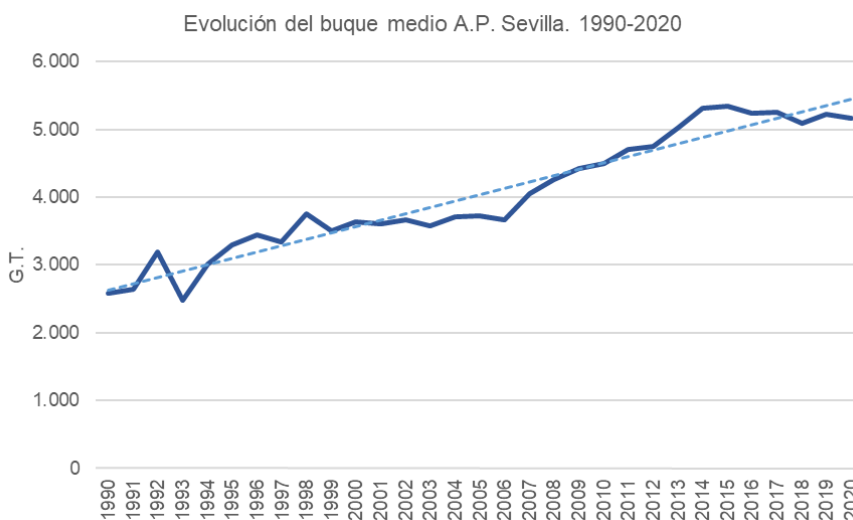


Ilustración 38. Evolución del tamaño del buque medio en el Puerto de Sevilla. Fuente: Autoridad Portuaria de Sevilla.

Este incremento del tamaño medio de los buques experimentado por el Puerto de Sevilla responde a la tendencia del mercado marítimo mundial, en el que a lo largo de los últimos 30 años el tamaño medio de los buques de la flota mundial ha registrado un incremento muy señalado, especialmente localizado en el gigantismo mostrado por los buques portacontenedores y gaseros. De manera más concreta, analizando la flota mundial entre los años 1990 y 2020, en términos promedios del total de buques mercantes, éstos han experimentado un incremento de tamaño medio del 118%, valor que se corresponde también con la tendencia seguida por los tráficos de buques mercantes del Puerto de Sevilla.

Tabla 39. Evolución del número de buques, arqueo bruto acumulado y tamaño medio de la flota mundial de buques mercantes entre los años 1990 y 2020. Fuente: Asociación de Navieros Españoles (ANAVE) a partir de datos de IHS Markit – World Fleet Statistics

Tipo de buque	1990			2020			Diferencia 2020-1990
	Nº buques	Arqueo acumulado	Tamaño medio	Nº buques	Arqueo acumulado	Tamaño medio	
Petroleros	6.900	154.500.000	22.391	8.800	287.500.000	32.670	45,9%
Gaseros	800	10.600.000	13.250	2.100	82.300.000	39.190	195,8%
Graneleros	4.800	113.400.000	23.625	12.200	473.800.000	38.836	64,4%
Carga General	19.700	72.700.000	3.690	16.600	64.800.000	3.904	5,8%
Portacontenedores	1.200	23.900.000	19.917	5.300	246.900.000	46.585	133,9%
Otros mercantes	6.800	23.500.000	3.456	16.300	169.300.000	10.387	200,5%
Total Buques Mercantes	40.200	398.600.000	9.915	61.200	1.324.700.000	21.645	118,3%

4.2.2 Navegación a lo largo de la Eurovía:

En la situación de entrada de un buque al puerto de Sevilla, la navegación por la ría del Guadalquivir se inicia en el fondeadero de “El Perro” (ver Ilustración 39), situado en la bocana de entrada del estuario. En esta zona, el buque debe embarcar a un práctico para poder iniciar la navegación por el canal. Por razones de seguridad, los buques deben llegar a Bonanza (Sanlúcar de Barrameda) antes de la pleamar ya que de esta manera pueden aprovechar la marea durante sus casi 90 Km de recorrido hacia el puerto.

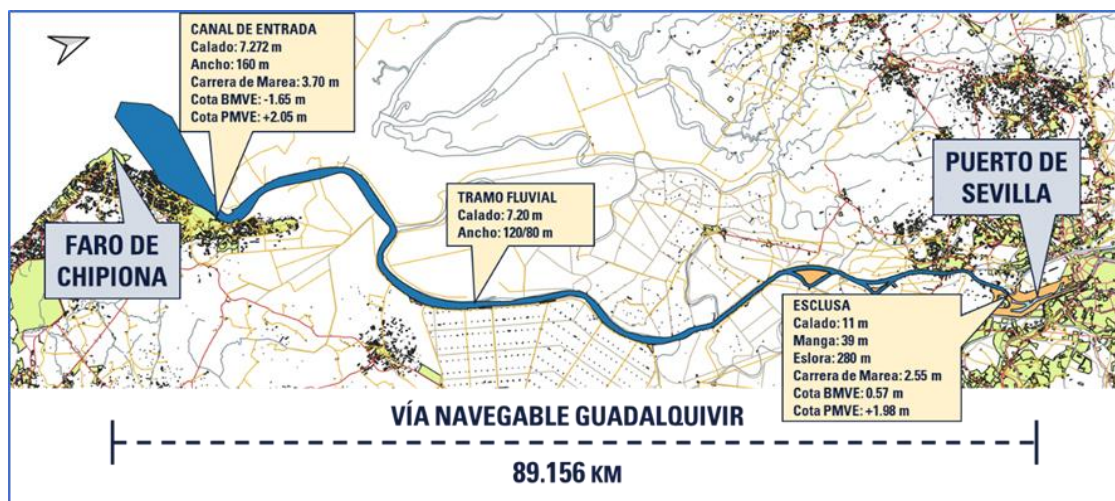


Ilustración 39. Características de la Eurovía E.60.02 Guadalquivir. Fuente: Elaboración propia

El tiempo estimado de navegación por la ría se sitúa en unas 5 horas, mientras que la pleamar se estima que tarda unas 3 horas en remontar el Guadalquivir, a una velocidad de 13 nudos. Es por ello por lo que los buques, principalmente aquellos de mayor calado, comienzan la operativa a través del canal antes de la pleamar. Este hecho es significativo en aquellos buques que tengan un calado superior a 5.20 m, ya que, con la duración del recorrido, llegarían a la esclusa con la pleamar en esa zona.

A lo largo de la ría se han establecido varias limitaciones de velocidad de los buques. No hay límite entre Bonanza y la Corta de los Jerónimos, zona favorecida por una corriente de 11/2 nudos, sin embargo, la velocidad se limita a 10 nudos a partir de “El Mármol” hasta la Antesclusa.

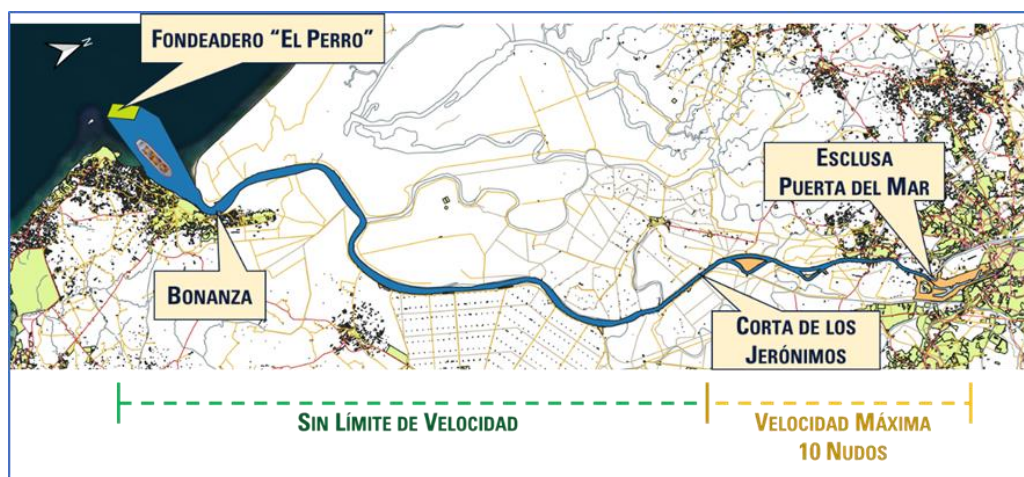


Ilustración 40. Limitación de velocidad a lo largo de la Eurovía E.60.02 Guadalquivir. Fuente: Elaboración propia

En las operaciones de salida de los buques desde el puerto, es conveniente que éstos hayan cruzado la esclusa a la hora de la pleamar en Bonanza, correspondiente a la media marea creciente en la Antesclusa

aproximadamente. De esta manera, el buque que navega hacia aguas abajo se aprovecha de la crecida de la marea a lo largo de la ría.

Buques de diseño

A continuación, se resumen las características de los buques de diseño considerados en el estudio de maniobrabilidad. Se han seleccionado cinco buques de diseño, correspondientes a los tipos de buque más habituales que operan en el río: un granelero, dos portacontenedores, uno de carga general y un crucero.

Ilustración 41. Buques de diseño. Fuente: Siport21

	EMMA OLDENDORF	HEINRICH SCHEPERS	DORIS SCHEPERS	HAPPY DOVER	VIKING SUN
Tipo	Granelero	Portacontenedor		Heavy lift	Crucero
Ltot (m)	180.0	151.7	140.6	157	228.3
Lpp (m)	171.5	139.5	131	147.7	195.5
B (m)	30.0	23.4	21.8	25.6	28.8
TPM	38000.0	13000	9300	17500	4800
T diseño (m)	10.5	8	7.3	10.3	6.7
C _B	0.8	0.7			0.6

4.2.2.1 Atraque de espera

El atraque de espera propuesto se ubicaría en la Fosa 6, aproximadamente a la altura del PK 57.

La estructura de atraque consiste en un muelle continuo pilotado de 110,50 m de longitud, con cota de coronación a la +8,75 m, dotado de 8 sistemas de defensas dobles y el mismo número de bolardos, de 100 t, que actuará como elemento de atraque y amarre, y dos duques de alba, también pilotados, con coronación a la +7,00 m y dotados de un bolardo de 100 t cada uno.

Cada sistema de defensas se compone de 2 defensas separadas verticalmente 4,5 m entre ejes y unidas a escudos de 8,5 m de alto y 5,5 m de ancho. Estas defensas irán situadas a lo largo de la viga cantil del muelle, con una separación entre unidades de entre 15 y 17,25 m.

El muelle se cimentará sobre 60 pilotes metálicos de 1,6 m de diámetro, hincados hasta la cota -30 m y distribuidos homogéneamente en una malla de 15 x 4. Los duques de alba se cimentarán sobre 4 pilotes de 1,0 m de diámetro hincados también a la cota -30.

4.2.2.2 Métodos de dragado de mantenimiento

Succión en marcha

Las labores periódicas de extracción de material seguirán siendo necesarias, en tanto que las condiciones de contorno de la cuenca no cambiarán. Los dragados de mantenimiento se producen con una frecuencia anual. El material que se extrae cada ciclo de trabajo es exclusivamente el depositado tras el anterior dragado de mantenimiento, garantizándose calados seguros para la navegación.

En los últimos años (2011-2022) la técnica de dragado que se utiliza en el Guadalquivir es la de succión en marcha. Esta técnica consiste en una draga hidráulica que aspira el material depositado en el fondo a través de una tubería que remata en un cabezal de succión. A su vez, una bomba de dragado centrífuga pone en suspensión el material suelto y el agua, de tal forma que la tubería aspira esta mezcla mientras la embarcación está en movimiento. Esta mezcla es almacenada en la propia embarcación, en su cántara, siendo impulsada hacia las zonas de vaciaderos una vez esté llena.

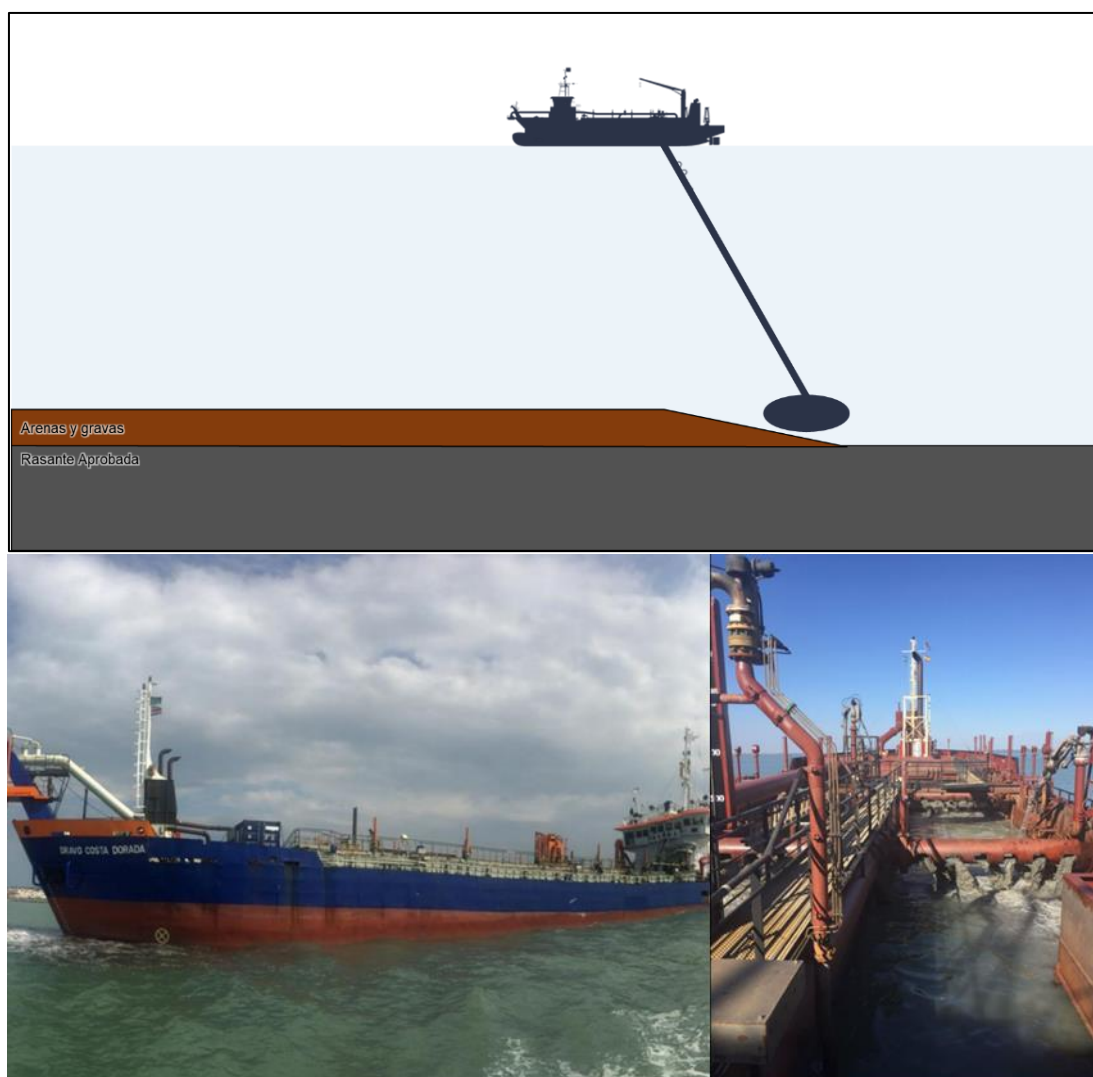


Ilustración 42. Operativa de la draga de succión en marcha. Fuente: Tecnoambiente

La ventaja de este tipo de dragado es que el material puede transportarse y depositarse a grandes distancias. En el caso del Puerto de Sevilla la descarga se produce por tuberías a los vaciaderos terrestres, principalmente en las últimas campañas, a Butano.



Ilustración 43. Vertido al vaciadero de Butano en la campaña 2021/22. Fuente: Tecnoambiente, 2022.

No se draga a lo largo de todo el río, sino en aquellos tramos que se aterran y que suelen ser recurrentes. Los tramos que se dragan con mayor asiduidad son:

Tabla 40. Características de los tramos que son dragados con recurrencia. Fuente: APS

N	DESIGNACIÓN	LONGITUD (m)	PK INICIAL	PK FINAL	ANCHO SOLERA (m)	COTA SOLERA (0 PUERTO)	COTA SOLERA (NMMA)	VOL. DRAGADO 2019 (m ³)	GRANUL. PREDOM.
1A	ANTESCLUSA	835	0+000	0+835	Variable	-7,00	-7,57	143.363	Finos
1	LAS HUERTAS	3.165	0+835	4+000	60	-6,50	-7,07	83.823	Finos
2	CORIA DEL RIO-ISLETA	5.600	6+400	12+000	60	-6,50	-7,07	60.174	Finos
3	BOCA SUR ISLETA	1.800	12+600	14+400	60	-6,50	-7,07	15.704	Arenas finas
4	OLIVILLOS	1.400	17+600	19+000	60	-6,50	-7,07, -7,10	11.159	Arenas finas
5	LA LISA	2.600	28+000	30+600	60	-6,50	-7,10, -7,21	8.506	Arenas finas
6	LA MATA	2.700	36+600	39+300	60	-6,50	-7,21, -7,33	-	Finos
7	TARFÍA	2.100	42+000	44+100	60	-6,50	-7,33, -7,39	-	Arenas finas
8	LA GOLA	3.400	47+600	51+000	60	-6,50	-7,39, -7,45	-	Arenas finas
9	EL YESO	2.000	52+000	54+000	60	-6,50	-7,45	55.767	Finos
10	PUNTALETE	4.400	61+700	66+100	60	-6,50	-7,45, -7,58	3.685	Arenas finas
11	SALINAS	6.000	68+700	74+700	60	-6,50	-7,58, -7,67	38.123	Arenas finas
12	SANLÚCAR	1.300	76+300	77+600	60	-6,50	-7,67	-	Arenas medias/grava
13	BROA	2.948	84+600	87+548	100	-7,00	-8,17, -8,54	55.767	Arenas medias

Esta técnica de dragado basa gran parte de su eficiencia en la granulometría del sedimento a retirar del fondo, teniendo muchos mejores rendimientos con arenas y gravas que con limos.

Auxiliariamente para nivelar el fondo se utiliza un plough que consiste en la utilización de una embarcación equipada con un arado que sirve para regularizar el lecho de la zona de operaciones. La operativa consiste en bajar la rastra de fondo hasta la cota requerida, de modo que, con el avance de la embarcación, el arado nivela el lecho arrastrando sedimentos hacia otras zonas en las que hay una mayor profundidad. Esta técnica complementa la succión en tramos donde las pérdidas de calado son de unos 10 o 20 cm y no es eficiente el dragado de succión.

A lo largo de la Eurovía existen diferentes zonas granulométricas diferentes, por lo que es necesario acotar aquellas zonas en las que la succión en marcha es la técnica idónea y aquellos otros tramos que serían susceptibles de mejorar los rendimientos de dragado mediante la complementación de esta técnica con otras. Asimismo, el volumen de material que debe ser retirado también tiene mucha relevancia a la hora de escoger tipología de dragado y equipo.

El material de los tramos bajos se utiliza desde 2015 en la regeneración de playas de Sanlúcar de Barrameda, y en la última campaña de dragado (2021/22) en una orilla erosiva de la margen derecha de Doñana, siendo el material es propulsado a la zona de playa seca mediante tubería. Cuando alguna carga no es apta para regeneración (normalmente por alto contenido en limos), se vierte en vaciadero marino mediante apertura de fondo.

La eficacia y resultados del dragado de succión en marcha se conocen y son perfectamente trazables por las vigilancias ejecutadas a lo largo de los años. Su aplicación da como resultado una necesidad de dragado casi anual de la canal, de forma que se mantenga la rasante de cada tramo, sin profundizar, asegurando calados seguros para la navegación.

Water injection dredging (WID)

El WID se trata de una técnica de dragado novedosa para la retirada de sedimentos en zonas portuarias y vías navegables. Consiste en fluidificar las capas de sedimentos de granulometría fina con la impulsión de agua a gran presión, de tal manera que las corrientes que se crean con los sedimentos se desplazan hacia otras zonas. En diversas ocasiones, esta técnica se complementa con dispositivos comúnmente conocidos como trampas de arena, de modo que las corrientes con los sedimentos fluidificados se desplazan hacia zonas en las que se encuentran estos sistemas y se reduce el nivel de finos en suspensión.

Esta técnica es efectiva en zonas en las que la granulometría de los sedimentos sea fina, de esta forma puedan generar capas cohesivas que sean tengan la capacidad suficiente para desplazarse horizontalmente. Esta modalidad no es efectiva en sedimentos de mayor tamaño debido a que no se adhieren unos a otros debido a su densidad de tal manera que, al aplicar el chorro de agua lo único que se produce un desplazamiento de los sedimentos hacia zonas cercanas.

Esta técnica se lleva a cabo mediante el uso de una embarcación dotada con bombas de agua para la presurización de flujos de agua. Esta posee un brazo con un cabezal, con una longitud de entre cinco (5)

y diez (10) m, con inyectores. De esta manera, la operativa se realiza bajando el cabezal en la masa de agua hasta las proximidades del fondo y se va fluidificando las capas de sedimento mientras la embarcación se va moviendo. Estas masas formadas por la mezcla de sedimentos y agua se desplazan horizontalmente, de forma que o se depositan a una distancia de la zona de operación o, por el contrario, estos flujos pasan por trampas de sedimentos, reduciéndose la densidad de estas capas.

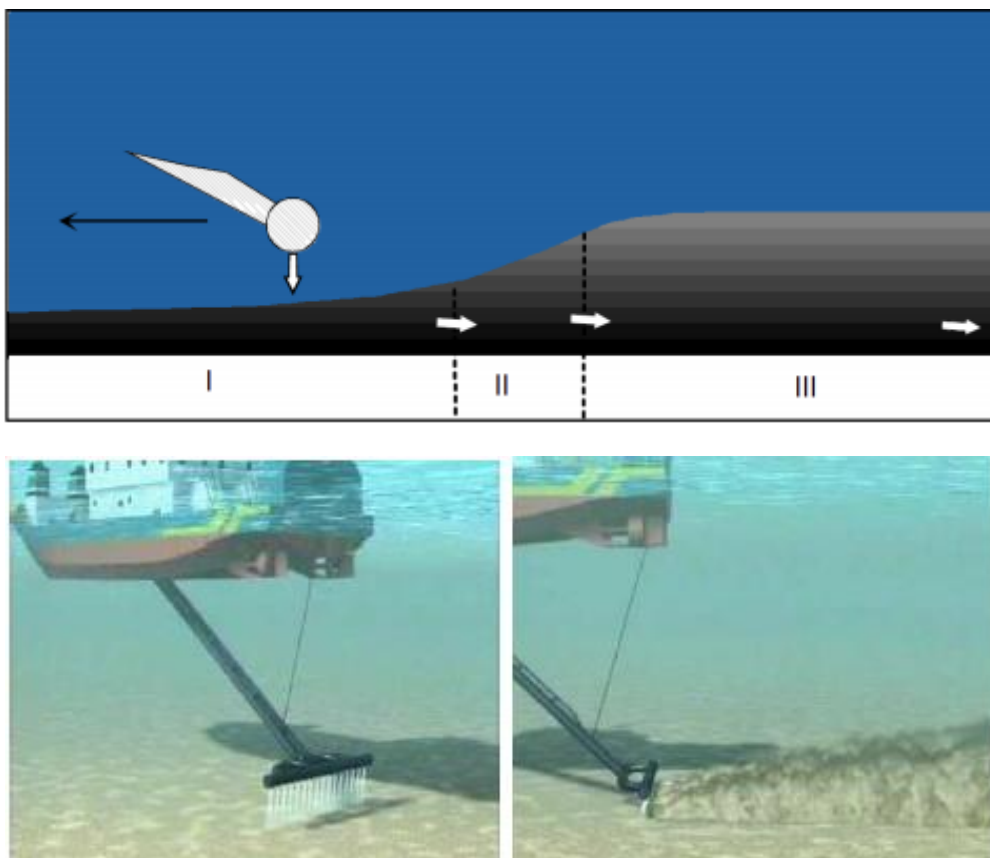


Ilustración 44. Proceso de dragado WID. Fuente: Delft-Van Oord.

Experiencias ya realizadas en puertos europeos, como el de Rotterdam, han proporcionado resultados satisfactorios, de tal manera que se ha reducido la sedimentación, reduciendo la huella de carbono asociada a las operaciones de dragado de mantenimiento que se realizan de manera convencional.

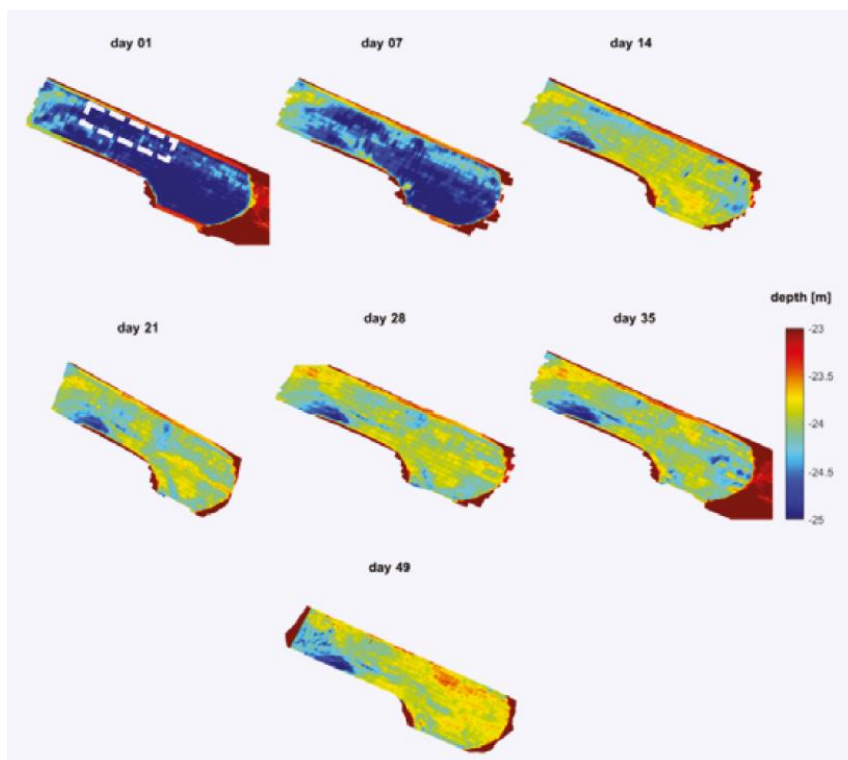


Ilustración 45. Ejemplo de evolución de la batimetría en una zona de aplicación del WID. Fuente: Water Injection Dredging and fluid mud trapping pilot in the Port of Rotterdam

El tipo de material presente en cada tramo determinará la posibilidad de utilizar una técnica u otra de dragado. En inicio, las caracterizaciones de sedimentos ejecutadas en el Guadalquivir y el control granulométrico efectuado durante las vigilancias han permitido obtener un buen conocimiento de la distribución del material en función del tamaño de grano. Así, el material más grueso se deposita en los tramos bajos y el fino aguas arriba, a partir de Olivillos. Con base en este conocimiento los métodos de dragado a aplicar en cada tramo serían los siguientes:

Tabla 41. Características de los tramos que son dragados con recurrencia y posibles métodos de dragado. Fuente: APS y UTE, 2022.

N	DESIGNACIÓN	LONGITUD (m)	PK INICIAL	PK FINAL	GRANUL. PREDOMINANTE	SUCCIÓN EN MARCHA	WID
1A	ANTESCLUS A	835	0+000	0+835	Finos	X	X
1	LAS HUERTAS	3.165	0+835	4+000	Finos	X	X
2	CORIA DEL RIO-ISLETA	5.600	6+400	12+000	Finos	X	X
3	BOCA SUR ISLETA	1.800	12+600	14+400	Arenas finas	X	
4	OLIVILLOS	1.400	17+600	19+000	Arenas finas	X	
5	LA LISA	2.600	28+000	30+600	Arenas finas	X	
6	LA MATA	2.700	36+600	39+300	Finos	X	X
7	TARFÍA	2.100	42+000	44+100	Arenas finas	X	

N	DESIGNACIÓN	LONGITUD (m)	PK INICIAL	PK FINAL	GRANUL. PREDOMINANTE	SUCCIÓN EN MARCHA	WID
8	LA GOLA	3.400	47+600	51+000	Arenas finas	X	
9	EL YESO	2.000	52+000	54+000	Finos	X	X
10	PUNTALETE	4.400	61+700	66+100	Arenas finas	X	
11	SALINAS	6.000	68+700	74+700	Arenas finas	X	
12	SANLÚCAR	1.300	76+300	77+600	Arenas medias/grava	X	
13	BROA	2.948	84+600	87+548	Arenas medias	X	

Por el tamaño de grano y morfología, los tramos de Antesclusa y Las Huertas serían aptos para el uso de la técnica WID y todos para la succión en marcha. Esta combinación de técnicas puede permitir la disminución de la frecuencia de los dragados de mantenimiento, teniendo en cuenta que los tramos altos de lo río son los que más sedimento acumulan. El WID podría aplicarse varias veces al año en Antesclusa y, si procede, Huertas, restituyéndose esos calados. Se sondarían periódicamente el resto de los tramos para controlar los procesos de sedimentación y poder espaciar las operaciones de extracción, a ser posible con frecuencia bianual o cada año y medio. Todo ello dependerá del año hidrológico, la necesidad de apertura de las presas y el transporte de material de la cuenca media del río.

4.2.2.3 Vaciaderos

Actualmente, las campañas de dragado usan 2 vaciaderos terrestres (Butano y La Horcada) y un vaciadero marino. Este último sirve para verter el material retirado en los tramos más próximos a la desembocadura y que no se ha estimado válido para su utilización en la regeneración de las playas o márgenes erosivos. Los vaciaderos terrestres están distribuidos a lo largo de la canal, de tal manera que en ellos se vierte el material procedente de las labores de mantenimiento que se estén desarrollando en los tramos más próximos a los mismos.

Tabla 42. Destinos del material dragado desde 2011. Fuente APS. Elaboración propia, 2021.

Anualidad de dragado	Destino a vaciadero marino (m ³)	Destino a vaciadero terrestre (m ³)	Destino aporte a playas (m ³)	Doñana
2011	250.945	214.514	0	-
2013	485.072	272.510	0	-
2015	267.870	249.726	62.689	-
2016	570	242.293	55.108	-
2017	0	220.195	40.200	-
2019	16.041	333.158	112000	-
2020	5.677	305.539	43.017	-
2021	21.417	275.464	-	62.000

En el año 2011 un 53,9% del material dragado fue vertido en el vaciadero marino y el resto en los terrestres. En el 2016 el vertido al mar es del 0,2% y un 18,5% se destina a la regeneración de playas, desde esa fecha el depósito en playa va ganado terreno al vertido en mar.

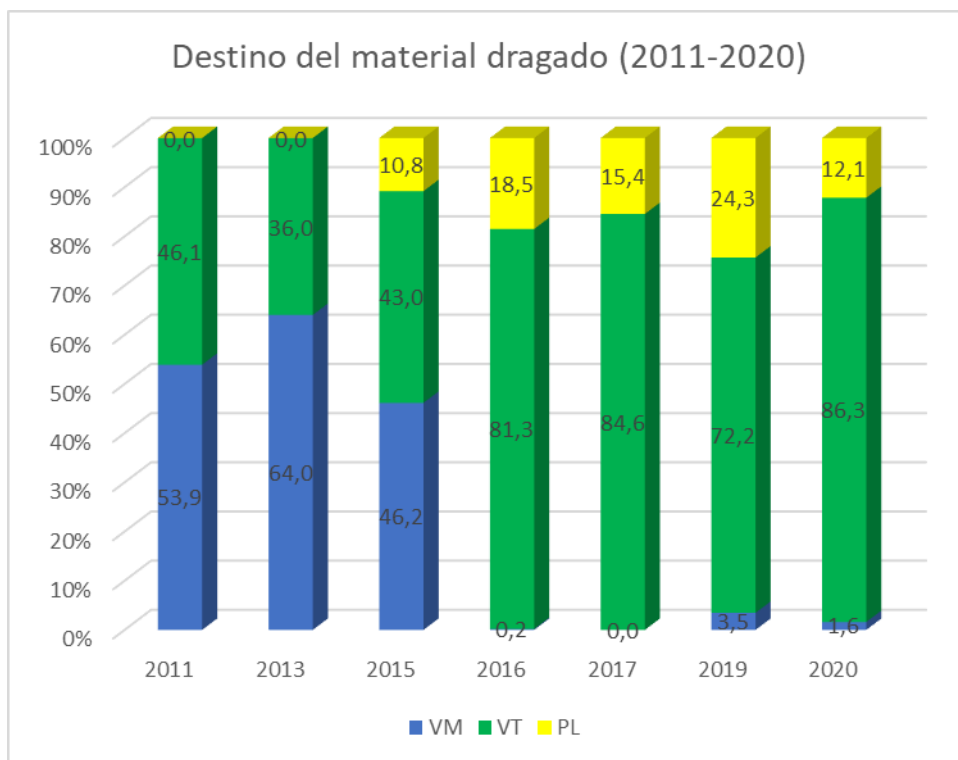


Ilustración 46. Comparación por años del destino del material dragado en los mantenimientos en el Guadalquivir.

Fuente: APS. Elaboración propia, 2021.

4.2.2.3.1 Vaciaderos terrestres

Los vaciaderos terrestres han servido como depósito de material dragado desde la construcción de la esclusa y en dragados anteriores. Los que se han utilizado para este fin en algún momento son los siguientes:

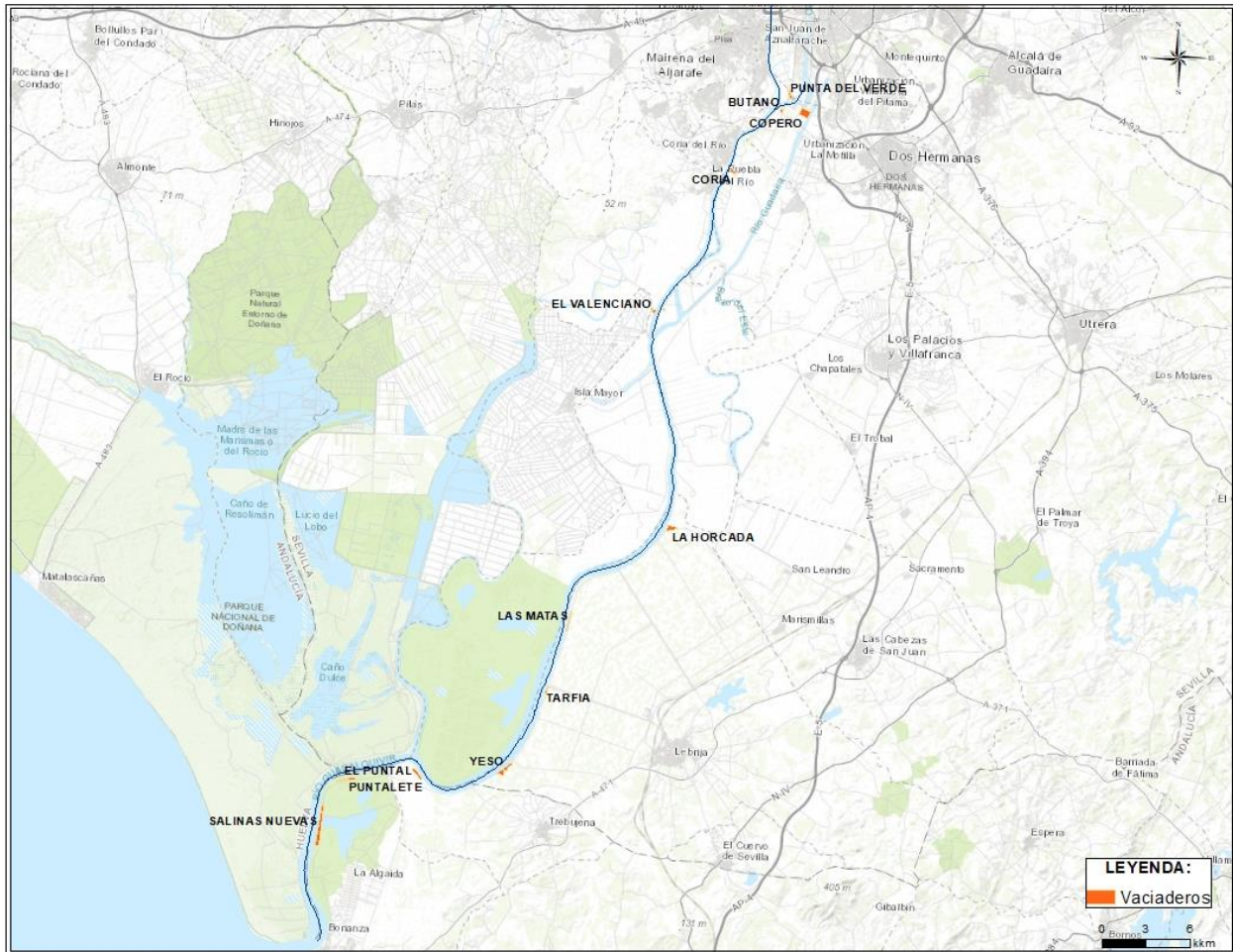


Ilustración 47. Vaciaderos terrestres usados en algún momento en los dragados del Guadalquivir. Fuente: APS. Elaboración propia, 2022.

Los vaciaderos de la parte media-alta del río, desde El Valenciano a Butano han recibido el material más fino que se deposita en los tramos altos, mayor proporción de fangos y arenas fangosas. El vaciadero de Copero no recibe material de los dragados de mantenimiento, tan sólo de los dragados de la dársena (fangos principalmente y poca proporción de gravas en localizaciones concretas en batimetrías profundas). Desde La Horcada a la desembocadura el grano es más grueso, ya que nota la influencia de la entrada del sedimento marino y los vaciaderos aguas abajo reciben material más heterogéneo por ello. En cualquier caso, de todos los vaciaderos mostrados en la Ilustración 47 en las últimas campañas, en concreto desde 2013, tan sólo se utilizan Los Yesos, La Horcada y Butano en los dragados de mantenimiento y desde 2015 tan sólo La Horcada y Butano, este último en mucha mayor intensidad. La Horcada recibe material fangoso, pero con una buena proporción de arenas medias. En Butano el 98% del material es fango, lo cual dificulta su gestión posterior.

En concreto, lo que se ha depositado desde 2011 en los vaciaderos terrestres se recoge en las siguientes tablas:

Tabla 43. Material depositado en Butano. Fuente: Elaboración propia, 2022.

TRAMO	2011	2013	2015	2016	2017	2019	2020	2021
ANTESCLUSA	0	83.294	88.059	76.369	86.913	143.363	117.793	125.140
LAS HUERTAS	0	0	62.955	54.879	60.908	83.823	80.740	69.714
CORIA DEL RIO-ISLETA	0	60.854	26.056	37.324	34.981	60.174	62.522	24.044
BOCA SUR ISLETA	0	39.791	14.195	7.721	6.992	15.704	15.605	2.650
OLIVILLOS	0	0	0	7.184	0	0	15.191	0
LA LISA	0	0	0	0	0	8.506	11.534	0
LA MATA	0	0	0	0	0	0	0	0
TARFÍA	0	0	0	0	0	0	0	0
LA GOLA	0	0	0	0	0	0	0	0
EL YESO	0	0	0	0	0	0	0	0
PUNTALETE	0	0	0	0	0	0	0	0
SALINAS	0	0	0	0	0	0	0	0
SANLÚCAR	0	0	0	0	0	0	0	0
BROA	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	0	183.939	191.265	183.477	189.794	311.570	303.385	221.548
%SOBRE DRAGADO TOTAL	0,00%	19,64%	32,85%	61,16%	72,33%	68,81%	85,68%	66,14%

Tabla 44. Material depositado en La Horcada. Fuente: Elaboración propia, 2022.

TRAMO	2011	2013	2015	2016	2017	2019	2020	2021
ANTESCLUSA	0	0	0	0	0	0	0	0
LAS HUERTAS	0	0	0	0	0	0	0	0
CORIA DEL RIO-ISLETA	0	0	0	0	0	0	0	0
BOCA SUR ISLETA	36.229	0	0	0	0	0	0	0
OLIVILLOS	0	0	24.518	7.184	6.973	11.159	0	1.798
LA LISA	0	19.154	13.672	12.221	8.791	0	0	3.212
LA MATA	0	0	0	26.233	8.648	0	0	14.386
TARFÍA	0	0	0	0	0	0	0	1.477
LA GOLA	0	0	0	0	0	0	0	0
EL YESO	0	0	0	0	5.989	0	0	7.134
PUNTALETE	0	0	0	0	0	0	0	0
SALINAS	0	0	0	0	0	0	0	0
SANLÚCAR	0	0	0	0	0	0	0	0
BROA	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	36.229	19.154	38.190	45.638	30.401	11.159	0	28.007
% SOBRE TOTAL DRAGADO	7,75%	2,04%	6,56%	15,21%	11,59%	2,46%	0,00%	8,36%

Tabla 45. Material depositado en otros vaciaderos terrestres. Fuente: Elaboración propia, 2022.

TRAMO	2011	2013	2015	2016	2017	2019	2020	2021
ANTESCLUSA	0	0	0	0	0	0	0	0
LAS HUERTAS	0	0	0	0	0	0	0	0
CORIA DEL RIO-ISLETA	0	0	0	0	0	0	0	0
BOCA SUR ISLETA	0	0	0	0	0	0	0	0
OLIVILLOS	0	0	0	0	0	0	0	0
LA LISA	0	0	0	0	0	0	0	0
LA MATA	0	0	0	0	0	0	0	0
TARFÍA	0	0	0	0	0	0	0	0
LA GOLA	75.742	33.113	20.271	0	0	0	0	0
EL YESO	0	11.276	0	13.179	0	0	0	0
PUNTALETE	102.543	66.639	0	0	0	0	0	0
SALINAS	0	202.112	0	0	0	0	0	0
SANLÚCAR	0	0	0	0	0	0	0	0
BROA	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	178.285	313.140	20.271	13.179	0	0	0	0
% SOBRE TOTAL DRAGADO	38,14%	33,43%	3,72%	4,39%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

El material depositado en estos vaciaderos no se ha trasladado para ningún fin.

En Horcada el material se ha empleado en reforzar las motas y el programa de gestión adaptativa para la avifauna.

En Butano el material, dado que al depositarse en el vaciadero es considerado como residuo, un gestor externo, CORESA, reutiliza el material. El aprovechamiento que realiza CORESA de ese material se expone en el Apdo. 3.5.2 y se refleja en la Tabla 24.

En los vaciaderos, desde el 2017, se han venido desarrollando labores de investigación de cómo pueden servir como zonas para la nidificación y la cría de avifauna acuática determinándose que para una compatibilización de las labores de dragado y los ciclos de reproducción de las aves es necesario realizar un uso cíclico de los mismos, de modo que se deben dividir en varios sectores diferentes. Estas actuaciones están impulsadas por el convenio firmado entre la APS y la Estación Biológica de Doñana dependiente del Centro Superior de Investigaciones Científicas (en adelante EBD-CSIC).

A) Trabajos realizados:

Los vaciaderos terrestres operativos en las últimas campañas de dragado, desde 2019, son Butano y La Horcada. El vaciadero de Butano se ubica en la zona de El Copero muy próximo a la Esclusa Puerta del Ma y el de La Horcada se sitúa en el PK 32+400 de la Eurovía.

Tabla 46. Áreas y volúmenes disponibles en los vaciaderos Butano y La Horcada. Fuente: UTE, 2022.

PARCELA	SITUACIÓN - PK	SUPERFICIE (m ²)	VOLUMEN TOTAL (m ³) ⁸
BUTANO	1+100	456.640	543.652
LA HORCADA	32+600	176.529	450.000

El material depositado en los vaciaderos terrestres es gestionado por la APS con el fin de valorizarlos, es decir, darles un segundo uso. Entre los que se vienen aplicando en la actualidad se encuentran los siguientes, sin ser éstos excluyentes para otros futuros que resulten aptos de líneas de investigación que se encuentran abiertas en el momento actual:

Generación de zonas de nidificación para avifauna

Desde 2017 se han venido desarrollando labores de investigación impulsadas por el convenio firmado entre la APS y la Estación Biológica de Doñana del Centro Superior de Investigaciones Científicas (en adelante EBD-CSIC) para el uso de los vaciaderos terrestres como zonas para la nidificación y la cría de avifauna acuáticas. Las experiencias llevadas a cabo en los vaciaderos de Butano y La Horcada han sido satisfactorias gracias a una planificación estructural del diseño de los diferentes recintos en los que se dividen cada uno de ellos, diversificando los hábitats, y al manejo de la lámina de agua, adaptado al hidroperiodo efectivo de la avifauna.

Las siguientes ilustraciones muestran algunas secuencias de los trabajos de adecuación y de los censos efectuados:

⁸ Volúmenes del estado inicial.



Ilustración 48. Secuencia de los trabajos realizados en los vaciaderos de Butano y La Horcada. Fuente: APS



Ilustración 49. Especies identificadas en los hábitats generados en Butano y La Horcada. Fuente: APS

De estas primeras experiencias han surgido propuestas de actuación y un protocolo de manejo de los vaciaderos para ir incorporando las mejoras que se detectan en cada campaña, tanto a nivel estructural

de las infraestructuras construidas como en el manejo de la lámina de agua. Este protocolo es un documento dinámico que va evolucionando con las campañas realizadas y puede adaptarse a otros vaciaderos que se rehabiliten en las márgenes del río, si fuese precisa su contemplación.



Ilustración 50. Zonificación del Sector 3S del vaciadero de Butano. Fuente: APS, EBD-CSIC

Usos en contexto de Economía circular

Además de propiciar el uso de los vaciaderos por la avifauna, la APS apuesta por otros posibles, algunos ya en práctica, y tiene abiertas diferentes líneas de investigación que tienden a un excedente cero de material. Entre ellas se encuentran:

Usos cerámicos

Para conocer la potencialidad del material depositado en el vaciadero de Butano, con mayor proporción de fangos procedente de los tramos altos (Isletas Norte y Sur, Huertas y Antesclusa), como materia prima para productos cerámicos, la APS emprendió una línea de estudio con Innovarcilla, un Centro Tecnológico de la Cerámica por parte de la Consejería de Economía y Conocimiento de la Junta de Andalucía. Dicho estudio se ha desarrollado en dos fases, una primera, para caracterizar el material vertido en Butano, y la segunda, para analizar la viabilidad de incorporación del residuo en la fabricación de materiales cerámicos de construcción.

En Butano se realizó una toma de muestras y unos análisis que permitieron delimitar en el vaciadero una zona homogénea de margas arcillosas limosas que podrían ser viables para la fabricación de materiales

cerámicos de construcción para revestir. Sobre esta área se llevó a cabo un análisis tecnológico completo del residuo para comprobar su aptitud como materia prima.

El ensayo del residuo de Butano por sí mismo, sin mezclarse con otro tipo de producto, dio como resultado que: *“su uso como materia prima cerámica resulta de difícil aplicabilidad ya que presenta unas características técnicas para su uso a nivel industrial que, en general, dificultan su utilización y da lugar a materiales con propiedades finales discretas”* (Innovarcilla; 2022:25-26). Ante este resultado se decidió mezclar el residuo (codificado como MP21051) con una mezcla de arcillas (Lobillo MP21073), proporcionada por la empresa Todobarro, una de las interesadas en las conclusiones de este ensayo. Se adiciona a la mezcla de arcillas un 10% y un 20% de la muestra del vaciadero, buscándose la localización de un máximo admisible, sin que empeore el uso buscado a nivel industrial. Los resultados son (Innovarcilla, 2022: 33):

“En líneas generales, la adición de Vaciaderos MP21051 Lobillo MP21073 en cantidades máximas del 20%, resulta viable técnicamente ya que no se producen modificaciones significativas durante el proceso de conformado, secado y cocción a nivel industrial, obteniéndose propiedades finales del mismo orden de magnitud que las obtenidas actualmente en la mezcla de referencia Lobillo MP21073.

Para su uso a nivel industrial se recomienda una dosificación máxima de Vaciaderos MP21051 sobre Lobillo MP21073, del 15%, así como la utilización de una temperatura máxima de cocción de 950°C”.

Todobarro, es una industria situada en Vélez-Málaga y ha mostrado interés en este posible uso del residuo de los dragados. Se trata de una empresa con interés en reducir la huella ambiental de los productos que elabora, en consonancia con el proyecto de reutilización total de la APS. Los resultados de los ensayos realizados han suscitado el interés de Todobarro en el depósito de Butano. Ante esta situación la APS-Innovarcilla-Todobarro siguen estudiando este posible uso planteándose una línea futura de estudio para incorporar el fango a nuevos productos en el proceso productivo de Todobarro.

Usos en Obra Pública

Pavimentos: de la misma manera que pueden ser útiles para la mejora y nivelación de suelos agrícolas, el uso de estos materiales para la formación de bases granulares de pavimentos flexibles y/o en la ejecución y mejora de pavimentos de caminos naturales. Asimismo, existen experiencias piloto en zonas portuarias para la formación de pavimentos y explanadas con este tipo de material granular. Por ello, se contemplará la posibilidad realizar experiencias piloto en reposición de pavimentos en el ámbito portuario.

Materiales de construcción: de igual manera que se está estudiando la posibilidad de usar estos sedimentos en elementos cerámicos, se contempla el estudio del uso del material en otros materiales de construcción, tales como como hormigones, ladrillos y otro tipo de conglomerados.

Algunas aplicaciones del material dragado se han traducido en ensayos y proyectos piloto que muestran resultados interesantes en el campo de la fabricación de paredes verticales de muelles, bloques de

arrecifes artificiales, revestimientos de diques, armado de rocas, pavimentos, barreras de sonidos o bloques de absorción de CO₂ (Geowall, Sediment Management, 2021).



Ilustración 51. Ejemplo de una barrera acústica construida con sedimentos excavados en la construcción de un túnel de ferrocarril. Fuente: Geowall en Deltares, jornadas Sediment Management, 2021

La Ilustración 32 muestra una barrera de sonido. Esta opción de utilización podría utilizarse para las nuevas terminales de El Cuarto, donde existirán 1.500 metros lineales que podrían servir de escenario de ensayo.

B) Actuaciones en estudio:

En el marco del proyecto de optimización, se está estudiando darle continuidad a este tipo de actuaciones con el fin de generar zonas idóneas para las especies. Para ello, se está estudiando la posibilidad de habilitar nuevas zonas a lo largo del río en las cuáles pudiese ser viable estas actividades. Este estudio depende de la Delimitación de Espacios y Usos Portuarios (en adelante DEUP) que actualmente se encuentra en tramitación. En ella, se proponen como zona terrestre varias parcelas a lo largo del río que pudiesen ser aptas para habilitarlas como zonas de cría y reproducción de la avifauna:

- Olivillos
- La Isleta
- Tarfía
- La Mata

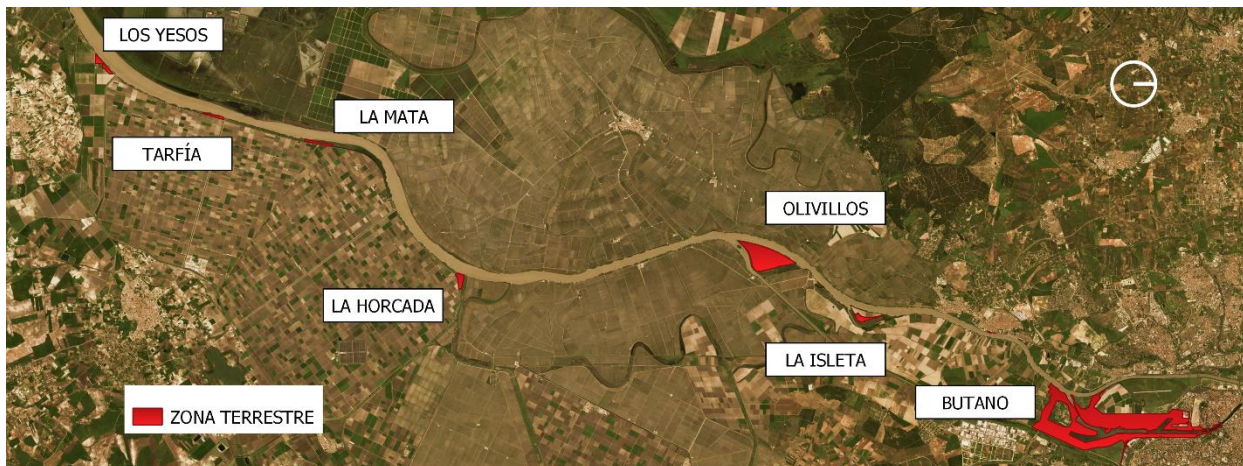


Ilustración 52. Ubicación de las parcelas a lo largo de la Eurovía propuestas en la DEUP. Fuente: Elaboración propia

Con estos nuevos espacios que se incorporan con la DEUP, se estudiará su viabilidad teniendo en cuenta su proximidad a los tramos de dragado históricos, las capacidades en cuanto a volumen y geometría para poder desarrollar en ellos las estructuras propias que marca el protocolo y los usos productivos que pudiesen tener estas parcelas. Con todo ello, los que se consideren aptos para poder ser habilitados como vaciaderos, se incluirán dentro del protocolo de manejo integral estudiando cómo pueden generarse en ellos estos hábitats.

Por otro lado, especialmente importantes son los próximos a Doñana (Los Yesos, Tarfía y La Mata), ya que habilitar estos espacios puede traer consigo restablecer de cierta manera la conectividad ecológica de ambas márgenes, pudiendo ser lugares de refugio de diferentes especies en función de la época del año.

Vaciadero marino

Los sedimentos de los tramos bajos del río que no sean aptos para ninguno de los usos ya citados, especialmente regeneraciones de playas y márgenes se reubicarán en el vaciadero marino.

El vaciadero marino tiene una superficie aproximada de 37.000 m², siendo sus coordenadas las siguientes:

Tabla 47. Coordenadas de la delimitación del vaciadero marino. Fuente: APS

PUNTO	X	Y
A	717.738	4.071.409
B	718.335	4.071.404
C	718.347	4.070.802
D	717.735	4.070.803

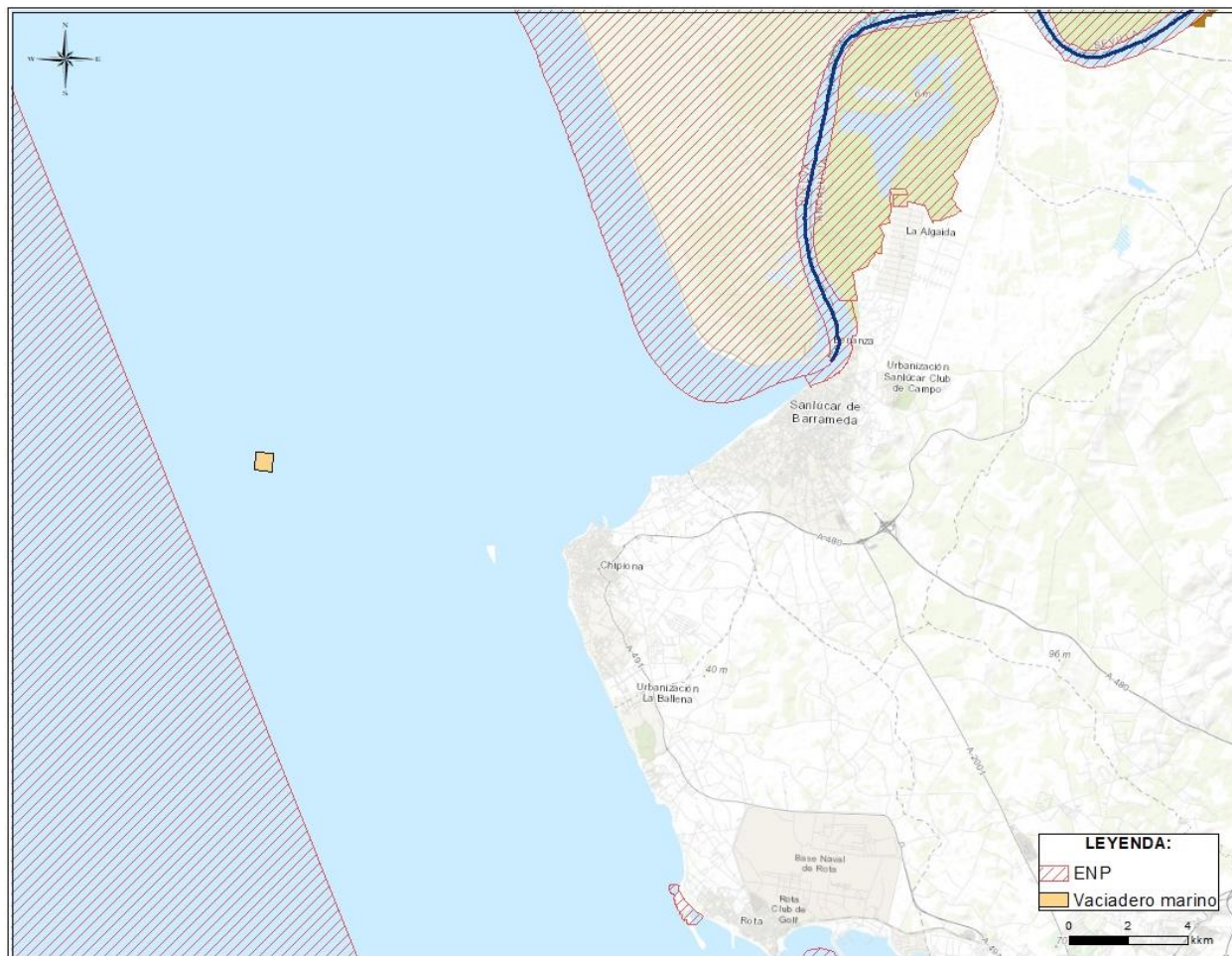


Ilustración 53. Ubicación del vaciadero marino. Fuente: Elaboración propia, 2022.

No obstante, el uso del vaciadero marino ha ido disminuyendo a lo largo de los años, puesto que desde el Puerto de Sevilla se prioriza la valorización de los materiales de dragado. En la siguiente tabla se aprecia este cambio a partir del 2015.

Tabla 48. Destinos del material dragado desde 2011. Fuente APS. Elaboración propia, 2021

Anualidad de dragado	Destino a vaciadero marino (m ³)	Destino a vaciadero terrestre (m ³)	Destino aporte a playas (m ³)	Doñana
2011	250.945	214.514	0	-
2013	485.072	272.510	0	-
2015	267.870	249.726	62.689	-
2016	570	242.293	55.108	-
2017	0	220.195	40.200	-
2019	16.041	333.158	112000	-
2020	5.677	305.539	43.017	-
2021	21.417	275.464	-	62.000

4.2.2.4 *Gestión del material dragado*

Debido a los trabajos necesarios para el mantenimiento de la cota de la rasante de la canal, se generan un importante volumen de sedimentos en cada campaña anual que, de media, son unos 500.000 m³. Actualmente, la gestión de este volumen de sedimentos se realiza de diferentes maneras, en función de la granulometría y de donde se ejecutan las labores de dragado. Los destinos de los sedimentos son los siguientes:

- Vertido en playas o tramos de márgenes erosivos. Los tramos de Broa, Salinas y Puntalete son dragados de manera recurrente en las campañas de mantenimiento. Puesto que se encuentran próximos a la costa, en la draga se realiza un estudio de la naturaleza de los sedimentos, así como de la granulometría de los mismos, de modo que se estima si son convenientes o no para la regeneración de las playas de Sanlúcar de Barrameda. Una vez certificado que pueden ser usados para ello, la draga se desplaza a la zona de las playas y se vierte sobre los arenales a través de una tubería. En la campaña de dragado 2021/22, la APS ha llevado a cabo una actuación pionera, avalada por el Espacio Natural de Doñana, el Servicio de Costas Andalucía-Atlántico y la Dirección General del Medio Natural Biodiversidad y Espacios Protegidos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, consistente en verter el material de los tramos bajos en una sección de la margen derecha de Doñana, erosionada, dando así soporte al margen y los ecosistemas a trasdós del mismo. Los detalles de esta experiencia se exponen más adelante.
- Vertido en vaciaderos. La otra operativa que se realiza para la gestión de los sedimentos extraídos de la canal, es el vertido de los mismo en vaciaderos terrestres y marino.

4.2.2.4.1 *Vertido en playas*

El vertido de material procedente del mantenimiento en los tramos de la canal más próximos a la desembocadura se lleva realizando desde la campaña de 2015, en la que se comenzó a recolocar el material dragado en los tramos bajos del Guadalquivir en las playas de Sanlúcar de Barrameda, en Salinas y Bajo de Guía. Estas actuaciones tienen por objeto regenerar las playas que se encuentran en la desembocadura del Guadalquivir y que, generalmente, tienen problemas de erosión reduciéndose de manera significativa el ancho de playa seca existente.

A lo largo del litoral del término municipal de Sanlúcar de Barrameda se extienden 4 playas que de norte a sur aparecen en el siguiente orden: Bonanza, Bajo Guía, La Calzada (Piletas) y La Jara (MITERD, guía de playas). Sus características principales se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 49. Características principales de las playas de Sanlúcar de Barrameda. Fuente: MITERD, guía de playas

PLAYA	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	GRADO OCUPAC.	GRADO URBANIZ.	PASEO MARÍT.	FACHA LITORAL	BAND. AZUL	DESCRIPCIÓN
BONANZA	1.200	40 (gran variación)	Bajo	Semiurbana	No	Urbana	No	Ubicada en desembocadura, Salinas y Marismas de Doñana

PLAYA	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	GRADO OCUPAC.	GRADO URBANIZ.	PASEO MARÍT.	FACHA LITORAL	BAND. AZUL	DESCRIPCIÓN
BAJO DE GUÍA	800	50 (gran variación)	Medio	Urbana	Sí	Urbana	No	Práctica de vela o deportes de viento
LA CALZADA	2.300	60 (gran variación)	Alto	Urbana	Sí	Semiurbana	No	También conocida como El Hipódromo, la Media Legua y Las Piletas
LA JARA	1.550	40 (gran variación)	Medio	Urbana	No	Semiurbana	No	Apta para navegación de embarcaciones de recreo

De manera habitual, los criterios de aceptabilidad que se tienen en cuenta para el material dragado que se desea recolocar son:

- Aspecto visual que indique limpieza y tamaño de grano adecuado.
- Baja proporción de material fangoso.
- Tamaños medios de material superiores a los 0,17 mm, de modo que cargas con $D50 \geq 0,17$ mm serían aceptables para recolocación en playas y cargas con $D50 \leq 0,17$ mm serían no aceptables.

A continuación, se presenta información sobre las regeneraciones realizadas, volúmenes vertidos, procedencia del material y valor medio de la D50 desde la fecha indicada hasta la última campaña y regeneración realizada, a finales de 2020:

Tabla 50. Trabajos de regeneración de las playas de Sanlúcar de Barrameda con material procedente de los dragados de mantenimiento de la Eurovía E.60.02. Guadalquivir. Fuente: Tecnoambiente, 2015-2021. Elaboración propia, 2021

ANUALIDAD	2015	2016	2017	2019	2020
PLAYA RECEPTORA	Bajo de Guía	Bajo de Guía, La Calzada y Las Piletas	Bajo de Guía y La Calzada	La Calzada	Bajo de Guía
PROC. MATERIAL APORTADO	Salinas	Salinas y Puntalete	Salinas y Puntalete	Broa, Salinas y Puntalete	Salinas y Puntalete
VOLUMEN VERTIDO EN PLAYA⁹ (m³)	62.689	55.108	40.200	112.000	43.017
D50 (mm)	0,26	0,38	0,41	0,28	0,42

Los procesos de regeneración de las playas de Sanlúcar de Barrameda se llevan a cabo fuera del periodo estival para evitar interferencias con el uso lúdico de las playas:

⁹ Volúmenes estimados por mediciones de cántara.



Ilustración 54. Ejemplo de regeneración de la playa de Bajo de Guía en la campaña 2020. Fuente: Tecnoambiente, 2020

4.2.2.4.2 *Vertido en acopios temporales para destino en playas*

En relación con la anterior propuesta de verter arenas en las playas de la desembocadura para su regeneración y estabilidad, se quiere aumentar las posibilidades de usos de las arenas que se extraen del lecho del río. Para ello, debido a que las últimas campañas de dragado los vaciaderos de la zona baja del estuario no se han utilizado porque la mayoría del sedimento extraído en esos tramos se ha destinado a la regeneración de playas o, de no ser apto para esta labor, se ha vertido en el vaciadero marino, se propone la utilización de estos recintos. Actualmente, el más próximo es el de Los Yesos, que atendiendo a la Ilustración 55 tiene un volumen útil de aproximadamente 250.000 m³. Es por ello, que se plantea que, en estos recintos, se pueda hacer compatible la creación de nuevos humedales destinados a la avifauna con zonas de acopio interiores de arena. En estas zonas se verterían las arenas que no se vayan a utilizar en para otros fines, tales como regeneración de playas, se puedan almacenar ahí para otros usos en otras épocas del año. Se contempla que estas arenas se pongan a disposición de la Demarcación de Costas de Andalucía para las actuaciones que estimen oportunas en las playas del entorno.

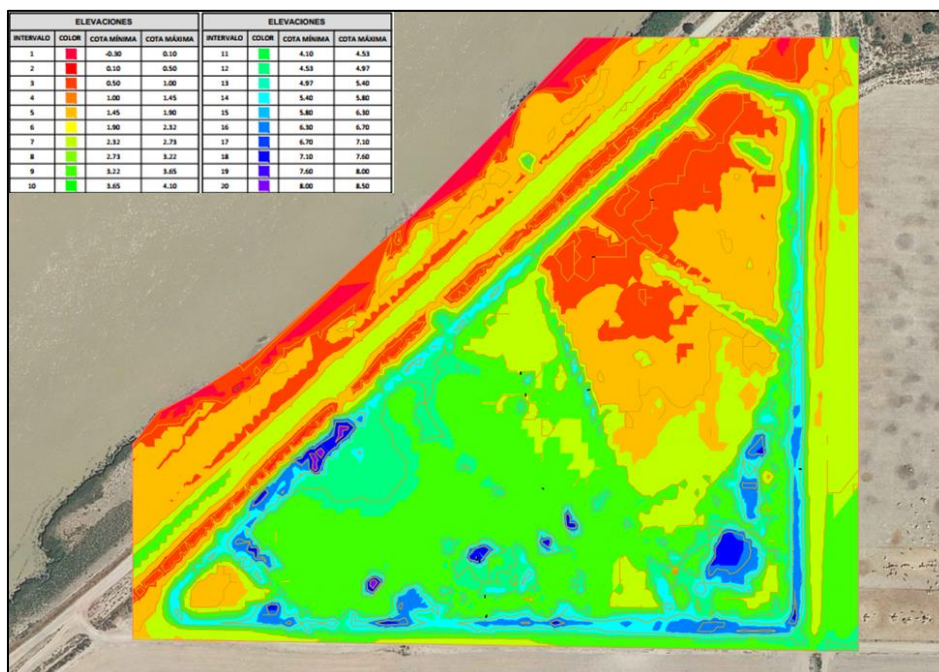


Ilustración 55. Morfología del vaciadero de Los Yesos. Fuente: MC Valnera y SENER.

Depósito en fosas naturales

A lo largo del río Guadalquivir existen diferentes zonas donde la profundidad del cauce es muy superior a la rasante aprobada para la canal de navegación. Las fosas que se han localizado a lo largo de la ría son las que se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 51. Fosas localizadas a lo largo del estuario del Guadalquivir

FOSA	PK Inicial	PK Final	Longitud	Cota
1	4+180	4+560	380	-9,20
2	19+500	20+800	1.300	-13,00
3	21+450	22+210	760	-10,50
4	39+150	39+750	600	-11,00
5	44+950	49+460	4.510	-10,50
6	56+000	59+710	3.710	-16,00
7	60+700	61+900	1.200	-21,00
8	66+050	68+900	2.850	-15,00
9	74+680	75+300	620	-11,00
10	77+620	80+410	2.790	-12,50
11	81+250	82+000	750	-11,50

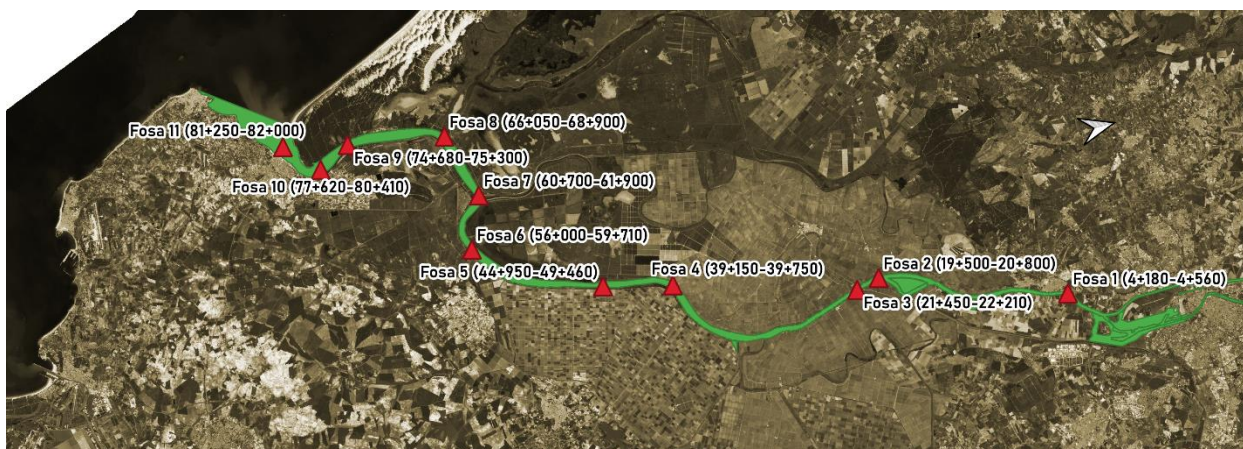


Ilustración 56. Ubicación en planta de las fosas localizadas a lo largo de la canal de navegación. Fuente: MC Valnera

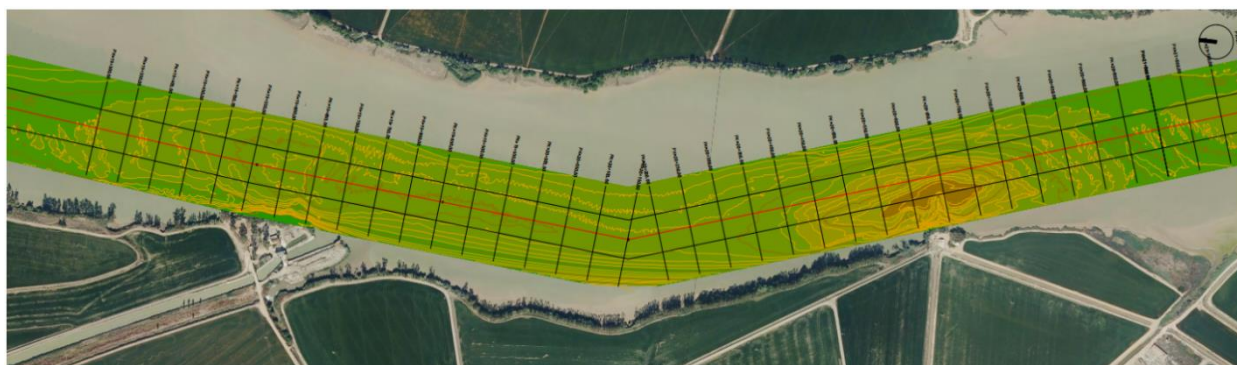
Tras realizar un estudio previo de sus condiciones, se ha tomado la decisión de que las fosas a estudiar para incorporar como zonas de vertido sean las fosas 2 y 7, cuyas características son las siguientes:

Tabla 52. Características de las fosas propuestas como zonas de depósito

FOSA	PK	COTA FONDO (m)	COTA RELLENO (m)	CAPACIDAD ESTIMADA (m ³)
FOSA 2	19+500 - 20+800	-13,00	-9	200.000
FOSA 7	60+700 - 61+900	-21,00	-15	225.000

A) Fosa 2

La fosa 2 tiene una longitud aproximada de 1.300 m, situándose en un meandro del río próximo a la zona de Los Olivillos. La profundidad máxima es de 13 m en la zona del PK 20+600. De la misma manera, se puede apreciar en las secciones transversales como en el longitudinal de la canal, hay zonas en las que hay una diferencia de hasta 8 m.



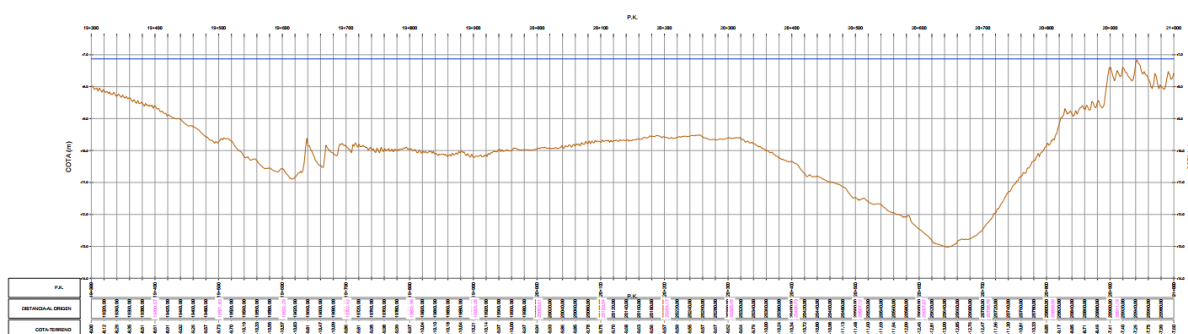


Ilustración 57. Planta y perfil longitudinal de la Fosa 2. Fuente: MC Valnera

B) Fosa 7

La fosa 7 está ubicada en la zona de Puntalete con una longitud aproximada de 1.200 m. Es la fosa con mayor profundidad, ya que la cota del fondo de la canal llega a situarse en los 21 m. De esta manera, hay una diferencia aproximada de 13 m con respecto a la canal teórica.

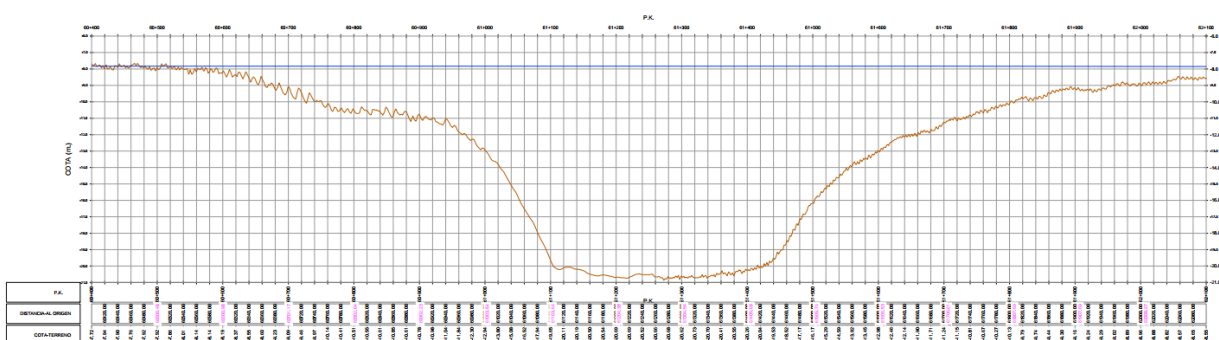
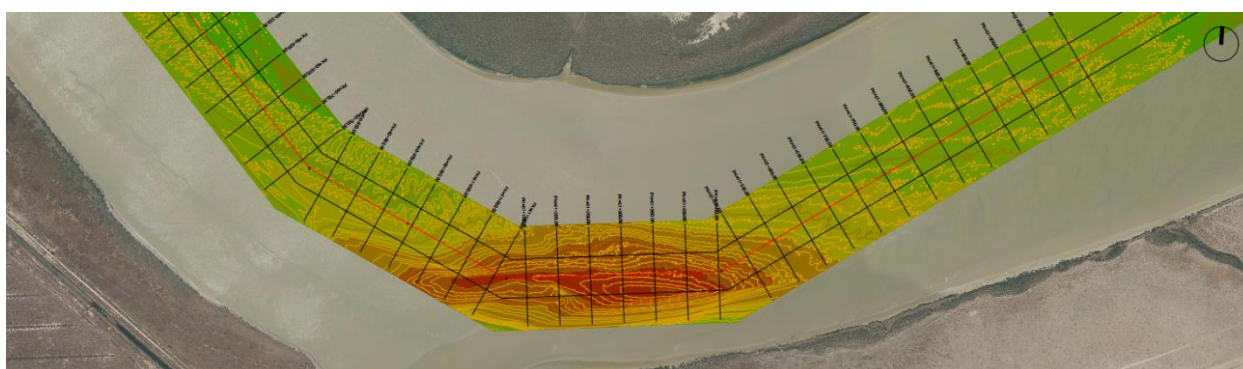


Ilustración 58. Planta y perfil longitudinal de la Fosa 7. Fuente: MC Valnera

En la siguiente tabla se muestran las distancias desde los centros de los tramos de dragado históricos al centro de la fosa. Con estas distancias, se puede evaluar si es viable que la draga de succión en marcha se desplace desde el tramo donde esté trabajando, hasta la fosa para depositar el material en el fondo.

Tabla 53. Distancias (m) desde los tramos de dragado a las fosas propuestas

TRAMO	FOSA 2	FOSA 7
ANTESCLUSA	19.331	60.070
LAS HUERTAS	17.368	59.006
CORIA DEL RIO-ISLETA	10.534	52.172
BOCA SUR ISLETA	6.290	47.928
OLIVILLOS	1.468	43.107
LA LISA	9.541	32.097
LA MATA	18.176	23.463
TARFÍA	23.272	18.366
LA GOLA	29.519	12.119
EL YESO	33.221	8.417
PUNTALETE	44.114	2.476
SALINAS	51.908	10.270
SANLÚCAR	57.163	15.525
BROA	66.284	24.646

La viabilidad de la utilización de estas fosas depende de que la propia hidrodinámica del Guadalquivir sea capaz de remover el material que en esos tramos se deposite. De esta manera, la fosa quedaría “limpia” para las próximas campañas de dragado.

En el caso de la Fosa 2, se prevé que su uso complemente al vaciadero de Butano, de tal manera que el material de los tramos altos que no sea susceptible de ser utilizado en la regeneración de márgenes pueda ser depositado en las márgenes. Con el mismo criterio que en la Fosa 2, la Fosa 7 serviría para que en ella se depositase material que no fuese apto para la regeneración de playas y márgenes de los volúmenes dragados en los tramos medios-bajos. De esta manera, se reduciría el volumen de material que se destinaría al vaciadero de Butano, La Horcada y al vaciadero marino, reduciendo así la extracción de material del sistema.

El relleno de las fosas con material procedente del dragado de otras zonas de la canal se realizaría desde la propia embarcación, de modo que se optimicen las labores de dragado-vertido evitando que sea necesario el acopio del material en vaciaderos terrestres. La operativa consistiría en que la propia draga de succión en marcha revierta su función principal de aspiración por la de vertido. De esta manera, una vez estuviese la cántara de la embarcación llena, ésta se dirigiría a la fosa más cercana y bajaría la tubería de impulsión para verter el material en el fondo de la misma fosa.

4.2.2.4.3 Vertido en zona de relleno. Margen erosivo de Doñana

En la campaña 2021/22 la APS ha realizado una actuación pionera consistente en aportar material en la margen derecha del Espacio Natural de Doñana, en concreto un volumen de 62.000 m³ a lo largo de 275 metros lineales, en el tramo indicado en la Ilustración 59.



Ilustración 59. Zona de aporte en el Espacio Natural de Doñana. Fuente: Google Earth

Esta actuación ha contado con el apoyo e informe favorable del Espacio Natural Doñana, el Servicio de Costas Andalucía-Atlántico y de la Dirección General del Medio Natural Biodiversidad y Espacios Protegidos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Se ha aprovechado para la regeneración todo material con una D50 superior a los 0,10-0,11 mm, de modo que se ha reducido el volumen vertido a vaciadero marino. Sólo se ha descartado el fango o limo. El resultado de la actuación es el de crecimiento de la margen erosiva en la sección mostrada en la siguiente ilustración.



Ilustración 60. Zona de aporte del material dragado en el Espacio Natural Doñana. Fuente: DRAVO, S.A.

Esta actuación, además de ir en línea con la política de máximo aprovechamiento del material dragado, sin extracción del sistema, se alinea con varios de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS en adelante) de la agenda 2030, en el marco del compromiso de la APS de reutilizar al máximo el material dragado cada campaña. En concreto se alinea con los siguientes ODS:



La Costa Atlántica deposita 62.000 m³ de arenas a lo largo de 275 m de margen del espacio protegido de Doñana

Valorización de sedimentos para darles una segunda vida. En este caso, regeneración de un tramo erosivo de la margen derecha de Doñana



Protección del ecosistema dunar, un tramo del camino Almonte-Sanlúcar y a la vegetación localizada a trasdós

Colaboración entre la APS, la Demarcación de Costas Andalucía-Atlántico, el Servicio Provincial de Costas de Huelva, el Espacio Natural de Doñana y la Junta de Andalucía

5 MEDIDA DE ACOMPAÑAMIENTO DEL EsIA: ESTABILIZACIÓN Y RESTAURACIÓN DE MÁRGENES EN LA EUROVÍA

5.1 INTRODUCCIÓN

El EsIA incorpora una medida que, dada su relevancia, se presenta en un apartado específico, de forma que pueda evaluarse al mismo nivel que las acciones del proyecto.

Ya en los apartados anteriores se ha puesto de manifiesto el problema actual del estado de deterioro de las márgenes y el interés que suscita esta cuestión entre las administraciones y *stakeholders* del estuario. También ha quedado manifestado que esta situación es generada por un multitud de causas, con implicaciones para diversos organismos, tales como, el puerto de Sevilla, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir o las comunidades de regantes. De esta forma, esta medida de acompañamiento, relativa a la estabilización y/o restauración de las márgenes del Guadalquivir se acometerá si se alcanza una acuerdo entre agentes implicados, en las que todas trabajen en un marco común y poniendo a disposición del río los recursos disponibles. Por parte de la APS, el material, la operativa de los dragados de mantenimiento periódicos y la voluntad de participación en la mejora del estado de las márgenes.

5.2 OBJETIVOS

La APS tiene la intención de utilizar el material procedente de las labores de dragado para el mantenimiento de calados en la estabilización y restauración de las márgenes del Guadalquivir que están sufriendo procesos de erosión severos y que están afectando de manera directa a espacios naturales de interés, como es el Espacio Natural de Doñana, y a actividades socioeconómicas como son la agricultura, ya que las erosiones que se registran hacen que las superficies de cultivo disminuyan.

Este objetivo se alinea con los del grupo de gestión correcta de los materiales de dragado, ya que se trata de darle un segundo uso a materiales sedimentarios que, de no ser reutilizados deberían ser extraídos del sistema, siendo tratados como residuos procedentes de los dragados en los vaciaderos terrestres. De esta manera, las labores de mantenimiento de la canal tendrían una doble funcionalidad, por un lado, mantener las condiciones óptimas de la canal para la navegación y, por otro, colaboración en la recuperación de las márgenes mediante el empleo de material sedimentario.



Ilustración 61. Esquema del proceso de mantenimiento de la canal y mejora de las márgenes. Fuente: Elaboración propia

5.3 PLANIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES

Dentro de la filosofía Working with Nature, en el presente proyecto se ligan las actividades propias de mantener la cota de la rasante con otros usos productivos y, en especial, el uso de estos materiales para la estabilización y restauración de las márgenes.

Los diagnósticos y modelos realizados han permitido al equipo consultor y a sus colaboradores, establecer medidas de protección adaptables a los fallos diagnosticados a lo largo de las márgenes. Además, se ha tenido en cuenta la granulometría de los tramos de dragado de la canal, de modo que los materiales procedentes de las labores de mantenimiento sean aprovechables.

En los tramos altos y medios, donde hay una mayor presencia de finos, se han planteado soluciones formadas por masa de fangos y una protección contra oleaje, haciendo que esas zonas deterioradas dejen de perder material y la línea de ribera sea recuperada en cierta medida.

En los tramos de la zona de Doñana, para los fallos patológicos, es decir, aquéllos provocados por agentes externos a la dinámica fluvial, se plantea la instalación de geotubos con un trasdós formado por material de dragado. Por otro lado, para los fallos no patológico, se plantea que la mejor manera de restituir la ribera se realice mediante la aportación de áridos durante los dragados, de modo que se formen superficies de playa seca.

A partir de la zonificación realizada en función de la prioridad de las actuaciones y de las soluciones propuestas, se ha realizado una propuesta de actuaciones en diferentes tramos de las riberas del Guadalquivir. En los tramos medios y altos de la ría se pueden distinguir zonas con una mayor afección en función de la prioridad, donde la erosión de las márgenes responde a las características indicadas para zonas con riesgo de erosión por fallo patológico. Para estas zonas, se plantea que la solución a adoptar sea la que siga el esquema donde se plantea un frente contra oleaje y un trasdós compuesto por masa de fangos, drenes y filtros. De esta manera, se puede realizar una compatibilización adecuada con los dragados de mantenimiento con succión en marcha en estos tramos, ya que en ellos es donde se registran fracciones de finos más elevadas.

A continuación, se detallan las zonas donde se proponen las actuaciones:

- **Las Huertas.** Zonas erosivas registradas en la margen derecha del río.
- **Puebla del Río.** Zonas erosivas registradas en la margen derecha del río.

- **Olivillos.** Zonas erosivas registradas en la margen derecha del río.
- **Corta de los Jerónimos.** Zonas erosivas registradas en la margen derecha del río.
- **La Lisa.** Zonas erosivas registradas en la margen derecha del río.
- **Horcada.** Zona erosiva registrada en la margen izquierda del río.
- **La Mata.** Zonas erosivas registradas en la margen izquierda del río.

Teniendo en cuenta estos tramos y, la disponibilidad de material procedente de dragado para su ejecución, se planifican dos campañas de actuaciones ligadas a los dragados de mantenimiento. En este sentido, se deben tener en cuenta los volúmenes estimados en la planificación de éstos, así como de la distancia de los dragados a las zonas en las que se va a intervenir, de manera que para las zonas de estabilización de estos tramos se emplearán los volúmenes de material fino dragado en los tramos de Antesclusa, Las Huertas, Coria del Río-Isleta, Boca Sur Isleta, Olivillos, La Lisa y La Mata.

Tabla 54. Volúmenes de material disponible en los tramos altos. Fuente: Elaboración propia

TRAMO DE DRAGADO	VOLUMEN (m ³)
ANTESCLUSA	32.276
LAS HUERTAS	26.472
CORIA DEL RIO-ISLETA	85.044
BOCA SUR ISLETA	49.051
OLIVILLOS	1.164
LA LISA	5.370
LA MATA	3.042
TOTALES	202.419

Atendiendo a las zonas propuestas, se han hecho una distribución de zonas por tramo y por campaña de dragado, de tal manera que se ha buscado un equilibrio entre los volúmenes, pudiendo actuar en las diferentes zonas en ambas campañas.

Tabla 55. Volúmenes de material para márgenes por campaña de dragado y tramo. Fuente: Elaboración propia

TRAMO DE MÁRGENES	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN CAMPAÑA MES 18 (m ³)	VOLUMEN CAMPAÑA MES 36 (m ³)
LAS HUERTAS	73.125	41.705	31.420
PUEBLA DEL RÍO	30.945	15.218	15.727
OLIVILLOS	94.843	55.918	38.925
CORTA DE LOS JERÓNIMOS	148.916	59.855	89.061
LA LISA	21.502	11.053	10.449
LA HORCADA	8.534	8.534	0
LA MATA	28.321	10.752	17.569
TOTALES	406.186	203.035	203.151

Por otro lado, en la zona más próxima a la desembocadura se plantean dos tipos de actuaciones. Se plantea la ejecución de geocontenedores o geotubos, siendo la zona prioritaria la situada entre el Caño de Brenes y el Desagüe de la Figuerola. Asimismo, estas zonas registran taludes muy verticales, con grandes

desniveles. Con estos condicionantes se plantean 7 zonas para intervenir durante el periodo de vigencia del proyecto.

Por otro lado, en las zonas situadas en el entorno del tramo de Salinas, la erosión es debido a la propia dinámica fluvial. Para ello, las soluciones son complejas y lo que se plantea realizar es un aporte de material a las zonas que registran una mayor erosión, de modo que estos áridos puedan paliar de manera local el déficit provocado por los procesos erosivos registrados en la zona.

Esta medida de acompañamiento del EsIA se ejecutará cuando se produzca un acuerdo y coordinación entre diferentes organismos, identificados en este EsIA, competentes en la materia y con responsabilidad en la situación actual.

6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y TERRITORIAL

Este diagnóstico territorial presenta el estado de arte de todas las variables que configuran el ecosistema fluvial y terrestre del río Guadalquivir. Sobre este escenario se establecerá el efecto que cada una de las actuaciones propuestas en el contexto del proyecto tendrá sobre cada variable en particular y sobre el conjunto de las mismas en general.

La descripción de cada una de las variables se basa en la multitud de medidas y estudios específicos que ha liderado la APS con motivo de vigilancias ambientales de las obras ejecutadas en el río y los diversos estudios científicos encomendados a distintas universidades y centros de investigación, a los que ya se ha hecho referencia, para ampliar el conocimiento de aspectos determinados con el objeto de aprovechar los servicios ecosistémicos que ofrece el ámbito fluvial. En otros casos se han desarrollado estudios específicos en el marco del proyecto y este proceso participativo de evaluación para establecer el estado de todos los condicionantes del medio.

6.1 VARIABLES FÍSICAS

6.1.1 Aire, clima

6.1.1.1 Caracterización de la situación preoperacional en materia de ruido, contaminación lumínica y contaminantes atmosféricos en viviendas, edificaciones con usos sensibles, núcleos habitados o granjas próximas a la zona de proyecto

Los núcleos habitados más cercanos al río son Sanlúcar de Barrameda, en la desembocadura, Puebla y Coria del Río, en los tramos altos (Huertas) y Sevilla, donde se localiza la dársena del puerto. Las viviendas se concentran en esas zonas urbanas y las edificaciones sensibles se consideran los centros docentes, de servicios sociales y sanitarios que forman parte de las zonas habitadas. El poblamiento a lo largo de los márgenes del Guadalquivir es muy escaso y disperso, dadas las amplias extensiones de cultivos y se reducen a naves agrícolas de soporte a la actividad agrícola y acuícola, en Veta La Palma.

El Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de calidad del aire, establece que las Comunidades Autónomas realizarán en su ámbito territorial la delimitación y clasificación de las zonas y aglomeraciones en relación con la evaluación y la gestión de la calidad del aire ambiente. En este contexto, la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible realizó en 2011 una modificación de la zonificación de Andalucía para efectuar las valoraciones anuales de la calidad del aire.

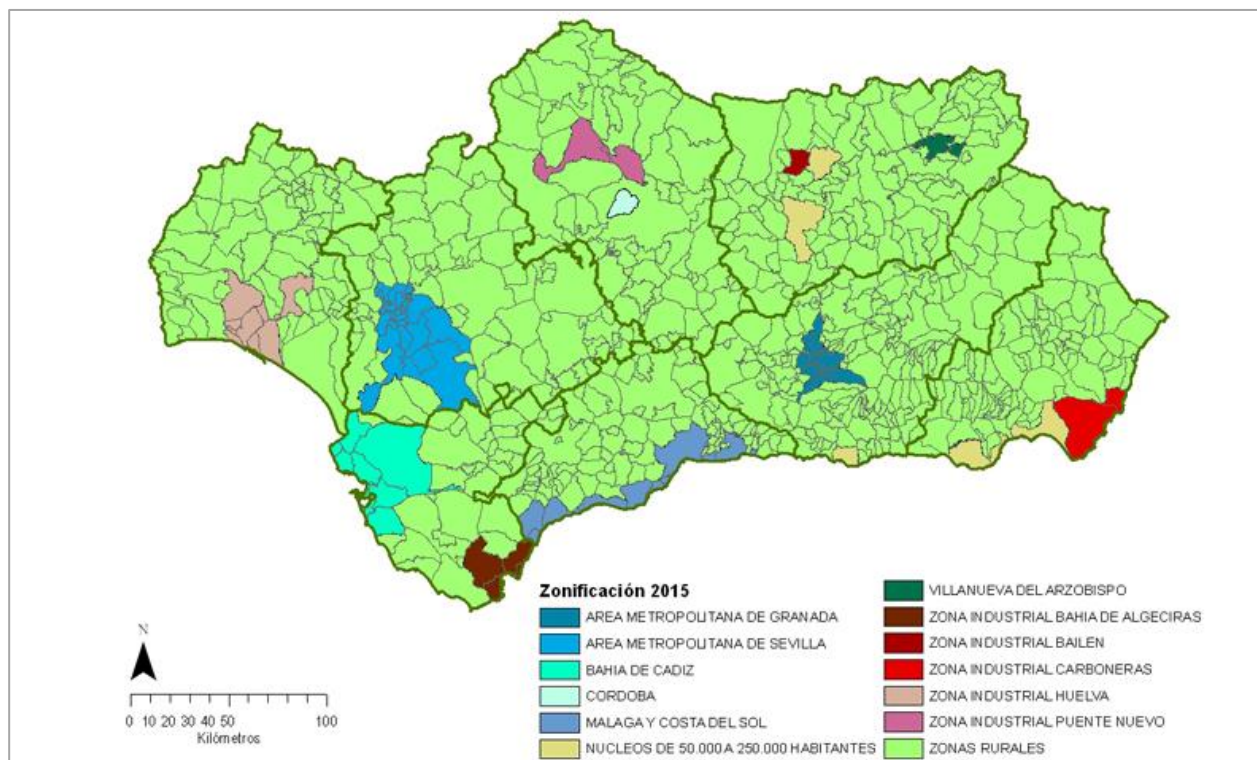


Ilustración 62. Zonificación para la evaluación de la calidad del aire vigente desde 2015. Fuente: Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, 2021.

Como se muestra en la Ilustración 62, la zona de estudio se encuadra dentro de la zona área metropolitana de Sevilla y anexa a Bahía de Cádiz.

Los datos registrados en esta zona, en diferentes estaciones de la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire, muestran elevados niveles de partículas de un tamaño inferior a micras (PM_{10} superación del valor límite diario en numerosas ocasiones), así como en los valores de dióxido de nitrógeno y ozono.

Zonificación del territorio según niveles de contaminación de SO_x , NO_x , $PM_{2,5}$ y PM_{10} y objetivos de calidad

El visor de calidad del aire del Ministerio para la Transición Ecológica informa que se cumplen los OCA establecidos por normativa.

En relación con el ruido, la dársena del puerto cuenta con su estudio acústico correspondiente, pero, no existe, por su parte, una modelización del ruido en la Zona II del puerto, la canal de navegación y espacios

terrestres. Sin embargo, el listado de las principales actividades que se producen en los márgenes defiende que se trata de una zona poco ruidosa. Así, en la zona de ribera tienen lugar:

- Cultivo de arrozales.
- Cultivo de secano.
- Cultivo de regadío permanente.
- Cultivo de frutales.
- Actividad asociada a tejido urbano (municipios).
- Actividades turísticas y de industria menor (pesquera y acuícola) asociadas a los municipios ribereños.
- Navegación y pesca.

De estas actividades, precisamente las que pueden generar mayor nivel acústico son las asociadas a tejidos urbanos e industriales. Coria del Río, La Puebla del Río, Sanlúcar de Barrameda y Sevilla, ya que las derivadas de actividades agrícolas suponen un impacto menor en comparación.

En cuanto a contaminación lumínica las áreas de la zona de estudio con mayor protección contra la contaminación lumínica se corresponden con el espacio protegido de Doñana y Brazo del Este básicamente:

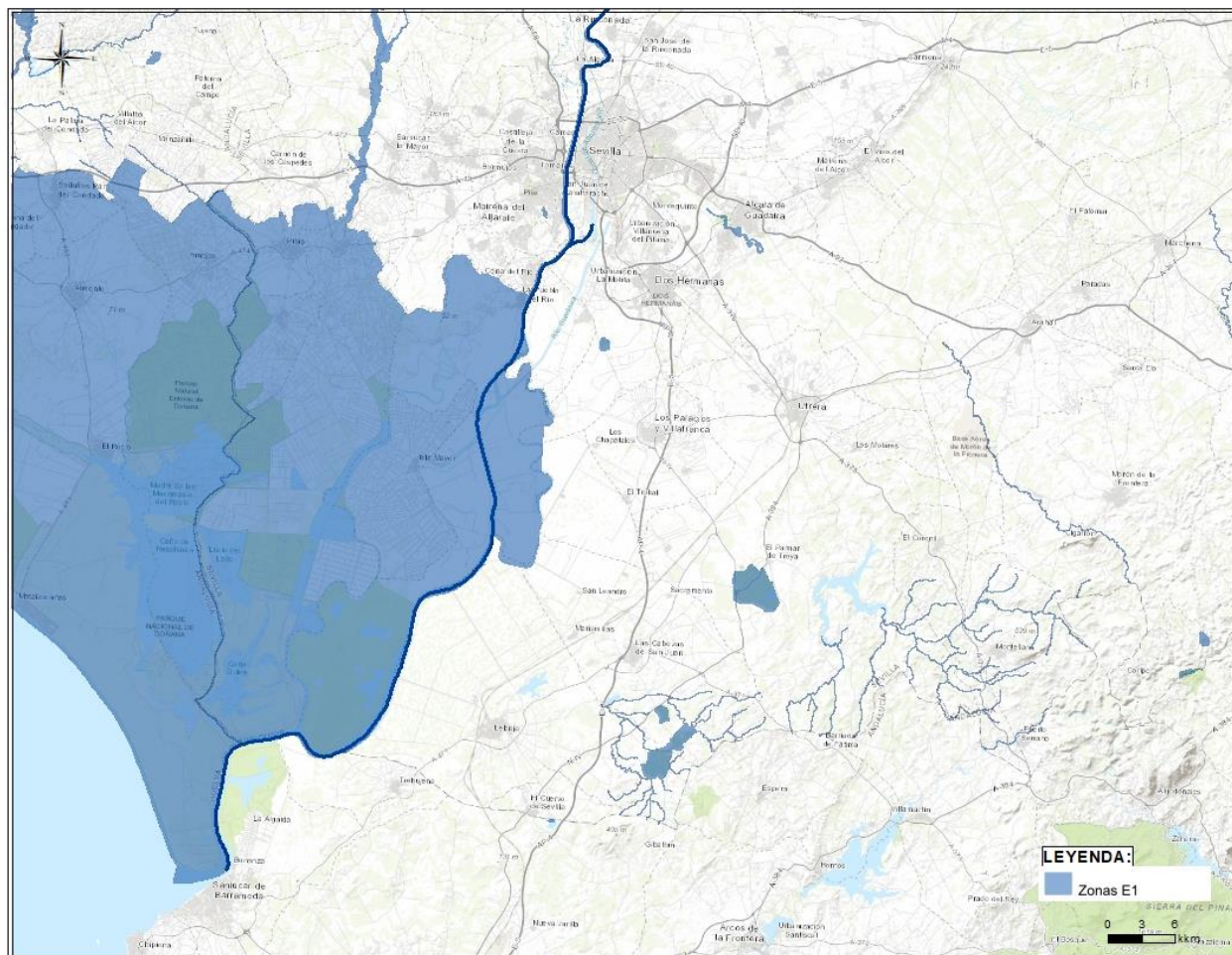


Ilustración 63. Zonas E1 y zonas de influencia de los puntos de referencia declaradas por la Consejería de Medio Ambiente. Comprende las áreas de Andalucía con máxima protección frente a la contaminación lumínica. Fuente: Nodo de la Red de Información Ambiental de Andalucía. Junta de Andalucía. Integrado en la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía, siguiendo las directrices del Sistema Cartográfico de Andalucía. Elaboración propia, 2022.

Por su parte, el mapa de zonificación de contaminación lumínica de municipios andaluces determina 4 zonas de las cuales 3 de ellas se identifican en la zona de estudio, como se observa:

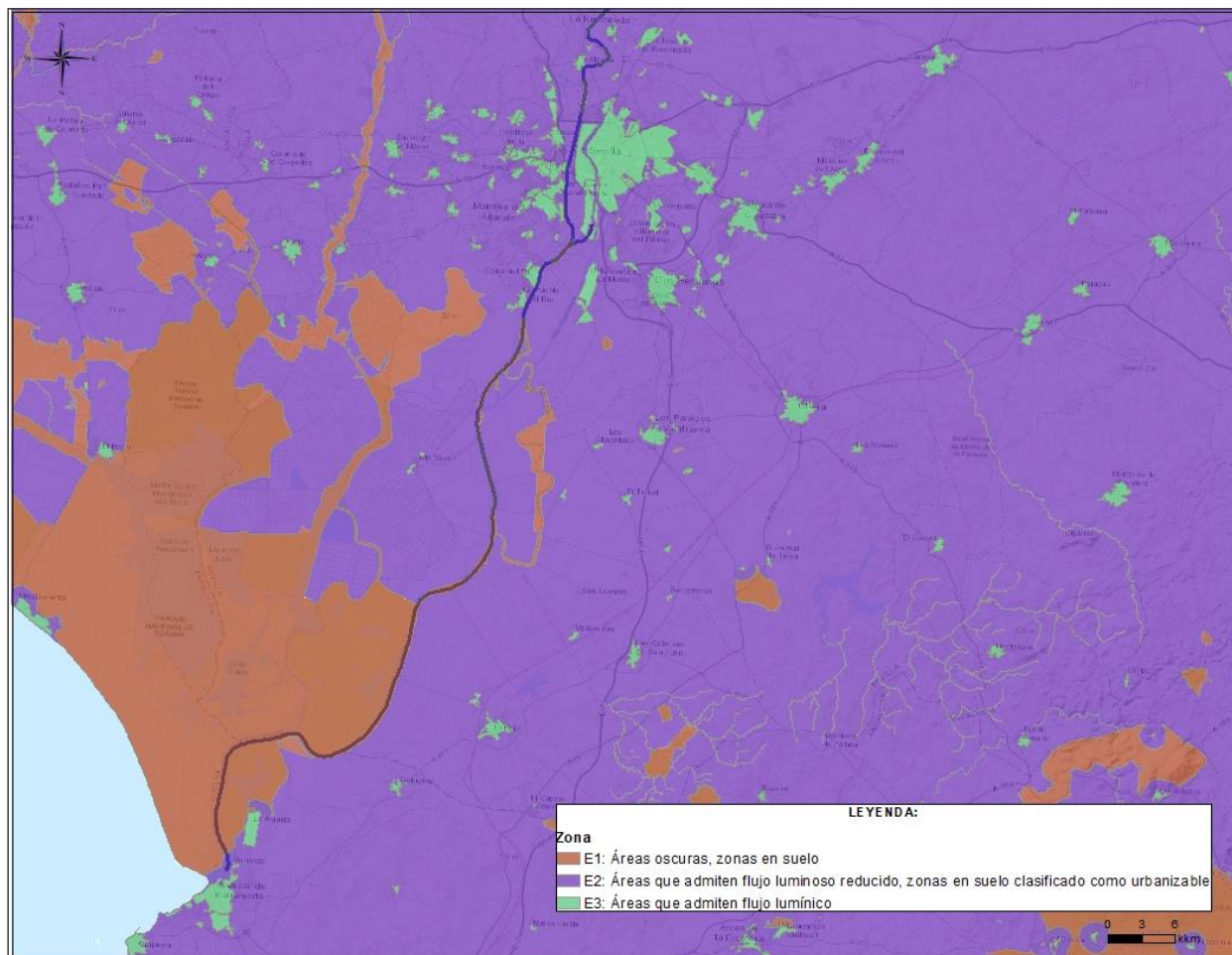


Ilustración 64. Mapas de Zonificación de la contaminación lumínica en los municipios andaluces. Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía, 2011.

La mayor parte de la Eurovía y sus márgenes son áreas que admiten un flujo luminoso reducido, los espacios protegidos son áreas oscuras, sin iluminación y los núcleos urbanos son los que admiten flujo lumínico.

Por otro lado, para valorar la calidad del cielo nocturno, la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul clasifica la calidad del cielo nocturno en función del valor de mag/arcseg² obtenido, así, un cielo estará catalogado como “excelente” para valores iguales o superiores a 21,4 mag/arcseg²; para valores entre 21,4 mag/arcseg² y 21,1 mag/arcseg² estaremos hablando de cielos de calidad “muy buena”; para valores entre 21,1 mag/arcseg² y 20,5 mag/arcseg² cielos de calidad “buena” y “a mejorar” para cielos con calidad inferior a 20,5 mag/arcseg². En la zona el núcleo de Sevilla es el que presenta peor calidad del cielo nocturno. El río se sitúa en el rango de bueno y moderado y muy buena en Doñana.

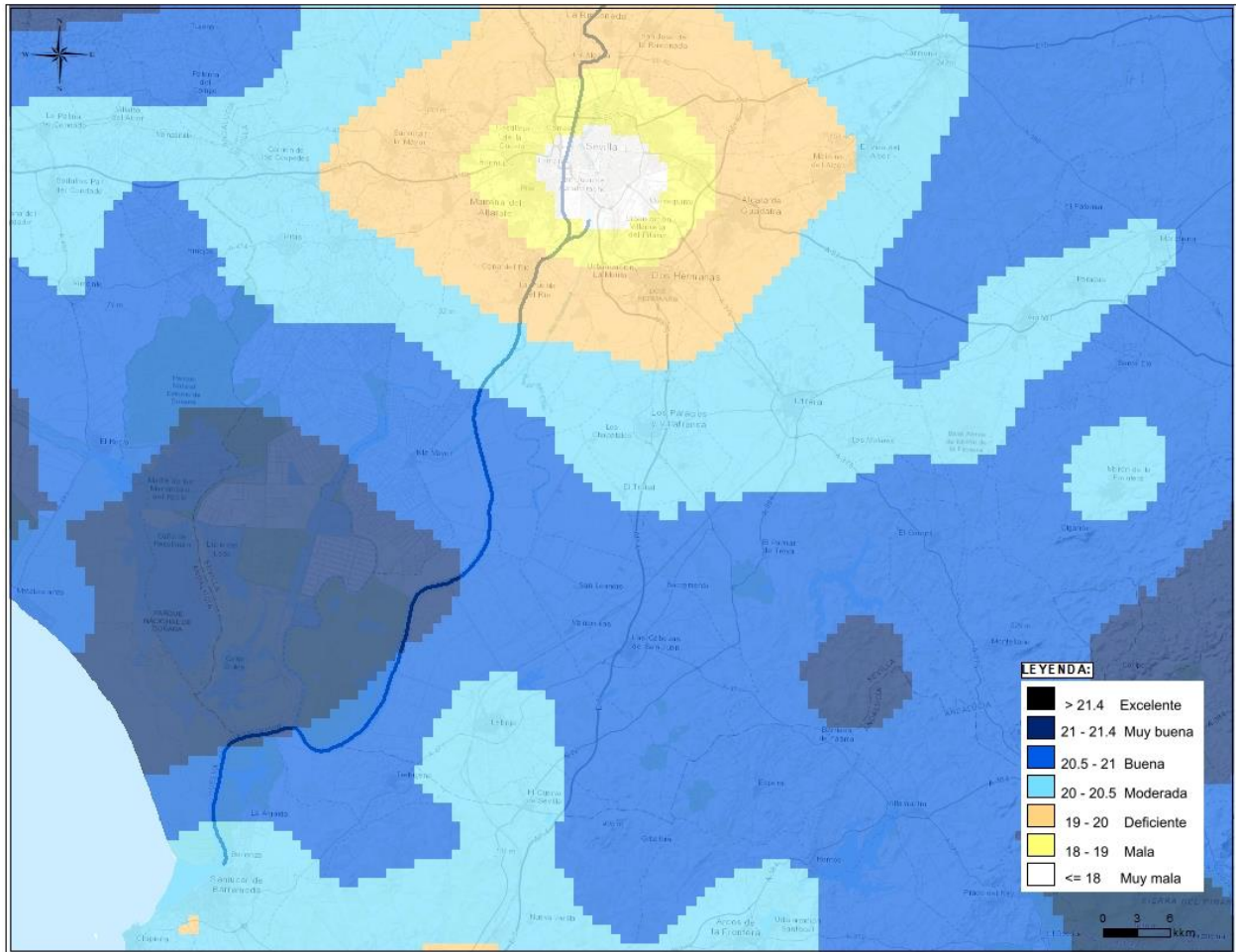


Ilustración 65. Calidad del cielo nocturno. Fuente: Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul. Servicio OGC.

6.1.1.2 *Resultados de previsiones en distintos escenarios climáticos respecto a la precipitación en la cuenca y subida del nivel del mar en el Golfo de Cádiz*

Las zonas inundables actuales con sus correspondientes periodos de retorno son las siguientes:

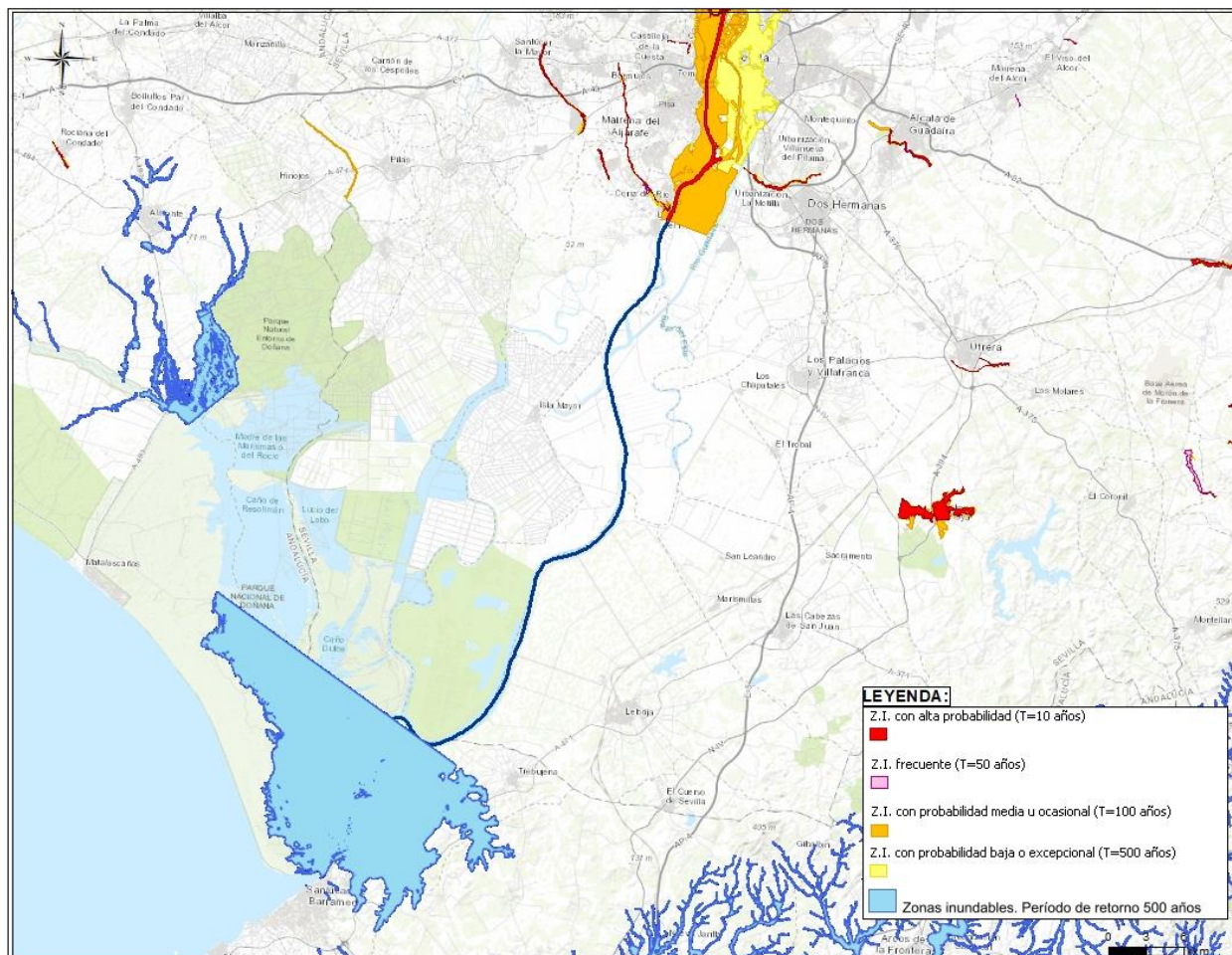


Ilustración 66. Zonas inundables para los periodos de retorno 10, 50, 100 y 500 años. Fuente: <https://www.chguadalquivir.es/mapas-de-inundacion>. Elaboración propia, 2022.

Toda la región mediterránea se considera que es una de las más vulnerables al cambio climático en Europa por lo que se espera un aumento de las sequías, de los incendios forestales y olas de calor que darán lugar a una mayor presión sobre las especies y los hábitats de los ambientes mediterráneos europeos. Además, las previsiones de cambio climático prevén que sus efectos se intensificarán en el futuro.

Los efectos inducidos por el cambio climático en el entorno del Bajo Guadalquivir dependerán del escenario en el que se evalúen. Por ello, se han empleado herramientas de análisis de riesgos económico-financieros asociados a los efectos del cambio climático ¹⁰ por la cual se han obtenido los valores climáticos más relevantes para contextualizar los escenarios futuros.

¹⁰Entre las herramientas utilizadas destacan como referencia el World Bank y RISKO (herramienta realizada por el consorcio MCValnera con IH Cantabria).

- **Aumento del nivel del mar.** El cambio climático provocará una subida del nivel del mar en todos los escenarios contemplados, pudiéndose llegar a alcanzar los 0,62 m en el año 2100.

Tabla 56. Valores del aumento del nivel del mar para distintos escenarios contemplados. Fuente: Herramienta de análisis RISK0

ESCENARIO	AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR (m)		
	2025	2050	2100
RCP 4.5	0.09	0.22	0.45
RCP 8.5	0.11	0.25	0.62

- **Aumento de la temperatura.** En la zona del Valle del Guadalquivir la temperatura media actual se encuentra en el entorno de los 19°C. Dependiendo del escenario analizado, el aumento de la temperatura es diferente, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 57. Valores del aumento de temperatura media para distintos escenarios contemplados. Fuente: Herramienta de análisis RISK0

ESCENARIO	AUMENTO DE LA TEMPERATURA MEDIA (°C)		
	2025	2050	2100
RCP 4.5	0.98	1.46	2.02
RCP 8.5	0.79	1.91	3.69

- **Aumento del número de días de calor anuales.** Se espera que el número de días en los que la temperatura máxima superen los 40°C sea mayor a mediados de siglo y vaya aumentando conforme transcurren los años.

Tabla 58. Media de días al año con una temperatura superior a los 40°C para distintos escenarios contemplados. Fuente: Herramienta de análisis RISK0

ESCENARIO	DÍAS AL AÑO CON UNA TEMPERATURA SUPERIOR A LOS 40°C		
	2025	2050	2100
RCP 4.5	0.13	0.28	0.58
RCP 8.5	0.24	0.93	3.84

- **Reducción de las precipitaciones.** El cambio climático también afectará a las precipitaciones. Actualmente se registra una media de aproximadamente 67 días de lluvia al año.

Tabla 59. Precipitaciones

ESCENARIO	DÍAS DE LLUVIA AL AÑO		
	2025	2050	2100
RCP 4.5	66.88	62.23	60.02
RCP 8.5	62.28	56.10	45.75

Estas modificaciones en el clima introducidos por los cambios climáticos tendrán una serie de consecuencias sobre los agentes ecológicos.

- **Inundación del Bajo Guadalquivir.** Según un nuevo estudio publicado en “Nature Communications”, la subida del nivel del mar provocará que las zonas de las marismas y más próximas a la desembocadura del Guadalquivir se vean anegadas en el año 2050, tal y como se muestra en la siguiente figura

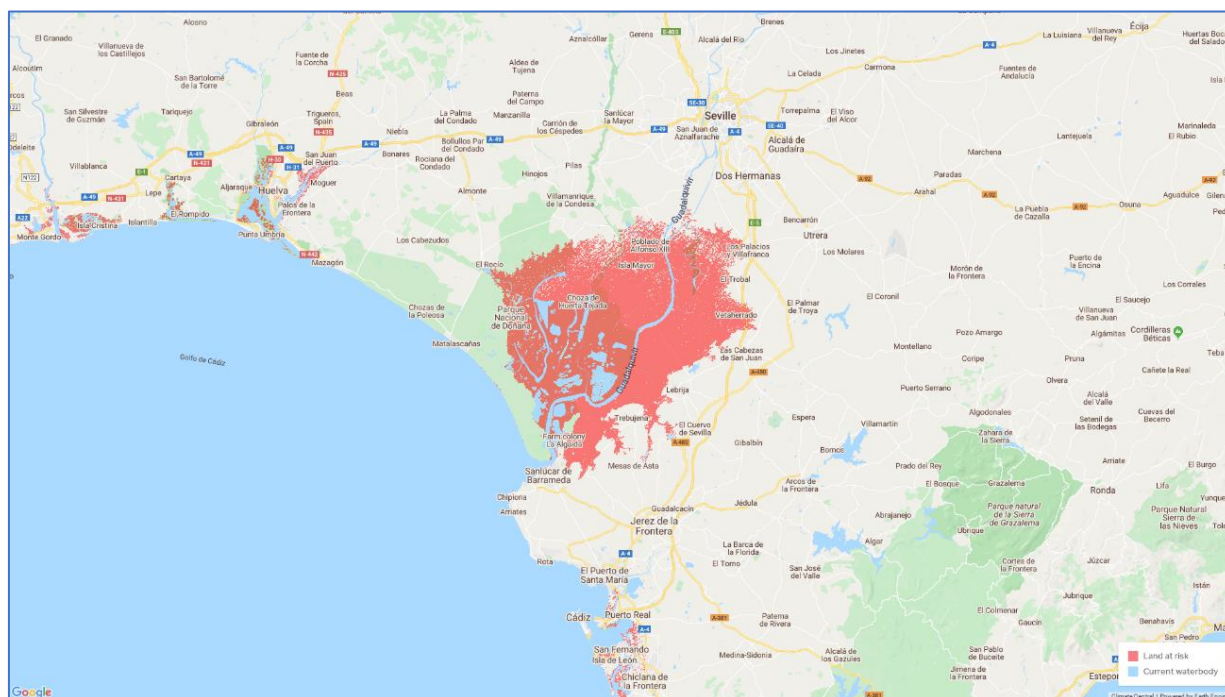


Ilustración 67. Zonas en riesgo de inundación. Fuente: Climate Central - Nature Communications

El estudio de vulnerabilidad anexo al EsIA ofrece más información sobre evoluciones y riesgos asociados.

- **Biodiversidad.** La reducción de los aportes hídricos a las zonas de humedales puede provocar que las más pequeñas desaparezcan y con ellas diferentes especies de anfibios y reptiles. Por otro lado, también las poblaciones de aves se verán perjudicadas pudiendo provocar la extinción de aquellas especies más vulnerables. Las afecciones a la flora ya se han comenzado a notar, ya que especies como la encina ha tenido 2 floraciones en un mismo año. Este tipo de asincronías

provocan desequilibrios en los ciclos de las especies polinizadoras pudiendo provocar la desaparición de especies. La reducción de aportes hídricos afectará a especies vegetales autóctonas de los humedales, reduciendo su presencia en ellos y aumentando la desertización.

6.1.2 Agua

6.1.2.1 Calidad del agua

6.1.2.1.1 *Calidad del agua de la ría. Parámetros físico-químicos*

Como resultado del proceso participativo en el que se enmarca este trámite administrativo y conocida la historia de los dragados del Guadalquivir, es bien conocido que los parámetros que más interés suscitan en el estuario son la turbidez y su evolución, y la salinidad. Por ello, estas variables se analizan con mayor profundidad.

La APS ha monitorizado, además de turbidez y salinidad, varios parámetros en la columna de agua como resultado de la vigilancia ambiental que se ejecuta durante los dragados de mantenimiento, tanto en la ría como en el vaciadero marino.

En concreto, la salinidad en la ría se ha monitorizado desde el año 2015 hasta 2021 con 3 perfiles longitudinales a lo largo del río en el eje de la canal y en los márgenes. Este control se inició en la zona de arrozales, pero en el año 2018 se extendió a todo el río. En el caso de la turbidez y otros parámetros, tales como oxígeno disuelto, temperatura, pH y clorofila, desde 2019 se han monitorizado en las mismas estaciones que la turbidez. Además, en la campaña 2019/20 se instaló un equipo de medición en continuo en 2 localizaciones del río (PK1 y PK 28 -véase Ilustración 68-) que estuvo tomando durante 1 mes registros de turbidez, salinidad, temperatura y oxígeno disuelto.

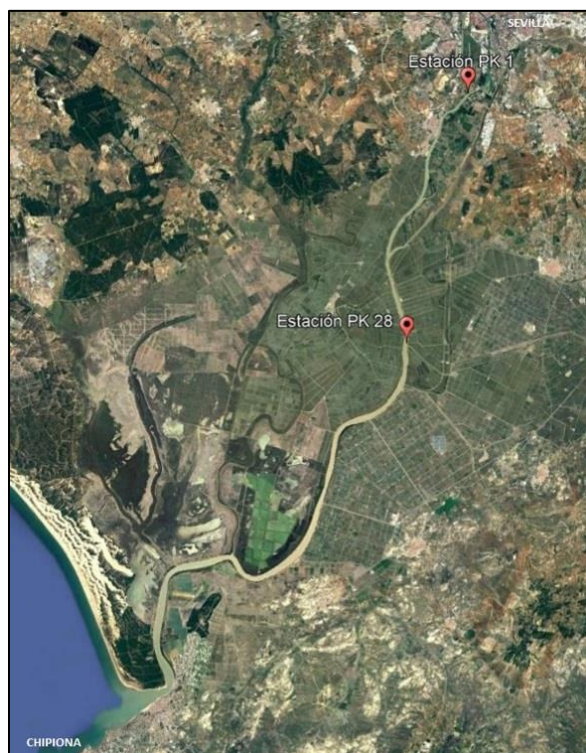


Ilustración 68. Ubicación de CTD's

A continuación, se expone una síntesis de los principales resultados obtenidos respecto a la evolución de las variables analizadas.

▪ Temperatura:

El análisis de los datos recogidos a lo largo del río en el último trimestre de los años 2019, 2020 y 2021, en el eje y márgenes, representados tanto por sus perfiles como por histogramas, y las mediciones en continuo permiten arrojar las siguientes tendencias en relación con el comportamiento de la temperatura:

- El valor de esta variable permanece en todos los casos constante en la columna de agua, es decir, no existe un gradiente entre el fondo y la superficie en la misma estación de medida o éste es despreciable.
- Como es lógico es una variable con valores estacionales, esto es, de los momentos del año. Durante el invierno la temperatura se sitúa en torno a los 12-13° C de media, en verano en torno a los 25-26° C. En el resto de las estaciones en el rango comprendido entre esos extremos.
- En general se observa una tendencia de aumento de la temperatura hacia la desembocadura lo cual se asocia a la disminución de la profundidad y de la lámina de agua.
- Existen leves variaciones de este parámetro asociados al estado de la marea; los máximos se dan con la creciente, mientras que los mínimos con la vaciante. Además, cuanto mayor sea el coeficiente de marea, mayores son las diferencias entre los máximos y los mínimos registrados.
- Oxígeno disuelto:

Los datos de los perfiles a lo largo del río en cada una de las campañas en el mismo periodo que el indicado para la temperatura, representados tanto por sus perfiles como por histogramas, y las mediciones en continuo permiten arrojar las siguientes tendencias en relación con el comportamiento del oxígeno disuelto:

- Cuanto menor es el valor de la temperatura del agua mayor es la concentración del oxígeno disuelto y viceversa. Esto explica las diferencias en los valores en función de las estaciones del año.
- Los valores de oxígeno disuelto en la desembocadura son mayores que aguas arriba. En general, a partir del PK 0 (esclusa) y PK15-20 puede observarse un patrón de valores constantes (40-50%), aumentando de maneras más o menos homogénea desde el PK20 hacia la desembocadura.
- Los registros continuos, por su parte, muestran que en la segunda mitad de la fase de crecimiento del coeficiente de marea y en la primera mitad de decrecimiento del mismo, se aprecia una tendencia de la concentración de oxígeno inversa al estado de la marea, es decir, los máximos de concentración se producen en los estados de bajamar y los mínimos en la pleamar
- Esto cambia en la segunda mitad de crecimiento del coeficiente de marea y en la primera mitad de crecimiento, donde se observa que se dan concentraciones máximas de oxígeno tanto en la pleamar como en la bajamar, si bien las diferencias entre los máximos y los mínimos son bastante menores que en el primer caso descrito (en el primer caso se registran diferencias de hasta el 40% mientras que en el segundo de del 15%).
- Puede observarse que sigue el mismo patrón que la salinidad, es decir, dentro de un ciclo de marea, los máximos se asocian a la pleamar y los mínimos a la bajamar, aunque existe cierto desfase (aproximadamente 1 hora), es decir, la concentración máxima de oxígeno se alcanza 1 hora después de la pleamar.
- Además de lo anterior, en la primera mitad de la fase de crecimiento del coeficiente de marea, la concentración media es ligeramente superior, y disminuye la diferencia entre los máximos y mínimo dentro de una carrera de marea.
- pH:

El análisis de los datos recogidos a lo largo del río, en el eje y márgenes, así como las medidas en continuo permite arrojar las siguientes tendencias en relación con el comportamiento del pH:

- Los valores de pH medidos en el río se encuentran en el rango de 6 a 9.
- La tendencia es PH más bajo en los tramos más cercanos a la esclusa y va aumentando hacia la desembocadura, notándose la influencia del agua marina.
- Clorofila:

Los datos de los perfiles a lo largo del río en cada una de las campañas, representados tanto por sus perfiles como por histogramas mostraron las siguientes tendencias en relación con el comportamiento de la clorofila:

- Los valores muestran el mismo patrón con la profundidad. No hay variaciones en la columna de agua.
- En todos los casos los registros de clorofila son mayores aguas arriba, más hacia el interior del río y, van disminuyendo hacia la desembocadura dejando notarse el efecto de las mareas.
- Turbidez:

Es conocido que el estuario del Guadalquivir es de los más turbios del mundo. La mayor cantidad de material procede del propio estuario, por el material puesto en suspensión por los esfuerzos tangenciales mareales en el lecho y márgenes. La turbidez en la columna de agua crece con la profundidad a consecuencia del balance entre flotación y turbulencia. A escala promedio-mareal se observan dos óptimos de turbidez: el primero (estuario abajo) se debe principalmente al incremento de la capacidad de resuspensión por la circulación transversal en zonas con radios de curvatura pequeños. El segundo, estuario arriba, podría incluso alcanzar hasta la misma presa de Alcalá y está asociado a la presencia del punto nulo de la intrusión salina y al carácter estacionario de la propagación de onda en ese tramo del estuario (véase Baquerizo et al. (2011), y citado Díez-Minguito, M., Bramato, S., Contreras, E., Polo Gómez, M. J., & Losada, M. A. (2011)).

El análisis de los datos recogidos a lo largo del río, en el eje y márgenes, así como las medidas en continuo permite arrojar las siguientes tendencias en relación con el comportamiento de la turbidez:

- La turbidez es menos elevada en la capa más superficial y va aumentando en la columna de agua hacia el fondo.
- La turbidez disminuye hacia la desembocadura, aproximadamente desde el PK55 (Trebujena), dejando notarse el efecto de renovación de las mareas.
- La turbidez varía desde las 100 a las 1.000 NTU. La media se sitúa entre las 300-400 NTU.
- Los máximos de turbidez siempre se alcanzan en la mitad de carrera de marea, tanto en la creciente como en la vaciante. Los máximos que se producen durante la creciente son mayores a los de la vaciante, el mínimo coincide con la bajamar. En la fase de decrecimiento de los coeficientes de marea, los máximos que se producen durante la creciente son mayores a los de la vaciante.
- También puede observarse como las máximas diferencias entre los máximos y mínimos registrados en una carrera de marea se dan para mayores coeficientes de marea.

Procedencia del sedimento de dragado

Conociendo la Autoridad Portuaria, y así viene recogido en el DA y se ha puesto de manifiesto en las diferentes reuniones mantenidas con los stakeholders en el proceso participativo, que la turbidez, su evolución y variabilidad durante los dragados de mantenimiento, es un parámetro que genera cierta incertidumbre, la APS ha llevado y lleva a cabo unos estudios específicos, iniciados en el año 2015, con el grupo de Geociencias Aplicadas e Ingeniería Ambiental (GAIA) de la Universidad de Huelva. El objeto

de dichos trabajos consiste, en general, en establecer desde el punto de vista sedimentológico, una primera aproximación a las principales características que identifican las posibles fuentes de los materiales depositados en el cauce fluvial, en concreto, en los tramos de dragado.

Tras las diferentes campañas y análisis efectuados se concluyó que, en términos básicos, los sedimentos que se depositan en los sistemas estuarinos tienen cuatro posibilidades de procedencia (GAIA, 2022:7):

- Procedencia marina introducidos por la marea: sedimentos marinos próximos a la desembocadura del estuario transportados por olas y mareas.
- Procedencia fluvial: sedimentos con características propias del sustrato por el que discurre el sistema fluvial principal y redes fluviales secundarias.
- Sedimentos autóctonos (originados en el sistema estuarino) que proceden de procesos de floculación/coagulación debido a la mezcla agua dulce/salada.
- Aportes externos a las fuentes principales de los estuarios y que son propias de la dinámica de cada sistema. Éstos pueden ser por causas antrópicas o naturales. En el estuario del Guadalquivir se pueden identificar dos procesos principales que aportan material al cauce: la erosión de los bordes en determinados tramos del estuario y la actividad agraria desarrollada en zonas adyacentes al mismo.

Además, al análisis de los datos de las características texturales, mineralógicas y la signature geoquímica de tierras raras (REEs) de los sedimentos estudiados en las campañas de 2019, 2020 y 2021 permiten hacer una aproximación cualitativa a la procedencia de los sedimentos depositados en los tramos objeto de dragado. Los resultados son los siguientes:

- En base a la procedencia, los tipos de sedimentos en el estuario del Guadalquivir se distinguen en dos grupos:
 - Origen fluvial: aportes directos del río, erosión de los márgenes y salidas de borde de los arrozales.
 - Origen marino: los que introduce la marea desde la zona costera.
- Texturalmente se distinguen dos grupos:
 - Finos: tamaños inferiores a 63 micras.
 - Gruesos: tamaños superiores a 63 micras.
- Dentro de estos grupos las características texturales, mineralógicas y geoquímicas permiten distinguir varios subtipos:
 - Finos tipo 1: limos arcillosos donde las fases minerales dominantes son Calcita y Clorita/Caolinita (entre las dos representan entre el 65 y el 85%). Geoquímicamente presentan un ligero enriquecimiento en Tierras raras ligeras y medias respecto a las

pesadas (Relación L/HREEs inferiores a 30) y una importante anomalía positiva de Eu (Relación Samario/ Europio (Sm/Eu) inferiores a 0,80). Origen fluvial.

- Finos tipo 2: arcillas limosas donde la fase mineral es el Cuarzo (entre el 45 y 80%). Geoquímicamente se caracterizan por un fuerte enriquecimiento en Tierras raras ligeras (LREEs), mostrando índices L/HREEs superiores a 35 y significativas anomalías negativas de Eu (índices Sm/Eu por encima de 1). Son sedimentos de origen fluvial afectados por un proceso de fraccionamiento provocado por el proceso de mezcla.
- Finos tipo 3: arcillas limosas y limos arenosos con dos fases minerales dominantes cuarzo y calcita. Con un enriquecimiento significativo en Tierras raras ligeras y medias respecto a las pesadas (índice L/HREEs entre 30 y 35) y índices Sm/Eu entre 0,80 y 1. Son sedimentos de origen fluvial afectados parcialmente por un fraccionamiento originado por el proceso de mezcla.

En los sedimentos gruesos se distinguen dos subtipos:

- Gruesos tipo 1: limos arenosos y arenas finas. Sin presencia de bioclastos (restos de conchas). Las fases minerales dominantes son Calcita, Cuarzo y Micas y presencia significativa de Dolomita. Geoquímicamente no muestran un enriquecimiento significativo en Tierras raras ligeras y medias respecto a las pesadas, pero si una ligera anomalía positiva de Eu. Este sedimento es de origen fluvial.
- Gruesos tipo 2: arenas medias y arenas finas limosas. Con presencia de bioclastos. Las fases minerales dominantes son la Calcita y el Cuarzo. Las características geoquímicas son similares al Tipo 1. En este caso los litoclastos muestran características fluviales pero los bioclastos proceden de una fuente marina. Origen Marino/fluvial.

Partiendo de la clasificación anterior, la distribución y origen de sedimentos en los tramos dragados en los últimos años es:

Tabla 60. Comparación de sedimentos superficiales en tramos del dragado en el interior del estuario del Guadalquivir. Fuente: GAIA, informe preliminar, 2022.

TRAMO DE RÍO	Sedimentos superficiales 2019	Sedimentos superficiales 2020	Sedimentos superficiales 2021
Presa Alcalá-Gelves	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos)
Antesclusa	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos)
Las Huertas	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1	Finos Tipo 1 dominante + tipo3/Gruesos Tipo1	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1

TRAMO DE RÍO	Sedimentos superficiales 2019	Sedimentos superficiales 2020	Sedimentos superficiales 2021
	Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	Fluvial (aportes directos principal y finos de mezcla)	Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)
Isleta Coria	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos principal y finos de mezcla)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)
Boca Sur	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	Finos Tipo 2/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos principal y finos de mezcla)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)
Olivillos	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	Finos Tipo 2/Gruesos Tipo2 Fluvial (aportes directos principal y finos de mezcla)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)
La Lisa-Canal Nuevo	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	Finos Tipo 2/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos principal y finos de mezcla)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)
La Mata	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	Finos Tipo 2/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos principal y finos de mezcla)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)
Tarfía	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	Finos Tipo 3/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos principal y finos de mezcla)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)
La Gola	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)
El Yeso	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	Finos Tipo 2/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos principal y finos de mezcla)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)
Puntalete	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos principal y finos de mezcla)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)
Salinas	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Marino/fluviol (aportes directos, erosión y salidas de borde)	Finos Tipo 3/Gruesos Tipo2 Marino/fluviol (finos mixtos fluviales y de mezcla)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Marino/fluviol (aportes directos, erosión y salidas de borde)
Sanlúcar	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Marino/fluviol (aportes directos, erosión y salidas de borde)	Finos Tipo 3/Gruesos Tipo2 Marino/fluviol (finos mixtos fluviales y de mezcla)	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Marino/fluviol (aportes directos, erosión y salidas de borde)

Las diferencias entre los años 2019 y 2020, 2021, aumento del volumen de sedimentos finos procedentes de los procesos de mezcla respecto a la fracción fina de origen fluvial procedente de aportes directos del

Guadalquivir, se deben a la alternancia natural bianual de precipitaciones en la zona de estudio (año seco/húmedo).

En síntesis, el sedimento superficial de los tramos de dragado, tanto el fino como el grueso, tiene una procedencia de origen fluvial. En Presa Alcalá-Gelves y Antesclusa procede de aportes directos del río y en el resto de los tramos también de erosión y aportes de bordes. En los tramos de Salinas y Sanlúcar hay además sedimento de origen marino. En el año 2020 se registró, por fenómenos de lluvias, más fraccionamiento por procesos de mezcla y mayor entrada del sedimento marino a los tramos de la desembocadura.

Análisis de los episodios de turbidez

Por otro lado, para tratar de determinar las causas de los episodios de elevada turbidez en el río, la empresa Complutum Tecnologías de la Información Geográfica, S.L. (en adelante Complutig, una empresa de base tecnológica de la Universidad de Alcalá) ha realizado un estudio de la turbidez del río a partir de imágenes de teledetección por satélite del Sentinel 2 que permite transformar las imágenes en datos de turbidez en TSM (Total Suspended Matter, en mg/l), mediante el uso de algoritmos ampliamente utilizados para este fin.

En este análisis a partir de los datos proporcionados por Complutig se busca la correlación entre los episodios de elevada turbidez en el Guadalquivir y eventos tales como: las campañas de dragado de mantenimiento, las descargas de la presa de Alcalá del Río y las precipitaciones. Para ello se han tenido en cuenta las siguientes premisas:

- En relación con la turbidez se ha determinado un día con una turbidez elevada cuando más de un 70% de los tramos analizados presentan valores superiores a los 3.000 mg/l de TSM.
- En cuanto a las descargas de la presa de Alcalá del Río, se establecen umbrales para considerar a los eventos descargas, considerando que hay una descarga horaria en la presa cuando el caudal horario supera los 50 m³/s y, por otro lado, que hay una descarga diaria cuando el caudal diario supera los 100 m³/s.
- Se han obtenido los datos de los días que registran precipitaciones y también los días precedentes. De los datos de lluvia se han extraído aquellos días muestreados con datos de turbidez viables en los que hay precipitación en la hora de la muestra (sobre las 11h), en las que hay precipitación en el día de la muestra y en las que el tiempo seco precedente es menor de 7 días.

Con estos condicionantes se han representado en unos gráficos, en el periodo comprendido entre 2015 y 2021, y para cada tramo de dragado la turbidez en TSM (mg/l), los periodos de duración de las campañas de dragado, el hietograma de lluvia diaria histórica y el caudal horario del río Guadalquivir (m³/s),

equivalente al caudal turbinado por la presa de Alcalá del Río (m^3/s). Se presenta a continuación un ejemplo de la representación comentada para los tramos de Broa, Sanlúcar, Salinas y Puntalete.

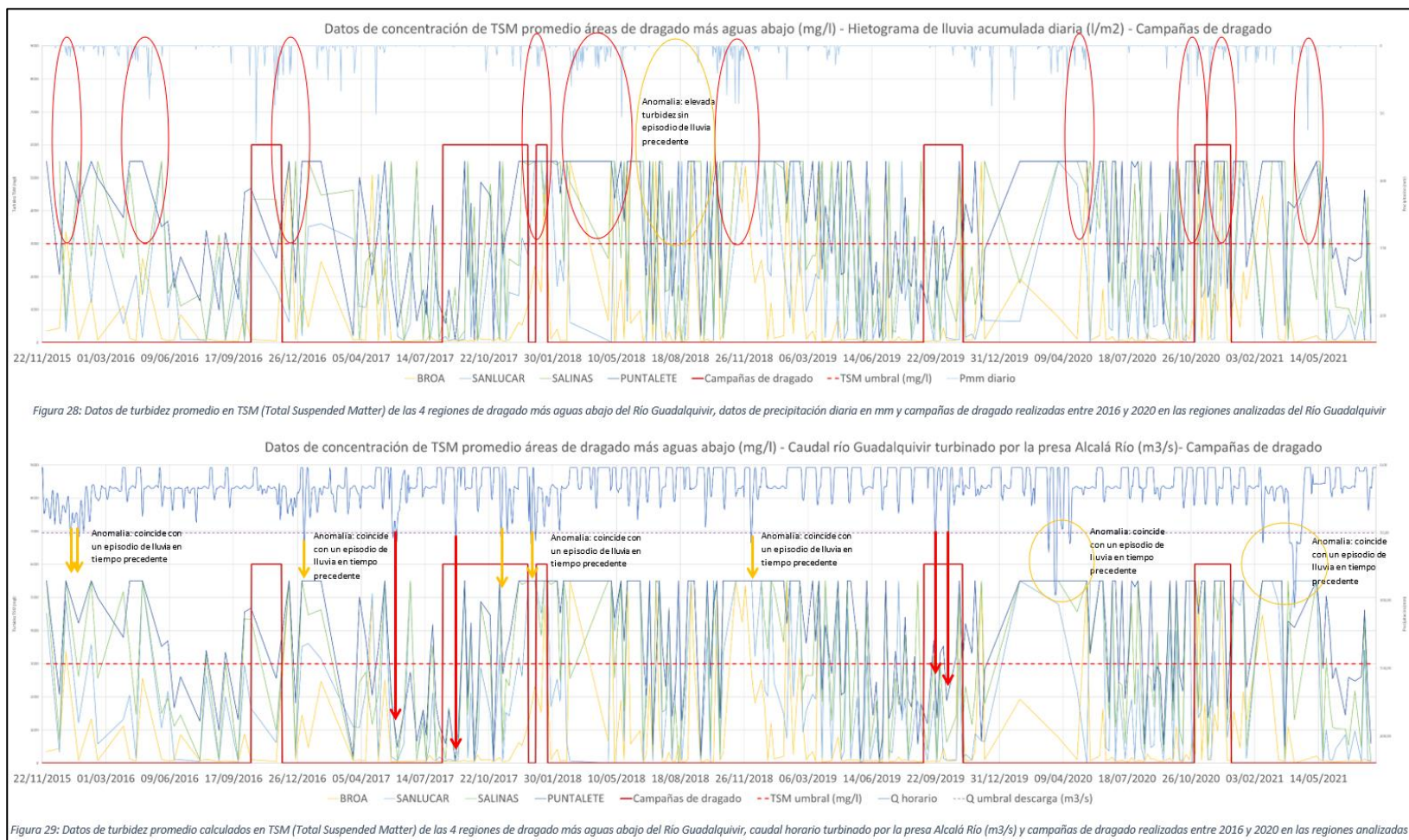


Ilustración 69. Datos de turbidez promedio en TSM de Broa, Sanlúcar, Salinas y Puntalete, datos de precipitación diaria en mm, caudal horario turbinado por la presa de Alcalá del Río (m³/s) y campañas de dragado entre 2016 y 2020. Fuente: UTE, 2022.

En el análisis cualitativo de la correlación de las variables comparables, se ha estimado oportuno comparar los días con una turbidez considerada excepcionalmente elevada, cuando más de un 70% de los subtramos evaluados tienen un contenido de sólidos en suspensión totales superior a 3000 mg/l, lo que ocurre un 45% de los días analizados.

Primeramente, se ha analizado con qué frecuencia este nivel elevado de turbidez coincide con el resto de los parámetros analizados, concluyéndose que:

- De todos los días analizados donde se encuentra una elevada turbidez (SS > 3.000 mg/l), coincide que un 64%, ha llovido el mismo día de la muestra (15%) y/o el tiempo seco precedente es menor de 7 días (61%).
- Únicamente el 19% coincide con un día de dragado.
- Únicamente un 5% de los días coincide con una descarga horaria de la presa, es decir, con un caudal turbinado en la presa superior a 50 m³/s; y ninguno con una descarga diaria, es decir, con un caudal turbinado en la presa superior a 100 m³/s.

De este análisis se extrae que puede existir una correlación directa entre la elevada turbidez y los episodios de lluvia en la zona de estudio.

Adicionalmente, se comparan los días de dragado en los que ocurren otras de las variables analizadas, concluyendo que:

- Un 50% de los días de dragado analizados (42 días en total) la turbidez se consideraba elevada.
- Un 7% coincide con una descarga horaria de la presa y ninguno con una descarga diaria.
- Finalmente, un 76% de los días en los que se realizaron las tareas de dragado coincide con un día en el que ha llovido (14%) y/o el tiempo seco precedente es menor de 7 días (62%).

A continuación, en el cuadro de la Tabla 61 se muestra la correlación entre las diferentes variables analizadas en cada región de dragado analizada.

Tabla 61. Conclusiones del análisis cualitativo de la correlación de las variables analizadas con los días de elevada turbidez y con los días de campaña de dragado

TURBIDEZ ELEVADA Y DRAGADOS						
Parámetros	Totales		Días SS >3000 mg/l >70%		Días con Dragado	
	Días SS >3000 mg/l >70%	108	45%	108	100%	21
Días campaña de dragado	42	17%	21	19%	42	100%
Descargas presa horarias	11	5%	5	5%	3	7%
Descargas diarias	0	0%	0	0%	0	0%
Tramos con lluvia día muestra	25	10%	16	15%	6	14%
Tramos con lluvia día muestra y tiempo seco precedente <7 días	21	9%	13	12%	0	0%

TURBIDEZ ELEVADA Y DRAGADOS						
Tramos tiempo seco precedente < 7 días	114	47%	66	61%	26	62%
Tramos con lluvia día de muestra y/o tiempo seco precedente < 7 días	118	49%	69	64%	32	76%
Tramos totales	241		108		42	

Finalmente, del estudio realizado se concluye que:

- Puede existir una correlación directa entre la elevada turbidez y los episodios de lluvia en la zona de estudio, es decir, en los que llovió en menos de 7 días desde el día de muestreo y/o se registra lluvia el mismo día del muestreo.
- Las regiones con una turbidez más elevada son aquellas zonas intermedias próximas a grandes extensiones de conreos agrarios.
- Las regiones con una turbidez menor son aquellas zonas aguas abajo del río, próximas a la desembocadura.
- Salinidad:

En el estuario del Guadalquivir las condiciones normales de la marea controlan la distribución de la salinidad. Ésta decrece desde la desembocadura hasta la presa de cabecera, como ya previamente comprobaron otros autores (Baonza et al. 1978). Se trata, por tanto, de un estuario positivo. En un estuario dominado por la marea, la variabilidad espacio-temporal de la intrusión salina depende, esencialmente, de los flujos mareales asociados al transporte y difusión de sal, los aportes de agua dulce y la acción del viento. El punto de intrusión (estimado donde la salinidad en el fondo es 2 psu) oscila a escala submareal casi a la altura del km 70. Los máximos se presentan durante mareas vivas superando los 75 km, mientras que los mínimos tienen lugar durante mareas muertas, retrocediendo hasta los 65 km. El desplazamiento submareal es del orden de 10 km. (Díez-Minguito, M., Bramato, S., Contreras, E., Polo Gómez, M. J., & Losada, M. A. (2011). Distribución espacial de salinidad y turbidez en el estuario del Guadalquivir.)

El análisis de los datos recogidos a lo largo del río, en el eje y márgenes, así como las medidas en continuo permite arrojar las siguientes tendencias en relación con el comportamiento de la salinidad:

- En la zona de Antesclusa la salinidad que se registra se sitúa en las 0,6-0.7 psu. En la desembocadura los valores dependen del estado de la marea en el momento de la medida, como es lógico. Los valores registrados han ido de las 25 a las 35 psu.
- No se producen variaciones del parámetro con la profundidad, pero sí el descenso desde la desembocadura a aguas arriba. Tampoco se observan variaciones significativas en función de la sección (central, margen derecha y margen izquierda).
- El PK más al interior en el que se supera 1 psu se ha registrado en el 32.500. En las márgenes a partir del PK 30.000.

- De los datos de mediciones continuas se obtiene que los máximos de salinidad coinciden con las pleamares y los mínimos con las bajamares. Además, se observa que las diferencias entre los máximos y los mínimos en una misma carrera de marea son mayores cuanto mayor sea el coeficiente de marea.
- Además de lo dicho en el párrafo anterior, se observa una doble tendencia con respecto al coeficiente de marea; tanto el valor medio de la salinidad como la diferencia de ésta entre la bajamar y la pleamar, aumenta ligeramente al aumentar el coeficiente de marea. Estas tendencias tienen un desfase de adelanto de aproximadamente 3 días, es decir, tanto la salinidad media más alta como las diferencias entre máximo y mínimos mayores, se dan tres días antes de alcanzar los máximos coeficientes de mareas en un ciclo de mareas vivas.

6.1.2.1.2 *Calidad del agua del vaciadero marino. Parámetros físico-químicos*

Se expone a continuación una interpretación de la evolución de los diferentes parámetros físico-químicos parámetros físico-químicos de la calidad del agua del vaciadero marino del Guadalquivir mediante la interpretación de datos recopilados en las diversas campañas de muestreo comprendidas entre los años 2019-2021.

- Temperatura
 - El valor de esta variable permanece en todos los casos constantes en la columna de agua, es decir, no existe un gradiente entre el fondo y la superficie en la misma estación de medida o éste es despreciable.
 - Como es lógico es una variable con valores estacionales, esto es, de los momentos del año. Durante el invierno la temperatura se sitúa en torno a los 12-13°C de media, en verano en torno a los 25-26°C. En el resto de las estaciones en el rango comprendido entre esos extremos.
 - En general se observa una tendencia de aumento de la temperatura hacia la desembocadura, lo cual se asocia a la disminución de la profundidad y de la lámina de agua.
 - Existen leves variaciones de este parámetro asociados al estado de la marea; los máximos se dan con la creciente, mientras que los mínimos con la vaciante. Además, cuanto mayor sea el coeficiente de marea, mayores son las diferencias entre los máximos y los mínimos registrados.
- Oxígeno disuelto
 - El valor de esta variable permanece constante a lo largo de los años en la columna de agua, siendo sus valores alrededor de 90-110% de saturación, lo que indica una buena oxigenación, siendo esta independiente de la estación del año en la que se tomaron las muestras.
 - Hay que destacar que, como era de esperar, a medida que aumenta la profundidad se produce una disminución de la saturación del oxígeno, aunque la saturación se mantuvo siempre por encima del 80%. Por ello, la oxigenación seguía siendo buena a pesar de la profundidad.
- pH

- El parámetro del pH se mantuvo constante a lo largo de los años, rondando valores de 8,0 – 8,5 pH, siendo estos valores lo normal teniendo en cuenta que se trata de agua del mar y son acordes con las temperaturas registradas.
- Como era de esperar es una variable que depende de la estación en la que se tomen las medidas ya que está relacionada de forma directa con la temperatura. Viéndose valores de pH menores (8-8,1) en los meses de verano y valores mayores (8´3-8,5) en los meses de invierno.
- No se observa una variación del pH notable con el aumento de la profundidad, sólo se observó una variación en el control preoperacional del vaciado marino que tuvo lugar en Diciembre de 2020, en donde a medida que se aumentaba la profundidad se producía un aumento del pH. Dicha variación osciló de valores de 8 en la desembocadura (menor profundidad) hasta valores alrededor de 8´5 que se dieron a profundidades de 8-9 metros y se mantuvo constante hasta los casi 20 metros (máxima profundidad alcanzada).
- Clorofila A
- Los valores de esta variable oscilaron en todo momento en valores bajos entre 3-9 µg/L coincidiendo siempre con los valores bajos de turbidez que se registraron.
- Cabe destacar que los valores más altos registrados fueron en el control preoperacional del vaciadero marino en 2021, con valores mínimos de 3 µg/L y máximos de 9´8 µg/L en la estación VM3, y en el control postoperacional del vaciadero marino en 2021 la estación VM3 alcanzó 7 µg/L. Por lo que los valores máximos registrados fueron en 2021 y en la estación VM3.
- En general, se observa una variación mínima de la concentración de Clorofila a conforme aumenta la profundidad, encajando con que la turbidez se mantuvo constante en la columna de agua, siendo en las zonas menos profundas donde se aprecia una mayor dispersión de los datos. Esto puede deberse a que, a pesar de presentar una turbidez constante, los depósitos derivados del dragado pueden estar suspendidos a menores profundidades e ir decantando hacia el fondo de la columna de agua.
- Turbidez
- Esta variable presentó valores bastante bajos en todas las estaciones (1-20 NTU). Teniendo por excepciones;
- En la campaña preoperacional de 2021 los valores de NTU de la estación VM4 iban incrementando a mayor profundidad, alcanzando los 138 NTU.
- En la campaña operacional de 2019 las estaciones MV1 y MV2 en el fondo (a partir de 10 metros) presentaron valores altos de 200 NTU. Esto puede deberse a la interferencia del equipo en el fondo que provoca la resuspensión del material.
- En la campaña postoperacional de 2019, hasta los 10 metros las estaciones registraron niveles de muy baja turbidez (<10 NTU), en la capa intermedia hubo turbidez baja (<25 NTU) y en el fondo se registraron valores alrededor de los 50 NTU en la estación blanco.
- En los meses de verano los valores de turbidez eran muy bajos (1-2 NTU) en comparación con los meses de invierno (4-9 NTU de promedio).

- Salinidad

- Los valores oscilaron entre 33-37 psu, estando en todo momento dentro del rango normal esperado en el agua de mar y en concordancia con la época del año en la que se tomaron las muestras.
- Hubo ocasiones en los que la salinidad se mantenía totalmente constante con el aumento de la profundidad, y coincidían con el verano (campaña preoperacional 2019 y operacional 2019). Mientras que en invierno se observaron unas pequeñas variaciones en el rango de salinidad, siendo estas mínimas y estando siempre dentro del rango esperado.

- Conductividad

- En todos los años y las diferentes estaciones muestreadas, los valores fueron muy parecidos, encontrándose siempre entre 50-55 mS/cm. Siendo estos valores los esperados en el agua de mar y en la época del año en las que se tomaron.
- En la campaña postoperacional del varadero marino en el año 2021, hubo una estación (VM2) que registró un pico de conductividad (55 mS/cm) que se escapaba al patrón de valores del resto de estaciones (52 mS/cm).
- La conductividad se mantiene constante a poca profundidad (hasta unos 3 metros), mientras que entre los 4-7 metros se produce una disminución de la conductividad, para luego quedarse constante hasta llegar a la máxima profundidad (casi 20 metros). Dicho patrón se siguió en todas las campañas, a excepción de;
- La campaña preoperacional del vaciadero marino en 2021, en donde la conductancia se mantuvo constante a pesar del aumento de profundidad.
- La campaña postoperacional del vaciadero marino en 2021, donde la conductancia presentó un incremento al aumentar la profundidad.

- Redox

- Los valores en todas las campañas fueron en torno a 90-360 mV, siendo estos valores los esperados para la localización en la que se tomaron las muestras y la época del año. En ningún momento se observaron valores verticales para el potencial redox.
- En la campaña postoperacional del vaciadero marino de 2021 fue el único momento donde se obtuvieron valores que iban cambiando con la profundidad, concretamente, la mayoría presentaba una disminución del valor redox sin seguir ninguna de las estaciones un patrón similar. Oscilando valores redox entre 90-330, aunque la estación blanco fue la que presentó un mayor cambio de potencial redox, siendo este de 330 mV en la superficie y de 90 mV a máxima profundidad. No obstante, la estación VM2 fue la única que se mantuvo constante con la profundidad entre valores de 140-145 mV.

6.1.2.2 *Planificación hidrológica*

6.1.2.2.1 *Masas de agua costera, de transición, tipo lago y subterránea, indicando estado y objetivos medioambientales*

En el ámbito acuático del proyecto, definido además por el DA, aparecen masas de agua superficiales de transición, masas superficiales costeras y masas de agua subterráneas, todas ellas representadas en la Ilustración 1. El estado de estas masas de agua y los objetivos medioambientales vienen establecidos en el Plan Hidrológico 2016-2021 (segundo ciclo), actualmente vigente, de la Demarcación hidrográfica del Guadalquivir.

6.1.2.2.2 *Zonas protegidas en la demarcación hidrográfica del Guadalquivir, indicando su estado, y posibles objetivos adicionales a los exigidos por la DMA*

En los documentos de planificación del tercer ciclo (2022-2027) se incluye información relativa a presiones, impactos, zonas protegidas, estado/potencial ecológico actual, objetivos ambientales y medidas contempladas. Como zonas protegidas se entiende:

- Zonas de uso recreativo en aplicación del Real Decreto 1341/2007, sobre la gestión de la calidad de aguas de baño.
- Zonas de producción de moluscos y otras especies de invertebrados marinos acuáticos según Orden APA/798/2022, de 5 de agosto, por la que se publican las nuevas relaciones de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral español y Resolución de 31 de marzo de 2022, de la Dirección General de Pesca y Acuicultura, por la que se modifica el anexo de la Orden de 27 de abril de 2018, por la que se adaptan las zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y se establecen disposiciones relativas a los controles oficiales de las mismas.
- Zonas declaradas vulnerables a la contaminación por nitratos, recogidas en la Orden de 23 de noviembre de 2020, por la que se aprueba la modificación de las zonas vulnerables definidas en el Decreto 36/2008, de 5 de febrero).

Tabla 62. Características de las masas de agua del ámbito del proyecto

CODIGO MASA	NOMBRE MASA	PLAN	ESTADO ECOLÓGICO	ESTADO QUÍMICO	ESTADO GLOBAL	OBJETIVOS
ES050MSPF0141 14002	Pluma del Guadalquivir	2016-2021	Bueno	Bueno	Bueno	Prórroga para cumplimiento de objetivos (art 4.4 DMA) para algún elemento de calidad o sustancia prioritaria
		2022-2027	Deficiente	Cumple	Peor que bueno	
ES050MSPF0132 13004	Desembocadura a Guadalquivir-Bonanza	2016-2021	Bueno	Bueno	Bueno	
		2022-2027	Deficiente	Cumple	Peor que bueno	

CODIGO MASA	NOMBRE MASA	PLAN	ESTADO ECOLÓGICO	ESTADO QUÍMICO	ESTADO GLOBAL	OBJETIVOS
ES050MSPF0132 13005	La Esparraguera – Tarfía	2016-2021	Moderado	Bueno	Peor que bueno	
		2022-2027	Moderado	Cumple	Peor que bueno	
ES050MSPF0132 13006	La Mata - La Horcada	2016-2021	Moderado	Bueno	Peor que bueno	Buen estado * de la masa de agua (art. 4.1 DMA) para todos los elementos de calidad o sustancias prioritarias
		2022-2027	Bueno	Bueno	Bueno	
ES050MSPF0132 13007	Cortas de los Jerónimos, los Olivillos y Fernandina	2016-2021	Moderado	Bueno	Peor que bueno	Prórroga para cumplimiento de objetivos (art 4.4 DMA) para algún elemento de calidad o sustancia prioritaria
		2022-2027	Deficiente	Cumple	Peor que bueno	
ES050MSPF0132 13009	Cortas de la Isleta, Merlina, Punta del Verde y Vega de Triana	2016-2021	Moderado	Bueno	Peor que bueno	
		2022-2027	Deficiente	Cumple	Peor que bueno	
ES050MSPF0132 13010	Dársena de Alfonso XII	2016-2021	Moderado	Bueno	Peor que bueno	
		2022-2027	Deficiente	No cumple	Peor que bueno	

6.1.2.2.3 Canales e infraestructuras de riego y de abastecimiento de instalaciones de acuicultura (embalses, tomas de agua, balsas, etc.)

El sistema de canales, infraestructuras de riego y abastecimiento de instalaciones de acuicultura en ambas márgenes del río es el siguiente:

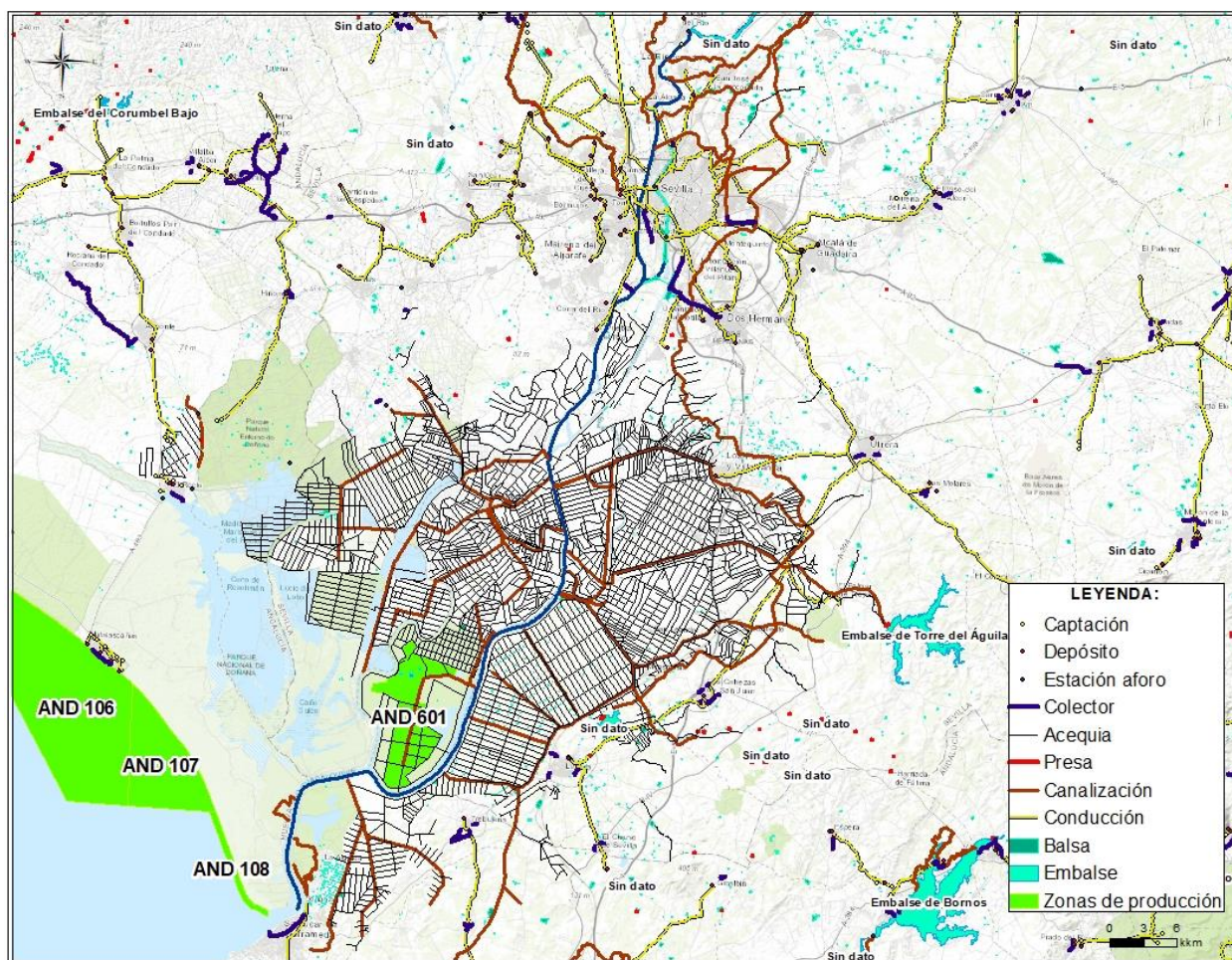


Ilustración 70. Situación canales, infraestructuras de riego y abastecimiento de acuicultura en las márgenes del Guadalquivir. Fuente: DERA. Elaboración propia, 2022.

6.1.2.2.4 *Proyectos y medidas en la cuenca hidrológica con el objetivo de recuperar llanuras mareales, mejorar y aumentar los aportes de caudales de agua dulce y reconectar los brazos del río con el cauce principal*

El informe efectuado por el Grupo de Oceanografía Física de la Universidad de Málaga (GOFIMA) en junio 2022, donde analiza el caso hipotético de apertura de algunas llanuras mareales analizó en su Anexo 1 tanto proyectos pasados como presentes y futuros en relación con la recuperación de los llanos. Entre ellos lista:

- Año 2000: Se realizó una restauración de toda la orilla izquierda (aguas abajo) y algunas zonas de las orillas cercanas a la desembocadura del Brazo de la Torre y Veta La Palma, sumando un total de 52 ha restauradas y monitoreadas hasta 2005 (Gallego-Fernández y Novo, 2007).

Es de especial interés la forma en la que se conectan las marismas al estuario, que se ha hecho a través de una serie de canales; y la profundidad media de las marismas, que se han diseñado con meandros e islas (Ilustración 71). La anchura de los canales varía desde los 3 hasta los 11 m y su longitud desde los 300 hasta los 2060 m. En mareas vivas se inunda el 90 % de la marisma, mientras que en mareas muertas se inunda el 10 %, siendo el porcentaje anual de

entrada de mareas mayor al 67 %. Se reportó una velocidad del flujo en los diques de 0.5-1 m/s, con un máximo de 1.13 m/s. También hay alguna información sobre la morfología y sedimentación de los canales, destacando que todos los canales (con profundidad inicial de 1.1 m) se hicieron más someros salvo en las zonas cercanas al estuario donde había gran turbulencia.

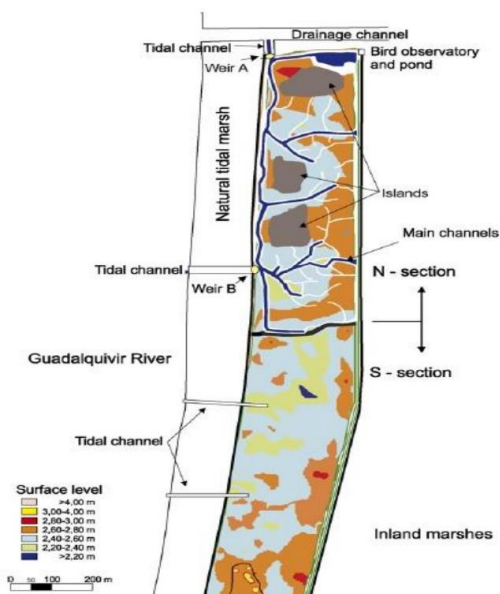


Ilustración 71. Diseño de la restauración de llanuras mareales realizadas en el 2000 (Gallego-Fernández y Novo, 2007). Fuente: GOFIMA, 2022: 73.

- Año 2011, la Piscícola de Trebujena (Pistrasa) llevó a cabo la restauración de las marismas del codo de la Esparraguera (Tierra y Mar & Espacio Protegido Canal Sur, 2016), como se ve en la Ilustración 72. Esta restauración no aporta mucho más a nivel técnico que la realizada en el 2000. Sin embargo, una declaración ambiental de junio del 2020 proporciona valiosa información sobre el funcionamiento de la piscifactoría: tomas de agua, vertidos, etc. (Bustillos Martínez, Romero García y Abellán Gamero, 2020).



Ilustración 72. Restauración de las marismas del codo de la Esparraguera realizada en 2011, antes a la izquierda y después a la derecha. Fuente: GOFIMA, 2022: 73.

- Años 2019-2020: el proyecto de WWF con Coca-Cola “Misión Posible: Desafío Guadalquivir”, en el que se han recuperado 6 ha de marismas de la zona de Trebujena, próxima al embarcadero (Ilustración 73), en los años 2019-2020 (WWF y Coca-Cola, 2021). Fue un proceso de restauración monitoreado que incluyó un año de obras para la adecuación de tierras, creación de islas artificiales e instalación de caminos y puntos de observación. Para su llenado se empleó el agua procedente de la precipitación y de la subida de la marea. El llenado se realizó a través de canales y compuertas. A nivel ecológico, el proyecto se centró en la restauración del ecosistema, aprovechando la cercanía de una pequeña finca de producción salina para abastecer su demanda de agua a través de canales y compuertas. Al ser una marisma controlada por compuertas, no se puede considerar como llano mareal. Sin embargo, da una idea de cómo se plantean las restauraciones futuras, ya que el proyecto se desarrolló con la idea de ser escalado, como se mostrará en la siguiente sección.



Ilustración 73. Marisma de 6 ha en la zona de Trebujena restaurada en 2019-2020. Está conectada al estuario por canales y compuestas, al igual que la explotación salina con la que colinda. Fuente: GOFIMA, 2022: 74.

- Proyectos presentes y futuros: actualmente hay dos proyectos antagónicos concentrados en las marismas de Trebujena (Ilustración 74). Por una parte, hay un terreno en el cual se pretende construir una urbanización con campo de golf, que quedaría inutilizable como llano mareal (Ecologistas en Acción, 2020c), mientras que por otra parte está el proyecto recuperación de marismas escalando la marisma restaurada en 2020. En la Ilustración 74 se observan ambas zonas: en amarillo se muestra la zona de recuperación de la marisma de Trebujena, y en rojo se delimita la zona en la que se pretende construir la urbanización (F.J.F, 2020). Actualmente no se tiene información actualizada sobre el estado de ambos proyectos.

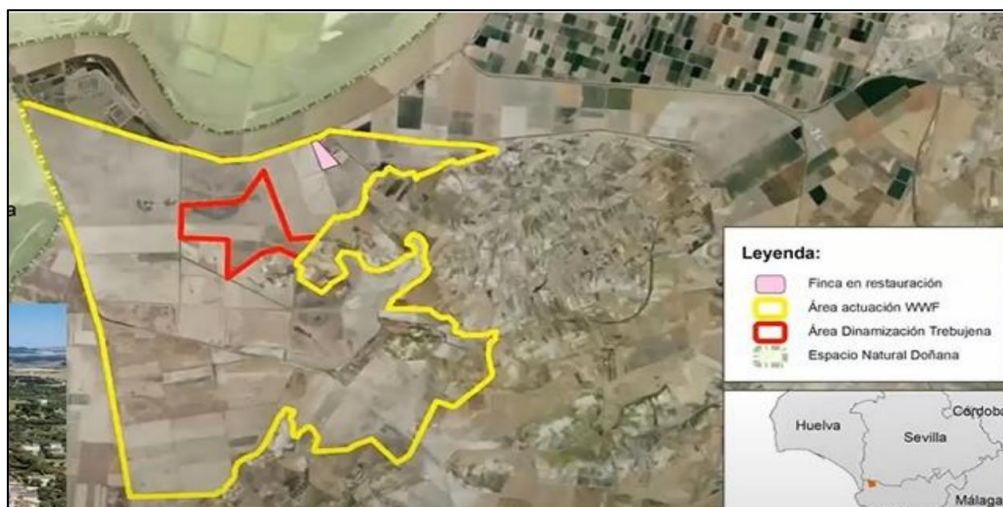


Ilustración 74. Potencial área de actuación para proyectos de restauración (WWF, 2021). En rosa las 6 ha que ya han sido restauradas. En amarillo la Marisma de Trebujena y en rojo la potencial ubicación de una urbanización con campo de golf. Fuente: GOFIMA, 2022: 74.

Se ha prestado un especial interés al proyecto de recuperación de la Marisma de Trebujena, cuya fase de puesta en valor comenzó en octubre de 2021 (Europa Press, 2021). El diseño de la recuperación de la marisma ya ha sido planeado, tal y como se indica en la siguiente declaración “El diseño del humedal se ha realizado para que pueda inundarse de manera sectorial, regulado por compuertas, y para que pueda recibir tanto agua dulce procedente de las precipitaciones que recibe la marisma en invierno (aprovechando las canalizaciones realizadas en los años 50), como agua salobre procedente del mismo cauce del río Guadalquivir” (Europa Press, 2021). Ilustración 75 se recogen dos mapas que contienen el diseño de la zona más inmediata a recuperar. Se puede observar que las marismas van a estar gestionadas antrópicamente por canales y compuertas, siguiendo los pasos del proyecto anterior (WWF y Coca-Cola, 2021) y que estarán divididas en sectores. Esto significa que las probabilidades de instaurar una llanura mareal propiamente dicha en la zona 3 son muy bajas.

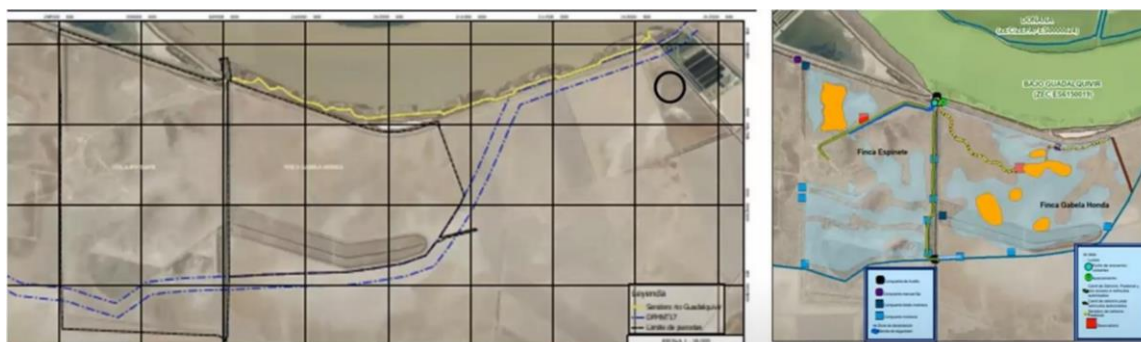


Ilustración 75. Zoom al área de actuación para la recuperación de Marismas de Trebujena (WWF, 2021). El círculo negro indica la posición de la zona de 6 ha restaurada. Fuente: GOFIMA, 2022: 75.

6.1.2.3 *Tratamiento de las aguas*

6.1.2.3.1 *Aguas de lastre en el Puerto de Sevilla*

En 2004 se adoptó el Convenio para el Control y Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques¹¹ (Convenio BWM), para detener la propagación de organismos acuáticos y agentes patógenos potencialmente perjudiciales en el agua de lastre. El Convenio BWM exige que los buques cuenten con procedimientos instituidos para la gestión del agua de lastre, por lo que desde la Organización Marítima Internacional (OMI) lo consideran una medida “clave para la protección del medio ambiente”.

El convenio, que se aplica únicamente a aquellos buques que enarbolan pabellón de un Estado que lo haya ratificado, exige a las empresas navieras la implementación de un plan de gestión del agua de lastre y sedimentos específico para cada uno de sus buques, lo que conlleva la instalación de un sistema de tratamiento de agua de lastre a bordo, que puede suponer una inversión de entre uno y cinco millones de dólares. En dicho convenio se diferencian dos reglas para la gestión del agua de lastre, de aplicación en función de la tipología y año de construcción del buque, una hace referencia al cambio volumétrico del agua de lastre (D-1) y la otra que prescribe que la gestión de agua de lastre a bordo se restrinja a un máximo especificado la cantidad de organismos y microbios perjudiciales para el medioambiente y la salud humana (D-2). En relación con la regla del cambio de agua de lastre, se indica que debería hacerse tan lejos como sea posible de la tierra más próxima, en aguas de una profundidad de al menos 200 metros, lo que supone que la mayoría de los organismos mueran sin la posibilidad de llegar a tierra.

Además, el Puerto de Sevilla participa desde enero de 2019 junto a otros 28 socios europeos en un proyecto europeo de innovación ambiental llamado ATLANTIC BLUE PORTS. Se trata de una iniciativa que estudia las invasiones biológicas de especies exóticas procedentes de las aguas de lastre de los buques, y su finalidad es promover el desarrollo sostenible de la actividad en los entornos portuarios y la eficiencia ambiental. En el caso de Sevilla, los avances en este proyecto consisten en el desarrollo de un sistema pionero para la gestión de las aguas de lastre, sus sedimentos y de las especies exóticas adheridas al casco de los buques (biofouling) y se trata de una iniciativa que podrá ser aplicada en otros puertos marítimos de interior a escala europea. También contempla el desarrollo de un muestreo en el Guadalquivir para la vigilancia ambiental, detección temprana y la mitigación de especies exóticas en los puertos marítimos de interior. Es una iniciativa que forma parte de la estrategia de sostenibilidad de la APS y promueve el crecimiento verde fundamentado en el diagnóstico del entorno, el establecimiento de pautas que integren la actividad portuaria en el medio natural y el fomento de medios de transporte sostenibles que mitiguen los efectos del cambio climático. Está liderado por la Cámara de Comercio e Industria de Brest (Francia) y cuenta con un presupuesto total de 2,9 millones de euros que son cofinanciados por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

¹¹ BOE núm. 282 de 22/11/16.

De acuerdo con el Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, en el título IIV. Medio ambiente y seguridad, dentro del Artículo 62. Prevención y lucha contra la contaminación en el dominio público portuario se indica en el apartado número 3; que las refinerías de petróleo, factorías químicas y petroquímicas, instalaciones para el almacenamiento y distribución de productos químicos y petroquímicos e instalaciones para el abastecimiento de combustibles líquidos que posean terminales de carga o descarga de hidrocarburos en zonas portuarias, cuyas características así lo justifiquen, así como los astilleros e instalaciones de reparación naval o de desguace deberán disponer, en las cercanías de los terminales y muelles, de servicio de recepción de los residuos de carga y de las aguas de lastre de los buques con destino a dichas instalaciones, regulados por los anexos I y II del Convenio MARPOL 73/78, así como de los medios necesarios para prevenir y combatir los derrames. Los titulares de estas instalaciones portuarias deberán disponer, además, de servicios de recepción para los desechos generados por los buques correspondientes a los anexos I, IV, V y VI del Convenio MARPOL 73/78, en las condiciones establecidas en las Prescripciones Particulares, en el caso de que no exista ninguna empresa prestadora con licencia para prestar este servicio en el ámbito geográfico de dichas instalaciones. Los desechos y residuos recogidos deberán ser sometidos a procesos de tratamiento y eliminación adecuados conforme a la normativa vigente; en el caso de que dichos procesos no se lleven a cabo con medios propios, los titulares de estas instalaciones portuarias deberán acreditar un compromiso de aceptación de los desechos y residuos por parte de un gestor debidamente autorizado. Los astilleros y las instalaciones y empresas de reparación naval o de desguace deberán disponer de instalaciones y medios para la recepción y tratamiento de sustancias que contribuyan a agotar la capa de ozono y los equipos que contienen dichas sustancias cuando éstos se retiren de los buques, según se contempla en el anexo VI del Convenio MARPOL 73/78. Sin perjuicio de las autorizaciones que sean exigibles por otras Administraciones, la disponibilidad de estos servicios de recepción será exigida por la Autoridad Portuaria para autorizar el funcionamiento de las instalaciones portuarias incluidas en los apartados anteriores. Asimismo, su no disponibilidad podrá ser causa para no autorizar la entrada de buques con destino a dichas instalaciones portuarias.

La operativa de lastrado consiste en mantener en condiciones óptimas la flotabilidad y, con ello, la navegabilidad de un buque. Si el buque va cargado no lleva agua de lastre y si está descargado tiene que compensar con el lastre el peso de la carga para que la flotabilidad la operativa.

El tamaño de buques que operan en el Puerto de Sevilla hace que no haya necesidad de intercambio de aguas de lastre ni en el río ni en el exterior de éste. No se puede lastrear y deslastrear en una canal de navegación con un calado restringido, como es el caso. Tal es así, que el intercambio de aguas de lastre se produce exclusivamente en la dársena, un medio dulceacuícola totalmente controlado por la esclusa.

Además, los barcos que recibe el puerto proceden de Canarias (semanalmente), el norte de África, el Mar Negro y el Norte de Europa. Desde estas procedencias existe una normativa específica y restrictiva al respecto de aguas de lastre por lo que el riesgo de introducción de especies alóctonas es mínimo. A

esto se une que la adaptación de las especies marinas que pudiesen entrar en la dársena es muy compleja por el choque osmótico y la adaptación a las nuevas condiciones.

6.1.2.3.2 *Tratamiento del agua vertida al río desde los vaciaderos terrestres*

Durante el uso de los vaciaderos terrestres en las campañas de dragado de mantenimiento se lleva a cabo un control ambiental exhaustivo para controlar la calidad del agua que se devuelve al río. En concreto, en los recintos que se estén utilizando en cada momento se llevan a cabo medidas diarias, para controlar la turbidez, y medidas semanales en el medio receptor para controlar varios parámetros, tanto en marea llenante como vaciante. A continuación, se expone cómo se lleva a cabo cada seguimiento:

- **Control diario de turbidez:** una vez que comienza a salir agua del vaciadero al río se mide la turbidez a diario en el punto de confluencia canal de desagüe del vaciadero-río. No debe obviarse que el agua que se devuelve al río es la misma que se capta del mismo durante el dragado, y ésta no sufre modificaciones físicas ni químicas. El agua fluidifica el sedimento que se draga y por ello lo que se controla es la turbidez que lleva el flujo de agua desde el vaciadero. Éste además se prepara, durante el replanteo, para que la altura de las motas y el recorrido del agua en el interior permitan decantar el material en suspensión antes de la salida al río. Las medidas se realizan con un turbidímetro.

El nivel de referencia que se toma como referencia es de 400 NTU, aunque es muy conocido que el Guadalquivir lleva mucha más turbidez en la columna de agua, desde fondo a superficie, a diario de forma natural, sobre todo, en la zona de Antesclusa, por lo que la aplicación de ese límite en este estuario carece de sentido. No obstante, los 400 NTU son los establecidos en el *Decreto 109/2015, de 17 de marzo, por el que aprueba el Reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo terrestre de Andalucía* (BOJA núm. 89 de 12/05/15) para una muestra simple o puntual.

En caso de superarse los 400NTU se aplican las medidas establecidas en el Plan de Emergencia de Vaciaderos consistente en: 1) cierre de la caja de aguas, estructura que conecta el vaciadero con el canal de desagüe que vierte al río, y mediante tablas puede abrirse o cerrarse, hasta que el material decante, 2) cambio de vasos del vaciadero, cuando existen diferentes opciones, como es el caso de Butano, 3) distanciamiento de los vertidos al vaciaderos, ralentizando el ritmo de dragado o dirigiendo la draga a otros tajos situados a mayor distancia del punto de vertido. El establecimiento de la situación de normalidad vuelve a producirse cuando las medidas de turbidez vuelven a situarse por debajo de los 400 NTU.

- **Control semanal de calidad hidrológica en el río:** a las medidas diarias de turbidez de los vaciaderos terrestres en activo, se suman las campañas semanales de calidad hidrológica del medio receptor. En este sentido, se efectúan perfiles de sonda multiparamétrica y toma de muestras de agua integrada de toda la columna, para medida de sólidos en suspensión,

metales pesados, PAHs, PCBs, POCs y microbiología, en 5 estaciones localizadas en el cauce del río frente a los vaciaderos activos en el periodo operativo.

La distribución de las estaciones se establece conforme a lo indicado en la DIA actual. Así, siguen el siguiente esquema:



Ilustración 76. Esquema de localización de las estaciones de muestreo hidrológico en Butano. Fuente: Tecnoambiente, 2021.

Las medidas en las estaciones denominadas blancos permiten establecer las “*condiciones naturales*” cada día de campaña, algo necesario en un medio que suele ser muy cambiante y condicionado por las condiciones meteorológicas existentes en el momento de la toma de datos.

A la hora de establecer los valores límites de referencia para inmisión (medido en el medio receptor), se tiene en cuenta lo establecido en el *Decreto 109/2015*, el Anexo II de la *Orden* y el *Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño*.

En los controles efectuados en los últimos 10 años no se han superado los valores límites establecidos para los parámetros medidos en el río, lo cual es lógico ya que ni el sedimento ni el agua del río están contaminados y el dragado tampoco induce cambios físicos o químicos en la masa de agua. Tan sólo hay superaciones en los parámetros microbiológicos, lo cual denota la existencia de vertidos de aguas fecales, con alta probabilidad de la Base de Copero.

6.1.2.4 *Calidad del sedimento del río Guadalquivir*

Es fundamental conocer la calidad del sedimento que se moviliza y draga en el río. Para ello se ha llevado a cabo una caracterización según las DCMD, 2015, en 2018. Ésta se ha ampliado 4 años más al haberse efectuado una caracterización complementaria, resultando lo siguiente:

6.1.2.4.1 *Ría del Guadalquivir*

Tras haberse efectuado los análisis indicado en el art. 21 de las DCMD para ampliar por una vigencia de 4 años más el estudio de caracterización del sedimento en la ría del Guadalquivir presentado en mayo de 2018, se concluye que parte de dicho material ha cambiado de categoría. Este cambio se debe a la presencia de níquel en los tramos definidos como, tramo 1, tramo 2, tramo 3, y tramo 4. Ello hace que estos 4 tramos de río queden clasificados como categoría B.

Teniendo en cuenta los dicho anteriormente; las conclusiones obtenidas son las siguientes:

Los sedimentos estudiados a lo largo del estuario se clasifican como categoría A para los tramos 5, 6, 7, 8 y 9. Los tramos 1, 2, 3 y 4 quedarían clasificados como Categoría B por la presencia de níquel A. Si bien, parte de los tramos 2, 3 y 4 podría gestionarse como categoría A si se excluyen las siguientes muestras; M 24 del tramo 2, M 54 y M COMP 56-57 del tramo 3 y M 74, M COMP 75-76 y M COMP 77-78 del tramo 4. En los dos primeros casos las muestras excluidas habría que gestionarlas como categoría B. En el tercero, mientras que el conjunto de las muestras M 74 y M COMP 75-76 se gestionaría como categoría B, la muestra M COMP 77-78 habría que gestionarla como categoría C.

Tabla 63. Resultados de la caracterización de sedimentos simplificada. Fuente: Elaboración propia, 2022.

TRAMO	PUNTOS KILOMÉTRICOS (PKs)	CATEGORÍA
Tramo 1	0-10	B
Tramo 2	10-20	B
Tramo 3	20-30	B
Tramo 4	30-40	B
Tramo 5	40-50	A
Tramo 6	50-60	A
Tramo 7	60-70	A
Tramo 8	70-80	A
Tramo 9	80-87	A

6.1.2.4.2 *Tramo bajo del río Guadalquivir: Puntalete, Salinas y Broa*

El estudio de calidad de los sedimentos se considera imprescindible para estimar la aceptabilidad ambiental de las arenas cara a su utilización en la regeneración de playas.

A modo de resumen, a continuación, se citan los criterios seguidos para determinar la aceptabilidad de los materiales a extraer para su uso en la regeneración de playas:

- La IT establece, con independencia de los análisis de metales pesados, que se deberá determinar el contenido en materia orgánica del material, considerándose aceptable para su

aportación a playas aquel con una concentración no superior al 3% del total (para sólidos volátiles) o al 1% cuando la materia orgánica viene expresada como COT. En el mismo sentido, se establecen como límites para el contenido en material fino un porcentaje del 5%.

- No se considerarán adecuados para su aporte a playas de baño, sin la realización de otros estudios complementarios, aquellos materiales cuya concentración media supere para alguno de los parámetros en más de un 20% los límites de los valores de evaluación (BACs) establecidas por el Convenio para la protección del Atlántico Nor-Este (OSPAR). A estos valores con el incremento del 20%, es lo que se le ha llamado límites establecidos por la ITEA y que se exponen en la Tabla 5
- En los casos en que se supere la concentración límite para alguno de los contaminantes, su aceptabilidad para el aporte a playas estará condicionada a que se demuestre, a través de los estudios necesarios, el origen geoquímico de tales concentraciones y su no biodisponibilidad.
- Por otro lado, la IT establece que para aquellos materiales considerados como no aptos de acuerdo con los criterios establecidos anteriormente (2 puntos anteriores), se considerará la aceptabilidad de dicho material cuando presente concentraciones medias para cada uno de los contaminantes no superiores a las existentes en los sedimentos nativos de la playa **sobre la que se depositarán**, siempre y cuando éstos no estén sometidos a fuentes conocidas de contaminación y la zona de baño haya sido clasificada como “suficiente”, “buena” o “excelente” durante la temporada anterior de acuerdo con los criterios establecidos en el RD 1341/2007, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño.

A continuación, se muestran las conclusiones para las tres zonas estudiadas:

- Si se tienen cuenta que el porcentaje límite establecido para los finos es del 5%, puede observarse como en el contenido medio tanto de la zona de Broa como de Puntalete, se ajustan al límite establecido. En el caso de Salinas, el material representado por salinas 5, hace que el contenido medio supere el 5%, por lo que, si se excluye esa muestra, el resto se ajusta al límite establecido por la IT.
- El contenido en materia orgánica de todas las muestras se ha mostrado muy bajo, no superando ninguna el 1% expresado como COT. Teniendo en cuenta esto, se puede decir que el contenido en materia orgánica del sedimento estudiado se ajusta al límite establecido por la IT
- En cuanto al contenido en metales, puede observarse como únicamente existe una muestra que supera muy levemente el valor de referencia para el mercurio y esto es de manera puntual. Se trata de la estación Puntalete 2. En este caso el valor analizado es de 0,106 mg/kg, siendo el valor de referencia 0,1 mg/kg. Teniendo en cuenta que los demás valores para esta zona son todos menores de 0,1 mg/kg, la concentración media de la zona se puede asegurar que se ajusta al límite establecido por la IT.

Por todo lo expuesto se puede decir que el material caracterizado en la zona de Broa y Salinas, es apto para su vertido en playa. En cuanto al material de Puntalete, también sería apto, siempre y cuando se desestime el material representativo de la estación Puntalete 2.

6.1.3 Relieve/Morfología del cauce

6.1.3.1 Geoparques, lugares geológicos de interés u otros elementos de interés

En la zona de estudio y entorno no hay geoparques. Se identifica una zona de interés geológico en la desembocadura, margen derecha, la flecha litoral de Doñana que se extiende de NO a SE, con unos 25 km de longitud y hasta un máximo de 5 km de anchura, constituida por sucesivos trenes de dunas activas y una serie de cordones litorales.

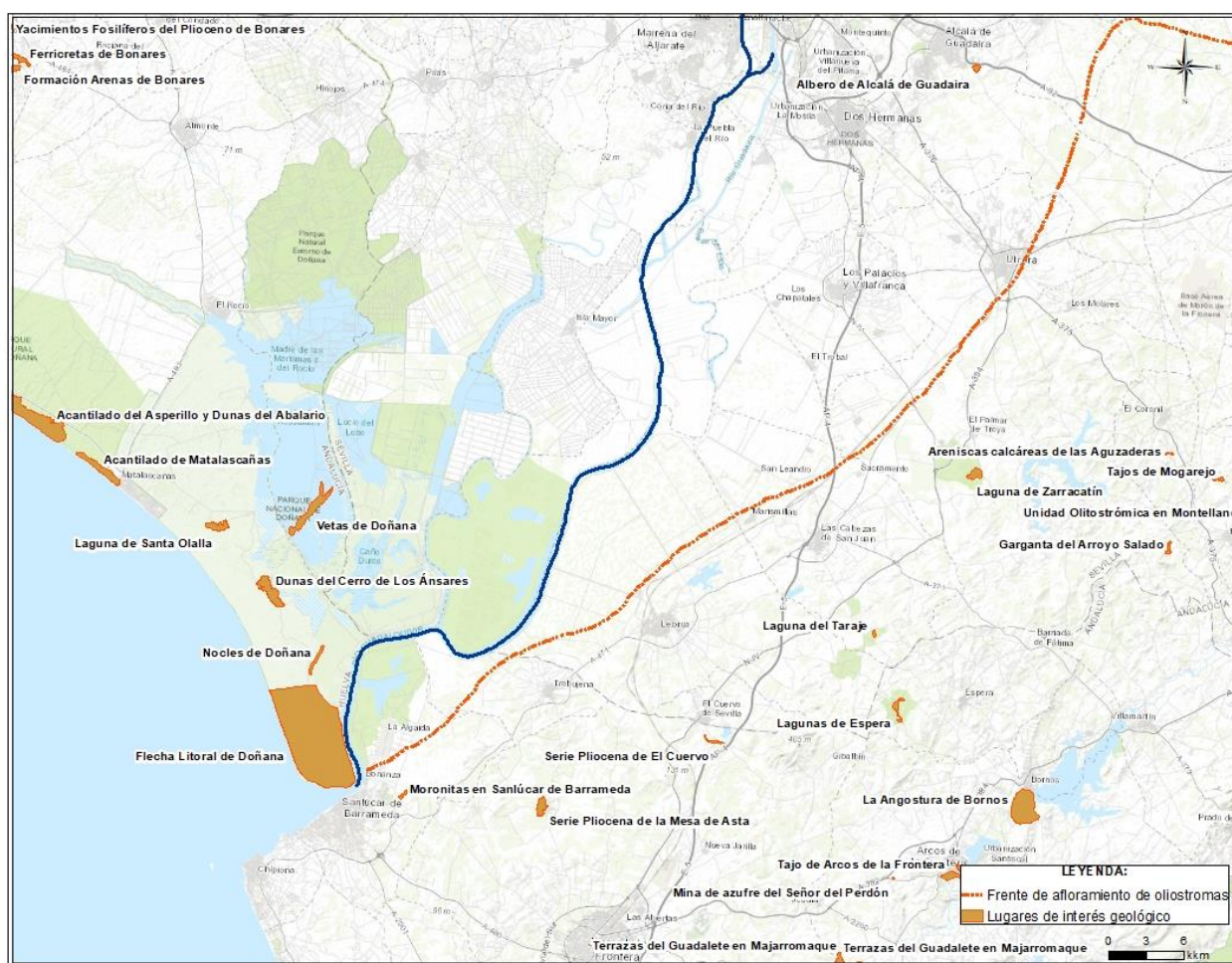


Ilustración 77. Lugares de interés geológico. Fuente: DERA. Elaboración propia, 2022.

No se localizan otros elementos del patrimonio geológico catalogados.

6.1.3.2 Geología y geomorfología

La morfología del tramo bajo del Guadalquivir ha ido evolucionando y es resultado de las acciones que a lo largo de la historia han tenido lugar en el cauce, principalmente por las cortas ejecutadas, las cuales pueden verse en la siguiente ilustración donde se indican las fechas en las que se ejecutaron:

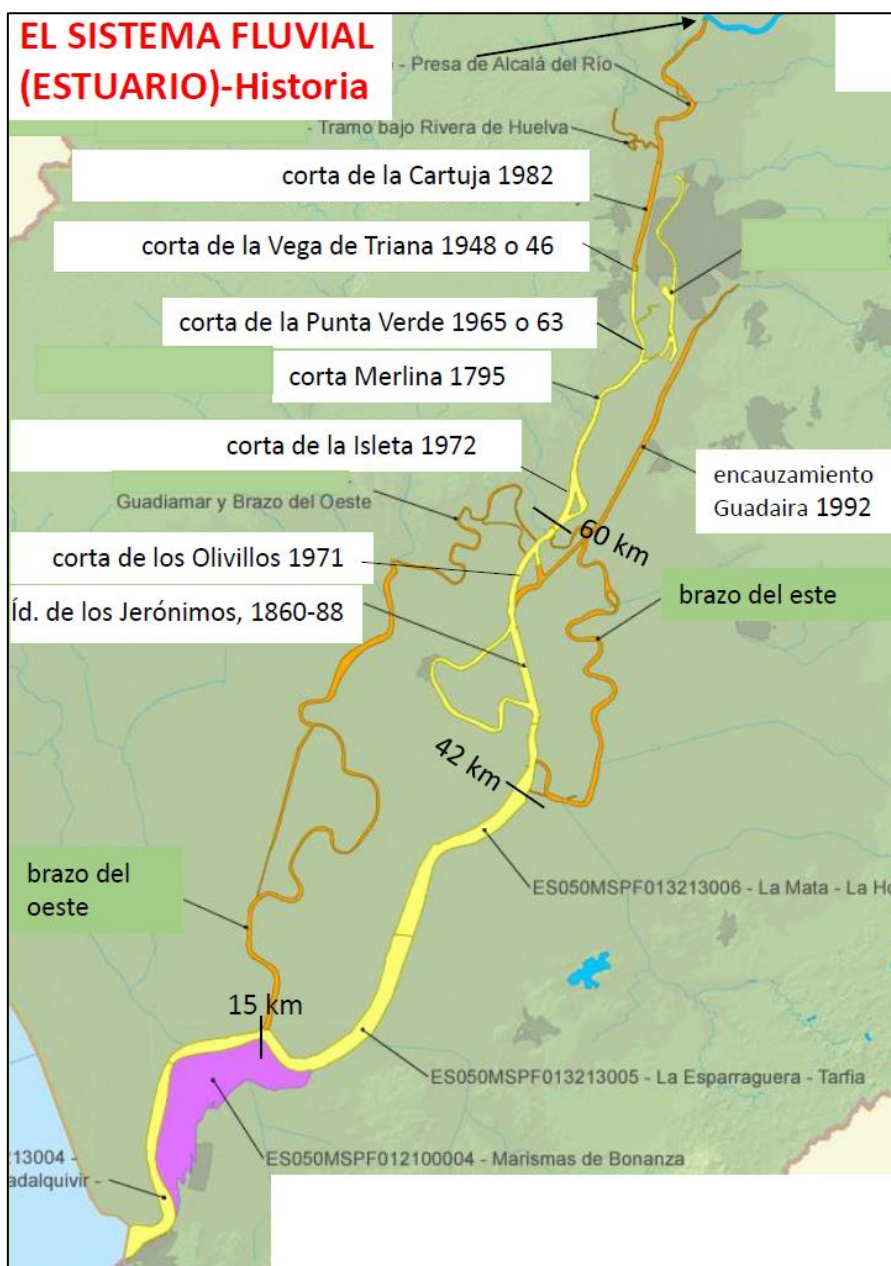


Ilustración 78. Cortas ejecutadas a lo largo del Guadalquivir. Fuente: citado en Vide, M., 2022.

La primera corta se ejecuta en 1974 para favorecer el brazo central frente al del este y el del oeste. A finales del s. XIX y en el s. XX, años 1948, 1965, 1971, 1972 y 1982 se realizan otras cortas que reducen la distancia navegable del río en 39 km, hasta llegar a los 87 km actuales. Queda libre de estas acciones el tramo desde la llegada del brazo del oeste o de La Torre hasta la desembocadura, unos 15 km.

La reunión de brazos, caudales y los acortamientos son acciones que producen una modificación del sistema morfológico, de una respuesta lenta.

La geología del cauce tampoco es homogénea a lo largo de todo su recorrido. En la parte alta predomina un material aluvial y coluvial propio de los ríos, flanqueado por arenas y limos. Las arcillas

de marismas son protagonistas en la zona central y hasta la desembocadura. J.M. Salvany y Custodio (1995) describen las principales unidades en la zona de estudio:

- a. Unidad aluvial: constituye un depósito de gravas, arcillas, limos y arenas, ubicado bajo las Marismas de Doñana y de gran potencia (hasta 180 m). Se relaciona esta unidad con antiguos cauces del río Guadalquivir, de ahí su denominación. La correlación de este nivel con los niveles geológicos puede establecerse con las terrazas fluviales del Cuaternario.
- b. Unidad de las Marismas: esta unidad está formada por depósitos de limos y arcillas, con ocasionales niveles de gravas, arenas, turbas y bioclastos, localizados en el subsuelo inmediato de Doñana. Verticalmente se encuentran situados sobre la unidad aluvial, y hacia el oeste limitan lateralmente con la unidad eólica mediante un tránsito gradual. El espesor máximo se da en la franja litoral, con valores de 70 m-75 m, decreciendo hacia el interior con valores de 10 m-20 m en la parte más septentrional de las Marismas. Este nivel se corresponde con lo que en la anterior descripción de la geología se ha denominado Cuaternario Fluvio-Marino de Marismas.

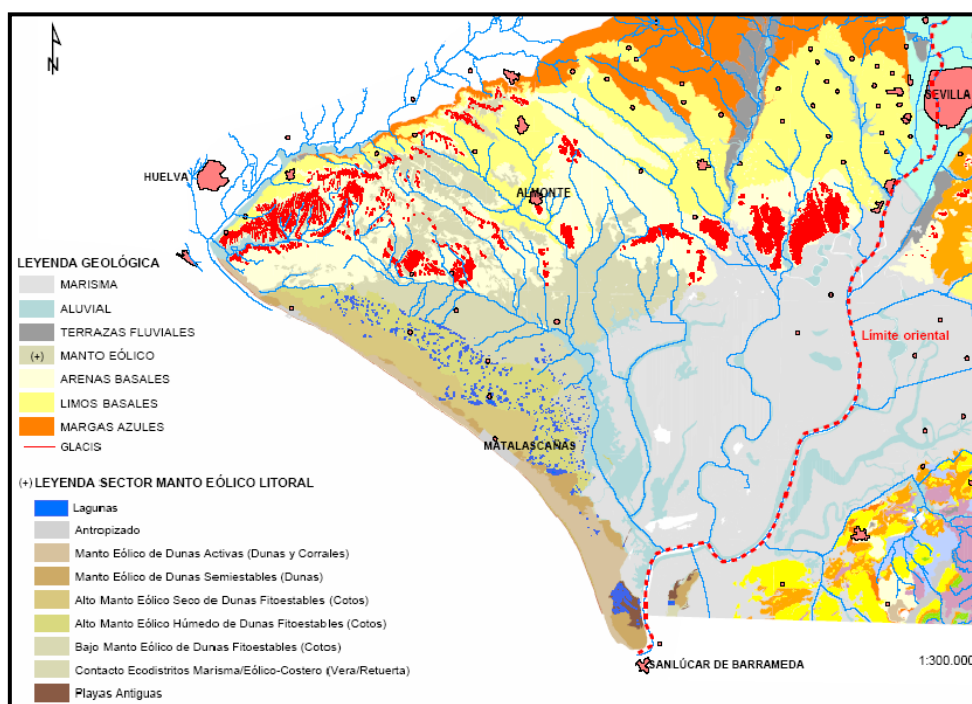


Ilustración 79. Mapa geológico del entorno de Doñana. Fuente: modificado de serie MAGNA (1974-1980).

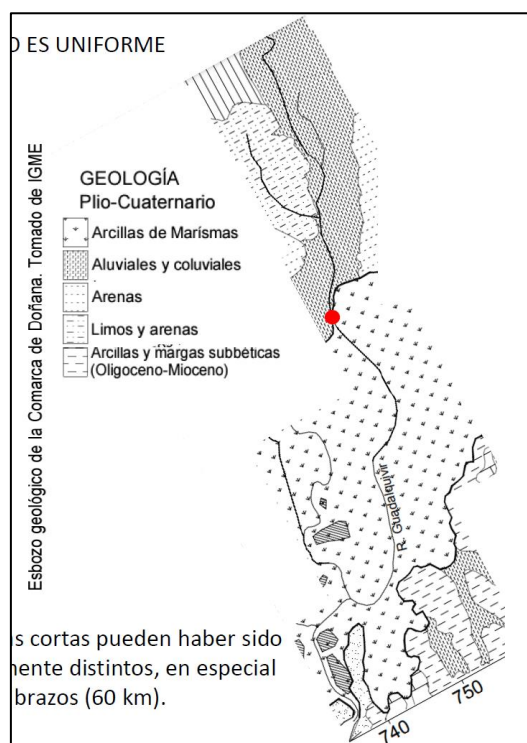


Ilustración 80. Esbozo geológico de la comarca de Doñana. Fuente: IGME citado por Vide, M., 2022.

Se trata de un estuario de morfología convergente y de relleno inverso, al que los procesos morfohidrodinámicos naturales y las actuaciones humanas han dejado reducido a un cauce principal, tal y como se expone.

El incremento de la agricultura intensiva en el curso medio-alto y la construcción de saltos en el río, han hecho que la morfología del tramo bajo haya cambiado, debido principalmente a la presencia de una mayor concentración de sólidos en suspensión y, por lo tanto, una mayor sedimentación. La ocupación de las llanuras de inundación hace que, el agua de las avenidas no se detenga lo suficiente para que los sedimentos que éstas arrastran se depositen, siendo transportados aguas abajo.

En la desembocadura se encuentran las marismas que forman parte del Parque Nacional y del Parque Natural de Doñana e integradas en la Red Natura 2000. Debido al desastre medioambiental de la rotura de la balsa de lodos tóxicos procedentes de la mina de Aznalcóllar, en 1998 se levantó un dique que contuviese el avance de dichos lodos hacia el parque de Doñana, lo que provocó que los humedales quedasen impermeabilizados hasta 2014, cuando se construyeron unos vados para que el Guadalquivir pudiese inundarlos y, además, se realizó la reconexión entre el río Guadiamar y los humedales.

No se identifican fallas ni estructuras o procesos o riesgos geológicos que puedan influir en el diseño o funcionamiento del proyecto o causar accidentes o catástrofes que puedan afectar al medio ambiente.

6.1.3.3 Descripción batimétrica del río Guadalquivir

A lo largo de toda la historia de la ría del Guadalquivir las intervenciones del hombre han sido numerosas, tanto en la modificación de la morfología del cauce como de la profundidad. A continuación,

por lo tanto, se puede indicar que son las mayores profundidades y que ésta disminuye hacia las orillas de la ría.

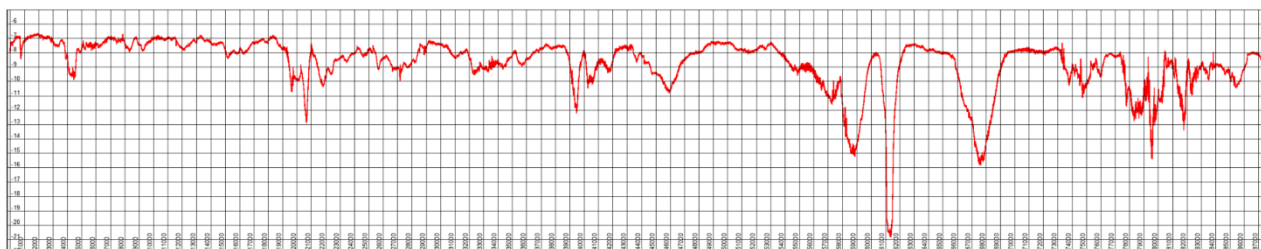


Ilustración 82. Perfil longitudinal de la ría del Guadalquivir del 2018. Fuente: Tecnoambiente, 2018.

En cuanto a la mínima profundidad de la canal de navegación, dadas las tareas de mantenimiento periódicas, la profundidad mínima es de 6,5 metros bajo el cero hidrográfico. A este respecto debe darse respuesta a una cuestión a la que alude el DA y es que el EsIA debe aclarar los procedimientos que han permitido aumentar la escalilla del puerto de Sevilla hasta un máximo de 7 m, sin que haya cambiado la rasante de la canal. En respuesta a esto debe referirse que el aumento y la profundización del conocimiento de las mareas en el río es lo que ha dado lugar a que pueda trabajarse con esas cotas batimétricas. En concreto, el grupo de Oceanografía Física de la Universidad de Málaga (GOFIMA en adelante) ha realizado durante años estudios de propagación y altura de las mareas en el río. El resultado de la propagación, que ha diferido de la considerada por el Instituto Hidrográfico de la Marina, se ha traducido en un mejor aprovechamiento del nivel de agua en el estuario.

Además de los anterior, SIPORT21 ha llevado a cabo un estudio denavegabilidad que ha permitido aumentar los calados de navegación en condiciones de seguridad. De hecho, se sigue estudiando el río para, con la rasante actual, y mediante el conocimiento poder aprovechar más las condiciones de la marea y mejorar la operativa de navegación de los buques.

A continuación, se muestran los tramos históricos que son dragados para el mantenimiento de dicha profundidad:

Tabla 64. Tramos dragados durante los mantenimiento. Fuente: APS.

Nº	Tramo	Longitud	PK Inicial	PK Final
1 a	Cuenca Esclusa	400		
1 B	Antesclusa	835	0	0+835
1	Las Huertas	3165	0+835	4+000
2	Coria del Río - Isleta	5600	6+400	12+000
3	Boca Sur La Isleta	1800	12+600	14+400
4	Olivillos	1400	17+600	19+000
5	La Lisa	2600	28+000	30+600
6	La Mata	2700	36+600	39+300
7	Tarfía	2100	42+000	44+100
8	La Gola	3400	47+600	51+000
9	El Yeso	2000	52+000	54+000

Nº	Tramo	Longitud	PK Inicial	PK Final
10	Puntalete	4400	61+700	66+100
11	Salinas	6000	68+700	74+700
12	Sanlúcar	1300	76+300	77+600
13	Broa	2948	84+600	87+548

6.1.3.3.1 Análisis de las batimetrías

Por su parte el Instituto Hidráulica de Cantabria (IHC en adelante) ha realizado un análisis de las batimetrías realizadas en el Guadalquivir en los años 2011, 2013, 2015, 2016, 2017, 2019, 2020 y 2021 y lo incorpora en su estudio de *diagnóstico inicial de los procesos de erosión/sedimentación y sus agentes causantes*. Las batimetrías se han procesado a través de sistemas de información geográfico con el fin de obtener el modelo digital del terreno (MDT), para con ello extraer información importante de la ría como puede ser el prisma de marea, así como la variación de volúmenes entre procesos de dragado. A modo de ejemplo, en la Ilustración 83 se muestra el MDT de la ría del Guadalquivir generado a través de la batimetría de 2021.

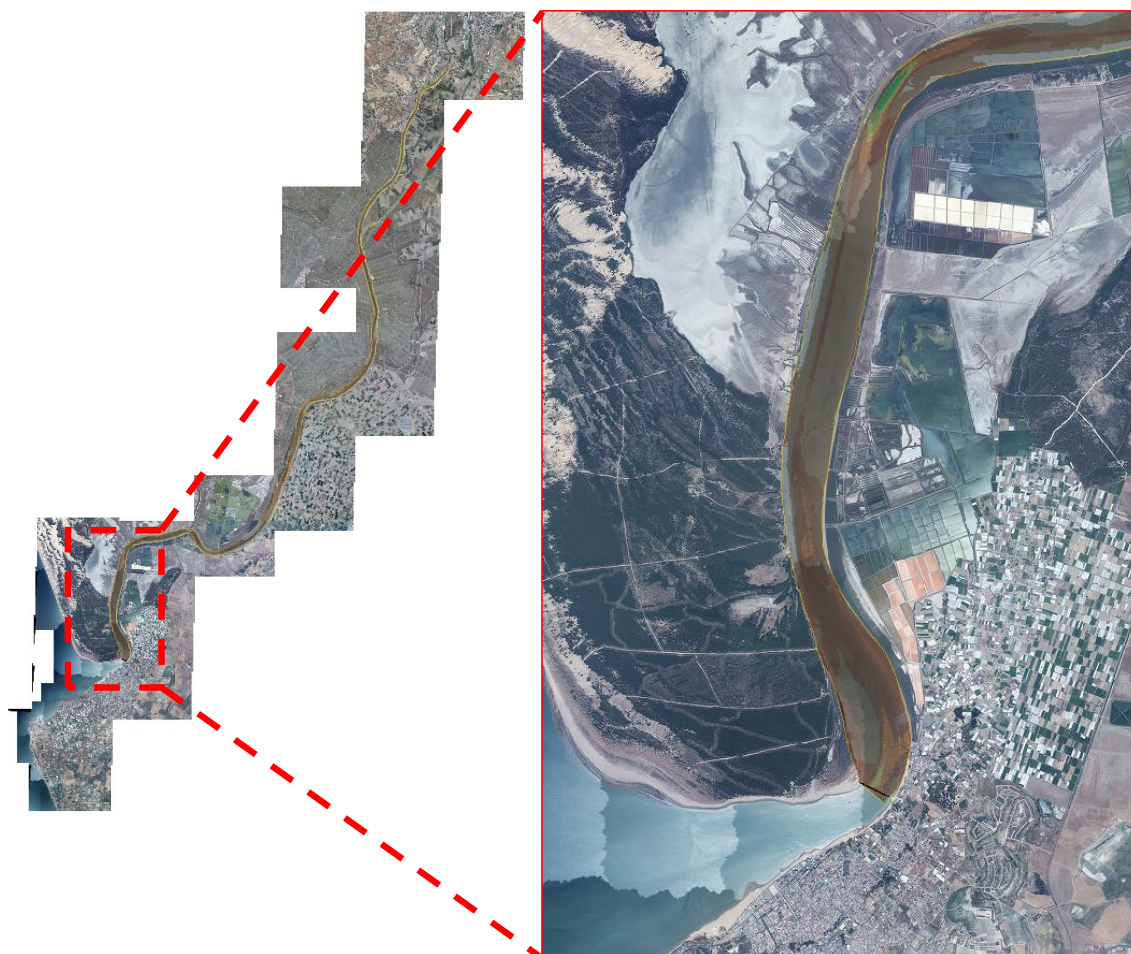


Ilustración 83. Modelo digital del terreno de la ría del Guadalquivir generado a través de la batimetría de 2021 proporcionada por la Autoridad Portuaria de Sevilla. Fuente: IHC, 2022.

A través del análisis de estas batimetrías se ha podido obtener la variación de espesor sedimentado (en signo negativo puesto que implica pérdida de calado) o erosionado (en signo positivo puesto que implica ganancia de calado) en cada una de las áreas de dragado situadas a lo largo de la ría y sobre las que la APS actúa para mantener operativa la navegación. Así, se ha analizado la diferencia de la batimetría posterior a cada dragado con la previa a la realización del dragado siguiente, para cada zona de dragado y para los últimos 10 años de dragados realizados. El procesado de estos resultados ha permitido obtener una sedimentación media de entre 5 y 10 cm/año si se contabilizan los resultados de todas las áreas sometidas a procesos de dragado. Aunque hay zonas, como la de la Antesclusa, en las que se obtienen tasas de sedimentación superiores a 50 cm/año y otras, como Salinas, en las que se obtienen tasas de erosión natural superiores a 10 cm/año. En la Ilustración 84 se recoge la variación de calado en las áreas de dragado en el periodo analizado.

Año	Espesor promedio (m)												
	Antesclusa	Huertas I - Iyll	Puebla Coria	Isleta Norte	Isleta Sur	Olivillos	La Lisa	Mata	Gola	Yeso	Puntalete	Salinas	Broa
2011-2013	-	-	-	0.08	-	-	-	-	0.53	-	0.58	0.65	0.70
2013-2015	-1.07	-	-	-0.23	-0.22	-	-	-	-0.21	-	-0.49	-0.22	-1.10
2013-2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.92	-	-	-
2015-2016	-0.06	-	-	1.36	-0.45	-1.36	-	-	-	-	0.06	0.80	-
2015-2017	-	-0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2016-2017	-1.12	-	-0.09	-0.09	-0.06	0.00	-	-0.04	-	-0.03	-0.11	0.00	-
2016-2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2017-2019	-0.77	-0.32	-	-0.24	-0.13	-0.18	0.04	-	-	-	-0.29	-0.14	-
2019-2020	-1.23	-0.30	-	-0.20	-0.18	-0.26	-0.25	-	-	-	-0.07	0.00	-
Ratio anual (m/año)	-0.61	-0.27	-0.09	0.08	-0.15	-0.36	-0.07	-0.04	0.08	-0.24	-0.04	0.12	-0.10
desv. Típica	0.42	0.11	-	0.49	0.14	0.57	0.16	-	0.21	0.14	0.21	0.31	0.52

Ilustración 84. Espesor sedimentado (valor negativo) o erosionado (valor positivo) en las áreas de dragado en el periodo analizado a través del estudio de las batimetrías disponibles. Fuente: IHC, 2022.

6.1.3.4 Descripción de la evolución de la erosión en las márgenes del río y comparación con la situación existente en 2003

Las márgenes del Guadalquivir se encuentran sometidas a procesos de erosión y acreción, algunos de los fenómenos que se producen son asociados al comportamiento natural de un estuario y otros debido a acciones pasadas y actuales que tienen lugar en el río.

Dada la importancia de este aspecto, la APS ha encargado estudios específicos tanto al IHC como a un grupo de expertos en erosión y restauración fluvial de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC en adelante), con el fin de determinar el grado de erosión de los márgenes, cuáles son los orígenes y factores que lo producen y qué posibles medidas pueden aplicarse.

En un primer diagnóstico realizado por la UPC, se presenta unas composiciones de fotografías aéreas de distintas fechas, 1956-1957, 1981-1986 y 2004-2005, de los tramos más erosionados del río. Todas las figuras tienen la misma escala gráfica, para que sean comparables y un plano de situación.



Ilustración 85. Evolución de las márgenes en los PKs 52-55. Fuente: Martín Vide, J.P., UPC, 2022.

La Ilustración 85 muestra que el río era más estrecho en el vuelo americano y que en 1981-86 se había producido ya una gran parte de la erosión que continúa más acusada aún en 2004-2005 y hasta la actualidad. La erosión se observa en la margen izquierda en tanto que la derecha mantiene su configuración sin detectarse procesos de erosión.

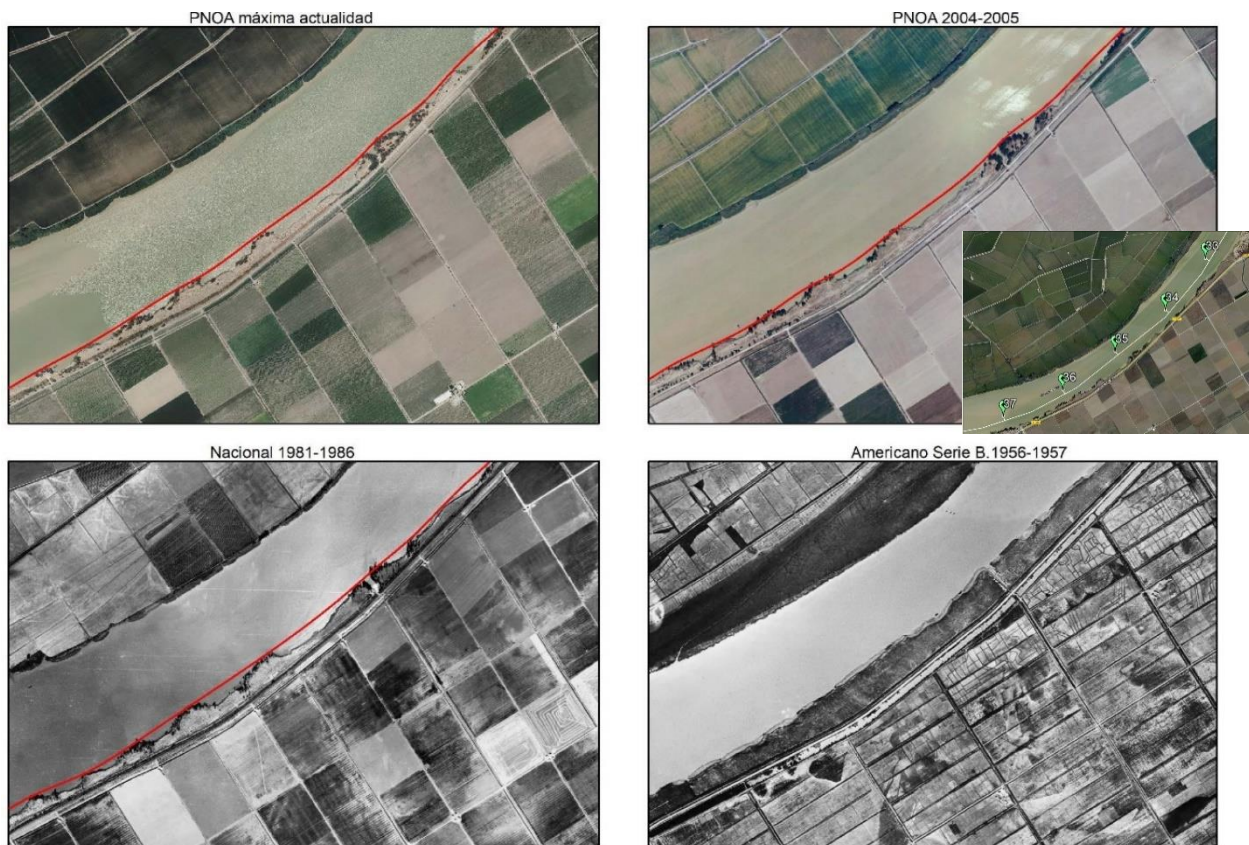


Ilustración 86. Evolución de las márgenes en los PKs 33-37. Fuente: Martín Vide, J.P., UPC, 2022.

Entre los PKs 33-37 en 1956-57 hay tendencia a la erosión de orilla (primeras ondulaciones de la orilla izquierda). Es un tramo menos intervenido y con curvatura y sólo está erosionada la orilla exterior. De nuevo es más evidente el retroceso en la margen izquierda.

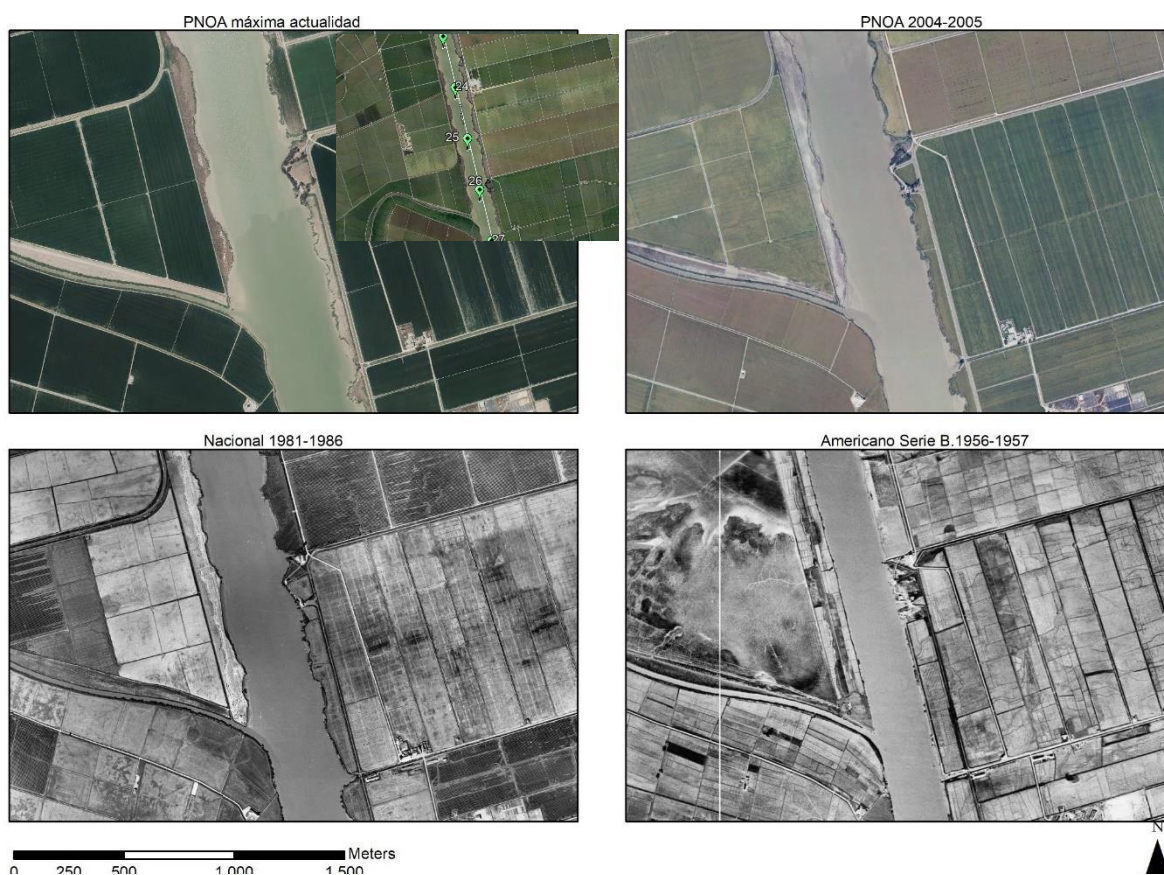


Ilustración 87. Evolución de las márgenes en los PKs 24-27. Fuente: Martín Vide, J.P., UPC, 2022.

En este detalle de la corta de los Jerónimos, el tramo más intervenido con cortas y reunión de brazos, se observa que en 1956 no se aprecia erosión, aun cuando la corta se terminó en 1888. En los años 1981-1986 ya se ha producido el retroceso de las márgenes, tanto derecha como izquierda, acuciándose el problema hasta la actualidad.



Ilustración 88. Evolución de las márgenes en los PKs 17-21. Fuente: Martín Vide, J.P., UPC, 2022.

En la corta La Isleta (1972), en 1986 aún existen los dos brazos (original y corta, ésta sin erosión), después de 1986 empieza la erosión en ambos márgenes.

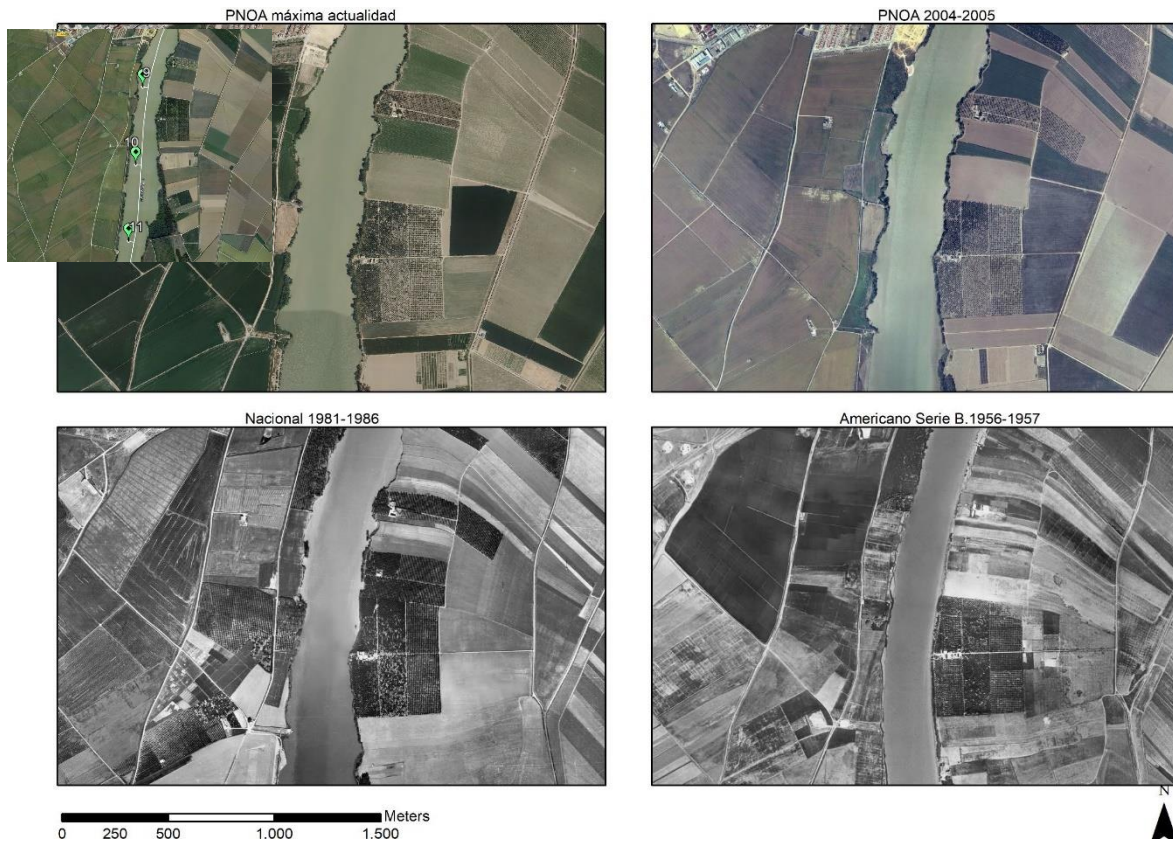


Ilustración 89. Evolución de las márgenes en los PKs 9-11. Fuente: Martín Vide, J.P., UPC, 2022.

En el tramo de más cortas y bastante recto, se observa erosión en ambos lados, con indicios de erosión (orillas onduladas) ya en 1957.

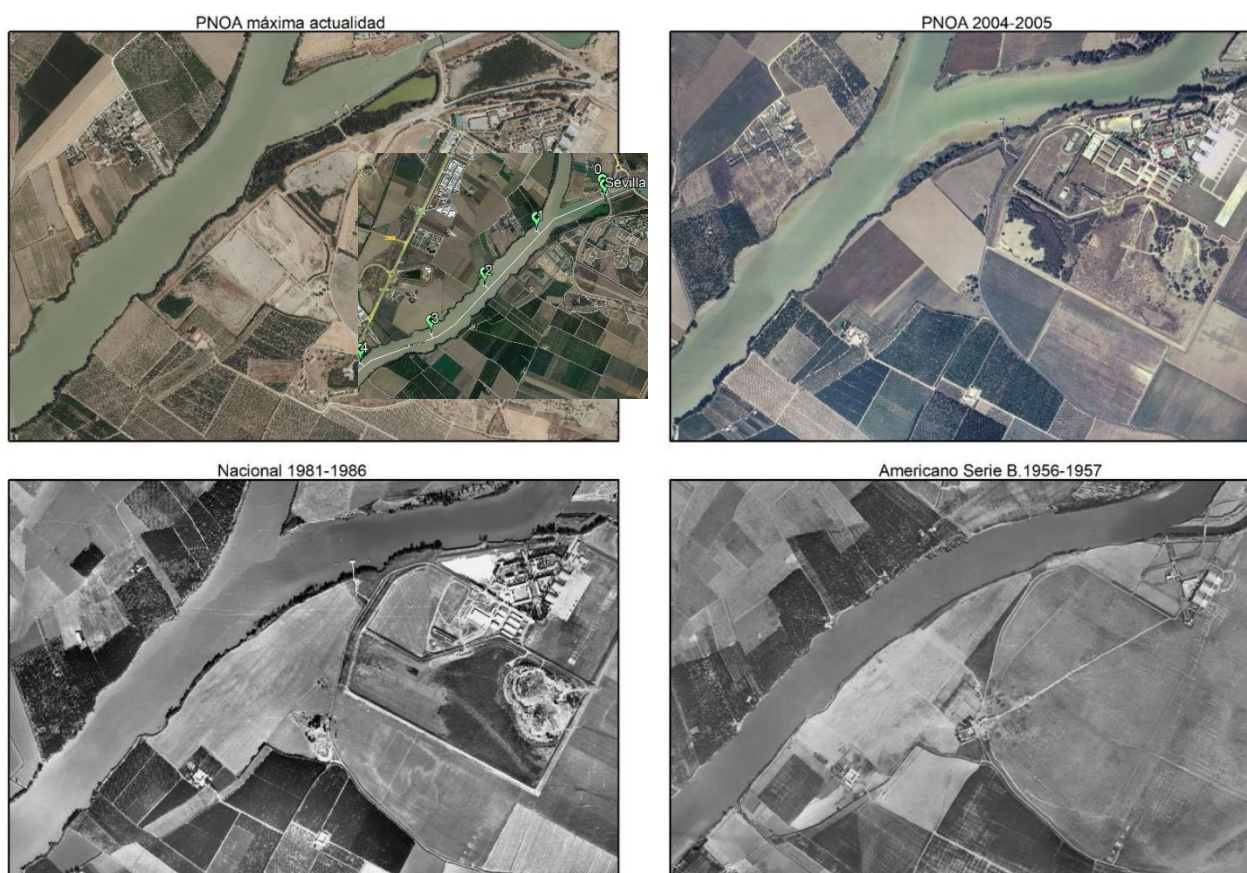


Ilustración 90. Evolución de las márgenes en los PKs 0-4. Fuente: Martín Vide, J.P., UPC, 2022.

El canal no navegable (corta de la Cartuja) aparece en el extremo superior. En 1957 se insinúa algo de erosión, la erosión moderada de 1986 se agrava más tarde.

6.1.3.4.1 *Diagnóstico del estado de las márgenes del Guadalquivir*

La valoración del estado de las márgenes del Guadalquivir se establece a partir de los estudios y visitas de campo que el equipo de la UPC, dirigidos por el catedrático Juan Pedro Martín Vide, ingeniero en Caminos, Canales y Puertos, y el Instituto Hidráulico de Cantabria (IH Cantabria en adelante) han realizado. El haber contado con dos equipos de trabajo expertos de manera simultánea, permite obtener una visión global de la problemática que afecta a las márgenes, desde diferentes perspectivas ya que, por un lado, el equipo de la UPC ha estudiado el estado de las márgenes teniendo presentes tanto las acciones de los agentes fluviales (mareas, corrientes, oleaje provocado por los buques, avenidas, etc.) como las acciones que ejercen agentes “terrestres”, como son las presiones intersticiales provocadas por los riegos por inundación o la retención de finos por las presas, entre otros. El IH Cantabria, por otro, realiza un estudio hidrodinámico de la ría (con batimetría de 2021 y los resultados del modelo de altura y corrientes desarrollado por la UMA, en concreto, el grupo GOFIMA dirigido por D. Jesús García Lafuente), mediante el modelo Delft3D para el flujo y el modelo FUNWAVE-TVD para las ondas creadas por los buques. El objetivo es el estudio de las tensiones tangenciales generada por forzamientos ambientales y por otros agentes externos, tales como el paso de buques o avenidas de las presas. Estos modelos son los más avanzados para este tipo de cálculo numérico y se han aplicado al régimen

hidrológico y mareal del año 2021, representativo de la ría, y a la casuística de la flota de buques del Puerto.

Las conclusiones del diagnóstico previo de los estudios citados están representadas en las siguientes imágenes y texto explicativo que las acompaña.

6.1.3.5 Diagnóstico

6.1.3.5.1 Modificaciones Morfológicas

En el estuario del río Guadalquivir ha registrado cambios morfológicos de importancia, como pueden ser las cortas de la Cartuja, de la Punta del Verde o de Olivillos e Isleta. Además, se han realizado reuniones de brazos, haciendo que el flujo principal del río se afianzase por uno de ellos. Este tipo de modificaciones implica el aumento del caudal circulante por el cauce preferido. La ejecución de las cortas, las cuales son acortamientos de la longitud, provoca aumentos de la pendiente del cauce. Las dos acciones desequilibran el sistema fluvial en el sentido de la incisión o descenso del fondo, según pronostica la analogía de la balanza de Lane del equilibrio fluvial.

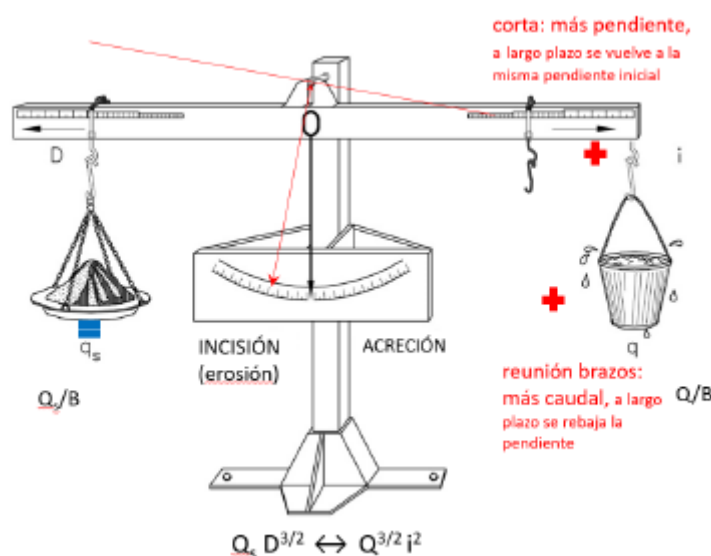


Ilustración 91. Analogía de la balanza de Lane, aplicada a dos acciones, ambas con el resultado de incisión: aumento de pendiente i por acortamiento de longitud (una corta) y aumento de caudal unitario q por reunión de brazos. La balanza también pronostica que un ensanchamiento trae consigo acreción del fondo. Este ensanchamiento puede ser precisamente el retroceso de las orillas. Fuente: UPC, 2022

6.1.3.5.2 Estabilidad de las orillas

La morfología de los fallos en forma de “mordiscos” que se localizan en las márgenes, es característica de fallos de mecánica de suelos. En efecto, la masa de suelo de la planicie tiene unas propiedades mecánicas de resistencia al deslizamiento, como cualquier talud. El deslizamiento de porciones de suelo ocurre por el esfuerzo de corte (o cortante) entre una parte y otra del suelo, separadas por la superficie de fractura.

En este corte interviene la presencia de agua en el suelo a una cierta presión (llamada de poro o intersticial). Los taludes de obras públicas sufren deslizamientos por esfuerzo cortante cuando están saturados de agua, por ejemplo, de lluvia. De un modo parecido, la presencia permanente de agua en la ría asegura una presión de poro en la masa del terreno, pero éste no es el único origen del agua en el suelo en la planicie del Guadalquivir.

El equipo de UPC indica que: “La rotura de un talud se analiza considerando las fuerzas actuantes sobre superficies rectas o curvas (Ilustración 92) y su influencia en el fallo por cortante. El Peso se puede descomponer en una componente perpendicular a la superficie (N) y una tangencial (T) a la superficie. N es favorable a la estabilidad porque el producto $\mu \cdot N$, donde μ es el coeficiente de rozamiento ($\mu = \text{tg } \phi$, ángulo de rozamiento interno: ϕ) es una resistencia al deslizamiento. La otra fuerza resistente es la de cohesión $c \cdot A$, donde A es la superficie de contacto y c la cohesión (dimensiones de fuerza/área) (Ilustración 92). El empuje de agua por el lado de la ría (componentes H y V , Ilustración 92) es en general favorable a la estabilidad. Es grande en pleamar y pequeño en bajamar, luego el fallo es más probable en bajamar. No hay que considerar la fuerza de subpresión (flecha rosa), normal a la superficie, si se usan tensiones efectivas (tensiones totales menos la presión intersticial del agua). La presión intersticial en todo caso va en contra de la estabilidad.”

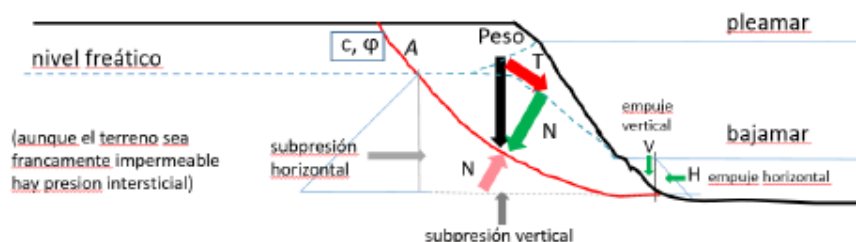


Ilustración 92. Esquema de análisis de la estabilidad de una orilla (problema plano). Se esbozan posibles líneas de saturación en pleamar y bajamar. Fuente: UPC,2022.

Según esto, es lógico llamar la atención sobre una presión intersticial particular que existe en las márgenes del río donde hay cultivos de arroz, los cuales tienen que ser regados por inundación de los campos durante varios meses al año, y además con una carga de agua superior a la pleamar, la máxima conocida por el suelo antes de tal tipo de cultivo. Este es el otro origen de agua en el suelo al que se hacía referencia más arriba. Los “mordiscos” se suceden a lo largo de las orillas, sin importar que la ría sea recta o curva. Su secuencia de concavidades se explica por la no homogeneidad de las propiedades del suelo en una planicie aluvial. Como finalmente se trata de un fallo geotécnico bajo condiciones particulares en el suelo y no la erosión típicamente fluvial de un meandro, ha sido llamada erosión patológica.

6.1.3.5.3 Transporte de sedimento

En los últimos años, aunque se trata de procesos lentos, se ha puesto de manifiesto el efecto de las presas sobre el equilibrio de los cauces de aguas abajo, debido a los cambios que inducen tanto en los caudales líquidos, como en los caudales sólidos (transporte de sedimento). Un dato destacable es que

entre el año 1960 y el 1980 se construyeron 52 presas en la cuenca del Guadalquivir, hecho relevante a la hora de evaluar los posibles efectos de estas infraestructuras en el cauce y las orillas aguas abajo.

Tal y como recoge el equipo de la UPC: “Las presas atrapan el sedimento, más cuanto más altas son (y cuanto mayor es el volumen de embalse). El sedimento grueso (arenas, gravas y bolos) queda atrapado totalmente, formando un delta dentro del embalse (Ilustración 93). Estos tamaños en condiciones naturales se desplazarían a saltos cuando el río fuera crecido. El sedimento fino, en cambio, puede no quedar totalmente atrapado porque es transportado en suspensión. El que queda atrapado se encuentra cerca de la presa y en parte al alcance de los desagües de fondo, que cobran importancia como llave de paso del sedimento.

Al sedimento grueso le cuesta desplazarse río abajo a saltos; necesita mucho tiempo, en su caso un buen número de crecidas. Por eso, el efecto de las presas tarda décadas en sentirse en las playas, incluso en las pequeñas cuencas del Sur. Por el contrario, el más fino llamado carga de lavado de la cuenca (partículas de arcilla separadas del suelo por la lluvia) viaja acompañando al agua, a su misma velocidad, durante cualquier crecida. Este sedimento falta en el río y la ría, aunque la ría siga teniendo una gran turbiedad.

La cohesión de las orillas del río depende de los finos, que quedan en cierta medida atrapados en las presas. La falta de finos se acusa en seguida, pues forma la carga de lavado, que es simultánea de la crecida.”

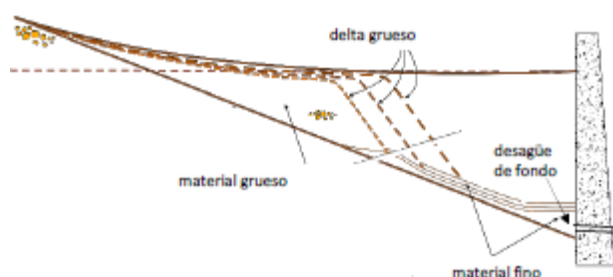


Ilustración 93. Esquema de la sedimentación en embalses. Fuente: UPC, 2022

6.1.3.5.4 Acciones fluviales sobre las orillas

Asimismo, otro de los elementos de análisis son las acciones ejercidas por parte de los agentes fluviales. En este apartado, el equipo del IH Cantabria ha realizado un análisis y procesado de la información recopilada, con el objetivo de poder establecer una primera aproximación de la magnitud de las afecciones sobre las erosiones de las márgenes que ejercen los agentes fluviales. El primer tema de esta ilustración, el registro de erosión o sedimentación se basa en imágenes de satélite (Landsat de 1984 a 2022 y Sentinel-2 de más resolución de 2016 a 2022):

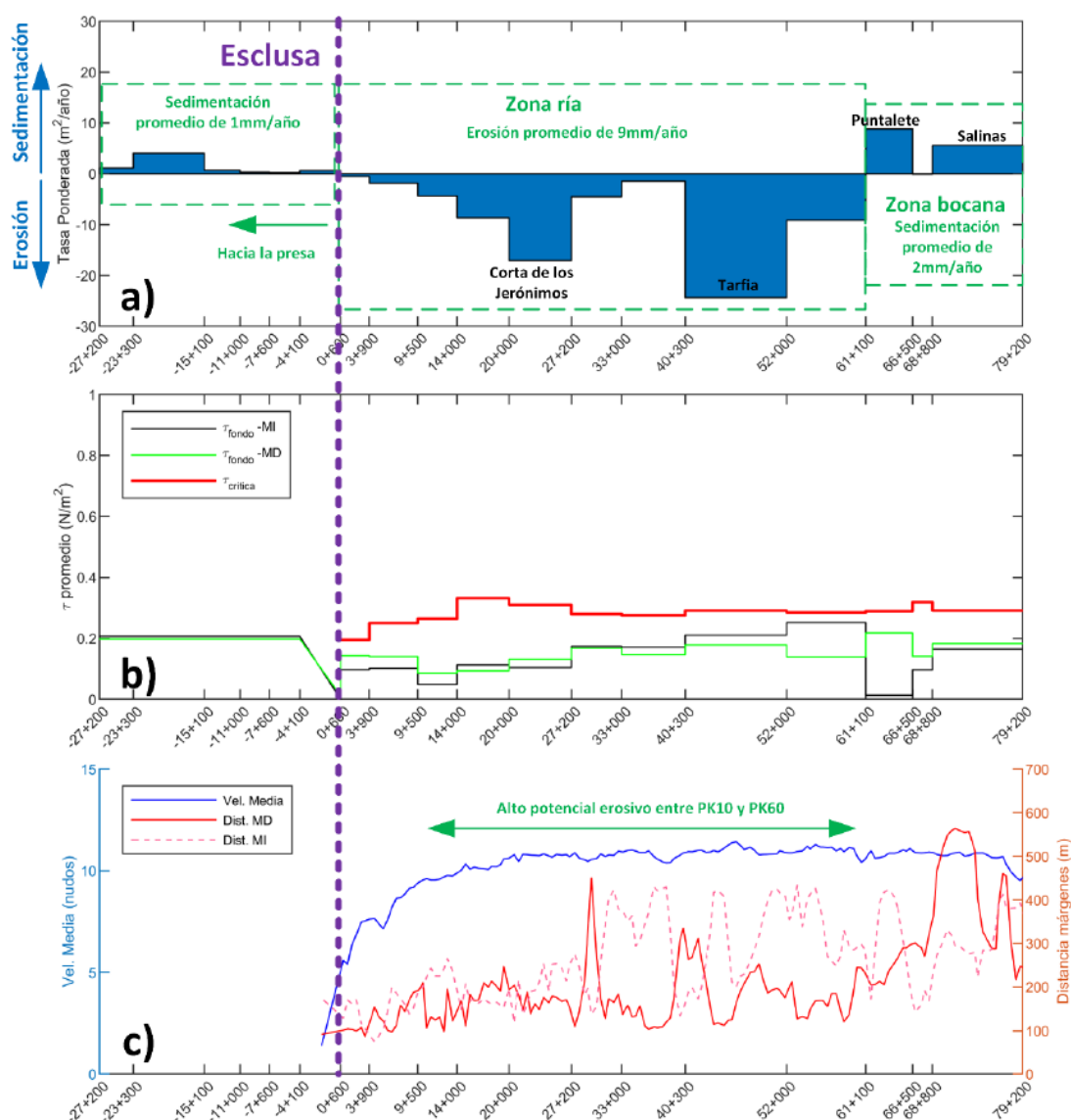


Ilustración 94. Esquema-diagnóstico de los procesos erosión-sedimentación en la ría del Guadalquivir a) Tasas de erosión-sedimentación b) Patrones promedio de tensiones hidrodinámicas en el lecho en el canal y márgenes c) Patrones de velocidad media y distancias a los márgenes (derecha e izquierda) de los barcos que navegan por la ría. Fuente: IH Cantabria, 2022.

Partiendo del esquema diagnóstico de la Ilustración 94, se deducen una serie de consideraciones sobre los efectos de los agentes fluviales que hay en el estuario:

- En el panel a) se recogen las tasas de erosión-sedimentación a lo largo de la ría. La zona aguas arriba de la esclusa en dirección a la presa es un área con una sedimentación promedio de 1 mm/año en las márgenes. Por el contrario, la zona de la ría, que incluiría desde la esclusa hasta la zona de El Yeso-Alventus, es una zona erosiva con una pérdida promedio de 9 mm/año en las márgenes. Dentro de esta área, las zonas de la Corta de Los Jerónimos y Tarfia se muestran como los tramos donde la erosión es mayor y coincide con los tramos rectos de mayor longitud de la Eurovía. Por último, la zona final del estuario (zona bocana), que incluye las zonas de Puntalete a Salinas, presenta un carácter sedimentario con una tasa promedio de 2

mm/año de erosión en las márgenes. No obstante, cabe señalar que dicha zona, con marcados meandros, tiende a erosionarse en la margen derecha y a sedimentarse en la margen izquierda, según el patrón clásico hidrodinámico en estas zonas meándricas y que además confluye con fuertes dinámicas marinas.

- El panel b) recoge los patrones promedio de las tensiones hidrodinámicas en el lecho frente a las márgenes en cada una de las zonas de la ría del Guadalquivir entre marzo-octubre 2017. El promedio de las tensiones tangenciales en los márgenes mantiene valores en el rango 0-0,2 N/m³ a lo largo de toda la ría, lo que corrobora que el efecto de la marea llega hasta la presa de Alcalá. Por otro lado, se incluye en el panel b) el valor de la tensión crítica de inicio de movimiento obtenida en función de la granulometría del lecho de la ría (en las zonas con información disponible) de la campaña de 2017, que se encuentra aproximadamente en el rango 0,2-0,3 N/m². Debe indicarse que el valor de la tensión crítica de inicio de movimiento se refiere precisamente al umbral a partir del cual una partícula aislada de sedimento, y disgregada ya de la margen, comienza a desplazarse. No es, en ningún caso, sinónimo de erosión ni de procesos de transporte del material.
- El panel c) recoge la velocidad media de los buques y la distancia a los márgenes del río. Las mayores velocidades se dan en las cortas, en tramos rectos, entre PKs 10 y 60. No debe obviarse, sin embargo, que es precisamente entre esos PKs donde proliferan los cultivos de arroz, desde los años 40, y donde se ejecutaron las cortas precisamente para la reducción de la longitud navegable del río.

Por su parte, el equipo de UPC indica que la dinámica fluvial desde el Brazo de la Torre hasta la desembocadura, en el tramo bajo del Guadalquivir, está dominada por la dinámica de los meandros, es decir:

“El desplazamiento del thalweg (línea más profunda del cauce) hacia el lado exterior de una curva, donde el talud es más vertical, desplazamiento acompañado del crecimiento de las barras o bajíos en el lado interior. En esta geometría, la corriente no es paralela, sino ligeramente incidente sobre la orilla y la velocidad es máxima en la alineación del thalweg. El fallo por cortante de la orilla en el exterior de la curva es más probable debido a la profundidad del thalweg y a la verticalidad del talud. En tal caso, la curva fluvial habrá avanzado y el thalweg se habrá desplazado en consonancia, volviendo al punto inicial del razonamiento.”

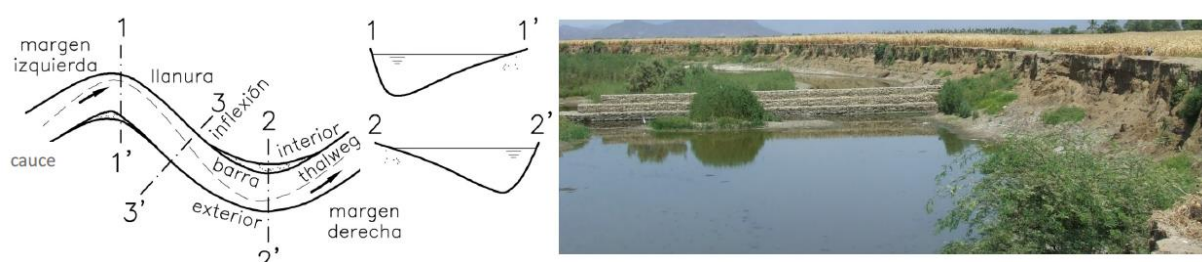


Ilustración 95. Izquierda: esquema de la morfología fluvial de un meandro. Derecha: caso de erosión por dinámica fluvial en el río Piura, Perú, 1998. La curva visible de la orilla cuasi-vertical fue erosionada en un

fenómeno Niño, perdiéndose hectáreas de cultivo. En el centro se ve un espigón, medida de defensa de orillas activa, llamada así porque busca modificar la hidrodinámica. Flujo del primer plano hacia el fondo. Fuente: UPC, 2022

Este tipo de erosión encaja con la morfología del cauce en el tramo bajo, ya que está formado por una concatenación de meandros con desarrollos y radios de curvatura pronunciados.

6.1.3.6 Descripción de procesos

En las condiciones pasadas de la ría antes de la influencia humana los flujos estaban gobernados por la pleamar (recarga de agua en el suelo) y la bajamar (descarga de agua, momento más propicio al fallo), pero hoy esta situación ha cambiado. El equipo de UPC argumenta que las orillas del Guadalquivir son vulnerables y su masa es débil, debido a los siguientes factores, relacionados con la resistencia de la masa de suelo al corte:

1. Los cultivos con riego por inundación, de larga duración (meses) y una carga de agua apreciable por encima de la pleamar, como es el caso sobre todo del arroz, crean una presión de poro inopinada y promueven la filtración hacia la ría con un gradiente hidráulico inopinado, arrastrando finos con más facilidad, y por tanto por doble motivo favorecen el fallo. En un gran espacio de las llanuras derecha e izquierda se está cultivando arroz hasta muy cerca del borde de la ría. Parece ser que el cultivo del arroz comienza a desarrollarse a gran escala a partir de 1945.

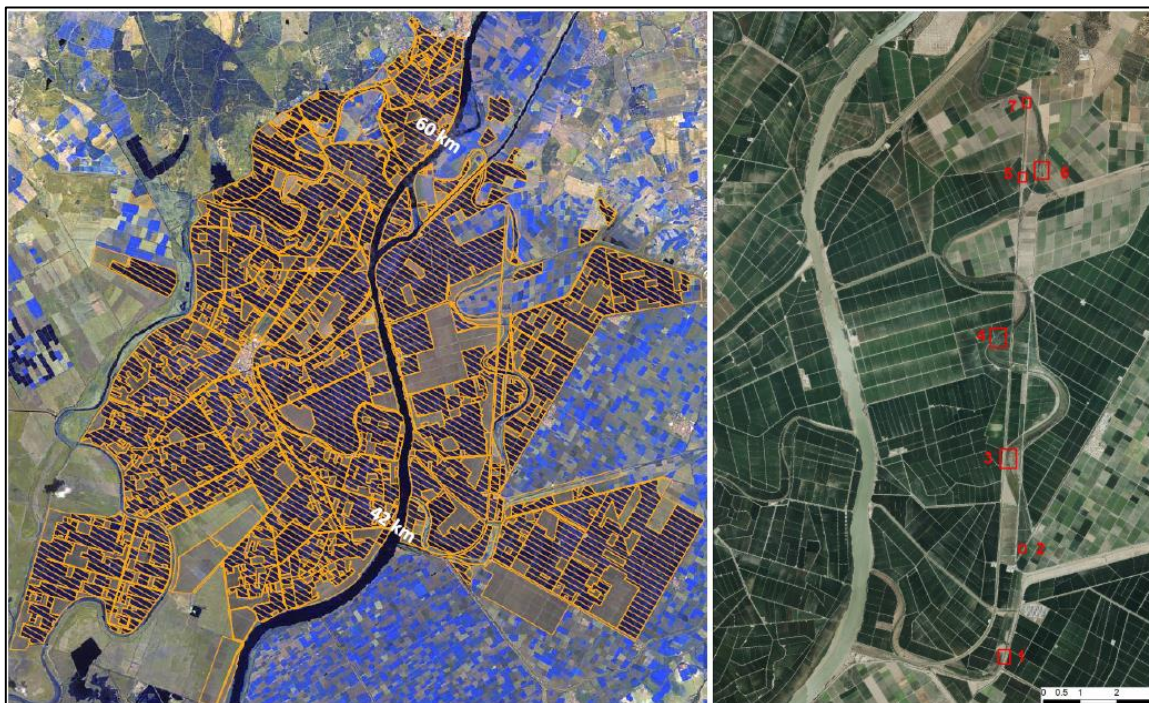


Ilustración 96. Izquierda: mapa de los arrozales en un inventario de 2006. Las fincas en gris (no rayadas) estaban en barbecho en el momento del inventario. Derecha: imagen actual (Google Earth) señalando un canal de riego en la llanura izquierda donde también hay algunos indicios de "bocados". Fuente: UPC, 2022

2. Hay que prestar atención a la regulación del río mediante presas. La carga de lavado de la cuenca (partículas de arcilla separadas del suelo por la lluvia o por la arroyada), viaja acompañando al agua durante una crecida y estaba presente en la ría antes de construir las presas. Como las orillas eran entonces estables, sin 'bocados' (aunque sí con dinámica fluvial en las curvas), se debe suponer que la entrada de finos con el agua en la recarga (pleamar) o en desbordamientos compensaba la pérdida de finos en la descarga (bajamar). Este equilibrio se rompe si la descarga tiene un gradiente superior al pasado, como en el arroz, pero también si el río aporta menos carga de lavado que en el pasado y esto hace que se erosionen las orillas.

Se aduce con razón que: 1) la ría tiene alta turbiedad y 2) la cuenca sufre una masiva pérdida de suelo (finos) a causa de cambios en el cultivo del olivar. Estos dos hechos oscurecen lo fundamental: que las presas atrapan buena parte del sedimento fino de lavado de la cuenca, en mayor o menor medida según las dimensiones de sus embalses. El arrastre de los finos de la masa del suelo por el agua de la ría (o por desbordamientos) menos cargada de finos que en el pasado, hace la orilla más porosa y endeble. Uno de los orígenes de la turbiedad de la ría son precisamente estos finos arrastrados.

El mayor desarrollo de presas tiene lugar entre 1960-1980. Este dato es relevante porque, como se explica más adelante, en la fotografía aérea del vuelo americano del 1956, cuando ya existía navegación y dragados periódicos, incluso con mucha anterioridad a esa fecha, no se aprecia erosión en las márgenes de la ría.

3. Finalmente, hay que prestar atención al descenso de cota del fondo (incisión) que pronostica la morfodinámica de cauces aluviales en caso de cortas y reunión de brazos. Estas obras han reducido en 37 km la distancia del Puerto al mar y las últimas son recientes. Ahora bien, no se ha demostrado este descenso, sino más bien lo contrario (según las batimetrías de 2011 a 2021 tratadas más adelante, aunque éste es un periodo demasiado corto para estudios de equilibrio fluvial). En caso de incisión, la orilla se haría más alta y por tanto más vulnerable.

Las cortas modernas datan de 1948-82, el periodo de máxima construcción de presas de 1950-80 y la extensión del cultivo del arroz a partir de aproximadamente 1945, es decir las tres causas mencionadas coinciden en el tiempo.

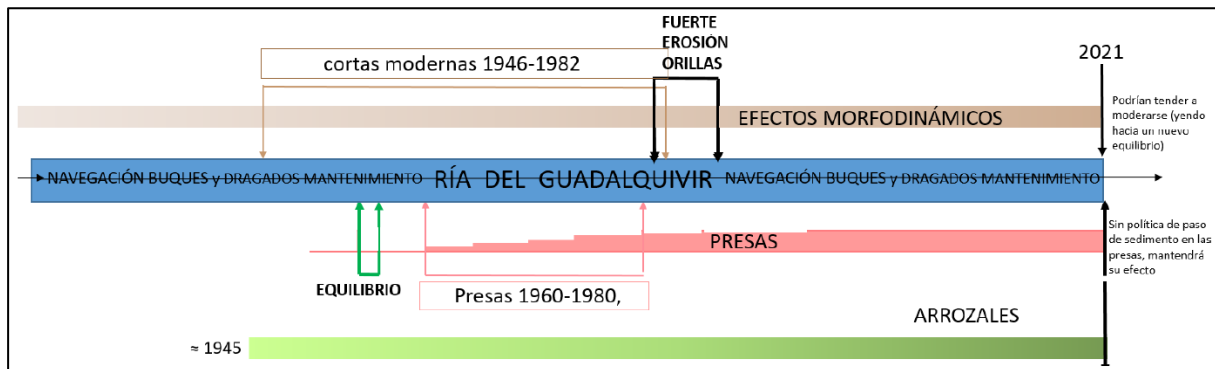


Ilustración 97. Barra del tiempo teniendo en cuenta diferentes cronologías. Fuente: UPC, 2022

Por el contrario, el número de buques servido por el puerto ha disminuido entre 1960 y 1990 (si bien los buques son más grandes y a la postre su acción podría no haber disminuido). ¿Por qué se ha producido la erosión patológica de orillas, que muestran las fotos aéreas, precisamente entre 1956 y 1981-86? Desconfiando de las casualidades, la pura cronología apunta a una combinación de estas causas (Ilustración 97):



Ilustración 98. . Evolución de las riberas en la Corta de los Jerónimos. (1) Vuelo americano Serie B 1956-1957. (2) Vuelo nacional 1981-1986. (3) PNOA Máxima actualidad. Fuente: Elaboración propia con base Instituto Geográfico Nacional (IGN)



Ilustración 99. Evolución de las riberas en la Punta de los Cepillos. (1) Vuelo americano Serie B 1956-1957. (2) Vuelo nacional 1981-1986. (3) PNOA Máxima actualidad. Fuente: Elaboración propia con base Instituto Geográfico Nacional (IGN)

La navegación de la ría del Guadalquivir tiene siglos de antigüedad, el flujo de la ría (la marea) es constitutiva del sistema físico desde tiempos geológicos (irá modificándose poco a poco con la subida del nivel del mar), se ha dragado la ría en todo el siglo XX y también en el XVIII y XIX, pero sólo en la segunda mitad del siglo XX, coincidiendo con el despliegue de los tres factores mencionados, se presenta la erosión patológica (la fluvial ha existido siempre).

La erosión en una orilla viene dada cuando la suma de los efectos de las acciones supera la resistencia de ésta, lo cual ejemplifica bien el siguiente esquema:

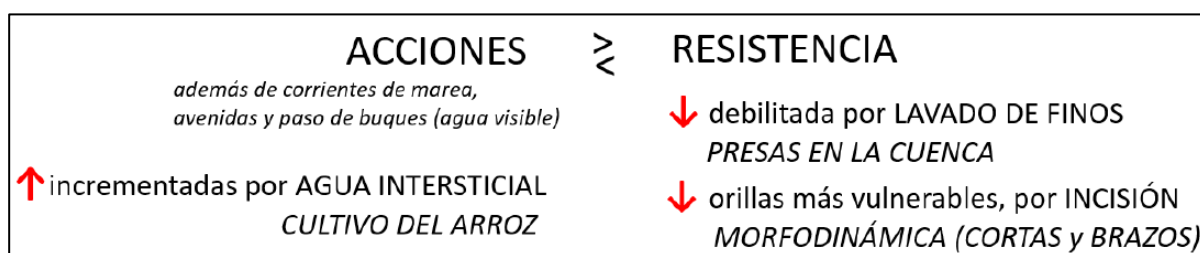


Ilustración 100. Cuadro resumen de los elementos de análisis. Fuente: UPC, 2022

El fenómeno erosivo de las márgenes del Guadalquivir debe diagnosticarse y entenderse teniendo en cuenta tanto las acciones que se producen en la ría y su entorno, como la resistencia de las márgenes. Una margen puede fallar por incremento de una acción, por pérdida de la resistencia o por ambas cosas a la vez.

Desde el punto de vista de la resistencia a la erosión de orillas, la observación de campo y la mecánica del suelo coinciden en que son sobre todo los fallos por esfuerzos cortantes a través de la masa de suelo los que producen la pérdida de una orilla, por desplome o deslizamiento. En la resistencia al corte del suelo intervienen sus propiedades mecánicas, especialmente la cohesión, y por otra parte la presencia de agua, como se ha dicho, perjudicial para la estabilidad de la orilla (la fuerza resultante de esta presión favorece el fallo). El flujo de filtración del agua en el suelo, para colmo, puede arrastrar finos, es decir “lava” el suelo, lo que merma su resistencia (su cohesión). Hay evidencias de caída de terrones enteros del material de las orillas de la ría y en cambio cabe dudar de la importancia del mecanismo de arrastre de partículas al superarse la tensión crítica. Esta acción se produciría cronológicamente después de la otra, es decir, el sedimento se moviliza una vez producido el desprendimiento, en bloque.

La sucesión de ‘bocados’ en la erosión patológica, en lugar de un retroceso paralelo de la orilla como ocurre en la erosión fluvial, sugiere que la resistencia al corte del suelo, y no el arrastre de partículas, controla el fenómeno. Lo controla porque esta resistencia nunca es perfectamente homogénea dada la compleja historia geológica de cualquier llanura aluvial.

La observación no deja lugar a dudas de que la rotura de ola producida por los buques al pie de la orilla es capaz de barrer el material caído por el fallo, sobre todo si el material se ha desmenuzado y por tanto se ha reducido a partículas individuales (con su correspondiente tensión crítica de arrastre). Los buques podrían cumplir un papel sustancial en este aspecto del problema, es decir **en el barrido del material desplomado**, sin perjuicio de que el impacto de la ola en la orilla también pueda tener incidencia. El IH

Cantabria establece que el porcentaje de tiempo en el que los buques tendrían capacidad de arrastre es inferior al 1-2% del tiempo de 1 año, es decir, unos 4 días/año, siendo este efecto, por tanto, esporádico y puntual, dada la baja magnitud del porcentaje obtenido del análisis.

6.1.3.7 Tipos de erosión

Atendiendo a lo expuesto en los puntos anteriores, en las orillas del Guadalquivir se puede determinar que existen dos tipos de erosión:

- La erosión propia de la dinámica fluvial en cauces aluviales o erosión fluvial (en el ambiente de estuario). Es un proceso natural, sin componentes antrópicas. Consiste en el desplazamiento en planta del cauce, retrocediendo una orilla y avanzando la otra, por dos hechos simultáneos, que tan pronto son causa y efecto como viceversa: el crecimiento de una barra o bajío en el lado interior de una curva y el arrastre de material o el desplome de la orilla opuesta (y el barrido por el vaivén del flujo del material caído) en el lado exterior. Esta erosión está gobernada por la hidrodinámica de la corriente (dónde es más honda, dónde corre más) y por la mecánica del transporte sólido (acumulación de material aluvial en la barra, arrastre en la orilla exterior), inextricables de nuevo como causa y efecto. Ésta es la dinámica fluvial común a los cauces aluviales, controlada en cuanto a su ritmo (medido en m/año) por la resistencia del suelo de la orilla externa a la erosión y por los arrastres que llegan a la barra interna desde agua arriba. Conduce a largo plazo a la migración y profundización (o maduración) de los meandros (curvas fluviales en material aluvial).

La erosión fluvial se da en el tercio de agua abajo donde el cauce describe curvas pronunciadas, aunque sin estar ausente el segundo tipo de erosión. Precisamente en esas curvas de agua abajo se ha observado el retroceso del lado exterior y el avance del lado interior típicos de la dinámica fluvial: así, desde 1956 a 2013 la margen izquierda había avanzado en media 71 m hacia dentro de la ría y la derecha se había retirado en media 27 m (con un máximo de 105 m en la desembocadura del caño de Brenes). En término medio se puede decir que el desplazamiento es de 1 m/año. En esta región existe la influencia del clima marítimo, incluido el movimiento de la arena del litoral que puede entrar y salir de la desembocadura de la ría.

La representación cartográfica de la zona en la que predomina la erosión fluvial es la siguiente:



Ilustración 101. Zonas con riesgo de erosión no patológica, llamada erosión fluvial, sin que se excluya el segundo tipo, el patológico. Fuente: UTE con asesoramiento de UPC, 2022.

- El segundo tipo de erosión de orilla es muy diferente y poco común en cauces aluviales. Consiste en el ensanchamiento del curso de agua por el desplome y posterior arrastre de una orilla o de las dos (y el barrido del material caído) en un cauce que no necesariamente describa curvas, sino que puede ser recto. La hidrodinámica de la corriente y la mecánica del transporte sólido no gobiernan este tipo de erosión, mientras que cobran fuerza hechos de otra naturaleza, principalmente el debilitamiento de la resistencia de las orillas en el sentido de la mecánica de suelos y la geotecnia (la cohesión, la presión de poro), y eventualmente el descenso de cota del fondo del río (llamado incisión) que aumentaría la altura de la orilla y su riesgo de desplome. Esta erosión se puede llamar patológica por comparación con la primera. En las orillas, vistas en planta, aparece una sucesión de 'bocados' cóncavos, de longitud decamétrica y de anchura métrica (o decamétrica) penetrando en la llanura, bocados similares en curva y en recta, que no responden al conato de formación de un meandro.

En este caso, una vez desplomado el sedimento de la margen por las razones enumeradas en el párrafo anterior, entra en juego el efecto derivado de la navegación de buques que se encargaría de movilizar el sedimento desprendido, partícula a partícula según el modelo del IH Cantabria y

cuyo efecto se considera de escasa presencia al manifestarse en 1-2% del periodo anual, o lo que es lo mismo, durante 4 días al año. En esos momentos se superan los valores de tensión crítica de inicio del movimiento, los cuales no deben entenderse como equivalentes a erosión, sino a capacidad de inicio de movimiento de las partículas.

Se puede afirmar que la mayor parte de la ría padece el segundo tipo de erosión, que, además, es la única presente en los dos tercios de aguas arriba. En toda esa región superior el cauce es esencialmente recto o ha sido rectificado en el pasado mediante cortas y supresión de brazos (o reunión de brazos).



Ilustración 102. Zonas con riesgo de erosión patológico. Fuente: UTE con asesoramiento de UPC, 2022.

Con respecto a la cota de fondo, IH Cantabria ha comparado las ocho batimetrías realizadas por el Puerto entre 2011 y 2021, con el resultado de una subida del fondo media en el conjunto de la ría de 5 a 10 cm/año, aunque en algunas zonas (Isleta Norte, Gola, Salinas) hay una erosión media de 8 a 12 cm/año. Es difícil considerar estos resultados como acreción e incisión geomorfológicas (naturales) respectivamente, pues en los mismos años se hicieron dragados de mantenimiento.

La erosión patológica del segundo tipo apenas existía en la foto aérea de 1956, cuando ya existía desde mucho antes navegación y dragados periódicos, en que las líneas de orilla se veían prácticamente sin 'bocado' alguno; es por tanto un fenómeno reciente en términos geomorfológicos. En cambio, la erosión por dinámica fluvial con toda probabilidad ha estado actuando desde siempre. En cuanto a la magnitud de la erosión patológica, la sucesión de fotos aéreas ha mostrado que se había producido ya en su mayor parte y en toda la ría en 1981-1986, 30 años después de comenzar, y ha seguido progresando, pero a ritmo más lento hasta 2021. El IH Cantabria, con las imágenes de satélite ya citadas, ha determinado que esta erosión ha progresado a razón de 9 mm/año (9 cm/década) en promedio, una cifra bastante pequeña en comparación con la erosión por dinámica fluvial (1m/año). No obstante, en varios lugares visitados por tierra es evidente el mal estado de las márgenes pues se desmenuza con la mano y prácticamente se derrumbaría bajo el peso de una persona.

6.1.4 Litoral. Situación actual y tendencias futuras

Desde 2015 la APS, en coordinación con la Demarcación de Costas Andalucía-Atlántico y el Ayuntamiento de Sanlúcar de Barrameda, ha vertido en las playas de la desembocadura de Sanlúcar de Barrameda, en concreto La Calzada, Las Piletas y Bajo de Guía, el material apto procedentes de los tramos de La Broa, Salinas y Puntalete.

A continuación, se presenta información sobre las regeneraciones realizadas, volúmenes vertidos, procedencia del material y valor medio de la D50 desde la fecha indicada hasta la última campaña y regeneración realizada, a finales de 2020:

Tabla 65. Trabajos de regeneración de las playas de Sanlúcar de Barrameda con material procedente de los dragados de mantenimiento de la Eurovía E.60.02. Guadalquivir. Fuente: Tecnoambiente, 2015-2021. Elaboración propia, 2021.

ANUALIDAD	2015	2016	2017	2019	2020
PLAYA RECEPTORA	Bajo de Guía	Bajo de Guía, La Calzada y Las Piletas	Bajo de Guía y La Calzada	La Calzada	Bajo de Guía
PROC. MATERIAL APORTADO	Salinas	Salinas y Puntalete	Salinas y Puntalete	Broa, Salinas y Puntalete	Salinas y Puntalete
VOLUMEN VERTIDO EN PLAYA¹² (m³)	62.689	55.108	40.200	112.000	43.017
D50 (mm)	0,26	0,38	0,41	0,28	0,42

¹² Volúmenes estimados por mediciones de cántara.

En la campaña 2021 el material apto se ha depositado en una sección de la margen derecha del Espacio Protegido de Doñana, en concreto se han vertido 62.000 m³ a lo largo de 275 metros lineales, paliando la erosión y protegiendo el camino a trasdós de la zona de actuación y el ecosistema lacustre.

La situación topobatemétrica de certificación de la playa de Bajo de Guía desde la última regeneración, en el año 2020, fue la siguiente:

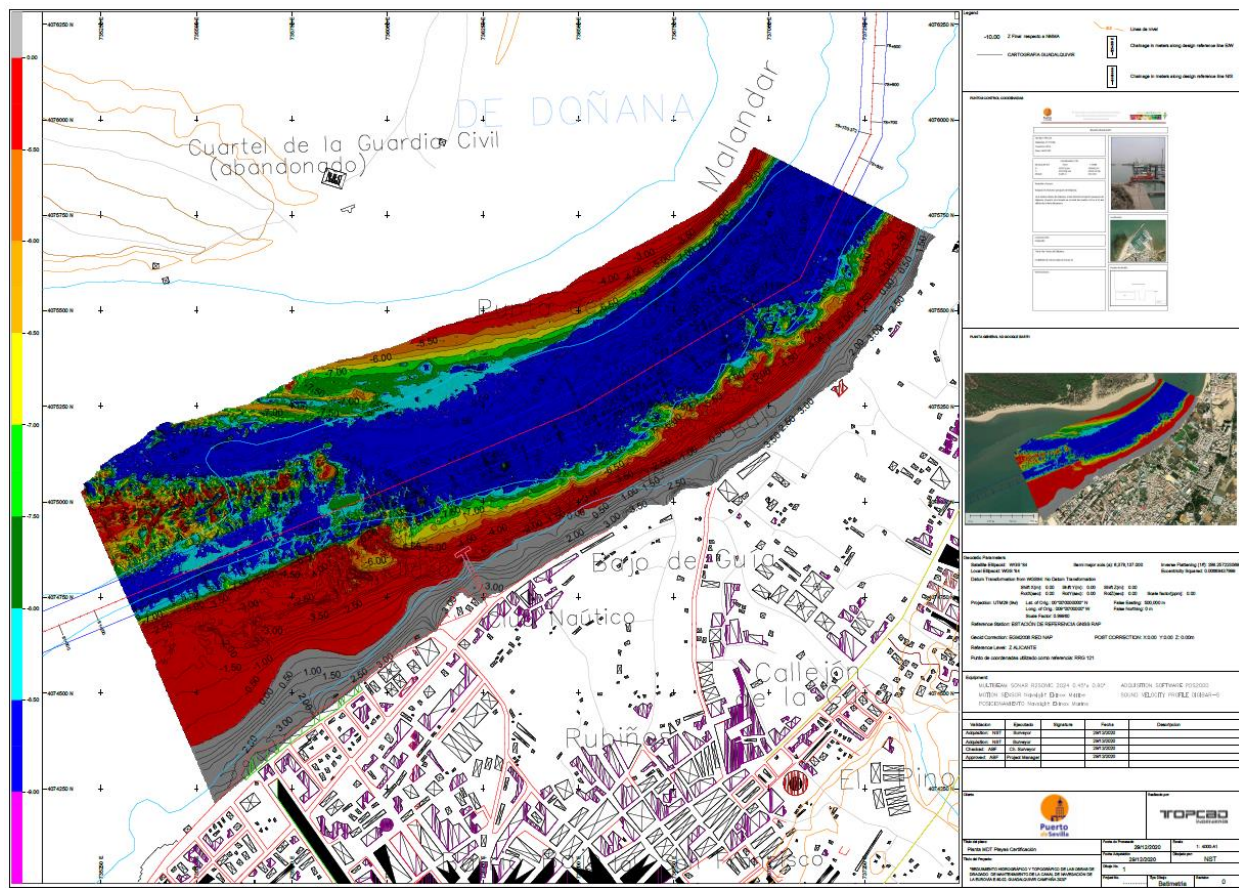


Ilustración 103. Situación de certificación en la situación de replanteo de las playa de Bajo Guía. Fuente: TOPCAD, 2021.

En la campaña 2021 la restauración con material dragado se produjo en una margen erosiva de Doñana, no se ha vertido en las playas.

Por su parte, el estudio de playas del proyecto básico muestra la evolución de las playas de Bonanza, Bajo de Guía, Sanlúcar de Barrameda, y la playa del Malandar (en el margen costero de Doñana) en la situación con dragado.

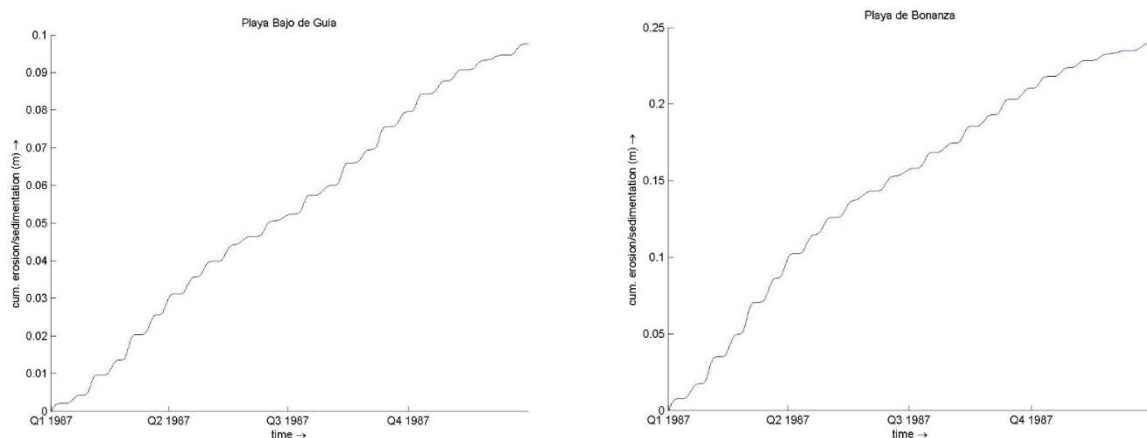


Ilustración 104. Evolución de las playas Bajo Guía y Bonanza en la situación actual (con dragados). Fuente: Elaboración propia, 2022.

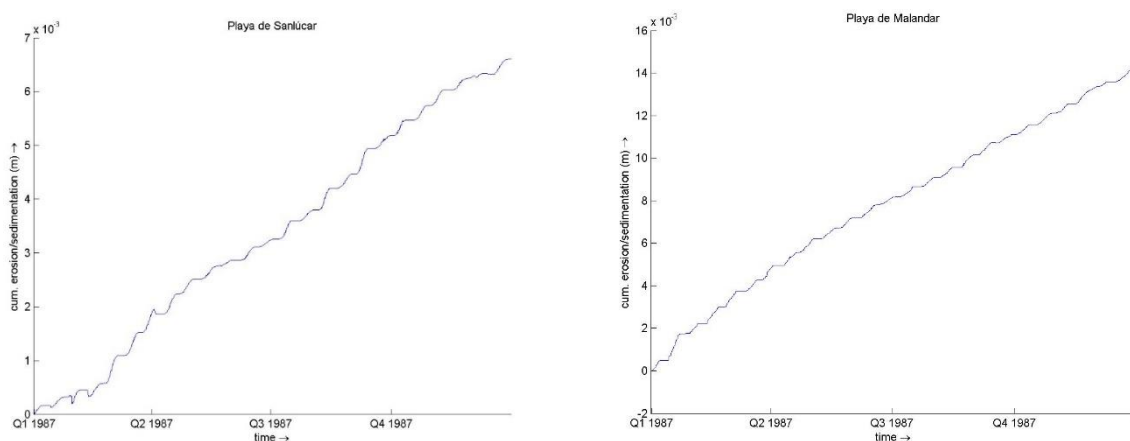


Ilustración 105. Evolución de las playas Sanlúcar y Malandar en la situación actual (con dragados). Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se puede observar como a lo largo del año hidrodinámico promedio en la situación actual se genera una acumulación a lo largo de toda la costa en ambos márgenes de la desembocadura, siendo mayor en el margen de Sanlúcar que en el de Doñana. Estas acumulaciones generan un avance de la línea de costa.

6.1.4.1 Proyectos y medidas establecidas en la cuenca hidrológica para reducir el aporte de sedimentos y resultados

En la actualidad se encuentra en marcha el proyecto-piloto “Cuenca del Guadalquivir. Afecciones de la erosión de los campos de cultivo en la agricultura, turbidez del río y sedimentación de los embalses y estuario. Implicaciones medioambientales, económicas y sociales y propuestas de mitigación” que surge de las investigaciones conjuntas promovidas y financiadas por la Autoridad Portuaria de Sevilla (APS), desarrolladas en el estuario del río Guadalquivir (periodo 2014-2017) por las universidades de Sevilla (US), Huelva (UHU), Málaga (UMA), Cádiz (UCA) y el CSIC, cuyos principales objetivos se centraron en

identificar problemas ambientales, en determinar su origen y en proponer medidas de remediación o mitigación.

Ya se ha constatado la existencia de una elevada carga de sedimentos, de sólidos en suspensión y de niveles extremos de turbidez en períodos de intensas lluvias. Se ha determinado que el principal origen de tales anomalías se encontraba posiblemente en los intensos procesos erosivos de los suelos de cultivo en ambas márgenes (con particular atención a los campos de olivos, muy vulnerables al respecto) y zonas adyacentes de moderada o acusada pendiente, proviniendo mayoritariamente de aguas arriba desde la presa de Alcalá del Río. Se propuso que, para afrontar y minimizar este grave problema, debería incentivarse un proyecto-piloto de experimentación con cubiertas vegetales, las cuales podrían contribuir eficazmente a la retención del suelo (como ya se ha determinado en importantes investigaciones al respecto) y, por tanto, a evitar su pérdida por erosión hídrica y, por extensión, a evitar los daños colaterales que puedan derivarse de ello, tanto ambientales como económicos.

En este contexto, la APS, CHG e IFAPA se han coordinado para liderar y promover un proyecto-piloto de investigación y transferencia centrado en cinco microcuencas experimentales de la cuenca del Guadalquivir y cinco embalses inherentes a las mismas, receptores de los principales arrastres (embalse de Iznájar, de Cubillas, Bermejales, Vadomojón y Puente de la Cerrada). Éstas han sido seleccionadas por técnicos del IFAPA y de la CHG según criterios de elevada erosión y distribución geográfica, para acometer el siguiente objetivo principal que afrontará un equipo pluridisciplinar de las instituciones que ejecutarán el proyecto: *minimizar la pérdida masiva de suelo agrícola y agua de lluvia por escorrentía (y de todo cuanto se pierde en sus arrastres como nutrientes y productos fitosanitarios, incluyendo otras sustancias o materiales como macro, micro y nanoplásticos)*. Las previsibles consecuencias de ello serán: 1) disminución de las pérdidas de los suelos agrícolas, incremento de su capacidad retentiva del agua y de pérdida innecesaria de fitosanitarios y nutrientes, así como generación de nuevas herramientas de gestión del suelo; 2) disminución de la tasa de sedimentación en los embalses y, por tanto, de aumento de su capacidad de acumulación de agua; 3) disminución de la sedimentación en el estuario (lo que conllevará menor inversión en dragados de mantenimiento); 4) estabilización o disminución de la turbidez del río y su estuario, lo que actualmente genera problemas en el cultivo de arroz y en las plantas de acuicultura de Veta la Palma y convierte las zonas de la desembocadura y aledañas -de gran interés para la pesca- en un ecosistema atípico, de extrema turbidez, mínima penetración de luz y, paradójicamente, de alta productividad secundaria de zooplancton; y 5) aumento de la calidad ambiental y ecológica del ecosistema fluvial en su conjunto hasta su desembocadura y áreas litorales próximas.

Los suelos de las microcuencas, embalses y estuario del río serán sometidos a un control y caracterización periódicos de diferentes parámetros físico-químicos y biológicos, antes y después de la implantación de diferentes tipos de cubiertas vegetales que inmovilicen el suelo agrícola y reduzcan la escorrentía superficial. Ello permitirá evaluar cualitativa y cuantitativamente, antes y después del recubrimiento vegetal en las calles de las plantaciones, las tasas de erosión y sedimentación en la salida de las microcuencas,

en los embalses y el estuario, de sólidos en suspensión y turbidez, así como de niveles de contaminación del río por sustancias arrastradas de diferente naturaleza. Si los resultados científicos obtenidos así lo recomiendan, se pretende impulsar un plan de actuación integral para toda la cuenca del Guadalquivir orientado a proponer medidas eficaces y económicamente sostenibles mediante la aplicación generalizada de cubiertas vegetales como método prioritario de remediación o paliación de los problemas ambientales, ecológicos y económicos, derivados de los aspectos anteriormente reseñados. Un elemento clave para el éxito de este proyecto será la colaboración e involucración del sector. Es por ello por lo que el proyecto tendrá una componente de transferencia muy importante para lograr una mejora de la gestión del suelo y de las cubiertas vegetales por parte de los agricultores y técnicos andaluces.

La duración del proyecto será de seis años, los tres primeros para generar la información anteriormente señalada para las condiciones actuales con suelos desprovistos de protección frente a la erosión, y los tres últimos para replicar la metodología y generar idéntica información, pero derivada de suelos protegidos con cubiertas vegetales. A partir de esta información se identificarán aquellas prácticas de manejo más apropiadas para cada tipo de plantación, se desarrollará material didáctico y de ayuda a la toma de decisiones para los agricultores, y se iniciará un programa de transferencia al sector para su implantación en las plantaciones de la cuenca.

6.1.5 Hidrodinámica fluvial y marina

6.1.5.1 Características de las mareas, del oleaje y las corrientes en todos los tramos afectados del río

La siguiente información se extrae del Anejo 4 del proyecto básico que describe el clima marítimo de la zona de estudio usando como fuentes de información tanto la Red de Mareógrafos REMAR como el conjunto de datos SIMAR y también del conjunto WANA.

6.1.6 Hidrodinámica

La hidrodinámica del estuario del Guadalquivir está influenciada por varias variables. Éstas determinan la operatividad del Puerto de Sevilla. A continuación, se exponen los aspectos más relevantes de estas variables:

- **Viento.** respecto a los vientos, en la siguiente Ilustración 106 se muestra en forma de rosa de vientos, las frecuencias de presentación del viento en cada sector direccional. Tras analizar dicha figura, se puede concluir que hay un claro predominio de los sectores WSW (11 % aproximadamente), del NW (10 % aproximadamente) y del NW (9 % aproximadamente), sumando entre todos ellos una frecuencia anual superior al 30 %, aproximadamente.

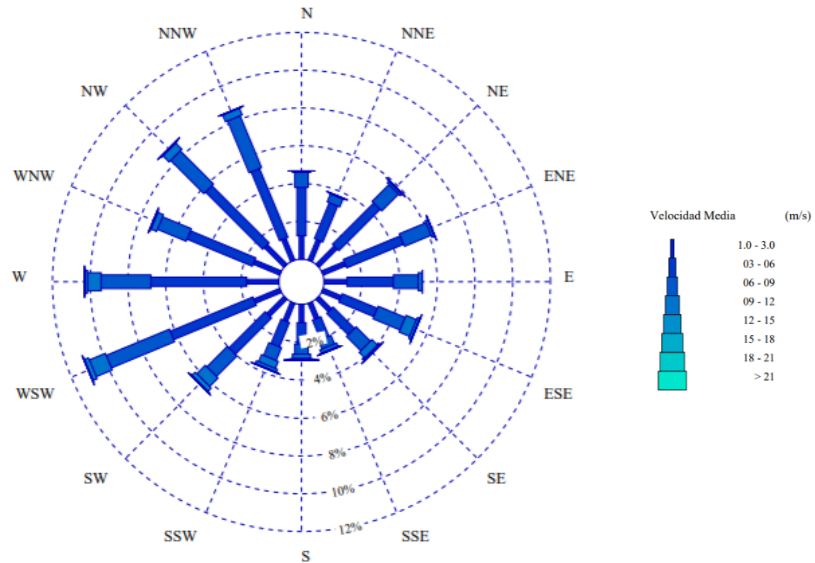


Ilustración 106. Rosa direccional de velocidad media del viento (1958 a 2021). Fuente: Puertos del Estado.

Tabla 66. Velocidad media del viento frente a la dirección de procedencia (enero 1958 a mayo 2021). Fuente: Puertos del Estado.

Dirección	Ve (m/s)									Total
	≤ 1.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	> 21.0	
CALMAS	2.847									2.847
N 0.0		1.235	2.559	.797	.069	.005	-	-	-	4.666
NNE 22.5		1.174	2.062	.457	.036	.004	-	-	-	3.733
NE 45.0		1.368	3.093	1.259	.136	.016	.002	-	-	5.875
ENE 67.5		1.300	3.266	1.532	.147	.017	.002	-	-	6.264
E 90.0		1.213	2.461	1.318	.212	.016	-	-	-	5.219
ESE 112.5		1.044	2.013	1.551	.599	.136	.021	.005	-	5.369
SE 135.0		.931	1.605	1.076	.412	.086	.011	.001	-	4.123
SSE 157.5		.905	1.116	.490	.193	.040	.004	-	-	2.748
S 180.0		.968	1.129	.537	.238	.064	.011	.001	-	2.947
SSW 202.5		1.044	1.394	.736	.405	.151	.035	.003	-	3.768
SW 225.0		1.282	2.713	1.539	.637	.228	.048	.004	-	6.452
WSW 247.5		1.490	4.739	3.627	.922	.220	.036	.007	-	11.041
W 270.0		1.704	5.080	2.642	.717	.140	.019	.003	-	10.304
WNW 292.5		1.527	3.740	1.654	.317	.055	.007	-	-	7.300
NW 315.0		1.469	4.290	2.489	.458	.054	.004	-	-	8.765
NNW 337.5		1.253	3.943	2.973	.385	.023	.002	-	-	8.579
Total	2.847	19.908	45.203	24.676	5.883	1.253	.204	.025	-	100 %

- **Oleaje.** la selección de los casos más representativos de oleaje se realiza, por un lado, en función del número de familias direccionales existentes, lo cual se puede apreciar en esta rosa de dirección:

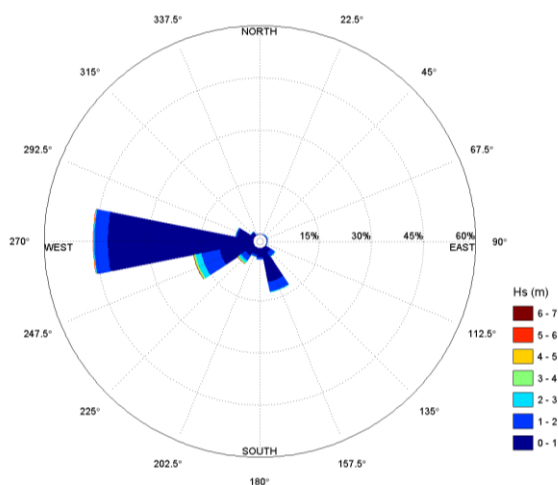


Ilustración 107. Rosa direccional de altura de ola significativa (Hs). Fuente: Elaboración propia.

y, por otro lado, escogiendo para cada una de las familias un estado de mar con carácter de régimen medio y otro de régimen extremal en función de esta tabla:

Tabla 67. Tabla de estadísticos básicos de Hs en el punto SIMAR analizado. Fuente: Elaboración propia.

TABLA ESTADISTICOS BASICOS

Variable medida: Hs; P 1

direcciones(°)	prob.direccion	Hs; P 1 _{50%}	Hs; P 1 _{90%}	Hs; P 1 _{99%}	Hs; P 1 ₁₂
N	0.0008	0.6450	1.0000	1.5960	2.0608
NNE	0.0018	0.6500	1.0300	1.5352	1.7804
NE	0.0028	0.6900	1.0790	1.6554	1.9782
ENE	0.0031	0.7300	1.1520	1.6900	2.0615
E	0.0015	0.6700	1.1530	1.6988	1.8767
ESE	0.0020	0.7000	1.1700	1.8352	2.1196
SE	0.0336	0.9600	1.6400	2.4700	3.2500
SSE	0.1300	0.6500	1.3400	2.1400	2.9800
S	0.0333	0.5100	1.2800	2.2700	2.9995
SSW	0.0270	0.5900	1.6200	2.9232	3.8858
SW	0.0581	0.9300	2.6700	4.4700	5.1400
WSW	0.1758	0.8700	2.1900	3.7900	4.9700
W	0.4612	0.4200	0.9600	1.8000	2.7650
WNW	0.0527	0.5700	0.9900	1.6900	2.4008
NW	0.0135	0.6500	1.2200	1.7500	2.3958
NNW	0.0022	0.5600	1.1300	1.8629	2.5434

En la siguiente tabla se recogen las familias identificadas en la zona de estudio:

Tabla 68. Familias identificadas en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

FAMILIA	DIRECCIONES	ÁNGULOS (°)
1	WNW	281,25 - 303,75
2	W	258,75 – 281,25
3	WSW y SW	213,75 – 258,75

FAMILIA	DIRECCIONES	ÁNGULOS (°)
4	SWS, S, SSE y SE	123,75 – 213,75

A continuación, la Tabla 69 muestra los dos estados de mar de oleaje escogidos para cada una de las familias, uno de régimen medio y otro de extremal:

Tabla 69. Estados de mar representativos del régimen medio direccional y régimen direccional de temporal.

Fuente: Elaboración propia

FAMILIA	RÉGIMEN	FECHA	Hs (m)	Tp (s)	Dir (°)	% OCURENCIA
1	R.M.	2016/9/5 22:00	0,61	7,42	204	1,734
1	R.E.	2007/10/25 15:00	3,25	11,25	170	0,019
2	R.M.	1972/3/20 19:00	0,8	8,26	215	1,064
2	R.E.	1979/2/2 02:00	4,89	13,7	252	0,012
3	R.M.	1959/6/22 06:00	0,73	6,17	280	7,127
3	R.E.	2018/8/12 14:00	2,98	16,12	273	0,010
4	R.M.	2016/4/13 16:00	0,77	8,69	302	0,62
4	R.E.	2015/12/18 03:00	3,04	7,15	300	0,040

- Descargas fluviales.** Lo expuesto en el Informe Final del “*Modelo Hidrodinámico numérico tridimensional del Estuario del Guadalquivir y zonas aledañas*”, de abril de 2018, de la Universidad de Málaga, las descargas tienden a disminuir la amplitud de la onda de marea y a retrasar su progresión, especialmente en la parte alta del estuario, mientras que el nivel medio aumenta hacia la cabecera del estuario. Ambos efectos combinados originan un aumento en todo instante del espesor de la lámina de agua. La velocidad mareal muestra un patrón similar al de oscilación, aunque la reducción de amplitud y el retraso están más acentuados. La respuesta del estuario a una nueva situación de descarga se consigue en tiempos muy reducidos, inferiores a medio ciclo de marea.

Descargas grandes (por ejemplo, en mareas muertas, descargas a partir de 100 m³/s) detienen la corriente de creciente dividiendo el estuario en 2 zonas, una en la parte alta donde no invierte nunca la corriente, y la otra en la parte baja donde ocurren inversiones, aunque sean de breve duración. La línea divisoria entre ambas se desplaza aguas abajo a medida que aumenta la descarga. Descargas altas mantenidas en el tiempo ventilan el estuario en tiempos de días (por ejemplo, 2 días para 200 m³/s, pocas horas para 600 m³/s) arrastrando larvas residentes en zonas de puesta y alevinaje hacia mar adentro, produciendo previsible mortalidad.

Las modelizaciones llevadas a cabo por la UMA han determinado que el principal efecto que producen las descargas de agua dulce consiste en desplazar la cuña salina a lo largo del estuario, y han situado la cuña salina, definida como el punto en el que la salinidad disminuye más rápido, a 30 km de la desembocadura, con una variación de ± 6 km por la influencia de los ciclos mareales. A menor volumen de descarga, mayor será la predominancia del flujo mareal, y, en consecuencia, la cuña salina estará más alejada de la desembocadura.

La descarga media en la presa de Alcalá de Río se puede definir en $50 \text{ m}^3/\text{s}$, por estar próximo al valor ecológico establecido por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y se puede considerar que las descargas son importantes para valores superiores a $200 \text{ m}^3/\text{s}$.

Según lo recogido en el *“Proyecto AIRIS II – SYNCHRO Estudios de navegación en la vía navegable”*, para descargas inferiores a $200 \text{ m}^3/\text{s}$, situación que prevalece la mayor parte del tiempo, su efecto es nulo. Para valores entre $200 \text{ m}^3/\text{s}$ y $400 \text{ m}^3/\text{s}$, se produce un ligerísimo aumento de nivel medio y disminución de amplitud mareal en la parte alta del estuario cerca del Puerto de Sevilla, pero aguas abajo de la localidad Olivillos desaparecen. Sólo en casos de descargas extremas, que ocurren esporádicamente en época de abundante precipitación, su influencia puede llegar a todo el estuario.

- **Nivel del mar.** Las fuentes de datos necesarias para establecer los regímenes de nivel de mar en la zona de estudio pertenecen a la Red de Mareógrafos REDMAR. A partir de ellos se caracteriza la magnitud de la marea astronómica (variación del nivel debida a la acción gravitatoria del Sol y la Luna, componente determinista), y de la marea meteorológica (variación del nivel debida a la acción de la presión y el viento, componente aleatoria).

Se define nivel del mar a la posición media de la superficie libre del mar cuyas oscilaciones son causadas por movimientos de largo periodo debidos a la meteorología y a los movimientos astronómicos. La marea meteorológica se define como los cambios en la altura de agua debidos a variaciones de la presión atmosférica, así como los producidos por la acción del viento. La marea astronómica es un movimiento periódico y alternativo de ascenso y descenso de las aguas del mar, producido por las acciones atractivas del Sol, la Luna y otros astros y que se repite con periodicidad (ROM 3.1-99., pág. 218 y 221). La marea meteorológica tiene un carácter aleatorio mientras que la marea astronómica es determinista. La combinación de ambas da lugar al nivel medio del mar.

- **Marea astronómica.** Debido a la pequeña extensión del estuario, en comparación con la escala espacial de las fuerzas generadoras de marea, la oscilación mareal observada en el Estuario del Guadalquivir es la forzada desde el océano transmitida por su desembocadura. En el Golfo de Cádiz donde ésta se ubica, la marea oceánica es semidiurna con rango de marea de 2,5-3,0 m, características que se transmiten al estuario. Una estima rápida indica una velocidad de propagación media de la marea próxima a los 22 km/h (aproximadamente 11 nudos), por lo que la

marea tarda unas cuatro horas en recorrer la distancia comprendida entre La Broa de Sanlúcar (Chipiona) y la Esclusa.

- **Marea meteorológica.** Se conoce como marea meteorológica a la oscilación del nivel del mar como consecuencia de los factores atmosféricos (presión y viento), y sigue en importancia a las de origen astronómico. Su origen es doble: aparecen como respuesta de barómetro invertido a la presión atmosférica y a la cizalla del viento sobre la superficie. En base a lo recogido en el Informe Final del “Modelo Hidrodinámico numérico tridimensional del Estuario del Guadalquivir y zonas aledañas,” de abril de 2018, de la UMA, se puede concluir que la marea meteorológica generada en el océano abierto por el efecto de presión y viento se propaga en el estuario sin retraso frente al forzamiento sumando linealmente con la marea astronómica, aumentando o disminuyendo su nivel en la misma cantidad observada en el contorno oceánico. Así, los rangos mareales también se ven modificados, aumentando (disminuyendo) ligeramente en situaciones de altas (bajas) presiones. La lámina de agua se ve pues afectada por ambos hechos: bajo altas presiones, se produce un descenso de nivel forzado meteorológicamente y un aumento de rango mareal que hace disminuir el espesor de la lámina alrededor de la bajamar en valores que deben ser contemplados y que restan margen de seguridad a la navegación. Las bajas presiones por el contrario aumentan el espesor y amplían ese margen.
- **Predicción de la marea.** En la realización del “*Proyecto AIRIS II – SYNCHRO Estudios de navegación en la vía navegable*”, se solicitó a la Universidad de Málaga la realización de la predicción de nivel de agua, corrientes y salinidad, con el modelo barotrópico desde enero de 2018 hasta mayo de 2019, coincidente con el registro histórico de incidencias de la APS. A continuación, se exponen las principales conclusiones obtenidas para el nivel de agua, corrientes y salinidad, a partir de los resultados del modelo.

Nivel de agua

- En el exterior del río (distancia 0 km), el nivel de agua en la pleamar es mayor que en la Esclusa (distancia 87 km), a donde llega con un desfase de unas 4 horas, y es totalmente coherente con el comportamiento de las mareas en el río. Ocurre exactamente lo mismo con la bajamar, que tiene también mayor amplitud en el exterior que en el interior del río.
- Existe un descenso en el nivel de agua en los accesos entre los puntos kilométricos 81 y 60, y se debe a la modificación de la onda de marea desde el exterior al interior, ya que en el exterior tiene una amplitud superior a la que muestra en el río.

Corrientes

- Las corrientes son más fuertes en la zona exterior que en la interior. La corriente desciende a medida que nos aproximamos a la Esclusa, pero lo hace de forma irregular, presentando

crestas y valles en su módulo en diferentes puntos a lo largo del río, dependiendo de la geometría local.

- En las mareas vivas la corriente es entre 2 y 3 veces mayor que en las muertas.
- El módulo de la corriente es nulo cuando el nivel de agua respecto al nivel medio es también nulo (4:00 horas). A partir de este momento la corriente vuelve a crecer, pero en este caso será vaciante en lugar de llenante, ya que se entra en la bajamar y el nivel de agua en el río está decreciendo.

Salinidad

- La cuña salina, es decir, el punto en el que la salinidad disminuye más rápido se sitúa a 30 km de la desembocadura. Debido a la influencia de los ciclos mareales, hay fluctuaciones de ± 6 km.
- La predominancia del flujo mareal aumenta a la vez que las descargas que se realizan desde la Presa de Alcalá del Río son de menor volumen. De la misma manera, la posición de la cuña salina está más alejada de la desembocadura.

6.1.6.1 Características de las mareas, del oleaje y las corrientes en el vaciadero marino y desembocadura

La marea astronómica en la zona de proyecto se caracteriza por ser una marea semidiurna de rango mesomareal con un rango en el entorno de 2 m, según se desprende del informe del mareógrafo de Bonanza 2, de la red REDMAR de Puertos del Estado, ubicado en la desembocadura el Guadalquivir, como se muestra en Ilustración 108.

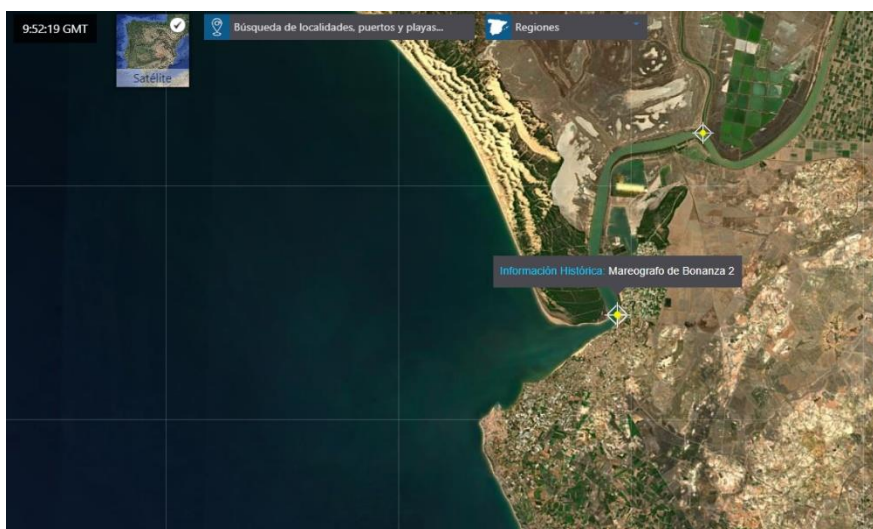


Ilustración 108. Ubicación del mareógrafo de Bonanza 2.

La amplitud máxima de marea astronómica en mareas vivas es de 3,4 m en Bonanza. En cuanto a la marea meteorológica, oscila entre valores de -0,29 m y +0,55 m. En la Ilustración 109 se muestran las principales referencias de nivel del mar calculadas para el mareógrafo de Bonanza.

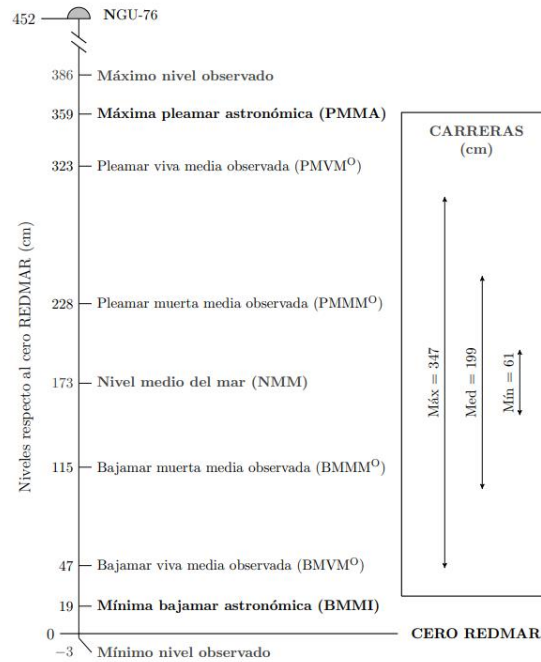


Ilustración 109. Principales referencias de nivel del mar en el mareógrafo de Bonanza (fuente: Puertos del Estado).

A continuación, se muestran los percentiles de nivel del mar y de marea meteorológica.

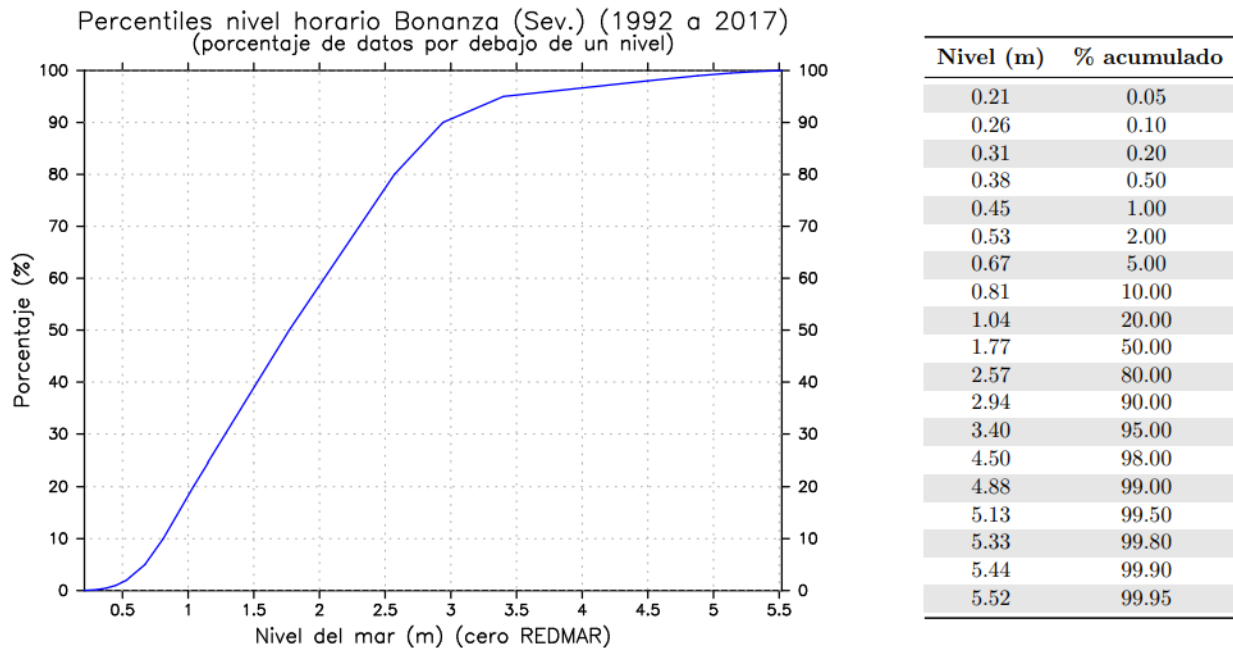


Ilustración 110. Percentiles de nivel horario (fuente: Puertos del Estado).

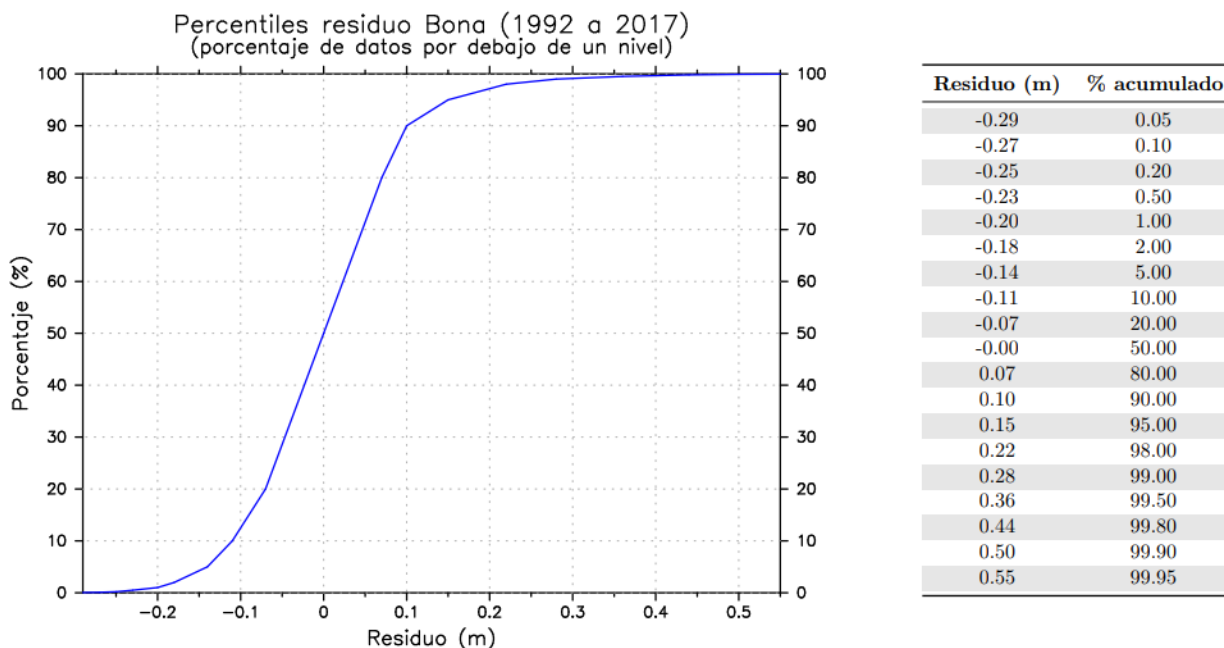


Ilustración 111. Percentiles de residuo meteorológico (fuente: Puertos del Estado).

Como se aprecia en la Ilustración 110 y la Ilustración 111, el 5% del tiempo el nivel está por encima de 3,4 m, y el residuo meteorológico por encima de 15 cm.

Valdés y Déniz-González (2015), analizaron la importancia relativa en la zona de la marea astronómica y la meteorológica, mediante el cálculo de la desviación estándar de ambas para el año 2012, obteniendo un valor de 70,48 cm para la desviación de la marea astronómica en Bonanza y una desviación del residuo meteorológico de 6,48 cm respectivamente. Así, la importancia relative de la marea meteorológica (obtenida como cociente de la desviación estándar del residuo meteorológico frente a la desviación estándar de la marea astronómica), es de 9,2% en Bonanza.

En general, las corrientes de marea son débiles en el golfo de Cádiz, salvo en zonas puntuales como, en las proximidades de Tarifa donde está presente la circulación del estrecho de Gibraltar, en la que la corriente de marea se dirige al oeste mientras sube la marea y al este cuando baja, y en las desembocaduras de los ríos, particularmente intenso en la del Guadalquivir, donde la marea remonta más de 80 km hasta Sevilla.

6.1.6.1.1 Viento

Para la caracterización del viento se han empleado los datos del punto SIMAR 6002060, situado frente a Chipiona, como se observa en la Ilustración 112.

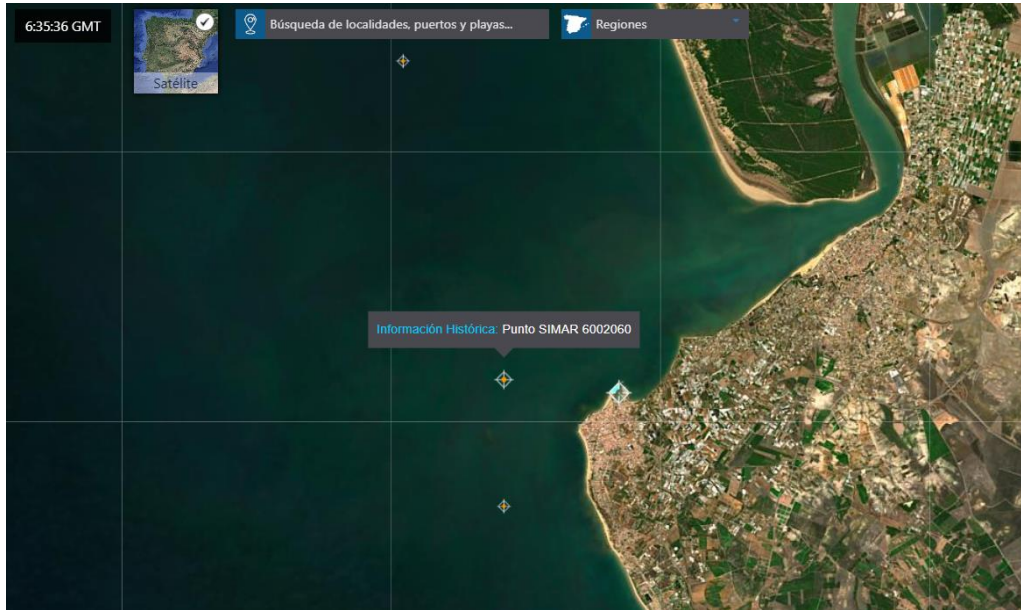


Ilustración 112. Ubicación del punto SIMAR 6002060 (fuente: Puertos del Estado).

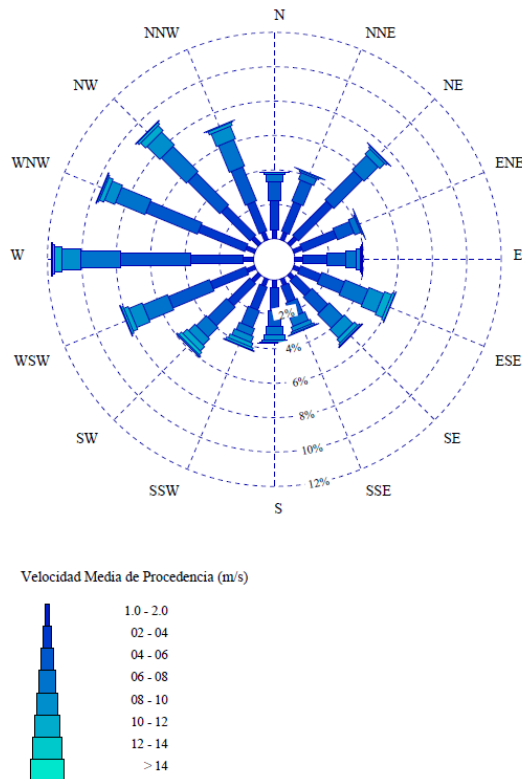


Ilustración 113. Rosa de vientos en el punto SIMAR 6002060 (fuente: Puertos del Estado).

Como se aprecia en la rosa de viento, los vientos más frecuentes son los del W, seguidos de los del WNW y NW. En la Tabla 70 se muestra la frecuencia por direcciones, en la que se aprecia que el 11% del tiempo

el viento viene del W, y del WNW y NW un 9%. En cuanto a intensidades, los vientos que más frecuentemente superan los 14 m/s, son los del SW (un 0,085%) seguidos de los del SE y W (0,051%).

Tabla 70. Velocidad media por dirección.

Dirección	Ve (m/s)									Total
	≤ 1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	> 14.0	
CALMAS	2.259									2.259
N 0.0		.533	1.700	1.066	.444	.125	.008	.002	-	3.878
NNE 22.5		.480	1.844	1.322	.417	.104	.023	.006	.002	4.198
NE 45.0		.552	2.791	2.364	1.163	.412	.118	.019	.013	7.433
ENE 67.5		.512	2.123	1.036	.381	.080	.015	-	.004	4.151
E 90.0		.461	1.377	1.106	.647	.233	.066	.025	.002	3.917
ESE 112.5		.366	1.279	1.432	1.440	.937	.448	.152	.030	6.084
SE 135.0		.321	1.227	1.301	1.129	.700	.264	.106	.051	5.099
SSE 157.5		.385	1.019	.897	.520	.264	.108	.034	.015	3.242
S 180.0		.440	1.360	.920	.482	.264	.135	.044	.013	3.659
SSW 202.5		.457	1.442	1.057	.455	.376	.243	.133	.044	4.208
SW 225.0		.575	1.798	1.537	.816	.529	.362	.199	.085	5.900
WSW 247.5		.512	2.225	2.588	1.548	.831	.279	.118	.047	8.148
W 270.0		.601	3.035	4.107	2.303	1.104	.408	.137	.051	11.745
WNW 292.5		.560	2.937	3.248	1.859	.643	.271	.085	.044	9.647
NW 315.0		.558	2.364	2.627	2.066	1.062	.406	.140	.038	9.260
NNW 337.5		.503	1.844	2.130	1.664	.795	.190	.040	.004	7.171
Total	2.259	7.816	30.366	28.737	17.335	8.459	3.346	1.241	.442	100 %

6.1.6.1.2 Corrientes

En cuanto a las corrientes, el sistema oceanográfico del suroeste de la Península Ibérica se engloba en el extremo septentrional del Sistema de Corrientes de Contorno Oriental (“Eastern Boundary Current System”, EBCS) de Europa occidental y el norte de África (MAGRAMA, 2012).

Durante la mayor parte del año, y con certeza, en primavera-verano, el patrón circulatorio está formado por un flujo anticiclónico hacia el E sobre el talud hasta el estrecho de Gibraltar y contracorrientes sobre la plataforma y en el océano abierto formándose celdas ciclónicas sobre la plataforma entre cabos y una circulación anticiclónica en el centro del Golfo. Ambas celdas se ven conectadas por importantes intercambios plataforma-talud-océano. Sobre el régimen invernal existen más incertidumbres debido a la menor disponibilidad de observaciones (MAGRAMA, 2012).

La visión clásica postulaba el forzamiento por el viento, con un comportamiento bimodal (O- SO en invierno y E de mayo a septiembre), como principal responsable de este patrón. Sin embargo, los estudios más recientes postulan que el patrón circulatorio general viene determinado mayoritariamente por otros aspectos, como el gradiente de presión, generado bien por el régimen de viento de larga escala, el flujo

de flotabilidad de aportes continentales, la convergencia con la Corriente de Azores o el intercambio en el Estrecho (MAGRAMA, 2012).

Uno de los aspectos singulares de esta zona es la presencia de la discontinuidad y el intercambio de masas de agua a través del estrecho de Gibraltar. Este intercambio es mayoritariamente bicapa, con salida desde el mar Mediterráneo hacia el golfo de Cádiz en la capa inferior y entrada de Agua Atlántica por la capa superior.

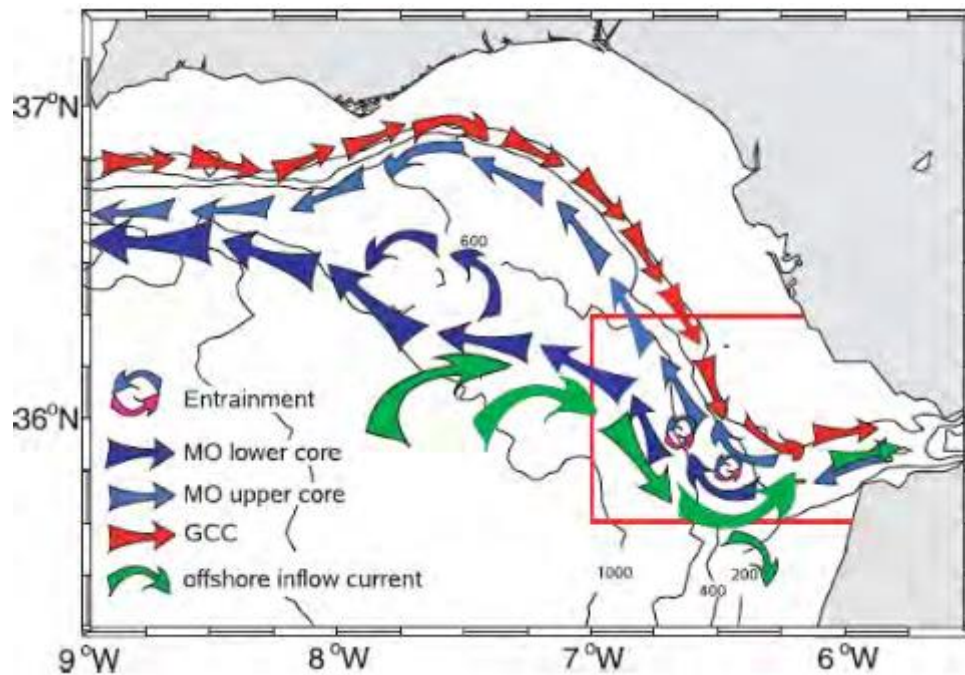


Ilustración 114. Representación esquemática de la circulación en el golfo de Cádiz (fuente: Péliz et al. 2007)

Al suroeste de la desembocadura del Guadalquivir, frente a la bahía de Cádiz, se encuentra la boya del Golfo de Cádiz, de Puertos del Estado, con datos desde 1996, cuya ubicación y rosa de corrientes se muestran a continuación.

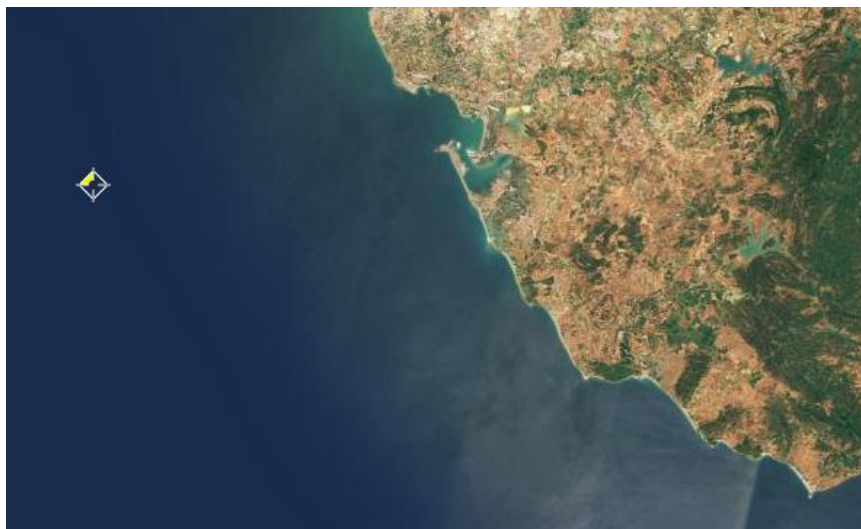


Ilustración 115. Ubicación de la boya del golfo de Cádiz (fuente: Puertos del Estado).

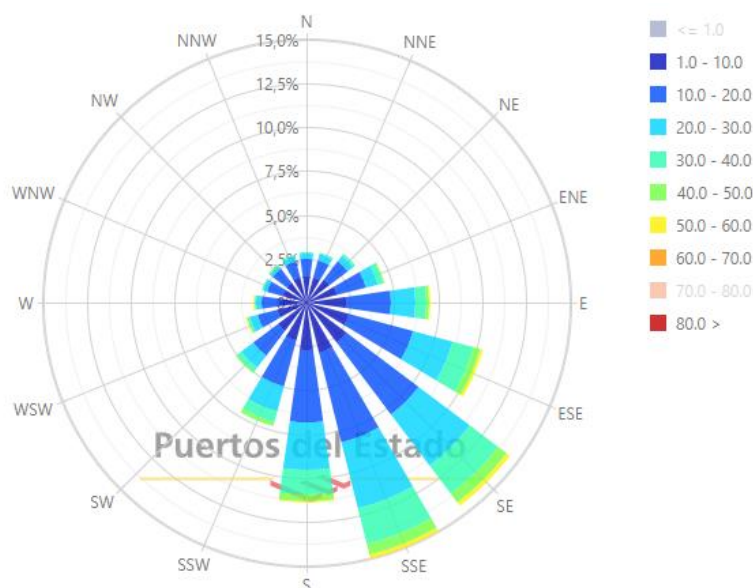


Ilustración 116. Rosa de corrientes superficiales en la boya del Golfo de Cádiz (fuente: Puertos del Estado).

Como se aprecia, las corrientes más frecuentes están entre los 10 y los 40 cm/s, sin superarse los 80 cm/s. Esto es coincidente con los datos recogidos para esta zona por Valdés et al (2015), que del análisis de imágenes satelitales no identifican valores superiores a 1 m/s.

6.2 VARIABLES BIOLÓGICAS

6.2.1 Vegetación, flora y habitats de interés comunitario (HICs)

Con el fin de dar respuesta al Documento de Alcance emitido por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental en lo referente a los temas de vegetación, flora y hábitats de interés comunitario, se detalla lo siguiente.

Teniendo en cuenta que las zonas que puedan verse afectadas por el desarrollo del proyecto de optimización de la navegación están todas ellas incluidas en HICs de espacios de la Red Natura 2000, como, por ejemplo, las vegetaciones de ribera. Se ha determinado el estudio de la vegetación y flora existente haciendo uso de los formularios normalizados de datos, mediante los hábitats de interés comunitario que se encuentran en los ZEC donde se ubica el proyecto y también del estudio realizado por COMPLUTIG, Empresa de Base Tecnológica de la Universidad de Alcalá de Henares, expertos en fotointerpretación y teledetección y en el manejo de imágenes de satélite. En este estudio se observaron y detallaron los límites de los HICs y los cambios, tanto de suelo como de vegetación, vistos en los últimos 10 años (más adelante se detalla la metodología y resultados de este estudio).

De acuerdo con la Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina, el proyecto de Optimización de la Navegación en la Eurovía E60.02 Guadalquivir, presenta coincidencia o está próximo a los siguientes hábitats:

Tabla 71. Hábitats de Interés Comunitario (HICs), que según Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina tienen algún tipo de coincidencia con el proyecto de optimización

CÓDIGO	HABITAT DE INTERÉS COMUNITARIO
1110	Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda
1120*	Praderas de Posidonia (<i>Posidonium oceanicae</i>)
1130	Estuarios
1150*	Lagunas costeras
1210	Vegetación anual sobre desechos marinos acumulados
1310	Vegetación anual pionera con <i>Salicornia</i> y otras especies fangosas o arenosas
1320	Pastizales de <i>Spartina</i> (<i>Spartinion maritimi</i>)
1410	Pastizales salinos mediterráneos (<i>Juncetalia maritimi</i>)
1420	Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (<i>Sarcocornetea fruticosae</i>)
2120	Dunas móviles de litoral con <i>Ammophila arenaria</i> (dunas blancas)
2130*	Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas fijas)
2250*	Dunas litorales con <i>Juniperus spp</i>
2260	Dunas con vegetación esclerófila del <i>Cisto – Lavanduletalia</i>
2270	Dunas con bosques <i>Pinus pinea</i> y/o <i>Pinus pinaster</i>
2330	Dunas continentales con pastizales abiertos con <i>Corynephorus</i> y <i>Agrostis</i>
3140	Aguas oligomesotróficas calcáreas con vegetación béntica de <i>Chara spp</i>

CÓDIGO		HABITAT DE INTERÉS COMUNITARIO	
92A0		Bosques galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i>	

La mayor parte de todos estos HICs están dentro de un Espacio Natural Protegido, por lo que también se analizarán con detalle dentro del Anejo de Afección a la Red Natura. La mayor proporción se localiza en la parte baja del estuario como se observa:

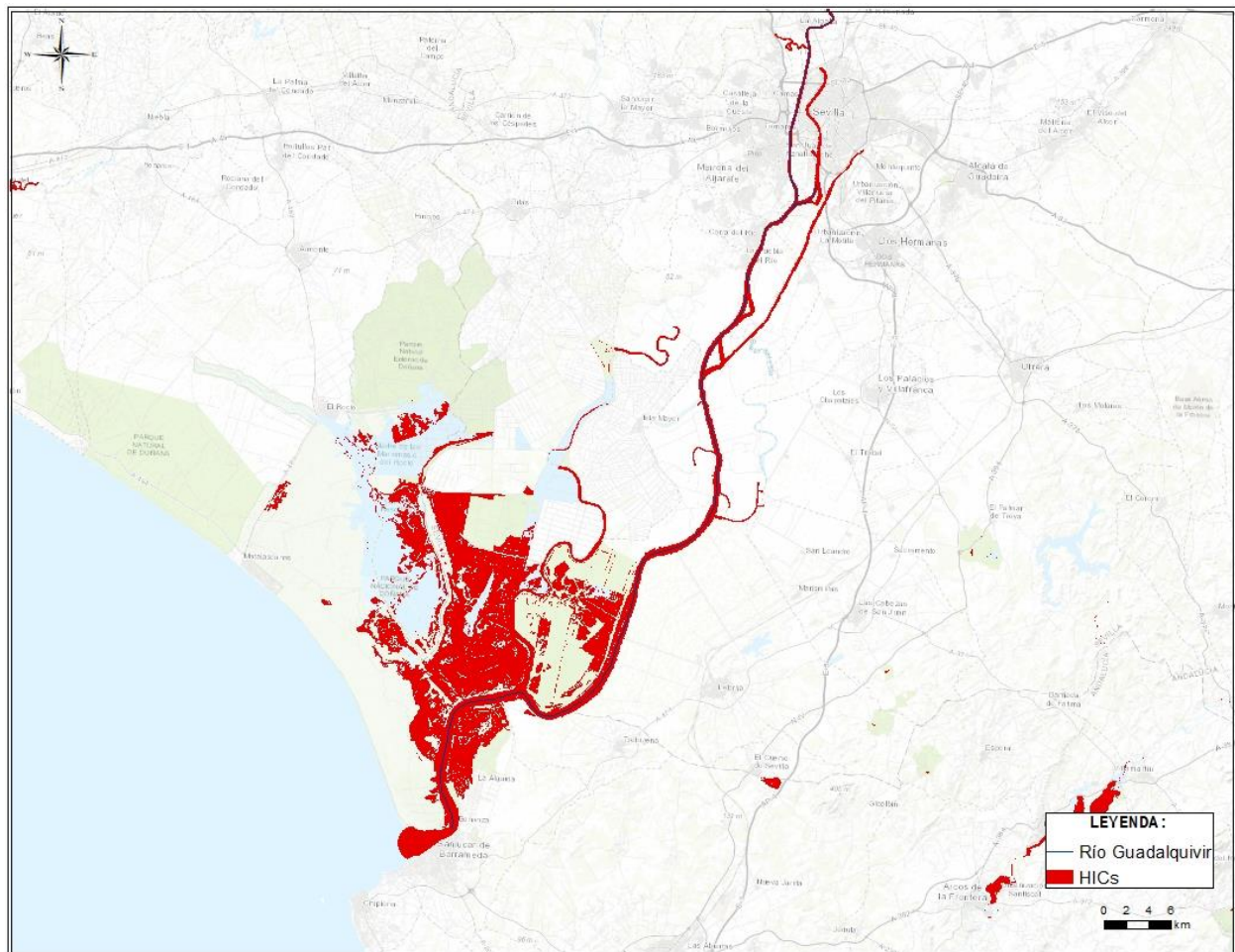


Tabla 72. Localización de los HICs coincidentes o próximos a la zona de actuación

Hay, sin embargo, dos de ellos que no se encuentran enmarcados en ningún Espacio Natural protegido, como son el “1110: Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda” y el “1120*: Praderas de *Posidonia*”.

El HIC “1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profundo” se encuentra, según el Visor REDIAM de la Junta de Andalucía, al sur de la desembocadura del Guadalquivir, tal y como se muestra en la siguiente Ilustración 117. Se corresponden con los corrales de pesca que se encuentran en la zona de la playa de Chipiona. El proyecto de optimización no representaría afección alguna sobre

las comunidades de este HIC, puesto que se encuentra lo suficientemente alejado de dónde se van a realizar las actuaciones de optimización, así como del vaciadero marino.



Ilustración 117. Localización del HIC 1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda. Fuente: Visor REDIAM de la Junta de Andalucía.

El HIC 1120*Praderas de *Posidonia* se encuentra principalmente en la costa mediterránea, no se ha encontrado ningún tipo de bibliografía en la que se haga referencia a praderas de posidonia en la zona de influencia del proyecto de optimización de la navegación. El primer punto en el que se encuentra registrado el HIC 1120* Praderas de *Posidonia* se localiza en la costa de Málaga, en concreto por la zona de Estepona.

Del resto de HICs que presentan coincidencia o proximidad a la zona de actuación, se presenta una ficha en el Anexo XVI con su distribución exacta y algunas de sus características básicas.

Si bien es cierto que el proyecto de optimización de la navegación se realiza a lo largo de los primeros 80 kilómetros del Guadalquivir, desde la Antesclusa hasta la desembocadura, las actuaciones se realizarán en zonas puntuales, en dónde se dragará o se realizará una estructura o se realizará alguna acción correctora/compensatoria a lo largo de las márgenes del río que se encuentren más deterioradas. Es por ello que se deben enfocar los esfuerzos técnicos y humanos en la zona próxima al río y debido a esto, se pretende incidir en aquellos HICs que van a verse afectados realmente.

Para la redacción de este Estudio de Evaluación Ambiental del proyecto de optimización de la navegación, se ha contado con numerosos grupos de científicos de distintas ramas de conocimiento, entre ellos, se ha contado con la estrecha colaboración del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (en adelante IH Cantabria), los cuales realizaron el “Desarrollo de un sistema experto de erosión en las márgenes de la Eurovía del Guadalquivir”, cuyo objetivo ha sido el desarrollo de una herramienta de

gestión para la Autoridad Portuaria de Sevilla que le permita caracterizar los procesos de erosión-sedimentación a lo largo de la Eurovía del Guadalquivir, el aumento del conocimiento existente sobre los procesos de erosión en las márgenes de la Eurovía debidas al paso de barcos, así como la estimación de las tasas de erosión-sedimentación en zonas identificadas de especial interés.

Una de las conclusiones a las que se llegó en este estudio fue que, la evolución temporal de la línea de costa de la playa de la margen derecha pone de manifiesto que dicha playa recibe aportes suficientes de sedimento a lo largo de todo el periodo analizado y de todas las casuísticas tenidas en cuenta. Es decir, a pesar de los cambios que se observan en el resto de los elementos o unidades funcionales, dicha playa acumula sedimento año a año, de forma constante (0,9 m/año).

Es por ello que, dadas éstas conclusiones del IH Cantabria junto con la localización de éstos hábitats con respecto al río y a las actuaciones previstas en el proyecto de optimización, no se cree necesario considerar que se vaya a afectar a los siguientes HICs:

- 2120 Dunas móviles de litoral con *Ammophila arenaria* (dunas blancas)
- 2130* Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises)
- 2250* Dunas litorales con *Juniperus spp*
- 2260 Dunas con vegetación esclerófila del *Cisto – Lavanduletalia*
- 2270 Dunas con bosques de *Pinus pinea* y/o *Pinus pinaster*
- 2330 Dunas continentales con pastizales abiertos con *Corynephorus* y *Argostis*

Estos HICs, debido a que en esta orilla se produce una acumulación de sedimento, independientemente de las acciones que se hayan realizado, siempre hay una sedimentación en este margen del río.

Además, en lo referente a los pinares sobre las dunas presentes en el estuario del Guadalquivir, se localizan en el interior de espacios naturales como el Parque Nacional de Doñana o el Parque Natural de Doñana (Pinar de La Algaida) por lo que la protección de los mismos presenta unas garantías suficientes. El hábitat de dunas con bosques de pinos se localiza en posiciones de interior respecto al río, así como debido a que no se va a producir afección relevante sobre los patrones hidrodinámicos y de transporte sedimentario no se va a ver afectado en ningún momento este tipo de hábitat por las acciones derivadas del proyecto.

Por lo que se ha considerado que estos HICs no se verán afectados por las acciones propuestas en el proyecto. Además, durante los años que se han venido realizando dragados de mantenimiento en el Guadalquivir, con todos sus controles y sus planes de vigilancia ambiental correspondientes, no se ha observado ningún tipo de afección a las zonas de las dunas, tanto las móviles como las fijas como aquellas que tienen vegetación. Por lo que se va a estudiar con más detalle los siguientes HICs: 1130, 1150*, 1210, 1310, 1320, 1410, 1420, 3140* y 92A0.

Todos estos HICs se encuentran a lo largo de la zona de actuación y se encuentran también dentro de áreas protegidas, como son el ZEC de Doñana, el ZEC Bajo Guadalquivir y el ZEC Brazo del Este.

Para cada uno de estos HICs detectados que pueden verse afectados por el proyecto de optimización, se ha realizado una ficha (véase Anexo XVI) en la que se indica su denominación, representatividad, superficie de ocupación, tendencia y estado de conservación a escala de la unidad biogeográfica, además se incluyen las especies más representativas y especies clave (si las hay) de vegetación y flora. En el Anexo XVI se exponen las tablas con las características de cada uno de los HICs, pero también para cada espacio de la Red Natura, dado que la localización de los HICs depende de la ZEC en donde se encuentre y las características del mismo también varían. Todos los datos de referencia de las fichas, han sido obtenidos de la web europea de Red Natura.

Según los Formulario Normalizado de Datos, son varias las especies de flora que en se encuentran en el Libro Rojo de Flora Silvestre Amenazada de Andalucía. Por ello, el Anexo XVI también recoge unas fichas de las especies de flora clave que se encuentran en peligro de extinción (Junta de Andalucía), vulnerables o endémicas.

Para completar la información expuesta en el Anexo XVI y que nutre en parte a este apartado, se plantearon unos trabajos en los que se realizaba una delimitación detallada de los hábitats de interés comunitario incluidos en los espacios de la Red Natura 2000 posiblemente afectados. Como ya se ha visto, son varios los HICs que solapan o están muy próximos a la zona de actuación, por lo que serán esos HICs (1150*, 1310, 1320, 1420 y 3140*) los que se estudiarán los límites detallados y su evolución en el tiempo mediante fotointerpretación y teledetección. Estos trabajos han sido realizados por COMPLUTIG, Empresa de Base Tecnológica de la Universidad de Alcalá de Henares, expertos en fotointerpretación y teledetección y del manejo de imágenes de satélite.

La metodología seguida para realizar la delimitación de los HICs potencialmente afectables, se realizó mediante imágenes del PNOA del 2019, se digitalizó la cartografía de cobertura de suelos, siguiendo y adaptando la leyenda del Corine Land Cover nivel 4 y posteriormente se realizaron las mismas labores y procesos para los datos del 2010 y se vieron los cambios ocurridos entre ambas imágenes.

A continuación, se muestra la secuencia de la metodología seguida para la realización de la digitalización de la cartografía.

Para la digitalización de la cartografía de coberturas de suelo, en primer lugar, se definió la leyenda. Para ello se hizo una revisión de las diferentes propuestas del CORINE Land Cover.

Esta leyenda esta jerarquizada por niveles y está diseñada para ser comparada con otros mapas que la utilicen ya sea con una diferente localización o marco temporal. En concreto, y en función de la escala de las imágenes sobre las que se iba a realizar la fotointerpretación, se adoptó el nivel 4 de la leyenda del CORINE. Los elementos y clases de esta leyenda se adecuaron a los objetivos del proyecto y se determinaron las clases finales. A cada uno de estos ítems se le asignaron unos criterios de clasificación. Esta información está resumida en la siguiente imagen:

Tabla 73. Leyenda empleada en la realización de la cartografía y criterios para asignar esa clase.

EJEMPLO DE IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	<p>1.0.0 Zonas artificiales</p> <p>Edificaciones, carreteras y superficies artificiales, la mayor parte de la tierra está cubierta por estructuras. Incluye infraestructura de zonas portuarias.</p>
	<p>2.0.0 Zonas agrícolas</p> <p>Terrenos principalmente agrícolas. Incluye parcelas de cultivos periódicos, tierras en barbecho y/o cultivos permanentes. Todo tipo de plantaciones de frutales o arbustos y cultivos inundados como arrozales.</p>
	<p>3.1.1 Bosque de ribera</p> <p>Formaciones boscosas amparadas en la humedad edáfica propia de riberas y otros enclaves.</p>
	<p>3.1.2 Bosques de coníferas</p> <p>Formación de vegetación compuesta principalmente por árboles, incluyendo arbustos y sotobosque, donde predominan las especies de coníferas</p>

EJEMPLO DE IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	que representan un porcentaje mayor del 75% de la formación.
	<p>3.2.3</p> <p><i>Formaciones de matorral denso</i></p> <p>Formaciones arbustivas con una densidad de cobertura elevada (superior al 50%) con un porte medio o bajo y espeso, donde pueden aparecer algunas especies con una altura superior a 0.6 metros.</p>
	<p>3.2.4</p> <p><i>Matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos</i></p> <p>Densidad de cobertura inferior al 50%. Aparición de claros, arbustos de poco porte y presencia de formaciones sub-arbustivas.</p>
	<p>3.3.1</p> <p><i>Playas, dunas y arenales</i></p> <p>Playas, dunas y áreas cubiertas por arena o cantos localizados en la costa o en determinadas zonas continentales, incluidos los lechos de los arroyos de régimen torrencial.</p>

EJEMPLO DE IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	<p>3.3.2 <i>Roquedos y suelos desnudos</i> Pedregales, acantilados, afloramientos rocosos, incluidos arrecifes y estratos rocosos situados por encima del nivel de las mareas y sometidos a una erosión activa. Áreas de tierra sin vegetación o con vegetación escasa.</p>
	<p>5.0.0 <i>Superficies de agua</i> Océano y aguas corrientes de todos los ríos y arroyos, aguas salientes, estanques y charcas naturales que contienen agua dulce.</p>

Una vez definida la leyenda, mediante la imagen PNOA de 25 centímetros de resolución se realizó la fotointerpretación y digitalización de los diferentes objetos que la componían. Para ello se realizó una ampliación de la imagen (un zoom) sobrepasando la escala de la cartografía con el fin de asegurar que los trazos digitalizados no contuvieran partes de otros objetos de la leyenda.

Concluida la digitalización de la cartografía, se procedió a aplicar reglas topológicas para asegurar que las disposiciones de los polígonos no tuvieran ni solapes ni agujeros. Se corrigieron errores que contradecían esas reglas (se corrigió solapes y agujeros) para finalmente generar una cartografía continua de la zona de estudio. Posteriormente y para finalizar, se realizó un control de calidad de los datos mediante la comprobación de la cartografía por un fotointérprete diferente.

Esta metodología se aplicó tanto a la cobertura de suelo del 2019, como a la cobertura del suelo del 2010. Por lo que se tienen dos cartografías de la zona de estudio en dos años diferentes, con un lapso de algo menos de 10 años entre ellas. Con esto se pretende ver los cambios, modificaciones y/o alteraciones que haya podido sufrir la cobertura vegetal de la zona de estudio en el transcurso de estos casi diez años.

Una vez realizada la cartografía de cobertura del suelo del 2019 y 2010, se procedió a extraer una matriz de cambios entre los dos años. Para ello se realizaron una serie de operaciones espaciales mediante las cuales se cruzaron las dos capas con el fin de generar una nueva en la que solamente se tuvieran los cambios de la cobertura de suelo entre los dos años.

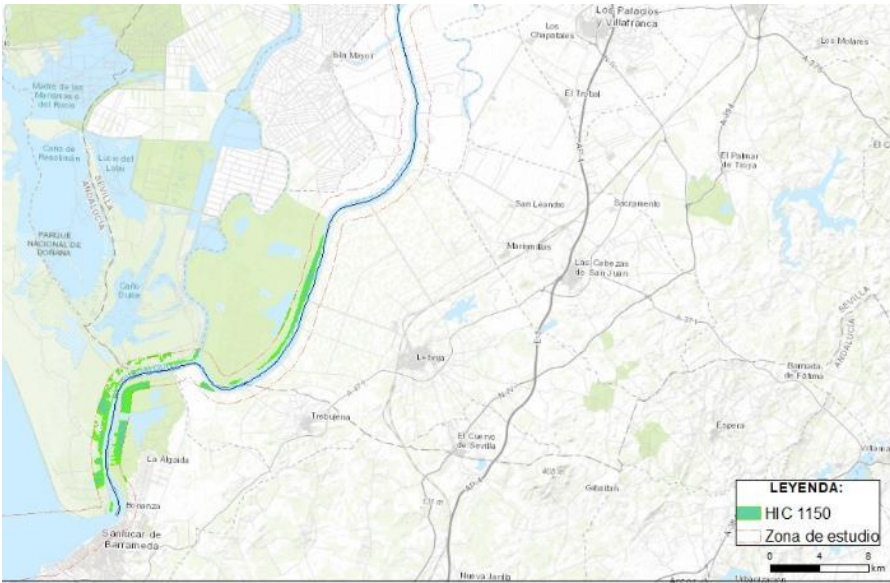
Posteriormente se procedió a revisar los resultados visualmente y se eliminaron aquellos polígonos de cambio generados que tuvieran un tamaño menor a un umbral fijado en 1m².

Una vez realizado este paso, se vio que la exposición de los resultados podía ser algo confusa, debido a que hay zonas en las que los cambios son muy pequeños. Con el fin de facilitar la visualización de los resultados y sus posteriores conclusiones, se realizó un mapa nuevo en el que se contrastaba, para cada HIC implicado, las variaciones o modificaciones en la cobertura del suelo.

A continuación, se van a exponer los resultados obtenidos, al comparar los años 2010 y 2019, para los HIC detectados a lo largo del río y que están dentro de los márgenes estudiados, que son 800 metros a cada margen del río.

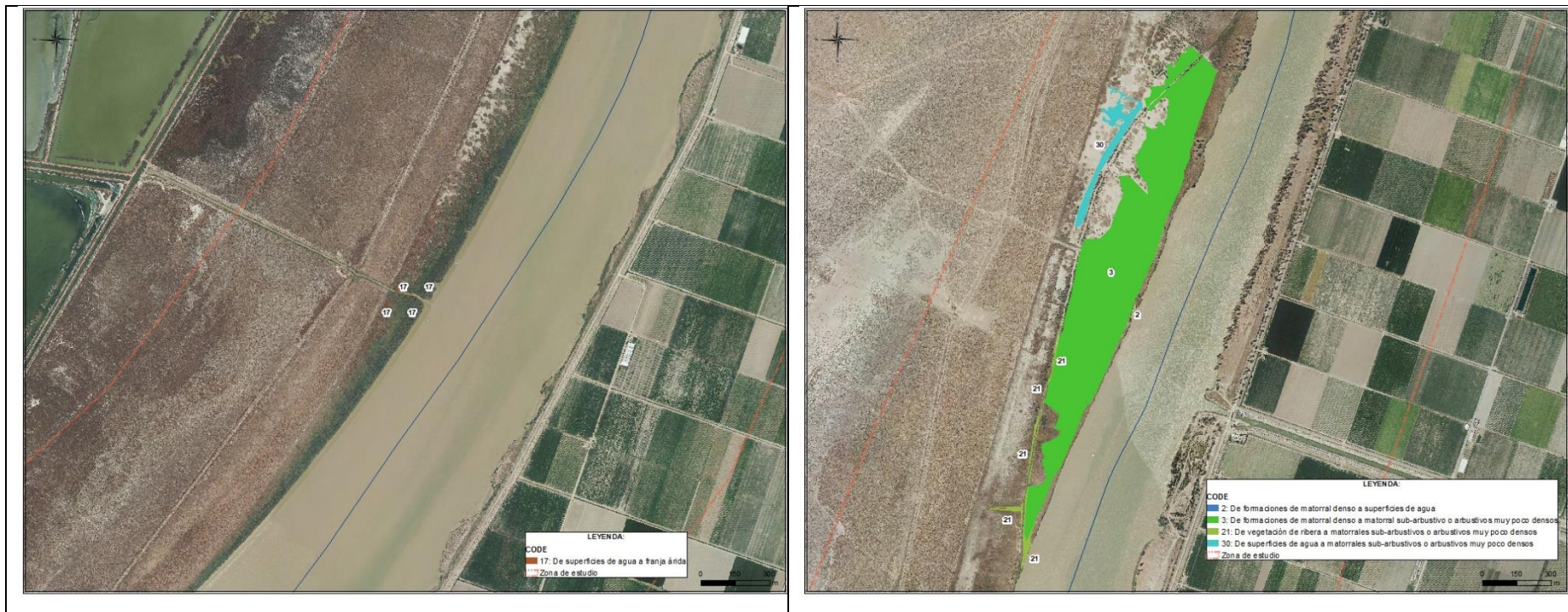
Junto con cada localización del HIC expuesto se añade una tabla con los códigos de cambio de cobertura del suelo significativos (de más de 1m² de cambio). También se representa un mapa guía para facilitar la ubicación de la zona vista a lo largo del río.

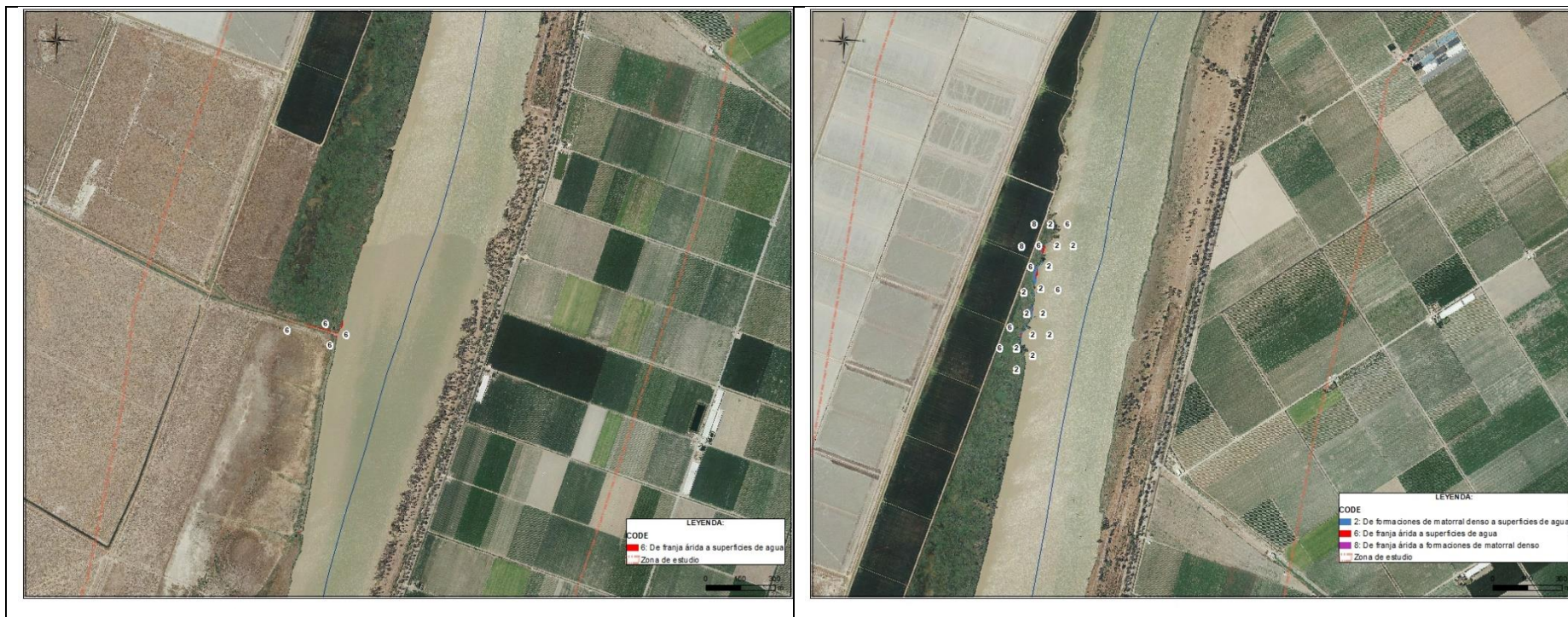
HIC 1150* LAGUNAS COSTERAS

	CÓDIGO	CAMBIO DE TIPO DE COBERTURA DE SUELO
	2	De formaciones de matorral denso a superficies de agua
	3	De formaciones de matorral denso a matorral sub-arbustivo o arbustivos muy poco densos
	6	De franja árida a superficies de agua
	8	De franja árida a formaciones de matorral denso
	9	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a superficies de agua
	10	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a franja árida
	12	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a formaciones de matorral denso
	16	De superficies de agua a formaciones de matorral denso
	17	De superficies de agua a franja árida
	21	De vegetación de ribera a matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos
	22	De bosque de coníferas a franja árida
	23	De formaciones de matorral denso a franja árida
	24	De salinas a matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos
	30	De superficies de agua a matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos
31	De superficies de agua a playas, dunas y arenales	





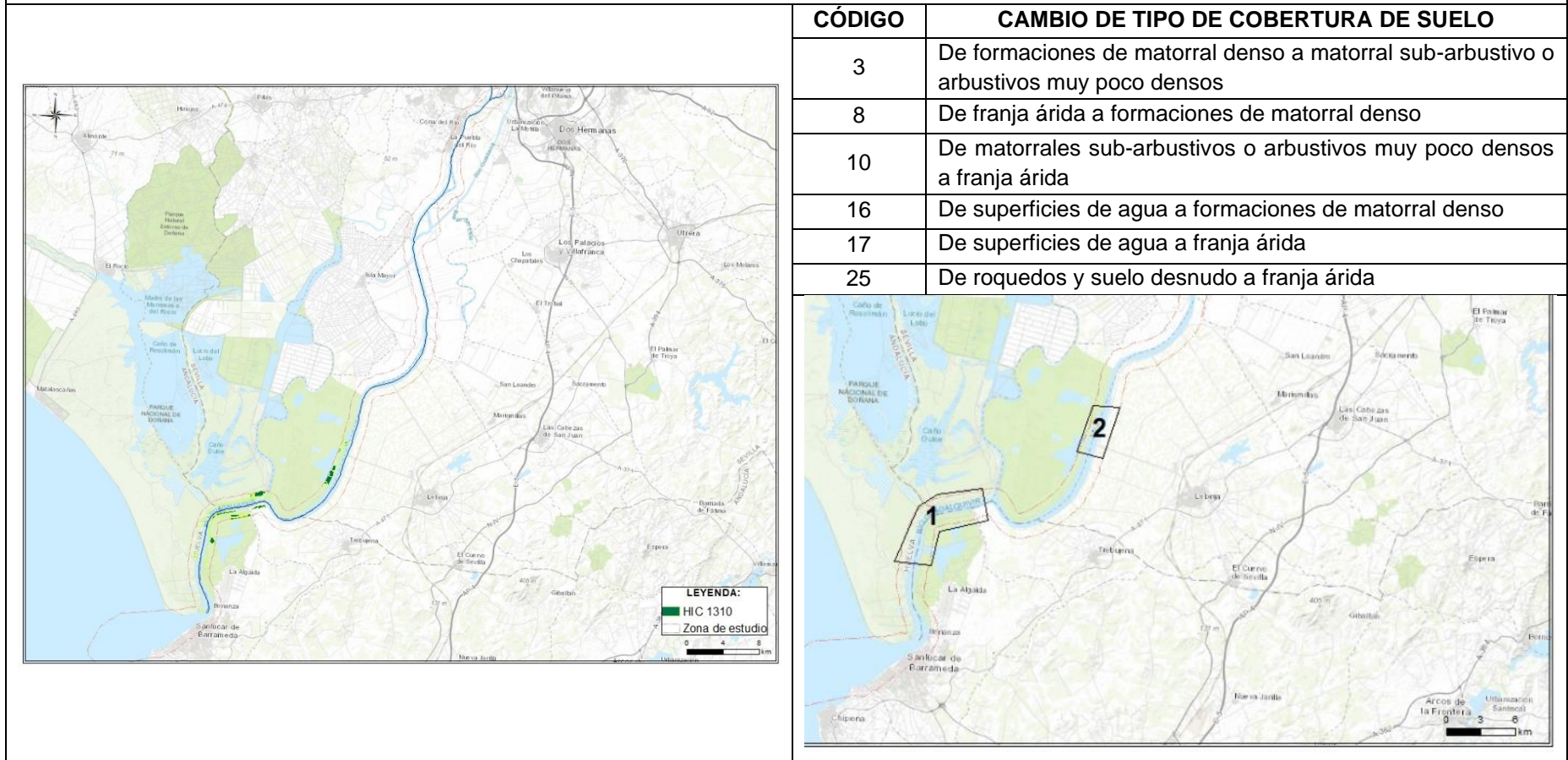




Tal y como puede verse en las imágenes anteriores, el HIC 1150* Lagunas costeras, es muy abundante a lo largo de las márgenes del río, y está muy presente dentro de los 800 metros de margen a cada orilla que se han estudiado más en profundidad. Comparando la cobertura del suelo del 2010 con la del 2019, ha habido algún cambio, principalmente en la margen derecha y sobre todo en aquellas zonas en las que se tiene una evolución de los meandros del río.

El cambio más significativo de la cobertura del suelo es el cambio de “formaciones de matorral denso a matorral sub-arbustivo o arbustivo poco denso”, que ha tenido lugar en aproximadamente 40,8 hectáreas a lo largo del río.

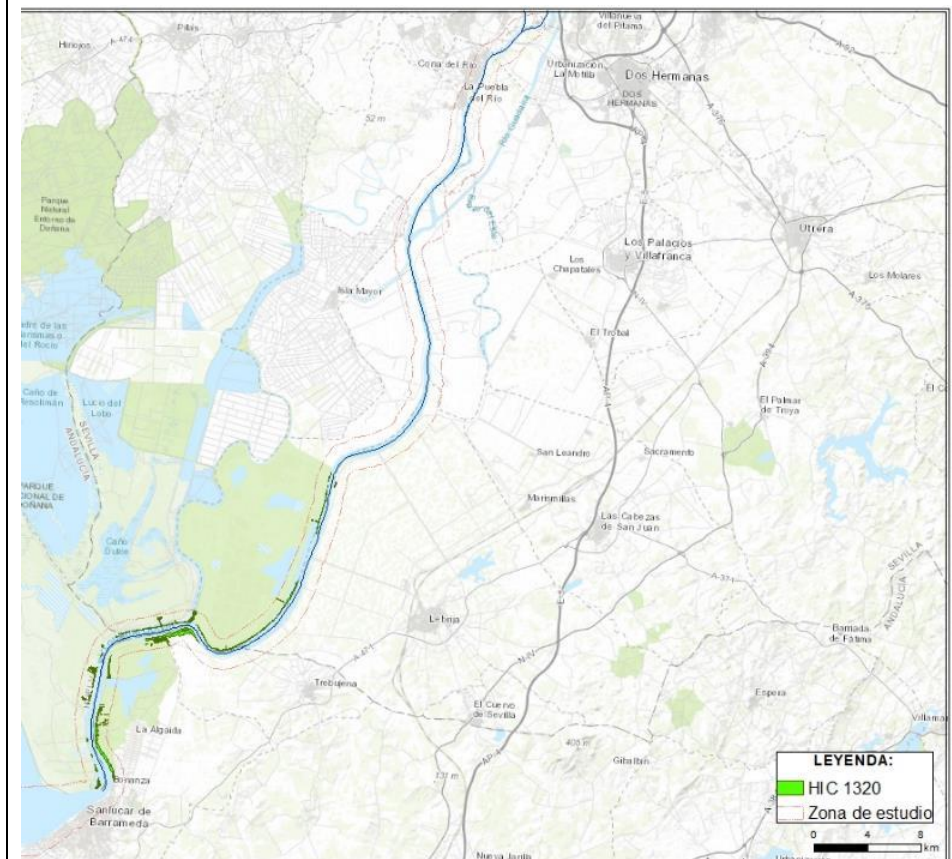
HIC 1310 VEGETACIÓN ANUAL PIONERA CON SALICORNIA Y OTRAS ESPECIES DE ZONAS FANGOSAS O ARENOSAS

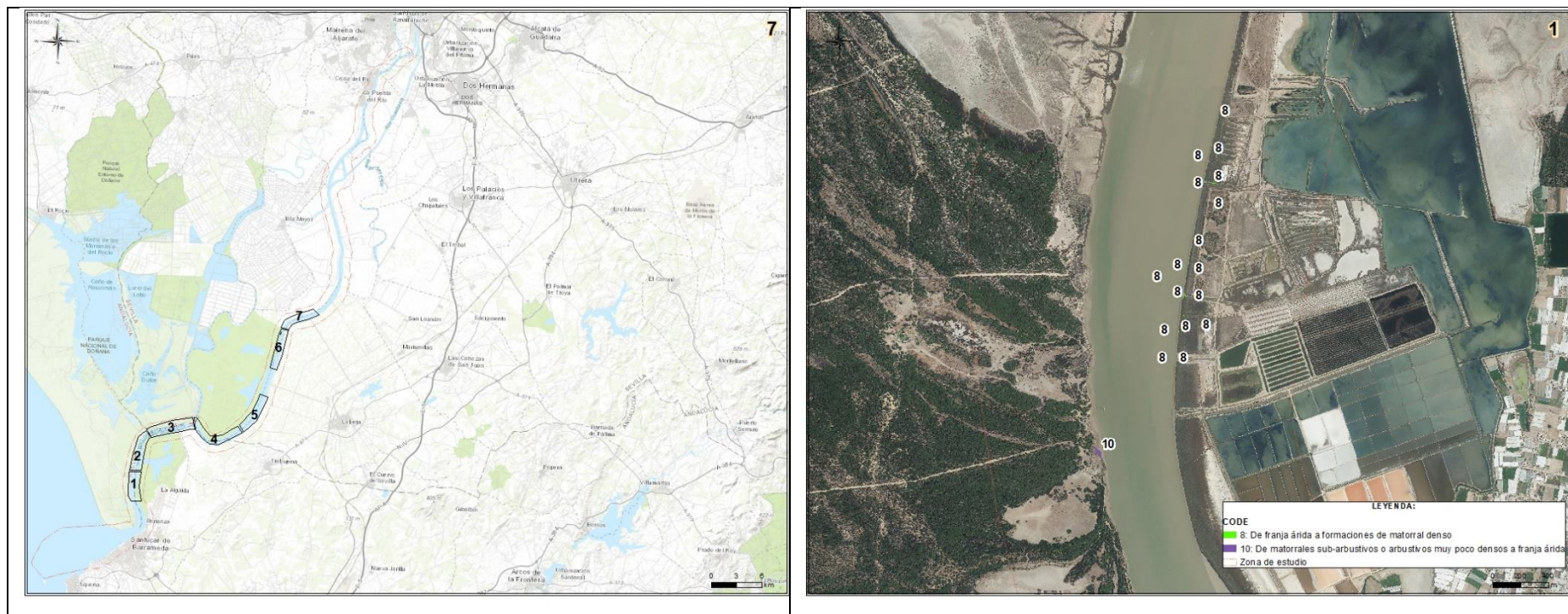


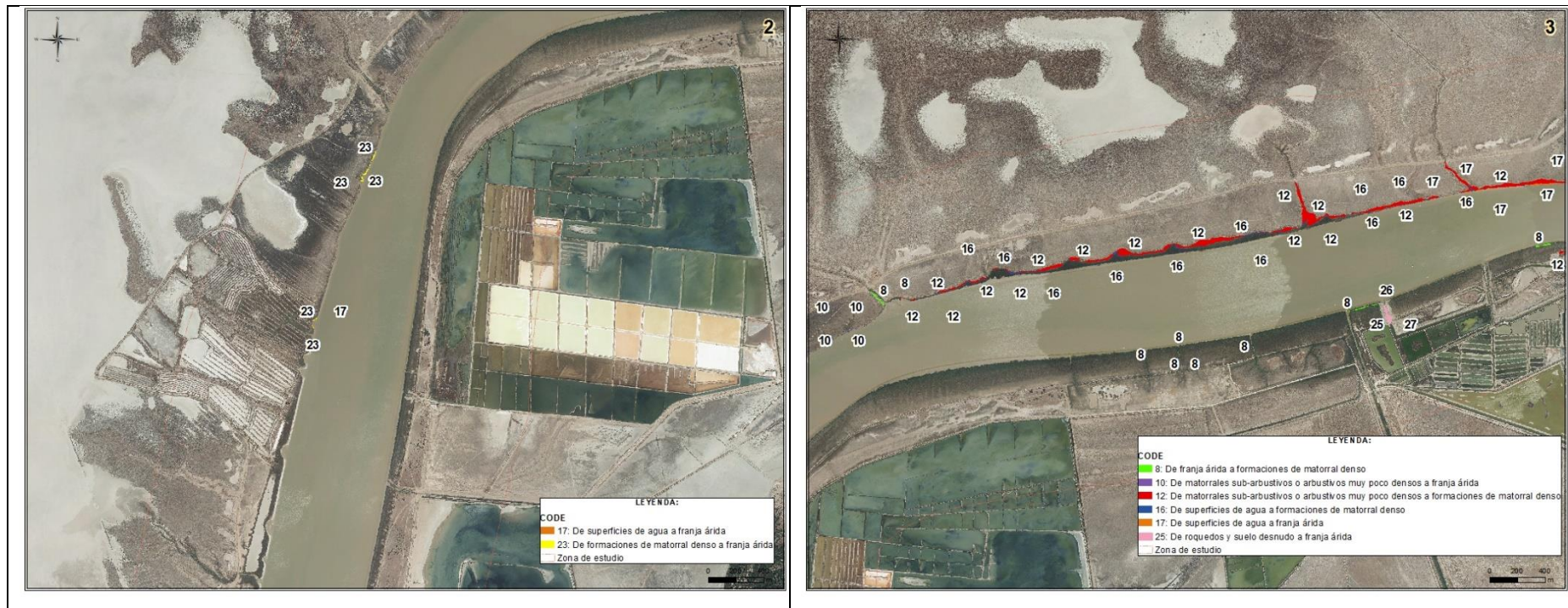


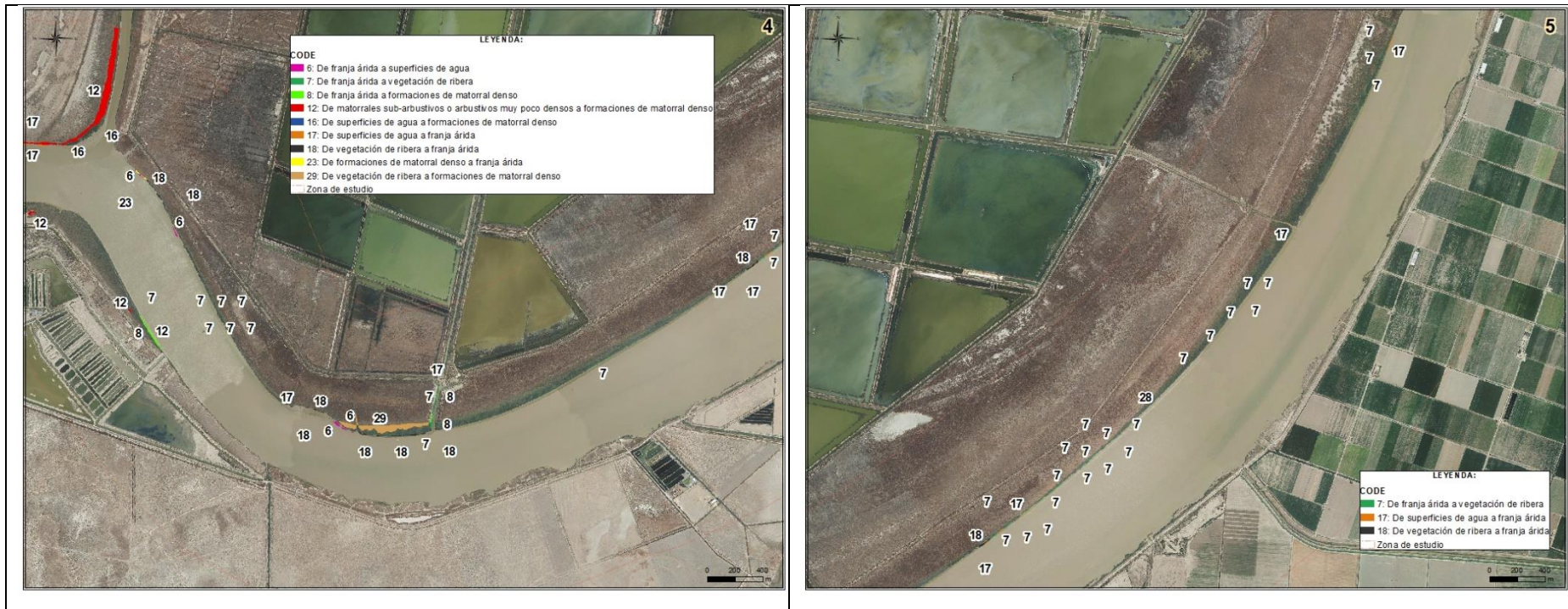
Este HIC 1310 ha sufrido muy pocas variaciones a lo largo de los casi 10 años estudiados. Las modificaciones de la cobertura del suelo se han dado indistintamente en ambas márgenes, no obstante, las variaciones han sido de muy pocos m². El mayor cambio de cobertura de suelo ha sido del de “superficie de agua a formaciones de matorral denso”, que tiene el código 16. Generándose 2,4 hectáreas de matorral denso en estos casi 10 años.

HIC 1320 PASTIZALES DE SPARTINA (*SPARTINION MARITIMI*)

	CÓDIGO	CAMBIO DE TIPO DE COBERTURA DE SUELO
	2	De formaciones de matorral denso a superficies de agua
	3	De formaciones de matorral denso a matorral sub-arbustivo o arbustivos muy poco densos
	6	De franja árida a superficies de agua
	7	De franja árida a vegetación de ribera
	8	De franja árida a formaciones de matorral denso
	9	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a superficies de agua
	10	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a franja árida
	12	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a formaciones de matorral denso
	16	De superficies de agua a formaciones de matorral denso
	17	De superficies de agua a franja árida
	18	De vegetación de ribera a franja árida
	19	De vegetación de ribera a superficies de agua
	21	De vegetación de ribera a matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos
	23	De formaciones de matorral denso a franja árida
25	De roquedos y suelo desnudo a franja árida	
26	De matorral denso a roquedos y suelos desnudos	
27	De franja árida a roquedos y suelos desnudos	
28	De superficie de agua a vegetación de ribera	
29	De vegetación de ribera a formaciones de matorral denso	



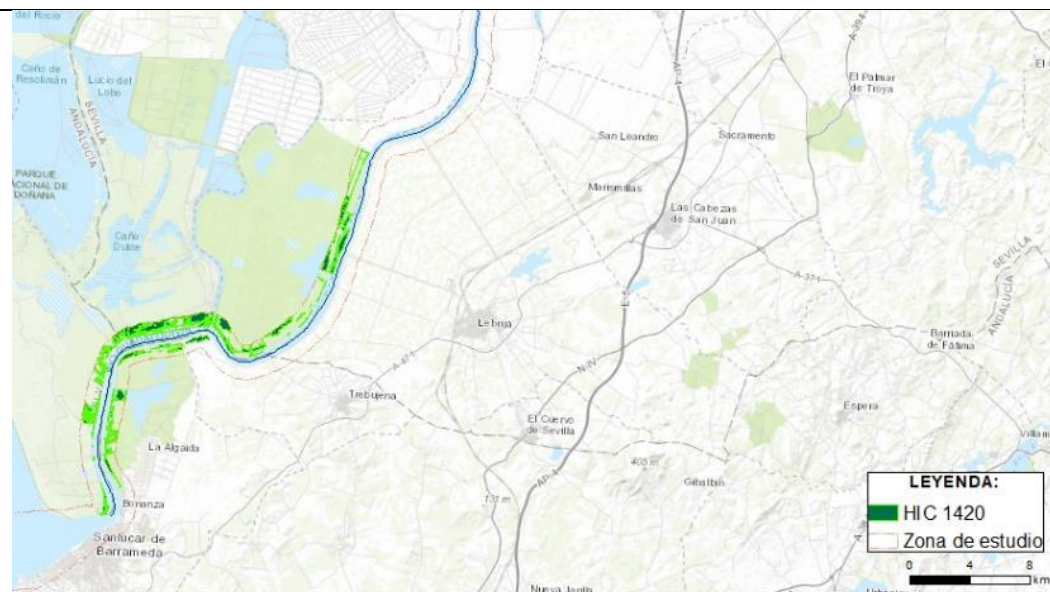






En este HIC, localizado sobre todo en las márgenes del río, se aprecian cambios en la cobertura del suelo en ambas márgenes, no obstante, es destacable la margen derecha, pues es la que más cambios tiene en estos casi 10 años. En las imágenes se puede apreciar bien puesto que el área de cambio de cobertura del suelo es bastante grande. El principal cambio que se ha dado en este HIC en estos años ha sido de “matorrales sub-arbustivos o arbustivos poco densos a formaciones de matorral denso, este cambio se ha visto en aproximadamente 11,5 hectáreas.

HIC 1420 MATORRALES HALÓFILOS MEDITERRÁNEOS Y TERMOATLÁNTICOS (*SARCOCORNETA FRUCTICOSAE*)

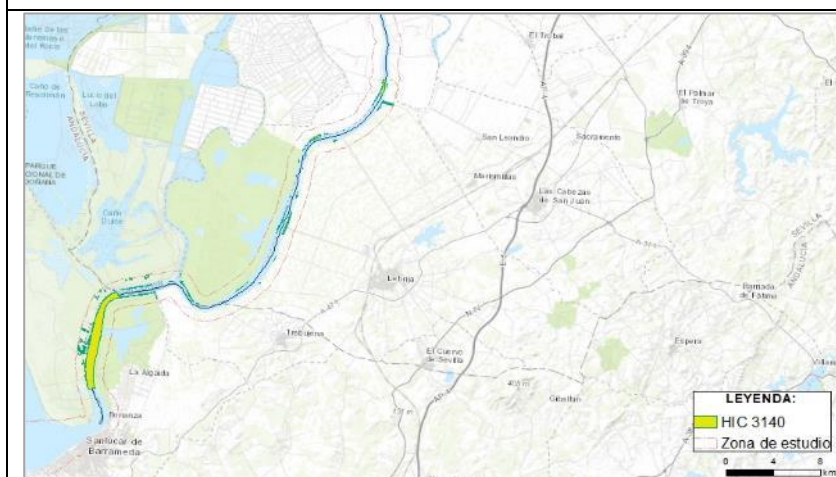


CÓDIGO	CAMBIO DE TIPO DE COBERTURA DE SUELO
3	De formaciones de matorral denso a matorral sub-arbustivo o arbustivos muy poco densos
6	De franja árida a superficies de agua
8	De franja árida a formaciones de matorral denso
9	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a superficies de agua
10	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a franja árida
12	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a formaciones de matorral denso
17	De superficies de agua a franja árida
18	De vegetación de ribera a franja árida
21	De vegetación de ribera a matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos
23	De formaciones de matorral denso a franja árida
25	De roquedos y suelo desnudo a franja árida
30	De superficies de agua a matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos



Como puede observarse en las anteriores imágenes, el mayor cambio de cobertura de suelo del HIC 1420 ha sido en la margen derecha, en la que formaciones de matorral denso han pasado a ser matorral sub-arbustivo o arbustivo poco denso. Esto ha ocurrido en una superficie de aproximadamente de 33,5 hectáreas de HIC 1420.

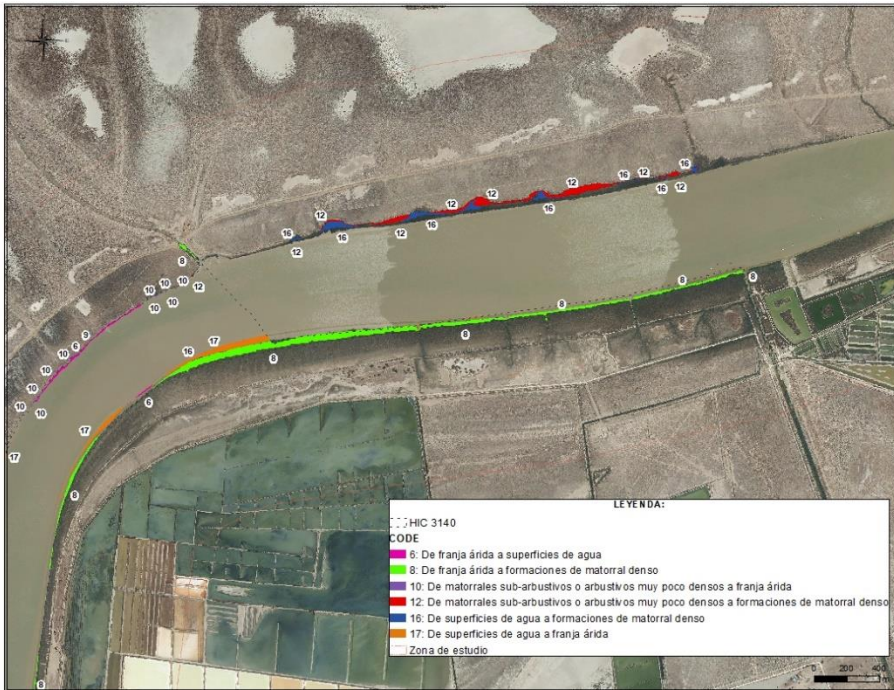
HIC 3140 AGUAS OLIGOMESOTRÓFICAS CALCÁREAS CON VEGETACIÓN BÉNTICA DE *CHARA SPP*



COD.	CAMBIO DE TIPO DE COBERTURA DE SUELO
1	De bosque de ribera a superficie de agua
2	De formaciones de matorral denso a superficies de agua
3	Formaciones matorral denso a matorral sub-arbustivo o arbustivos poco densos
4	De formaciones de matorral denso a bosque de ribera
5	De formaciones de matorral denso a vegetación de ribera
6	De franja árida a superficies de agua
7	De franja árida a vegetación de ribera
8	De franja árida a formaciones de matorral denso
9	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a superficies de agua
10	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a franja árida
11	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a bosque de ribera
12	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos poco densos a formaciones de matorral denso
13	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a roquedos y suelos desnudos
14	De matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a vegetación de ribera
15	De playas, dunas y arenales a formaciones de matorral denso
16	De superficies de agua a formaciones de matorral denso
17	De superficies de agua a franja árida
18	De vegetación de ribera a franja árida
19	De vegetación de ribera a superficies de agua
20	De vegetación de ribera a zonas agrícolas
21	De vegetación de ribera a matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos
22	De bosque de coníferas a franja árida
23	De formaciones de matorral denso a franja árida
24	De salinas a matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos



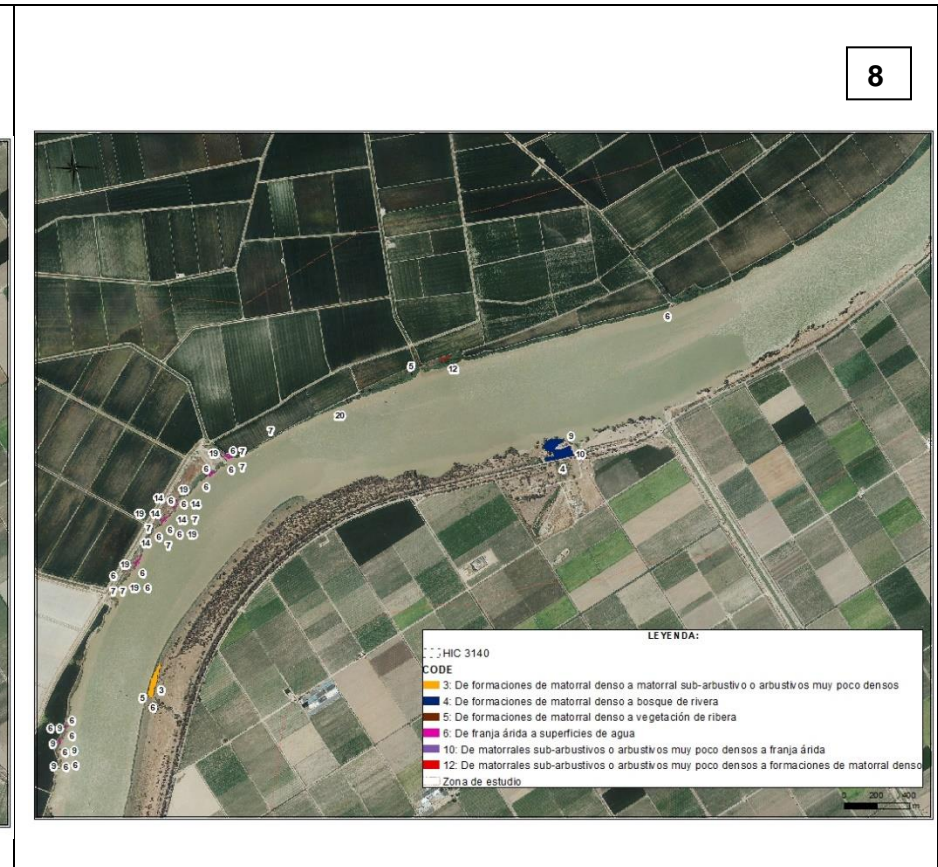
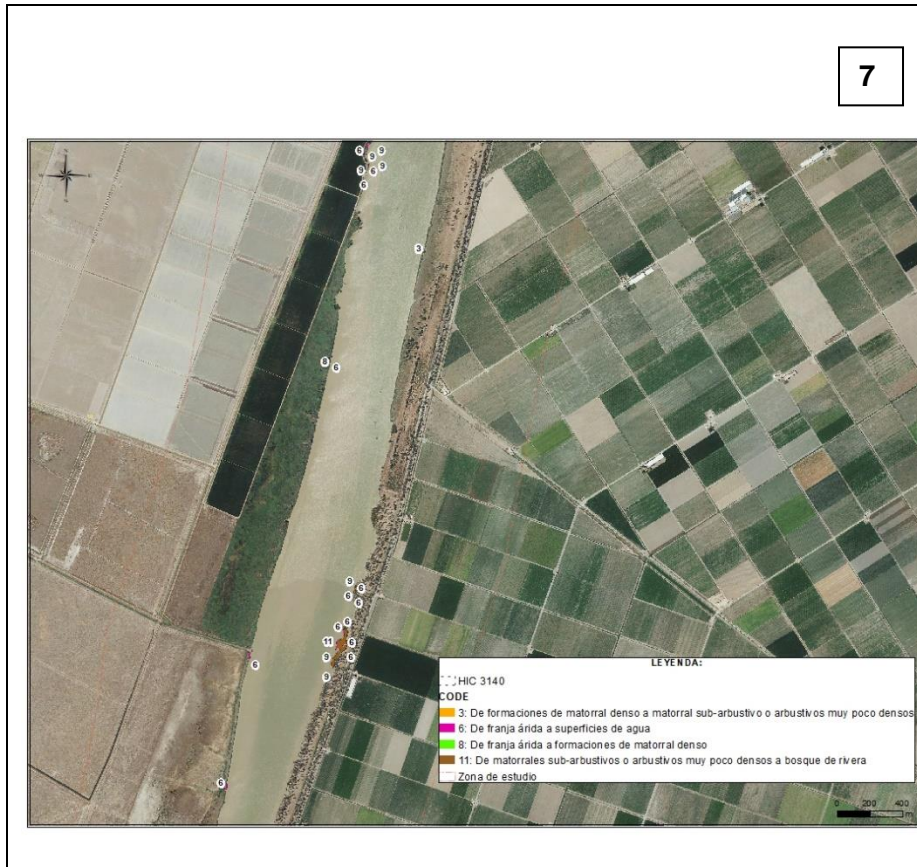
3

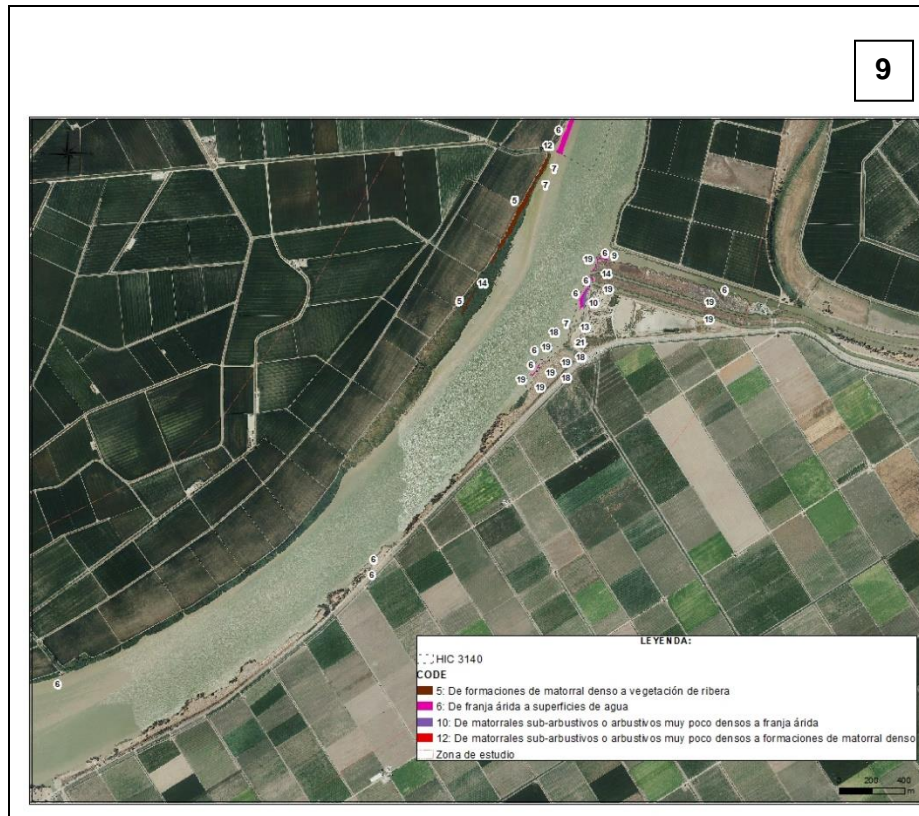


4









Como puede apreciarse en las imágenes de los cambios producidos en la cobertura del suelo en los casi diez años comparados, las diferencias se encuentran en las márgenes del río, si bien el HIC 3140 abarca todo el cauce del río, las variaciones vegetales se producen solamente en sus márgenes. Los mayores cambios se observan en las márgenes afectadas por la evolución meándrica normal del río (imagen 3, 4 y 8), y se puede apreciar las diferentes zonas en las que se ha producido erosión en estos años y aquellas en las que ha sedimentado y formado márgenes estables con una vegetación densa o con bosques de rivera, como es el caso de la imagen número 6, en la que hay cambios de matorral sub-arbustivo o arbustivos poco denso a bosque de rivera y de matorrales sub-arbustivo o arbustivos poco densos a formaciones de matorral denso. Los mayores cambios en este HIC han sido: de franja árida a formaciones de matorral denso (11,8 hectáreas), de matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a bosque de rivera (12,7 hectáreas y de matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos a formaciones de matorral denso (9,4 hectáreas).

A parte del estudio pormenorizado de la zona de actuación, con la holgura de 800 metros a cada lado del margen de la ría, se han realizado visitas de campo. Con el fin de caracterizar in situ aquellas zonas en las que la actuación va a llevarse a cabo en zonas de tierra, con estas zonas se refieren a los vaciaderos terrestres. Si bien, dadas las características del proyecto, no se tiene previsto realizar actuaciones anuales, si se han considerado todos aquellos que puedan ser susceptibles de uso en alguno de los años posteriores.



Ilustración 118. Localización de los vaciaderos terrestres visitados en campo.







A continuación, se exponen los resultados obtenidos en las visitas de campo. Para cada vaciadero se realizaron varios tramos de muestreo e identificación de especies. En las siguientes figuras se muestran las plantas de mayor porte o densidad encontradas, debido a que son más visuales a la hora de cartografiar. Mientras que las especies herbáceas o arbustivas correspondientes a un porte menor se han identificado en sus respectivos tramos, puesto que éstas se encontraban dispersas a lo largo de toda el área muestreada.

VACIADERO DE TARFIA	TRAMO 1: ESPECIES IDENTIFICADAS
	<p>- <i>Cynara cardunulus</i> (Cardo)</p> <p>- <i>Oxalis pes-caprae</i> (Vinagrillo)</p> <p>- <i>Hypochaeris glabra</i> (Chicoria loca)</p> 
<p>ESPECIES DE MAYOR PORTE IDENTIFICADAS EN EL VACIADERO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Masa arbolada <i>Tamarix gallica</i> (Taray/Tamarisco) 2. <i>Suaeda vera</i> (Almajo) 3. <i>Salicornia europea</i> (Hierba salada) 	

TRAMO 2: ESPECIES IDENTIFICADAS	TRAMO 3: ESPECIES IDENTIFICADAS
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Cynara cardunulus</i> (Cardo) - <i>Oxalis pes-caprae</i> (Vinagrillo) - <i>Hypochaeris glabra</i> (Chicoria loca) 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Cynara cardunulus</i> (Cardo) - <i>Oxalis pes-caprae</i> (Vinagrillo) - <i>Hypochaeris glabra</i> (Chicoria loca) 

TRAMO 4: ESPECIES IDENTIFICADAS	TRAMO 5: ESPECIES IDENTIFICADAS
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Limbarda crithmoides</i> (Hierba del cólico) - <i>Cynara cardunulus</i> (Cardo) - <i>Oxalis pes-caprae</i> (Vinagrillo) - <i>Hypochaeris glabra</i> (Chicoria loca) 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Cynara cardunulus</i> (Cardo) - <i>Oxalis pes-caprae</i> (Vinagrillo) - <i>Hypochaeris glabra</i> (Chicoria loca)  <p>En los límites del vaciadero Tarfia junto con el río Guadalquivir, las especies observadas fueron; <i>Tamaryx gallica</i>, <i>Eucalyptus camaldulensis</i>, <i>Salicornia europea</i>, <i>Phragmites australis</i> y <i>Arundo donax</i>.</p> <p>Tras varias visitas para realizar la identificación de las plantas, se constata que no existen especies catalogadas como de importancia o que estén en un grado de amenaza relevante para su especie, puesto que ninguna de las especies encontradas aparece en el listado y catálogo de flora y fauna silvestre amenazada con presencia regular, en paso u ocasional en Andalucía. Por lo cual, no hay especies clave en este vaciadero.</p>

VACIADERO DE LA MATA	TRAMO 1: ESPECIES IDENTIFICADAS
	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Scolymus maculatus</i> (Cardo borriquero) - <i>Silybum marianum</i> (Cardo marino) - <i>Narcissus serotinus</i> (Meados de zorra) - <i>Oxalis pes-caprae</i> (Vinagrillo) - <i>Hypochaeris glabra</i> (Chicoria loca) 
<p>ESPECIES DE MAYOR PORTE IDENTIFICADAS EN EL VACIADERO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Tamarix gallica</i> (Taray/Tamarisco) 2. <i>Suaeda vera</i> (Almajo) 3. <i>Salicornia europea</i> (Hierba salada) 4. <i>Eucalyptus camaldulensis</i> (Eucalipto rojo) 	

TRAMO 2: ESPECIES IDENTIFICADAS	TRAMO 3: ESPECIES IDENTIFICADAS
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Scolymus maculatus</i> (Cardo borriquero) - <i>Silybum marianum</i> (Cardo marino) - <i>Oxalis pes-caprae</i> (Vinagrillo) - <i>Hypochoeris glabra</i> (Chicoria loca) - <i>Juncus acutus</i> (Junco redondo) <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">     </div>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Olea europea</i> (Olivo) - <i>Scolymus maculatus</i> (Cardo borriquero) - <i>Silybum marianum</i> (Cardo marino) - <i>Oxalis pes-caprae</i> (Vinagrillo) - <i>Hypochoeris glabra</i> (Chicoria loca) - <i>Juncus acutus</i> (Junco redondo) <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">   </div>

En las periferias del vaciadero La Mata, encontramos las siguientes especies:




- *Tamarix gallica* (Taray/Tamarisco)
- *Suaeda vera* (Almajo)
- *Eucalyptus camaldulensis* (Eucalipto rojo)
- *Scolymus maculatus* (Cardo borriquero)
- *Silybum marianum* (Cardo marino)
- *Arundo donax* (Caña común)
- *Narcissus serotinus* (Meados de zorra)
- *Oxalis pes-caprae* (Vinagrillo)
- *Hypochaeris glabra* (Chicoria loca)
- *Archnatherum miliaceum* (Lastón)




Tras varias visitas identificando plantas en el vaciadero La Mata, se puede confirmar que no existen especies clave, ya que no hay especies catalogadas dentro del listado y catálogo de flora y fauna silvestre amenazada con presencia regular, en paso u ocasional en Andalucía.

VACIADERO DE BUTANO	PARCELA BUTANO 1
 <p>Se han realizado diversos muestreos in situ sobre la vegetación de cada parcela que conforma el vaciadero, cabe destacar que Butano 2 Norte está totalmente desprovisto de vegetación.</p>	 <p>ESPECIES DE MAYOR PORTE IDENTIFICADAS EN EL VACIADERO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Tamarix gallica</i> (Taray/Tamarisco) 2. <i>Nicotiana glauca</i> (Palán palán)
<p>TRAMO 1 BUTANO 1: ESPECIES IDENTIFICADAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Scolymus maculatus</i> (Cardo borriquero) - <i>Silybum marianum</i> (Cardo marino) - <i>Hypochaeris glabra</i> (Lechuga de cerdo) 	
	

TRAMO 2 BUTANO 1: ESPECIES IDENTIFICADAS	TRAMO 3 BUTANO 1: ESPECIES IDENTIFICADAS
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Scolymus maculatus</i> (Cardo borriquero) - <i>Silybum marianum</i> (Cardo marino) - <i>Hypochaeris glabra</i> (Lechuga de cerdo) - <i>Arundo donax</i> (Caña común) - <i>Ricinus communis</i> (Higuerillas) <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">     </div>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Scolymus maculatus</i> (Cardo borriquero) - <i>Silybum marianum</i> (Cardo marino) - <i>Hypochaeris glabra</i> (Lechuga de cerdo) - <i>Arundo donax</i> (caña común) - <i>Ricinus communis</i> (Higuerillas) <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">    </div>

TRAMO 4 BUTANO 1: ESPECIES IDENTIFICADAS	PARCELA BUTANO 2:
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Scolymus maculatus</i> (Cardo borriquero) - <i>Silybum marianum</i> (Cardo marino) - <i>Hypochaeris glabra</i> (Lechuga de cerdo) <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">   </div>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>ESPECIES DE MAYOR PORTE IDENTIFICADAS EN EL VACIADERO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Tamarix gallica</i> (Taray/Tamarisco) 2. <i>Nicotiana glauca</i> (Palán palán) 3. <i>Populus alba</i> (Álamo blanco)

PARCELA BUTANO 2: ESPECIES IDENTIFICADAS	PARCELA BUTANO 3
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Scolymus maculatus</i> (Cardo borriquero) - <i>Silybum marianum</i> (Cardo marino) - <i>Hypochaeris glabra</i> (Lechuga de cerdo) - <i>Phragmites australis</i> (Carrizo) 	 <p>ESPECIES DE MAYOR PORTE IDENTIFICADAS EN EL VACIADERO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Tamarix gallica</i> (Taray/Tamarisco) 2. <i>Nicotiana glauca</i> (Palán palán) 3. <i>Lactuca serriola</i> (Lechuga silvestre)

<p>PARCELA BUTANO 3: ESPECIES IDENTIFICADAS</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Scolymus maculatus</i> (Cardo borriquero) - <i>Silybum marianum</i> (Cardo marino) - <i>Hypochaeris glabra</i> (Lechuga de cerdo) - <i>Phragmites australis</i> (Carrizo) - <i>Artemisia vulgaris</i> (Hierba de san juan) - <i>Xanthium orientale</i> (Guisazo de caballo) <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">       </div>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Tras varias visitas identificando plantas en el vaciadero Butano, se puede confirmar que no existen especies clave, ya que no hay especies catalogadas como de importancia o que estén en un grado de amenaza relevante para su especie. Ello se debe a que ninguna estaba en el listado y catálogo de flora y fauna silvestre amenazada con presencia regular, en paso u ocasional en Andalucía.</p>

VACIADERO DE LA HORCADA



ESPECIES DE MAYOR PORTE IDENTIFICADAS EN EL VACIADERO:

1. Masa arbolada *Tamarix gallica* (Taray/Tamarisco)
2. Suaeda vera (Almajo)

TRAMO 1: ESPECIES IDENTIFICADAS

- *Dysphania ambrosioides* (té de España/Epazote)
- *Scolymus maculatus* (Cardo borriquero)
- *Silybum marianum* (Cardo marino)
- *Malva parviflora* (Malva)
- *Urtica urens* (Ortiga menor)
- *Dittrichia viscosa* (Mosquera)
- *Phragmites australis* (Carrizo)



TRAMO 2: ESPECIES IDENTIFICADAS

- *Dysphania ambrosioides* (Té de España/Epazote)
- *Scolymus maculatus* (Cardo borriquero)
- *Silybum marianum* (Cardo marino)
- *Malva parviflora* (Malva)
- *Urtica urens* (Ortiga menor)
- *Dittrichia viscosa* (Mosquera)
- *Marrubium vulgare* (Marrubio)
- *Phragmites australis* (Carrizo)
- *Dittrichia viscosa* (Hierba pulguera)
- *Scirpoides holoschoenus* (Junco)
- *Salicornia europea* (Hierba salada)
- *Nicotiana glauca* (Palán palán)
- *Agrotis stolonifera* (Hierba rastrera)
- *Cynodon dactylon* (Gramma común)



TRAMO 3: ESPECIES IDENTIFICADAS

- *Dysphania ambrosioides* (Té de España/Epazote)
- *Scolymus maculatus* (Cardo borriquero)
- *Silybum marianum* (Cardo marino)
- *Malva parviflora* (Malva)
- *Urtica urens* (Ortiga menor)
- *Dittrichia viscosa* (Mosquera)
- *Marrubium vulgare* (Marrubio)
- *Phragmites australis* (Carrizo)
- *Dittrichia viscosa* (Hierba pulguera)
- *Scirpoides holoschoenus* (Junco)
- *Salicornia europea* (Hierba salada)
- *Agrotis stolonifera* (Hierba rastrera)
- *Cynodon dactylon* (Gramma común)



Tras varias visitas para realizar muestreos in situ en el vaciadero La Horcada, se constata que no hay presencia de especies catalogadas como de importancia o que estén en un grado de amenaza relevante para su especie, porque ninguna de las plantas identificadas se encontraba en el listado y catálogo de flora y fauna silvestre amenazada con presencia regular, en paso u ocasional en Andalucía. Por lo cual, no existen especies clave en este vaciadero.

6.2.2 Comunidades planctónicas

Los estuarios son sistemas altamente variables, generalmente con un número limitado de especies presentes. Sin embargo, presentan una alta productividad, lo que contribuye de forma decisiva a que estos ecosistemas constituyan frecuentemente importantes zonas de cría y alevinaje para diversos grupos de organismos marinos, y entre ellos numerosas especies de peces. Así, las larvas y juveniles de peces encuentran en los estuarios condiciones ambientales favorables para su desarrollo, como refugios turbios y poco profundos que disminuyen la depredación sobre los mismos, así como una alta disponibilidad de alimento. En este sentido, es la comunidad de zooplancton el componente principal de la dieta de estos organismos, siendo un elemento determinante en su crecimiento y su éxito de reclutamiento. De este modo, la comunidad de zooplancton juega un papel clave en la red trófica pelágica, puesto que son los principales vectores de transmisión de energía desde los productores primarios y la materia orgánica en suspensión hasta niveles tróficos superiores.

Para su estudio y conocimiento, el Departamento de biología marina de la Universidad de Sevilla, lleva haciendo estudios sobre las estructuras y dinámicas de la comunidad plantónica (zooplancton – ictioplancton), sobre la distribución espacial y temporal de las especies presentes y su relación con las diferentes variables ambientales en el Estuario del Guadalquivir.

Estos estudios se han desarrollado en la parte baja del estuario, hasta la zona con una salinidad de 5 PSU, ya que esta es la zona de mayor interés biológico y donde se concentra la función de cría del estuario. Se llevaron a cabo muestreos en varias zonas distintas del estuario, tal y como se muestra en la siguiente ilustración.



Ilustración 119. Localización de las distintas áreas de muestreo de la zona exterior (Doñana, Faro y Canal) y situación aproximada de las distintas masas de agua muestreadas en el interior de la ría.

En estas zonas se tomaron muestras de plancton, de tipo activo (con el barco en movimiento) y siempre teniendo en cuenta el ciclo de marea. En concreto se tomaron en periodo de marea llenante y en la zona central del cauce.



Ilustración 120. Embarcación (LBM III) y redes de muestreo utilizadas para la captura de zooplancton (B y D) e ictioplancton (D), junto con una muestra de organismos (C).

En la siguiente Tabla se listan las especies encontradas en las distintas estaciones de muestreo. Durante las 19 campañas analizadas hasta el momento, se han contabilizado 36 especies de larvas y juveniles de peces pertenecientes a 15 familias, de las cuales, 26 se han registrado en el interior del estuario. Con respecto al zooplancton, se han identificado hasta el momento, un total de 34 especies, siendo el grupo de copépodos el que presenta mayor riqueza específica.

Tabla 74. Listado de especies de plancton identificadas en el estuario del Guadalquivir.

TAXÓN	ST 5	ST 15	ST 25	EXTERIOR
Cnidaria				
<i>Maeotias marginata</i>	X	X		
Ctenophora				
<i>Bolinopsis infundibulum</i>				X
Branchiopoda				
<i>Daphnia</i> sp.1	X	X		-
<i>Moina micrura</i>	X	X	X	-
Cladocera				
<i>Podon</i> sp.			X	-

TAXÓN	ST 5	ST 15	ST 25	EXTERIOR
Cirripedia			X	-
Copepoda				
<i>Acanthocyclops robustus</i>	X	X		-
<i>Acartia tonsa</i>	X	X	X	-
<i>Calanipeda aquadulcis</i>	X	X		-
<i>Centropages hamatus</i>		X	X	-
<i>Ditrichocorycaeus erythraeus</i>			X	-
<i>Euterpina acutifrons</i>			X	-
<i>Oithona brevicornis</i>			X	-
<i>Oithona nana</i>			X	-
<i>Paracartia grani</i>			X	-
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>		X	X	-
Isopoda				
<i>Cyathura carinata</i>	X	X	X	-
<i>Eurydice sp.</i>	X	X	X	-
<i>Lekanesphaera sp.</i>		X	X	-
<i>Paragnathia formica</i>	X	X	X	-
<i>Synidotea sp.1</i>	X	X	X	-
Amphipoda				
<i>Corophium sp.1</i>				-
Misidacea				
<i>Mesopodopsis slabberi</i>	X	X	X	-
<i>Neomysis integer</i>	X	X		-
<i>Rhopalophthalmus tartessicus</i>		X	X	-
Decapoda				
<i>Alpheus sp.</i>	X	X	X	-
<i>Crangon crangon</i>	X	X	X	-
<i>Melicertus kerathurus</i>	X	X	X	-
<i>Palaemon macrodactylus</i>	X	X	X	-
<i>Palaemon longirostris</i>	X	X	X	-
<i>Palaemon serratus</i>		X	X	-
<i>Pisidia longicornis</i>			X	-
<i>Rhithropanopeus harrisii</i>	X	X	X	-
<i>Squilla mantis</i>		X	X	-
Quetognatha				
<i>Sagitta sp.1</i>			X	-
Pisces				
<i>Anguilla anguilla</i>	X	X	X	
<i>Aphia minuta</i>	X	X	X	X
<i>Argyrosomus regius</i>	X	X	X	X
Callionymidae				X
<i>Dicentrarchus labrax</i>	X	X	X	
<i>Dicentrarchus punctatus</i>		X	X	X

TAXÓN	ST 5	ST 15	ST 25	EXTERIOR
<i>Dicologoglossa cuneata</i>		X	X	X
<i>Diplodus annularis</i>	X	X	X	X
<i>Diplodus bellottii</i>	X	X	X	X
<i>Diplodus puntazzo</i>				X
<i>Diplodus sargus</i>				X
<i>Diplodus sp.</i>	X		X	X
<i>Diplodus vulgaris</i>	X	X	X	X
<i>Engraulis encrasicolus</i>	X	X	X	X
<i>Gambusia holbrooki</i>	X			
Gobiidae	X	X	X	
<i>Halobatrachus didactylus</i>		X		
<i>Hippocampus hippocampus</i>				X
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>				X
<i>Lipophrys pholis</i>				X
<i>Liza aurata</i>	X	X	X	
<i>Liza ramada</i>	X	X	X	
<i>Liza saliens</i>	X		X	
<i>Parablennius sp. 1</i>				X
<i>Parablennius sp. 2</i>				X
<i>Pomatoschistus sp</i>	X	X	X	
<i>Pomatoschistus sp</i>				X
<i>Sardina pilchardus</i>	X	X	X	X
<i>Scophthalmus rhombus</i>		X		
<i>Solea senegalensis</i>	X	X	X	X
<i>Solea vulgaris</i>	X	X	X	
<i>Sparus aurata</i>	X	X	X	
<i>Symphodus sp</i>		X	X	X
<i>Syngnathus acus</i>		X	X	X
<i>Trachurus trachurus</i>				X
<i>Umbrina cirrosa</i>	X	X	X	X

En cuanto a la dinámica temporal de la riqueza, se observa un descenso del número de especies de ictioplancton durante los meses de verano, a pesar de ser los meses con mayor densidad de individuos (ver Ilustración 121). Por el contrario, en los meses de invierno y sobre todo en primavera, la riqueza aumenta considerablemente. En el caso del mesozooplancton, con los datos disponibles hasta la fecha el patrón estacional no es tan claro, y en todo caso parece que existe un aumento progresivo en el número de especies durante la época estival (julio-septiembre) y un mínimo al final del invierno (marzo). El macrozooplancton, con los datos disponibles, parece alcanzar el máximo número de especies durante el verano, con un descenso progresivo posterior.

Con respecto a las masas de agua, el máximo número de especies suele localizarse en la zona más salina (25 PSU), donde es frecuente encontrar un mayor número de especies marinas.

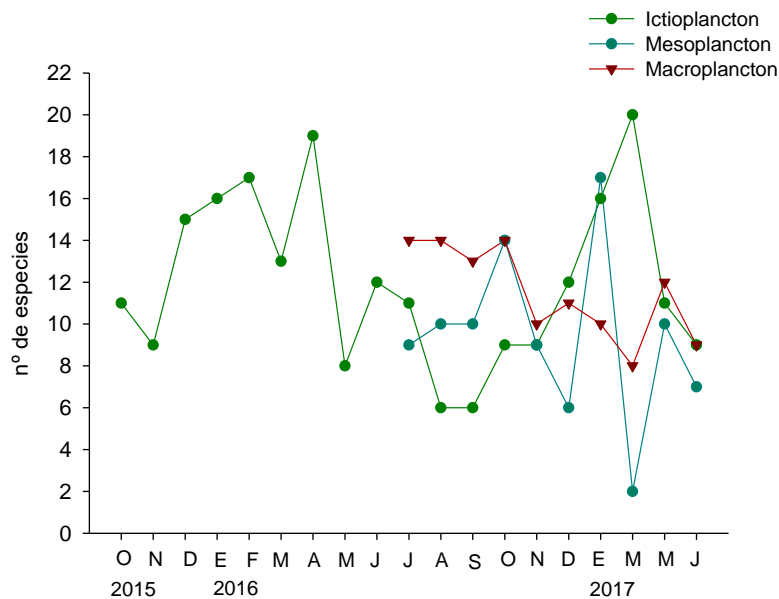


Ilustración 121. Evolución mensual de la riqueza total de especies por grupos en la zona interior del estuario durante los meses de octubre del 2015 a junio de 2017.

En cuanto a las especies dominantes en el estuario (ver Ilustración 122), destacan entre los peces el boquerón (*Engraulis encrasicolus*), con un 50% del total de individuos muestreados, y el gobio (*Pomatoschistus sp.*) con un 35%, mientras que, en el macrozooplancton, existe una clara dominancia de los misidáceos *Mesopodopsis slabberi* (87%) y *Rhopalophthalmus tartessicus* (12%). Por su parte, *Acartia tonsa* es la especie claramente dominante entre el mesozooplancton, con un 96% del total de individuos muestreados.

Acartia tonsa es una especie exótica, introducida en Europa en la primera mitad del siglo XX, presumiblemente a través del agua de lastre de barcos procedentes de Norte América. En la Península se conoce su presencia en los ríos Tajo y Mondego (Portugal). Trabajos previos determinan que esta especie modifica el patrón estacional de la comunidad de copépodos y la distribución espacial de la especie nativa *A. clausi*. En la actualidad, en la zona de cría del estuario del Guadalquivir, *A. tonsa* es un elemento clave en el funcionamiento de las redes tróficas de este sistema, particularmente como presa de otros organismos del macrozooplancton y para los individuos de tallas más pequeñas de peces. De hecho, este copépodo tiene una importante capacidad de utilizar la materia orgánica particulada, en especial la que forma parte de los agregados, por lo que desempeña un papel fundamental en la transferencia de materia y energía desde el detrito en suspensión hasta niveles tróficos superiores.

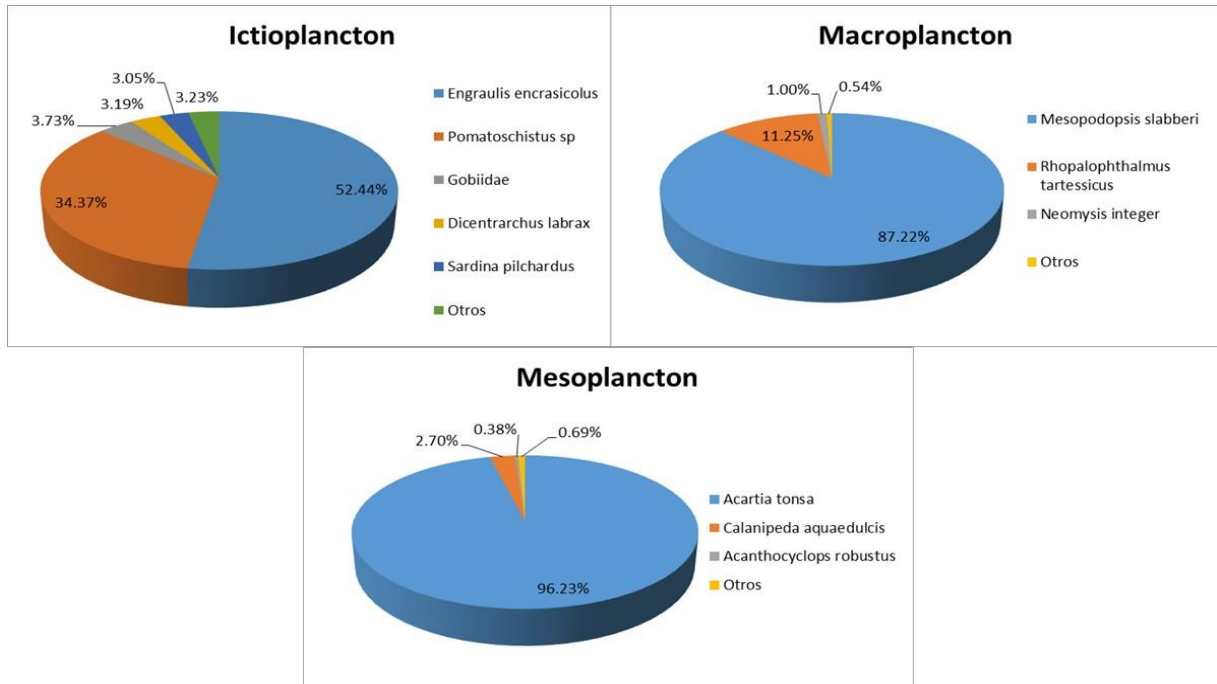


Ilustración 122. Porcentaje de abundancia total de individuos en la zona interior del estuario del río Guadalquivir.

La densidad global de individuos del plancton muestra un patrón similar para las 3 categorías estudiadas. Alcanzándose en todos los casos los máximos valores en la masa de agua con salinidad intermedia (15 PSU) (Ilustración 123).

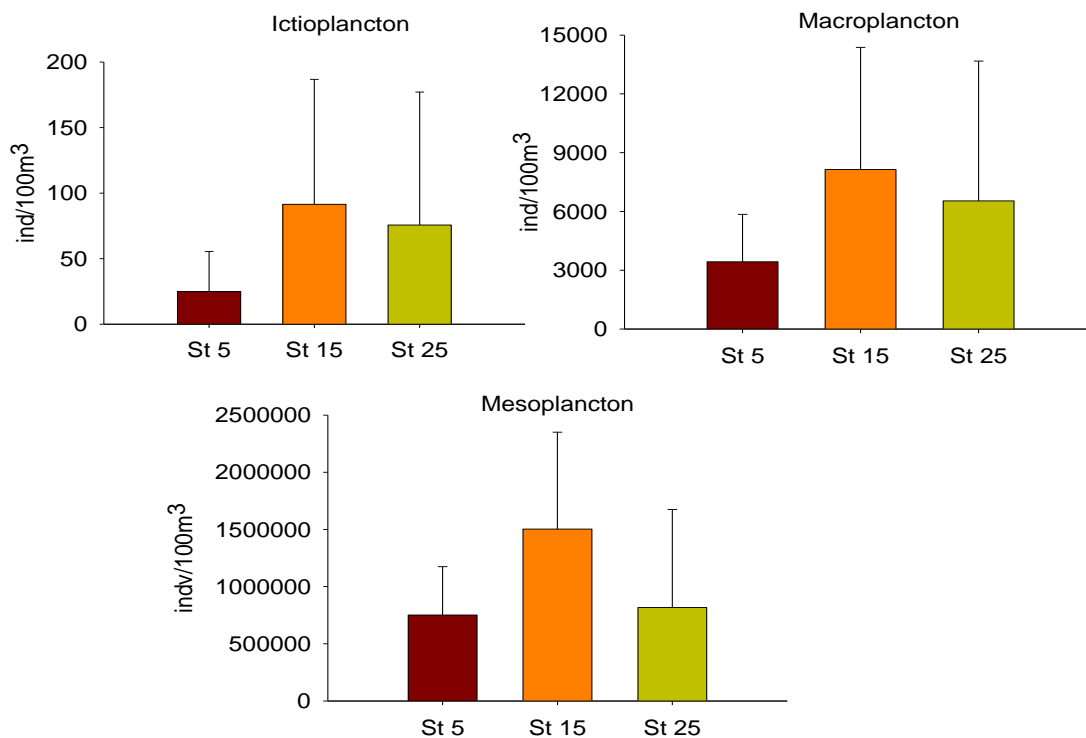


Ilustración 123. Densidad global: número de individuos / 100 m3 por cada estación de muestreo.

La dinámica temporal de la densidad de individuos (Ilustración 124) del ictioplancton se ha mostrado muy variable interanualmente, aunque de forma general, puede observarse en las tres masas de agua, una tendencia al alza en los meses de primavera y verano, alcanzándose máximos en mayo de 2017. Para el meso y macroplancton, parece que la tendencia anual es muy similar a la observada en el ictioplancton, con mayores densidades de individuos en verano y menores en otoño, obteniéndose los valores mínimos en el mes de noviembre. Los datos disponibles muestran una relación en las dinámicas poblacionales de las distintas categorías del plancton.

A excepción del boquerón y el gobio que están presentes (en mayor o menor densidad) durante todos los meses del año, la mayoría de las especies aparecen de manera más estacional. En otoño se encontraron abundancias significativas de larvas de corvina, y más tarde en verano de juveniles. También aparece la sardina, aunque en densidades menores a las registradas en otros trabajos, la cual alcanza su pico de mayor densidad en primavera, junto con el resto de espáridos y la lubina. En verano, el gobio en estado juvenil junto con el boquerón predomina con densidades de más de 1.000 y 2.000 ind/1.000 m³ respectivamente. Respecto a la distribución espacial, el gobio presenta mayores densidades en la masa de agua más salina (25 PSU), mientras que el boquerón se introduce en zonas con salinidad más intermedia (15 PSU). En el boquerón se observó un descenso brusco de la densidad durante su periodo de máximo reclutamiento en el mes de julio, siendo agosto y luego junio los picos anuales más elevados.

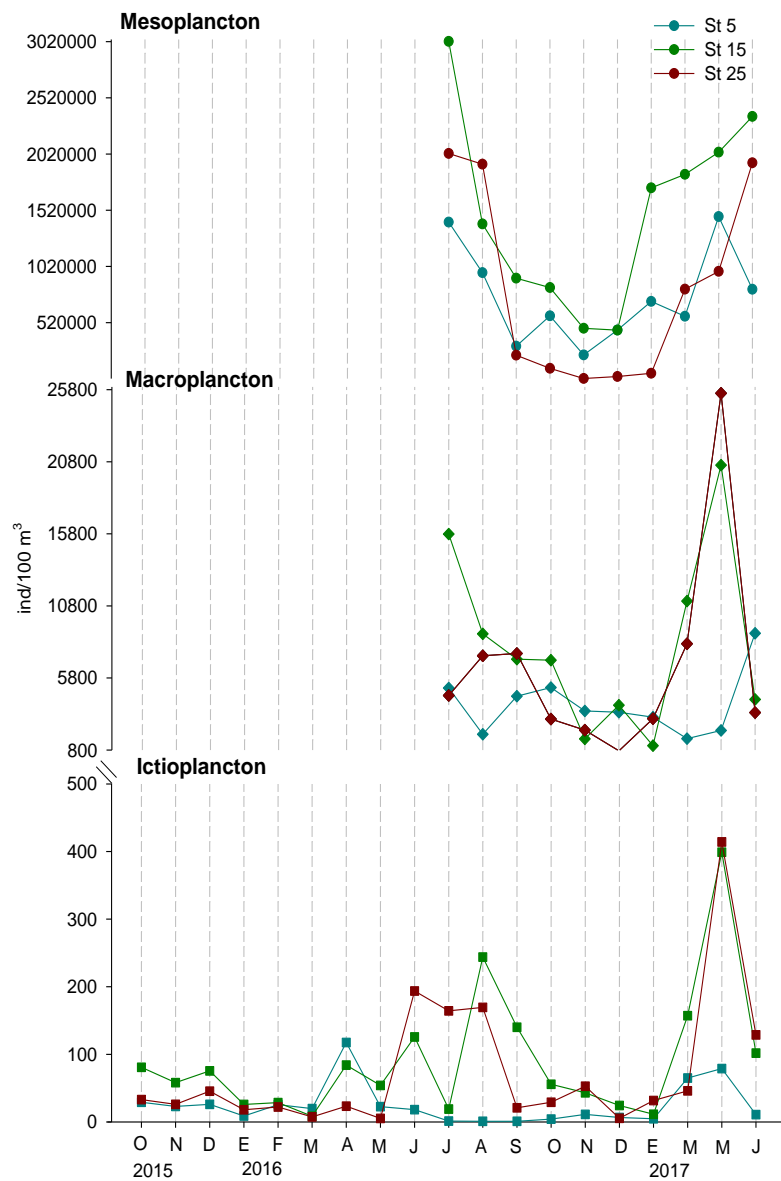


Ilustración 124. Evolución mensual de la densidad por salinidad por cada 100 m³ en la zona interior del estuario durante los meses de octubre de 2015 a junio de 2017.

Al analizar la estructura de la comunidad, se observan diferencias en composición y abundancia del mesozooplancton, se pueden distinguir comunidades características diferenciadas en las 3 masas de agua estudiadas, así como un gradiente de variación continuo desde las masas menos salinas hacia el exterior. En el ictioplancton no se observa una estructura diferenciada entre las tres masas de agua.

De esta forma, se puede identificar como especie típica de todos los ambientes al copépodo *Acartia tonsa* y al misidáceo *Mesopodopsis slabberi*, elementos clave en las redes tróficas del estuario y en el funcionamiento general del ecosistema y de su función de cría. Además, se pueden identificar otras especies tipificadoras como los copépodos *Calanipeda aquaedulcis* y *Acanthocyclops robustus*

(mesoplancton), el misidáceo *Neomysis integer* y los decápodos *Palaemon macrodactylus* y *P. longirostris* (macroplacton). Otras especies tipificadoras de la estación 15 son el misidáceo *Rhopalophthalmus tartessicus* y los decápodos *Palaemon longirostris* y *Crangon crangon* (macroplacton). Por último, en la estación 25, también pueden considerarse como especies típicas al quetognato *Sagitta sp.* y al copépodo *Pseudodiaptomus marinus* (mesoplancton), al misidáceo *Rhopalophthalmus tartessicus* y a los decápodos *Palaemon longirostris* y *Crangon crangon* (macroplacton).

En el exterior, las densidades tanto de larvas y juveniles de peces (Ilustración 125) como de otros organismos del macroplacton, fueron notablemente inferiores a las recolectadas en la zona interna del estuario. De las tres zonas muestreadas, la zona que prolonga el canal de navegación (Canal) obtiene las abundancias más elevadas durante los meses de verano. Por el contrario, Faro es la zona con menor densidad de larvas durante el año, aunque en otoño asciende notablemente. Esta zona presenta un fondo rocoso, el cual suele albergar una comunidad importante de peces adultos demersales (ej.: espáridos y lábridos), lo que podría generar una mayor presión de depredación sobre larvas y juveniles de peces.

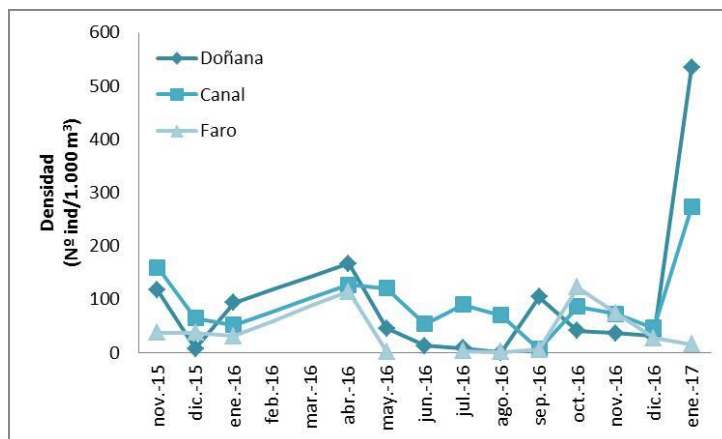


Ilustración 125. Evolución mensual de la abundancia total por puntos de muestreo de individuos de larvas y juveniles de peces por cada 1000m3 en la zona exterior del estuario.

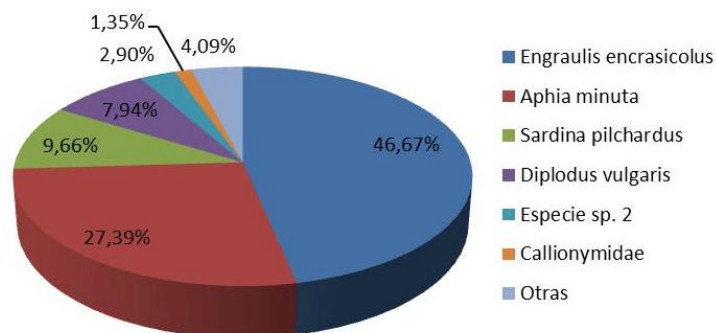


Ilustración 126. Porcentaje de abundancia total de individuos en la zona exterior del estuario del río Guadalquivir

Entre las especies presentes en la zona exterior (Ilustración 126), el boquerón es también la más abundante con casi un 50% del total de individuos capturados. Le sigue en este caso el chanquete, el cual se encuentra tanto en fases larvarias como adultos. Cabe destacar que el chanquete es de las pocas especies presentes en ambas zonas, pero con más densidad en la zona exterior. Los valores más altos los registramos en los meses de otoño, aunque está presente gran parte del año con excepción del verano. La sardina, representa un 10% del total, y es capturada durante los meses de invierno-primavera.

Por último, durante los meses de primavera, se ha observado un bloom de plancton gelatinoso en la zona del exterior, y principalmente en el punto de Doñana, que llegaba a provocar el colapso de la red a los pocos minutos de lanzarla. Los análisis preliminares indican que la especie predominante en la biomasa capturada es el ctenóforo denominado *Bolinopsis sp.*, cuya dieta principal son pequeños copépodos, lo cual, debido a sus grandes densidades puede generar una competencia para las larvas y juveniles de peces, y para otros organismos que se alimenten de copépodos.

6.2.3 Comunidades bentónicas

La macrofauna de los sedimentos es uno de los elementos más importantes en la estructura de las redes tróficas estuarinas y son consideradas como un elemento clave en los programas de vigilancia marinos y estuarinos. Las especiales características de estas comunidades que viven asentadas en los fondos, con nula o escasa capacidad de movimiento, pero con ciclos suficientemente largos para ser testigos de los posibles cambios que acontecen en el medio, tanto de forma natural como inducida por la actividad humana, las hacen un elemento clave en los planes de gestión.

Para el estudio y conocimiento de estas comunidades, la Autoridad Portuaria de Sevilla cuenta con un convenio de colaboración con el Departamento de biología marina de la Universidad de Sevilla, el cual ha realizado un seguimiento de las comunidades bentónicas asentadas a lo largo de los últimos 40 kilómetros del estuario del río Guadalquivir. A continuación, se exponen los resultados obtenidos de diversas campañas y estudios realizados a lo largo de varios años en los que se han ido realizando actividades de dragado del canal de acceso al Puerto de Sevilla.

Para el seguimiento de las comunidades bentónicas asentadas a lo largo de los últimos 40 km del estuario del río Guadalquivir se ha dividido este tramo de río en 5 zonas con distintas condiciones ambientales, junto con otra zona externa en el medio marino en el área de influencia de la desembocadura. Las campañas de muestreo se han desarrollado durante marzo y octubre de 2015 y marzo y septiembre de 2016, con el objeto de discriminar el estado de las comunidades en la época invernal (época a priori de menor desarrollo de las comunidades) y a finales del verano (época de mayor desarrollo de los organismos en la zona templada). Los estudios realizados hasta septiembre de 2016 mostraron la conveniencia de dividir el tramo Bonanza-Broa en dos tramos: Bonanza y Broa Interior (ver Ilustración 127). Además, se ha optado por realizar un seguimiento más específico en la zona intermareal. Por lo tanto, para el muestreo de 2017, se han dividido los tramos de Esparraguera a Bonanza en distintas zonas y se han elegido 3 al azar en cada tramo para la recogida de muestras. Las muestras fueron tomadas desde embarcación

mediante una draga tipo Van Veen y además se delimitaron dos cinturones, uno situado en el límite superior de la marea y otro en el inferior.

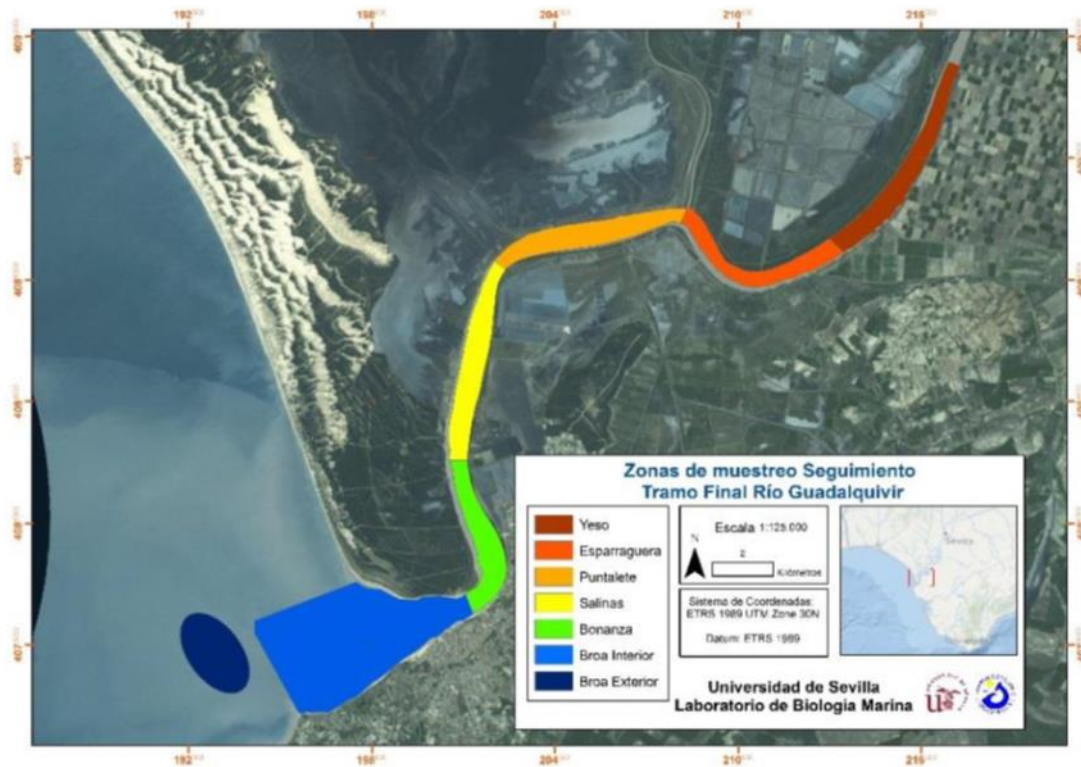


Ilustración 127. Zonas en las que se ha dividido el tramo final del estuario del Guadalquivir para los estudios de seguimiento temporal de la comunidad de bentos.

6.2.3.1 *Comunidades bentónicas de sustrato blando*

En general, existe una gran homogeneidad en la composición faunística desde el punto de vista temporal. Durante el total del estudio se han encontrado algo más de 170 especies diferentes.

En relación con las variaciones espaciales también se observa esa homogeneidad, aunque con un claro gradiente de aumento del número de especies desde la zona más interna, Yesos, hasta la desembocadura. En todas las zonas estudiadas el grupo predominante ha sido los anélidos (Ilustración 128), seguido de los crustáceos. El grupo de los moluscos aparece a partir de la zona mesohalina de Puntalete; mientras que los equinodermos se limitan a la zona marina de la desembocadura.



Ilustración 128. Algunas especies de anélidos característicos de las zonas más altas de la zona de estudio. En sentido horario: *Alkmaria romijnii*, *Hediste diversicolor* y *Streblospio shrubsolii*.

Al igual que en los anteriores muestreos, en las zonas superiores (Yesos, Esparraguera y Puntalete) predominan pocas especies, tales como los anélidos *Polydora hoplura*, *Streblospio shrubsolii*, *Alkmaria romijni* o *Hediste diversicolor* (especie de interés comercial por su uso como cebo de pesca); crustáceos como *Corophium orientale*, *Cyathura carinata*, *Haustorius arenarius*, *Bathyporeia pilosa* o el isópodo invasor *Synidotea laticauda*. En el área de Puntalete aparecen por primera vez representantes del grupo de los moluscos con ejemplares del bivalvo intermareal *Scrobicularia plana* (coquina de fango), especie sometida a un intenso marisqueo en la zona (Ilustración 129).

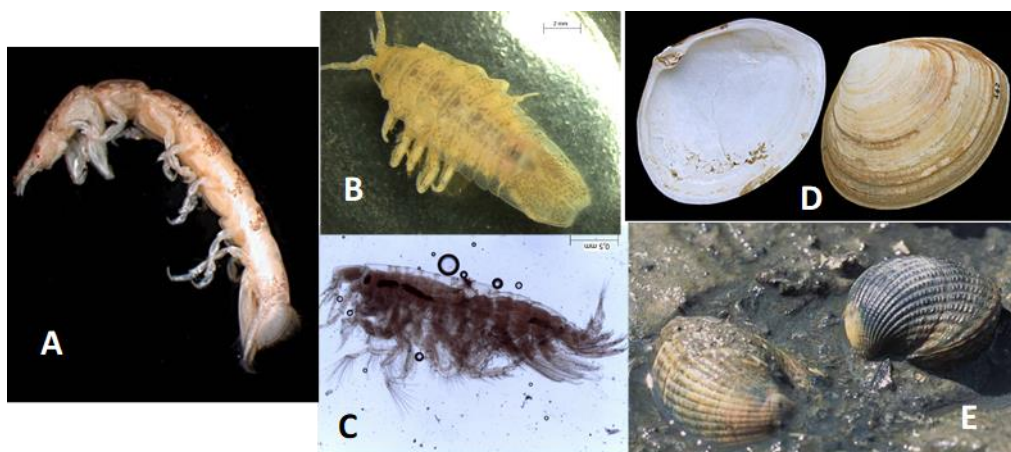


Ilustración 129. Algunas especies características de las zonas más altas y medias del estuario. A: El isópodo *Cyathura carinata*. B: El isópodo invasor *Synidotea laticauda*. C: El anfípodo *Bathyporeia pilosa*. D: El molusco bivalvo *Scrobicularia plana*. E: El molusco bivalvo *Cerastoderma edule*.

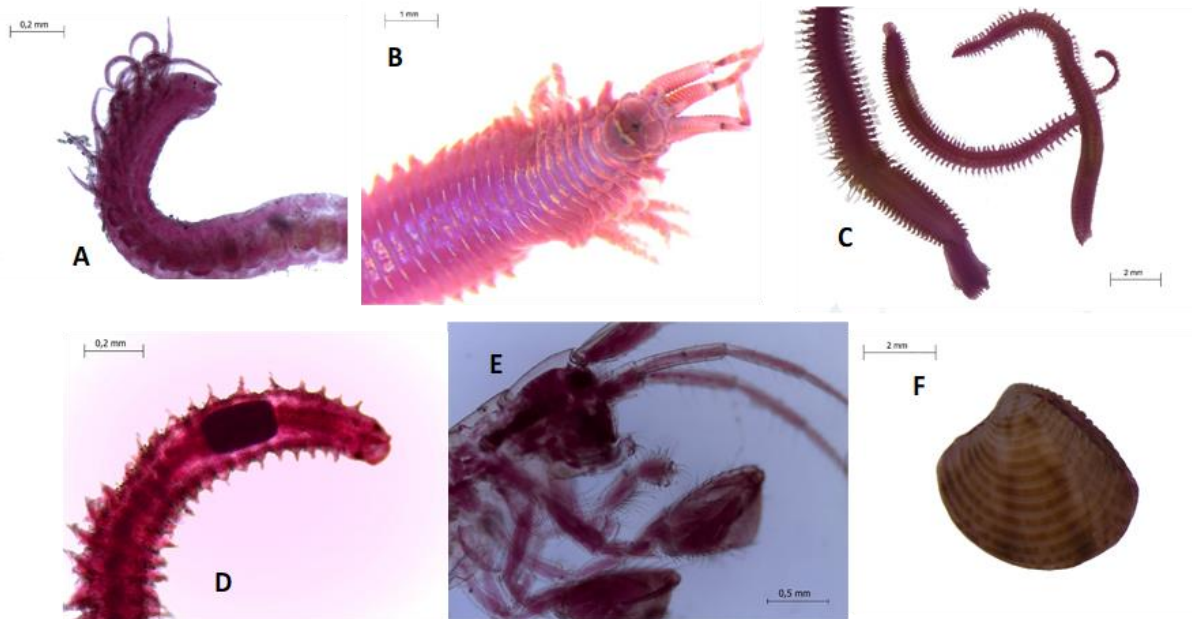


Ilustración 130. Algunas especies características de las zonas de Salinas y Bonanza: los anélidos *Aonides oxycephala* (A), *Diopatra neapolitana* (B), *Nephtys hombergii* (C) y *Sphaerosyllis pirifera* (D); el crustáceo anfípodo *Melita palmata* (E); y el molusco bivalvo *Chamalea gallina* (F).

En las zonas de Salinas y Bonanza aparecen un mayor número de especies, de acuerdo con los gradientes naturales existentes en los estuarios. Se encuentran anélidos como *Sphaerosyllis pirifera*, *Heteromastus filiformis*, *Diopatra neapolitana* o *Aonides oxycephala*; los crustáceos *Melita palmata* y el cangrejo *Carcinus maenas* o el cumáceo *Eocuma ferox*; o el molusco bivalvo *Cerastoderma edule* (berberecho), *Corbula gibba* y *Chamalea gallina* (chirla) (Ilustración 130).

Finalmente, en la zona marina de influencia de la desembocadura se encuentra una comunidad diversa con representantes de los distintos grupos animales del bentos como los anélidos *Glycera tessellata*, *Lumbrineris latreilli*, *Cossura soyeri* o *Sigambra parva*; crustáceos como *Leucothoe incissa*, *Harpinia pectinata*, *Bodotria scorpioides* o el cangrejo ermitaño *Diogenes pugilator*; moluscos como *Angulus tenuis*, *Chamalea gallina* o *Nucula henleyi*; y la presencia del grupo de los equinodermos con especies como la ofiura *Amphiura chiajei*, la holoturia *Oostergrenia digitata* o el erizo *Echinocardium cordatum*, ver Ilustración 131.

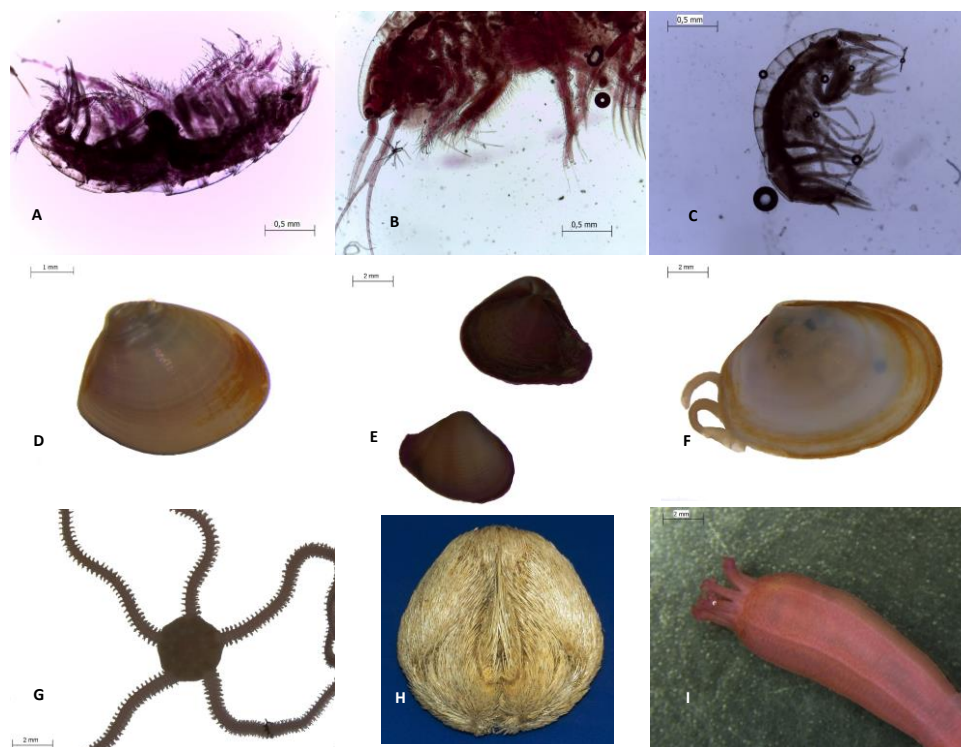


Ilustración 131. Algunas especies presentes en la zona marina con influencia de la desembocadura: los crustáceos anfípodos *Harpinia pectinata* (A), *Ampelisca diadema* (B) y *Leucothoe incissa* (C); los moluscos bivalvos *Nucula henleyi* (D), *Corbula gibba* (E) y *Angulus tenuis* (F); y los equinodermos *Amphiura chiajei* (G), *Echinocardium cordatum* (H) y *Oestergenia digitata* (I).

El número de especies identificadas durante este muestreo de la zona intermareal ha sido de 21. Existe una gran homogeneidad en la composición faunística con un predominio de especies del grupo de los anélidos poliquetos. En cuanto a la abundancia, es el poliqueto *Streblospio shrubsolii* y los insectos de la familia Dolichopodidae los que presentan un mayor número por metro cuadrado, aunque también se han encontrado altas abundancias de otras especies como el isópodo *Cyathura carinata* o el molusco *Peringia ulvae* (Ilustración 132).



Ilustración 132. Algunas especies identificadas en la zona intermareal durante el muestreo de septiembre de 2017.

Arriba: *Cyathura carinata*; Abajo izquierda: Familia Dolichopodidae; Abajo derecha: *Peringia ulvae*.

A continuación, se exponen las conclusiones a las que se han llegado con los estudios realizados:

La abundancia de organismos ha presentado mayores oscilaciones en las zonas más internas puesto que se trata de ambientes altamente fluctuantes a lo largo del año. La zona marina frente a la desembocadura ha sido más estable.



Ilustración 133. Representación de los valores de número de especies a lo largo de toda la zona de estudio y durante los muestreos mediante el método geoestadístico de interpolación kriging.

Y que el índice de diversidad de Shannon ha mostrado que la mayor parte del estuario presenta una alta pobreza biológica en sus fondos. Sólo a partir del área de Bonanza y Broa se alcanzan valores superiores a 1,5, alcanzándose los máximos en la zona marina (Ilustración 134)

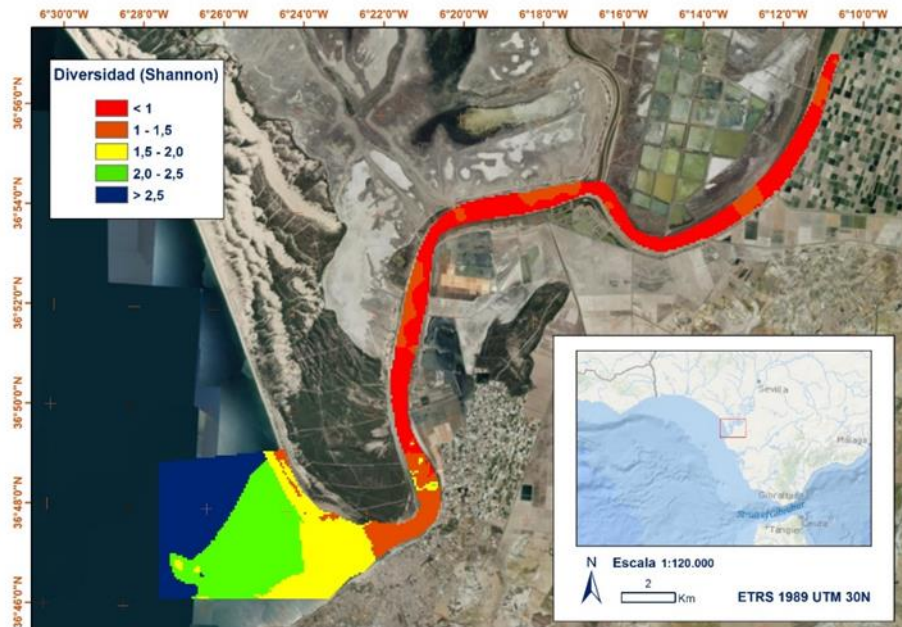


Ilustración 134. Representación de la diversidad de Shannon (H') a lo largo de toda la zona de estudio y durante los muestreos mediante el método geoestadístico de interpolación kriging.

6.2.3.2 Comunidades bentónicas de sustrato duro

En la zona de estudio, al suroeste de la desembocadura del Guadalquivir (Ilustración 135), pueden encontrarse zonas con sustrato rocoso. Para caracterizar este sustrato se ha empleado el estudio “¿Coralígeno en la desembocadura del río Guadalquivir?: Biodiversidad oculta bajo aguas de elevada turbidez” (Pellón, Gonzalez Aranda , & García - Gómez, 2016)

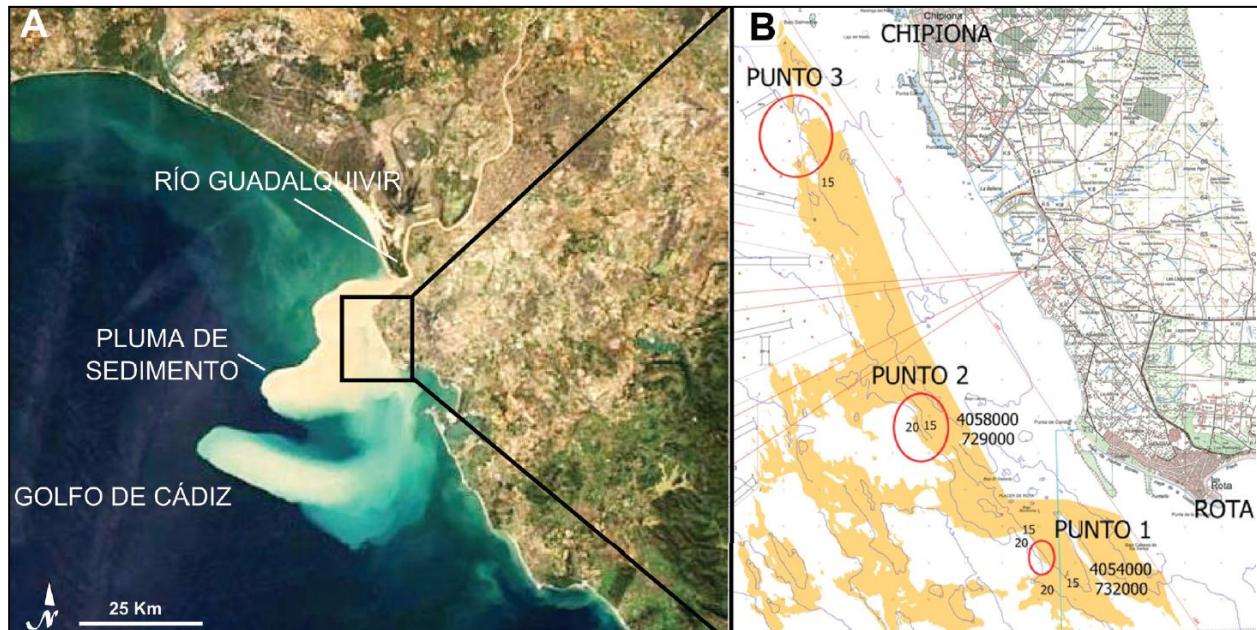


Ilustración 135. (A) Estuario del Guadalquivir durante un evento de pluma de sedimento o turbidez excepcionalmente extensa, en noviembre de 2012. Fuente imagen: The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) on NASA's Aqua satellite. (B) Batimetría del área de estudio, con cada uno de los puntos de muestreo numerados.

El estuario del río Guadalquivir y las áreas marinas adyacentes se caracterizan por su elevada turbidez. En la desembocadura, debido a la dilución con el agua de mar, la turbidez es moderadamente baja en comparación con el río, aunque se han alcanzado máximos de 4.000 NTUs en episodios de turbidez extrema, lo que sitúa al estuario del Guadalquivir entre los más turbios del mundo. Dicha pérdida de transparencia del agua ha propiciado que, históricamente, los organismos que viven en el lecho estuarino hayan sido poco estudiadas con técnicas de observación directa.

Como consecuencia de la elevada turbidez, incluso en los días de aguas más transparentes la incidencia de radiación es muy baja, por lo que las especies son propias de ambientes esciáfilos, escaseando los organismos vegetales por su dependencia a la luz.

En el citado estudio se detectaron numerosos invertebrados sésiles bentónicos (corales, esponjas, ascidias y briozoos principalmente) componentes de ambientes de coralígeno mediterráneo, y en algunos casos abundancias altas de especies propias de áreas marinas con buen estatus de conservación, como es el coral candelabro (*Dendrophyllia ramea*) o la gorgonia gigante (*Ellisella paraplexauroides*).

Algunas de estas especies marinas son de notable valor ecológico por su rareza (baja abundancia, baja frecuencia de detección o pequeña área de distribución), por su grado de amenaza, o por presentar requerimientos ecológicos exigentes. De entre las especies detectadas, en este estudio, las que presentan algún tipo de figura de protección son: el coral naranja (*Astroides calycularis*), se encuentra protegida (Catálogo Andaluz de Especies en Régimen de Protección Especial "Vulnerable") e incluida en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE), y la esponja tubular amarilla

(*Aplysina aerophoba*), especie amenazada incluida en el (LESRPE). También se observaron colonias de la gorgonia de mayor tamaño del Mar Mediterráneo y Atlántico oriental que llega a alcanzar 2 m de altura (*Ellisella paraplexauroides*), muy rara de encontrar (Maldonado et al. 2013), y otros Cnidarios como el coral candelabro (*Dendrophyllia ramea*) y el coral amarillo (*Parazoanthus axinellae*).

Por lo tanto, según este estudio, la costa rocosa al sur de Chipiona y frente a Rota tendría presente, incluso en cotas bajas, dada la elevada turbidez, la comunidad de coralígeno. Esta comunidad, suele encontrarse entre 20 y 50 m de profundidad, pero puede aparecer en zonas más someras cuando la turbidez del agua impide que la luz penetre hasta dicha profundidad.

Bien es cierto que este estudio, de 2016, no especifica qué especies, ni qué número de especies se encontraron en cada uno de los tres puntos de muestreo realizados, no muestra clara y científicamente los resultados obtenidos, por lo que se podría decirse que en la zona de muestreo hay sospechas de encontrar coralígeno, pero no certezas, puesto que no se exponen los datos obtenidos ni los resultados encontrados. Por otro lado, se sabe, que el coralígeno se desarrolla en roca, aunque hay algunos ramos que parece que salen del fango, es roca con una capa de fango, por lo que si acotamos la zona de costa rocosa próxima a la desembocadura y teniendo en cuenta que la profundidad habitual en donde aparece es de 15-20 metros de profundidad, la zona posible de existencia de coralígeno es frente a las costas de Rota, donde se muestra en la siguiente imagen.



Ilustración 136. Posible zona de coralígeno frente a las costas de Rota.

Según varios autores, la zona clásica de ramos y de comunidades más complejas de coralígeno se encuentra aproximadamente dentro del polígono verde de la anterior Ilustración 136, en la que sí se han encontrado ramos de Astroides, gorgonias, etc.

6.2.4 Ictiofauna

6.2.4.1 Cauce del río

Según la “Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el Estuario del Guadalquivir. Capítulo 12. Macrofauna acuática (Arias, A.M., 2010)”, la macrofauna ictiológica del estuario del Guadalquivir la componen las 18 especies siguientes:

Tabla 75. Macrofauna ictiológica del estuario. Fuente: Arias, A.M., 2010.

NOMBRE CIENTÍFICO (alfabético)	NOMBRE COMÚN
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	Alburno
<i>Alosa fallax</i> (Lacepède, 1803)	Saboga
<i>Ameiurus melas</i> (Rafinesque, 1820)	Pez gato negro
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	Anguila
<i>Atherina boyeri</i> (Risso, 1810)	Pejerrey
<i>Barbus sclateri</i> (Günther, 1868)	Barbo
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Carpín
<i>Chelon labrosus</i> (Risso, 1827)	Liseta
<i>Chondrostoma wilkommii</i> (Steindachner, 1866)	Boga de río
<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	Carpa
<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)	Robalo/lubina
<i>Fundulus heteroclitus heteroclitus</i> (Linnaeus, 1766)	Fúndulo
<i>Halobatrachus didactylus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Perca sapo
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Perca sol
<i>Liza aurata</i> (Risso, 1810)	Lisa
<i>Liza ramada</i> (Risso, 1810)	Akbur
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepède, 1802)	Blackbass
<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Capitán

Comparándola con las referencias bibliográficas relativas a los peces adultos del Guadalquivir a lo largo de su historia, se ve que esturión, sábalo y espinosillo se dan ya por extinguidas en el Guadalquivir. Algo

parecido ocurre con la lamprea, de la que la última captura data del año 1998, y se trataba de un ejemplar joven, de 23 cm de longitud (Fernández-Delgado et al., 2000).

Con relación a las especies catádrovas y anádrovas se citan en el río las siguientes:

Tabla 76: Caracterización ecológica de las especies de peces del cauce diferenciando las anádrovas de las catádrovas y de las especies alóctonas y autóctonas.

NOMBRE CIENTÍFICO		NOMBRE COMÚN	
ANÁDROMAS	ESPECIES MARINAS MIGRADORAS		AUTÓCTONAS
	<i>Alosa fallax</i>	Saboga	
	ESPECIES MARINAS SEDENTARIAS		
	<i>Atherina boyeri</i>	Pejerrey	
	ESPECIES MARINAS OCASIONALES		
	<i>Halobatrachus didactylus</i>	Pez sapo	
	<i>Liza aurata</i>	Lisa	
	ESPECIES DULCEACUÍCOLAS SEDENTARIAS		
	<i>Barbus sclateri</i>	Barbo	
<i>Chondrostoma willkommii</i>	Boga de río		
CATÁDROMAS	ESPECIES MARINAS MIGRADORAS		ALÓCTONAS
	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguila	
	<i>Liza ramada</i>	Albur	
	<i>Mugil cephalus</i>	Capitán	
	<i>Chelon labrosus</i>	Liseta	
	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Robalo	
	ESPECIES MARINAS SEDENTARIAS		
	<i>Fundulus heteroclitus heteroclitus</i>	Fúndulo	
	ESPECIES DULCEACUÍCOLAS SEDENTARIAS		
	<i>Cyprinus carpio carpio</i>	Carpa	
	<i>Carassius gibelio</i>	Carpín	
	<i>Alburnus alburnus</i>	Alburno	
	<i>Micropterus salmoides</i>	Blackbass	
<i>Lepomis gibbosus</i>	Perca sol		
<i>Ameiurus melas</i>	Pez gato negro		

Entre estas 18 especies recolectadas en el cauce principal pueden distinguirse 3 grupos según su distribución en el estuario (Ilustración 137). El primer grupo es el de las especies que se llaman “estuáricas”, porque están por todos los tramos en que dividimos el río, a saber: carpa, carpín, anguila, albur, capitán, robalo y fúndulo. Son las especies que se adaptan mejor a las condiciones cambiantes del estuario. En este grupo pueden incluirse también a liseta y pejerrey, aunque no se han capturado en el

tramo más dulce (T-4), pero, probablemente, en verano, con el río más salinizado llegan hasta Alcalá. El segundo grupo está formado por las especies típicamente dulceacuícolas, es decir, barbo, perca sol, pez gato, alburno, saboga, blackbass y boga de río, que están en los tramos altos (T-3 y T-4). De ellas, solo el barbo se adentra en zonas más salobres (T-2). Las que están solo en el tramo más dulce, de la Algaba hasta Alcalá (T-4), y por tanto fuera de la zona de estudio, son alburno, saboga, blackbass y boga de río. No obstante, de saboga, en muestreos diferentes, anteriores y posteriores a los del presente informe, se han detectado ejemplares en aguas salobres e incluso saladas, debido a que esta especie realiza migraciones periódicas entre el mar y el río y ha de pasar necesariamente por las aguas salobres. La perca sol y el pez gato se adentran algo en el T-3. Finalmente, el tercer grupo es el de las especies marinas, es decir, las que se encuentran solo en los 2 primeros tramos considerados (T-1 y T-2) del estuario: lisa y pez sapo.

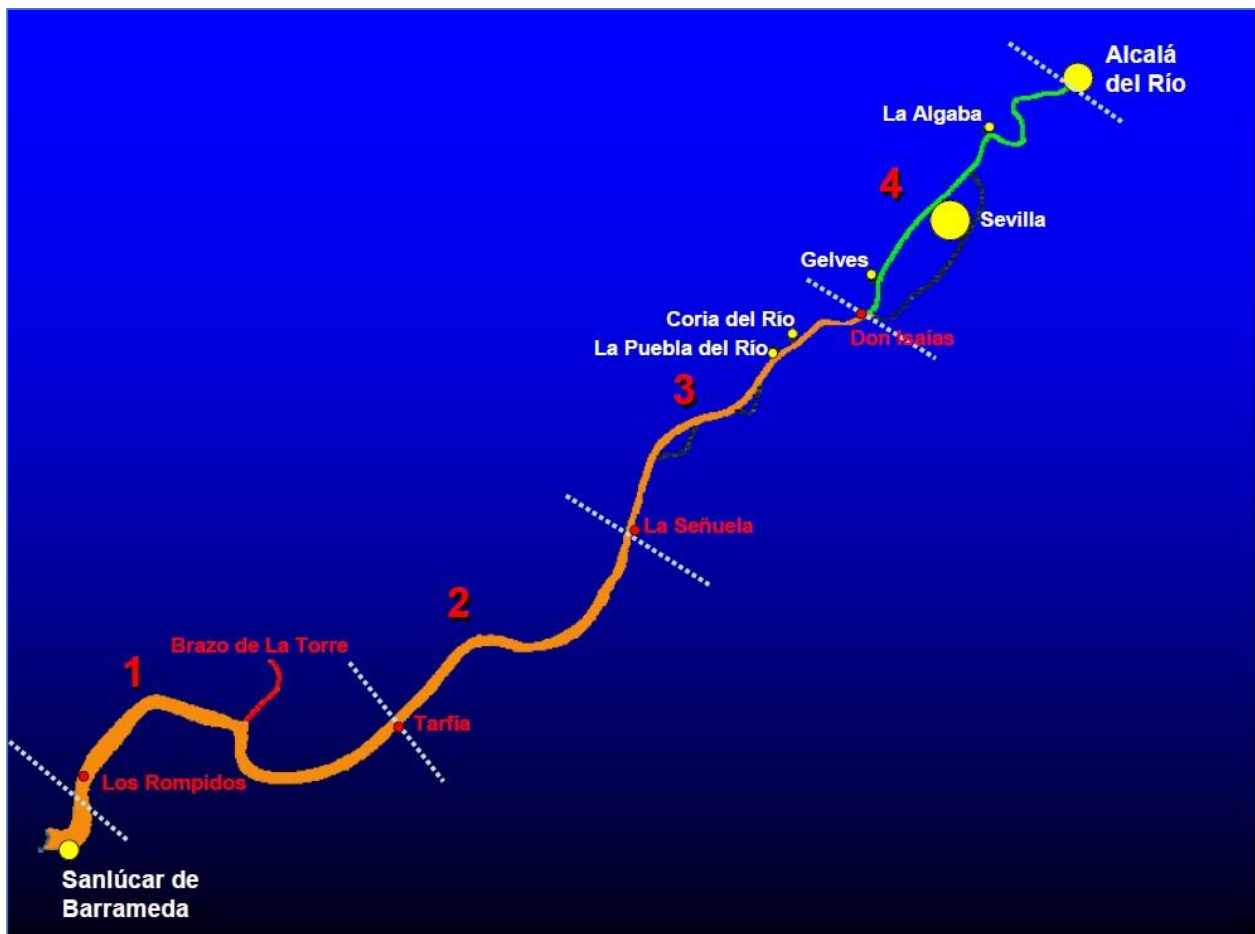


Ilustración 137. Tramos considerados en el informe sobre la macrofauna ictiológica en el estuario del Guadalquivir.

De las especies presentes en el estuario, entre las dulceacuícolas sedentarias se han encontrado ejemplares de barbo y boga de río, dos especies incluidas en el Libro Rojo de los Vertebrados de Andalucía, como Riesgo Menor y Vulnerable respectivamente.

Atendiendo a la anguila como ejemplo de especie catádrroma, que se incluyó en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies en Peligro de Extinción (CITES) en 2007, y sobre la que se están llevando planes de conservación como consecuencia de ello. Se observa en “Biología y ecología de la anguila (*Anguilla anguilla* L., 1758) en el estuario del Guadalquivir. Impacto de su pesca” (2009) que el período de reclutamiento se produce durante todo el año, con máximos de entrada entre invierno y primavera, y mínimos en verano. Las mayores densidades en el estuario del Guadalquivir se observaron durante el período más frío y coincidiendo con momentos de alta turbidez y precipitaciones en el estuario.

En el caso de la especie anádroma encontrada, la Saboga, esta realiza migraciones para reproducirse en agua dulce. En la enciclopedia Virtual de los Vertebrado Españoles se describe su migración. Los juveniles comienzan a llegar a zonas estuaricas entre agosto-septiembre, y se mantienen en zonas de desembocadura hasta que las condiciones son óptimas para remontar, que suele ser sobre el mes de mayo.

6.2.4.1.1 *Acipenser sturio*. Esturión. Código Natura: 1110.

Uno de los principales motivos por los que se tiene como prioridad de conservación en el Plan de Gestión del ZEC Bajo Guadalquivir la ictiofauna, es la presencia de determinadas especies de peces incluidas en la Directiva 92/43/CE y por ser el hábitat histórico del *Arcipenser sturio*, el esturión. Especie que, actualmente, se cree extinta, no obstante solamente han pasado 30 años del último ejemplar visto (ilegalmente capturado y comido) en el cauce, serán necesarios otros 20 años sin tener constancia de su presencia para decalarlo oficialmente extinto.

No obstante, la historia del *Acipenser sturio* en el Guadalquivir es una historia triste, de grandes intereses comerciales y de vaga visión ecológica y sostenible de su realidad. Visión además, acrecentada por el periodo correspondiente a la historia de España, con guerra civil y postguerra.

Los esturiones habían sido comunes en el Guadalquivir, de hecho son numerosos los estudios bioestadísticos realizados desde 1931.

Los esturiones son peces anádromos, pasan gran parte de su vida en el mar, especialmente en su juventud, y remontan el río en el que nacieron para reproducirse. Una vez realizada la freza (la puesta), los esturiones retornan al mar, y pueden completar el ciclo reproductivo varios años seguidos. Hallazgos prehistóricos han mostrado que estuvieron presentes en todos los grandes ríos peninsulares, pero su decadencia y extinción en el Guadalquivir están particularmente bien documentadas dado el carácter comercial que se le dio a esta especie en el Guadalquivir.

En 1931 se terminó la presa de Alcalá del Río, a pocos kilómetros aguas arriba de Sevilla capital y por debajo de los lechos de grava donde frezaban los esturiones. Estos lugares de freza se volvieron inalcanzables para ellos. Además de manera simultánea se creó una empresa de producción de caviar en Coria del Río, en parte destinado a la exportación. Esta empresa fue la que contrató a un experto

técnico llamado Teodoro Classen, que introdujo nuevas técnicas de pesca y, gracias a el, hay un registro minucioso de todo tipo de información sobre las capturas.

Al final los esturiones se encontraron con múltiples dificultades, entre la inaccesibilidad a las zonas de freza, las miles de capturas de alevines en redes de cuchara por parte de los anguletos, las ristras con cientos de grandes anzuelos que los pescadores industriales calaban, a ras de fondo, de lado a lado del río (trampa mortal principalmente para las hembras cargadas de huevos) y un sinfín de trances más.

Los ejemplares, que aún con todo esto, lograban remontar el río, se amontonaban bajo la presa de Alcalá del Río y eran capturados con redes cuando, los pobres esturiones, trataban febrilmente de frezar en un lugar inadecuado. Logicamente, con todas estas dificultades, el declive poblacional era inevitable. Además los tiempos convulsos que vivía España por esa época, dificultó mucho más el poder tratar y frenar ese declive. Poco antes de la Guerra Civil está registrado, que en la factoría de Coria del Río unos 400 animales en un año, en 1961 fueron solamente 49, y en 1968 tan solo 4. La fábrica de caviar cerró en 1970 constando como “falta de entrada de pescado en el río” como la causa o motivo de cese de actividad. Esto ocurrió tras haber procesado un total de 4014 esturiones en su historia. Acabaron con el esturion, la presa, las capturas, la contaminación del río...en definitiva: la modernidad con su antropización.

A día de hoy no consta, desde 1992, el avistamiento o captura de esturión o *Acipenser sturio*. No obstante, el preservar el hábitat del esturión ha sido uno de los motivos principales para la declarar Lugar de Interés Comunitario (LIC) el cauce del río. Es por ello que se tendrá en cuenta la conservación de este hábitat en las diferentes fases del proyecto y de las actividades a realizar.

En cuanto a la biología de su reproducción: entra a frezar en ríos grandes y caudalosos, durante los meses de abril a mayo. La puesta tiene lugar en junio o julio, en zonas profundas (6/8 m.) de los tramos medios y bajos, con aguas rápidas con suficiente intercambio en el agua intersticial, en suelo de grava, cierta transparencia y ausencia de sedimentación. La reproducción se realiza desde mayo a finales de junio. Los machos maduran sexualmente a los 8-12 años y las hembras a los 13-16 años. Los individuos adultos no se alimentan durante la época de reproducción. El número de huevos suele oscilar entre 300.000 y 2 millones. El desarrollo de los huevos dura alrededor de un mes a 17°C de temperatura.

6.2.4.1.2 *Pseudochondrostoma willkommii*. Boga del guadiana. Código Natura: 6162

Esta especie migradora, se encuentra en la categoría de Vulnerable a la extinción, tanto en Andalucía como a nivel nacional, puesto que es una especie endémica de la península ibérica.

Su hábitat más común son los tramos de ríos de corriente moderada, con fondos de arena y limo. Predomina en las pozas, aunque también se encuentra en las zonas de rápidos, con o sin vegetación sumergida. Tolerante a moderadas concentraciones de oxígeno. Utiliza un rango amplio de la columna de agua, siempre en la mitad más baja. Es un pez muy gregario, especialmente durante la migración prerreproductiva que efectúa curso arriba.

Se trata de una especie detritívora. Se alimenta de vegetación y en menor proporción de pequeños invertebrados y detritos, fauna bentónica menuda (gusanos, pequeños crustáceos, larvas de insectos, moluscos), algas y huevos de peces. La reproducción, freza, se realiza de abril a mayo, pone los pegajosos huevos en bancos de grava someros con corriente muy viva, tienen una fecundidad elevada. Esta especie se ve desplazada por la introducción de especies exóticas como son el lucio y el black bass.

6.2.4.1.3 *Anguilla anguilla* (Anguila). Código Natura: 3019

Esta especie se encuentra dentro de la categoría de “Riesgo menor: casi amenazada” de extinción para Andalucía, pero está clasificada como Vulnerable en el territorio nacional.

Es una especie migradora que se reproduce en el mar de los Sargazos y cuyos alevines llegan a las costas europeas. Remontando los ríos (Guadalquivir), van engordando y pasando por varias fases. Desde finales del siglo XX ha sufrido un drástico declive, con un descenso de poblaciones de hasta el 95-98 %. Debido principalmente a la construcción de grandes presas, la distribución de la anguila en España se ve limitada a las regiones costeras.

Se localiza en la ZEC Bajo Guadalquivir. Se encuentra fuera de los límites de seguridad biológica para la continuidad de su supervivencia. En Andalucía las capturas se han reducido en un 98 % desde la década de los 80 del siglo XX. Dentro del Plan de Gestión de la Anguila en Andalucía se están realizando actuaciones encaminadas a su recuperación y conservación, como son cría de angulas hasta la fase de angulón en el Centro de Recuperación de Los Villares y repoblaciones tanto en el Bajo Guadalquivir como en el tramo Alcalá del Río-Cantillana, con lo que se han aumentado no solo las poblaciones sino también su hábitat. Se están llevando a cabo estudios de reclutamiento para ver cuántos alevines (angulas) llegan al Guadalquivir desde los lugares de reproducción.

Es extremadamente eurialino y euritermo, lo mismo se encuentra en esteros de aguas hipersalinas que en zonas dulces de los ríos, y soporta bien un amplio margen de temperatura, así como bajas concentraciones de oxígeno disuelto y altos niveles de contaminación por materia orgánica. Desova en el mar de los Sargazos, prácticamente durante todo el año. Después del desove los reproductores mueren. Los juveniles, arrastrados por las corrientes oceánicas llegan a las costas europeas al cabo de un año, en la fase angula, con 60-70 mm de longitud, y colonizan las marismas y los estuarios. La entrada de angulas en el Guadalquivir se produce durante todo el año, pero las mayores concentraciones ocurren de noviembre a mayo.

Según el estudio de Arias, en general, puede decirse que la anguila, en todas las estaciones del año, tiende a concentrarse en la parte alta del estuario, cerca de la presa de Alcalá. También es abundante en la zona de influencia de algunos desagües urbanos, como los de Coria del Río y La Algaba, sobre todo en época de lluvias.

6.2.4.1.4 *Alosa alosa*. Sábalo. Código Natura: 1102

Esta especie se encuentra en la categoría de “En peligro” de extinción en Andalucía y de Vulnerable para el territorio nacional.

Se trata de una especie migradora anádroma. En la fase marina, se localiza en la región nerítica sobre la plataforma continental, sin penetrar en aguas profundas. Se encuentra en ríos de corriente lenta. En lo referente a su alimentación, está basada preferentemente en crustáceos planctónicos. Durante la migración río arriba no se alimentan.

Como ya se ha comentado, es una especie migradora anádroma, aunque se conoce el caso de poblaciones aisladas en ríos adaptándose a una vida exclusivamente fluvial. Entra en los ríos para realizar la reproducción, pero no remonta hacia pequeños afluentes. A los 4 o 6 años (con tamaños de 30 a 70 cm. y pesos de hasta 3,5 kg.), los sábalos entran en los ríos a reproducirse y una vez realizada la freza o bien mueren, o bien regresan al mar, pudiendo repetir el ciclo al año siguiente.

En lo que respecta a su reproducción, su puesta es nocturna y tiene lugar en agua dulce, de mayo a junio, en zonas poco profundas con fondos arenosos y pedregosos. Los reproductores se agrupan al anochecer, nadando en círculos y golpeando la superficie del agua con su aleta caudal.

Aunque en escaso número, existen evidencias de la presencia de la especie en el estuario (sólo en el cauce principal), aunque no de que se pueda reproducir en la cuenca.

6.2.4.1.5 *Alosa fallax*. Saboga. Código Natura: 1103

Esta especie es menos conocida que *A. alosa*, si bien se considera muy similar. Se encuentra en la categoría de “En peligro” de extinción en Andalucía y de Vulnerable para el territorio nacional.

Es una especie migradora anádroma, eminentemente marina, en España penetra en los ríos, pero permanece cerca de las desembocaduras. Se localiza en zonas costeras de la plataforma continental. Su alimentación es planctófaga.

En lo que respecta a sus movimientos, en el mar generalmente forma poblaciones migratorias que nadan hacia las aguas dulces para desovar. La migración hacia los sitios de desove tarda aproximadamente un mes, durante el cual el pez no toma alimento. Su entrada en los ríos se produce hacia el mes de abril. Se desplaza hasta los tramos bajos de los grandes ríos. Tanto adultos como juveniles se van pronto al mar.

La freza se produce entre mayo y junio, poniendo los huevos durante la noche sobre substrato de arena o grava. La fecundidad de las hembras va desde los 75.000 hasta los 200.000 huevos. Los huevos tienen una superficie lisa, son arrastrados por la corriente y solo aquellos que caen en las grietas del lecho permanecen en el lugar de desove. Tardan de 2 a 8 días en desarrollarse a una temperatura de 15°C a 25°C.

Es menos abundante que la especie *A. alosa*. Siendo consideradas conjuntamente sus pesquerías. En el río Guadalquivir, aunque en escaso número, existen evidencias de la presencia de la especie en el estuario (sólo en el cauce principal), aunque no de que se pueda reproducir en la cuenca.

6.2.4.1.6 *Barbus comizo*. Barbo comizo. Código Natura: 1142.

Esta especie se encuentra en la categoría de vulnerable a la extinción tanto para Andalucía como para el territorio nacional.

Es un endemismo ibérico. Es un pez gregario de fondo con preferencia por tramos bajos de ríos profundos, poca velocidad de corriente, de escasa turbulencia, oxigenación media y vegetación sumergida. Esta especie tiene buena adaptación a los ambientes lentos. Sus hábitos alimentarios son omnívoros, con elementos planctónicos, consumiendo preferentemente macroinvertebrados y ocasionalmente peces. Los juveniles se alimentan sobre todo de huevos de peces y plantas.

En lo referente a los movimientos, esta especie realiza migraciones reproductivas hacia tramos altos de los ríos con mayor velocidad de la corriente, buena oxigenación y fondos de grava. Su reproducción se extiende de mayo a junio, en tramos con cierta velocidad de corriente. Desova en bancos de grava someros de curso rápido.

En lo referente a su distribución, aparece citado en las cuencas de los ríos Tajo, Guadiana y Guadalquivir, no obstante, en el Libro Rojo de los Vertebrados de Andalucía muestra la presencia en el Guadalquivir como "referencia dudosa".

6.2.4.1.7 *Petromyzon marinus*. Lampera marina. Código Natura: 1095

Se encuentra en la categoría de "En peligro" de extinción en Andalucía y de Vulnerable para el territorio nacional.

Se trata de una especie anádroma. En el medio marino es parásito de salmónidos y centrarquidos (hematófaga). En su fase reproductiva, vive en tramos altos de los ríos, con fondos de gravas y aguas bien oxigenadas. Las larvas viven enterradas en gravas. En lo referente a su alimentación, ya se ha comentado que son parásitos, sus larvas tienen alimentación filtradora y comen algas, diatomeas, etc.

Es una especie migradora que nace en los ríos, donde transcurre su vida larvaria hasta adquirir la forma adulta. Los adultos viven en el mar de 20 a 30 meses. La migración río arriba comienza en febrero y dura hasta mayo. Se desplaza hasta los tramos bajos de los grandes ríos. A los 4-5 años migra la larva al mar. La reproducción tiene lugar entre abril y junio. El número de huevos es de 150.000 a 300.000.

Su población es extremadamente reducida en las cuencas andaluzas, sólo hay algunos ejemplares aislados en los tramos estuarinos. Por lo que, en el entorno del Guadalquivir, aunque en escaso número, existen evidencias de la presencia de la especie en la cuenca.

6.2.4.1.8 *Aphanius baeticus*, Salinete. Código Natura: 5196

Esta especie se encuentra dentro de la categoría de “En Peligro de Extinción” tanto a nivel de Andalucía como en todo el territorio nacional, así como a nivel europeo (UICN).

Se trata de un endemismo andaluz, diferenciado recientemente de *Aphanius Iberus*. Se han detectado diez localizaciones en: los arroyos salados Lebrija–Las Cabezas, arroyo Montero, salado de San Pedro, río Iro, río La Vega, salinas de Bonanza, río Roche, salado de Conil, laguna de Corrales, y lagunas del Hondón y Santa Olalla del P.N. de Doñana.

Habita lagunas, canales de marea y pequeños arroyos costeros poco profundos, con agua dulce a hipersalina y con fondo limoso. Omnívoro, se alimenta de zooplancton, pequeños insectos, materia vegetal y detritos. Las poblaciones de agua dulce están amenazadas debido a la introducción de *Gambusia holbrooki* y *Fundulus heteroclitus*.

Esta especie tiene un acusado dimorfismo sexual. Se mueve cerca de las orillas, donde busca refugio entre la vegetación. Es un gran devorador de larvas de mosquitos, crustáceos, y aporte vegetal. La incubación de sus huevos puede durar entre 5 y 10 días. En 2-3 meses (agosto-septiembre) alcanzan la madurez sexual. Los individuos nacidos en primavera maduran a los 3 o 4 meses y desovan el mismo año; los nacidos más tarde desovan al año siguiente.

6.2.4.1.9 *Iberocypris palaciosi*. Bogardilla. Código Natura: 1118

Esta especie se encuentra dentro de la categoría de “En Peligro de Extinción” tanto a nivel de Andalucía como en todo el territorio nacional, así como a nivel europeo (UICN).

Es una especie de pequeño tamaño y es endémica de la península ibérica. Se distribuye por los ríos Guadalquivir, Jándula, Robledo y Rumbiar. Su hábitat más común son los tramos de ríos con velocidad de la corriente media y abundante vegetación sumergida. Se sitúa preferentemente en zonas de rápidos con sustrato de rocas y grava.

Se conoce muy poco sobre su biología, pero se sabe que su reproducción o freza tiene lugar en torno al mes de abril.

Las causas que han ocasionado que la bogardilla se encuentre en un estado de conservación tan delicado están relacionadas con diversos factores como la regulación de los cursos ocupados y especies exóticas como el black-bass o la percasol, etc. Hace aproximadamente 20 años que no se captura un ejemplar de la especie.

6.2.4.1.10 *Cobitis palúdica*. Colmilleja. Código Natura: 5302

Esta especie se encuentra en la categoría de vulnerable a la extinción para Andalucía y catalogada como “Riesgo menor: casi amenazada” de extinción para el territorio nacional.

Sufren una regresión muy fuerte habiendo desaparecido de varios ríos de las cuencas del Ebro y Guadalquivir principalmente. En algunas poblaciones existe una fuerte desproporción de sexos a favor de las hembras. Este fenómeno parece demostrar que estas poblaciones se encuentran en peligro. La especie vive en las partes medias y bajas de los ríos, con poca corriente y fondos de arena y grava y vegetación acuática. Los adultos se alimentan principalmente de larvas de insectos, otros invertebrados, algas y detritos.

El periodo de freza comienza en mayo y se prolonga hasta el mes de julio. Pueden existir dos deposiciones de huevos o el periodo de freza prolongarse hasta casi un mes. Las hembras pueden poner hasta 1.400 huevos, que suelen poner fraccionadamente. Los individuos adultos suelen tener un periodo reproductivo de dos a tres años.

6.2.4.1.11 *Rutilus lemmingii*. Pardilla. Código Natura: 1125

Esta especie se encuentra en la categoría de vulnerable a la extinción tanto en Andalucía como en el territorio nacional.

Es una especie de pequeño tamaño, endémica de la península ibérica, se localiza en varias cuencas de ríos, entre ellos el Tajo, Guadiana, Odiel y Guadalquivir. Suele ocupar los tramos medios de los ríos con aguas lentas y remansadas, con vegetación sumergida y fondos de arena y grava. Su alimentación es omnívora, a base de fitobentos y macroinvertebrados de deriva.

Se trata de una especie de reproducción primaveral. Se suelen desplazar por el cauce hasta encontrar fondos de grava y cierta velocidad. La reproducción suele tener lugar entre los meses de abril y mayo.

6.2.4.2 Desembocadura

Las especies ícticas presentes en la desembocadura del Guadalquivir se estudian en la Tesis doctoral “*El estuario del Guadalquivir como zona de cría de especies marinas de peces. Relaciones tróficas*” (Baldó, 2016).

Según este estudio, la mayoría de las especies de peces tienen ciclos de vida complejos, en los que pasan a través de diferentes niveles tróficos y ocupan diferentes hábitats. En este sentido, los estuarios son ampliamente reconocidos como importantes zonas de cría, que soportan de manera natural, debido a su elevada productividad, altas densidades y elevadas tasas de producción de estadios jóvenes de numerosas especies marinas de peces. Desde 1997 se está llevando a cabo un extenso programa de muestreos mensuales de la comunidad acuática del estuario del Guadalquivir. Esta serie temporal ha revelado el papel esencial de este estuario en el golfo de Cádiz. Alrededor de 30 especies de peces marinos, algunas con gran interés pesquero, como boquerón (*Engraulis encrasicolus*), sardina (*Sardina pilchardus*), lubina (*Dicentrarchus labrax*) o corvina (*Argyrosomus regius*), lo utilizan regularmente como zona de cría. Algunas de estas especies realizan la puesta en el estuario, pero la mayoría entran estacionalmente como larvas, acumulan biomasa y regresan, como juveniles, al mar.

La distribución y abundancia de las especies peces y sus presas en el estuario está controlada fundamentalmente por las variables ambientales. De hecho, la coincidencia espacio-temporal de las máximas densidades de peces y de sus presas en la parte externa del estuario del Guadalquivir en primavera y verano señala a la disponibilidad de alimento como el factor clave que sustenta el papel esencial del estuario como zona de cría.

6.2.5 Anfibios

La mayoría de las especies de anfibios se caracterizan por la gran fecundidad de los individuos y por la capacidad de adaptar su ciclo reproductor a la temporalidad de los hábitats acuáticos. Son especies capaces de soportar situaciones ambientales adversas, reduciendo su actividad e incluso no reproduciéndose en los años de sequía.

Dentro del ZEC Bajo Guadalquivir son cuatro las especies de anfibios que se encuentran presentes en el. A continuación, se exponen las principales características de los mismos y el nivel de protección que tienen.

6.2.5.1 *Discoglossus galganoi*. *Sapillo pintojo ibérico*. Código Natura: 1194

Es un endemismo ibérico cuya distribución mundial comprende Portugal y la mitad occidental de la España peninsular. No obstante, hay ciertas discrepancias en lo correspondiente a la distribución con la otra especie de *Discoglossus*, la *D. jeanneae*. Se cree que la cuenca del Guadalquivir sirve de límite natural a las dos especies a lo largo de casi todo su recorrido.

Generalmente se encuentra en zonas abiertas como praderas y pastizales encharcados o zonas aclaradas en linderos de bosques. Casi siempre ocupa masas de agua estancada de escasa entidad (pequeñas charcas, cunetas encharcadas, etc.) pero también emplean medios artificiales como fuentes y acequias. Cuando están presentes en cursos de agua (permanentes o temporales), suelen escoger las zonas más remansadas o de menor profundidad. En casi todos los casos se encuentran próximos al agua, asociados a la presencia de abundante vegetación herbácea donde buscan refugio.

Las principales amenazas que presenta la especie derivan de la alteración y destrucción de los medios acuáticos en que se desarrolla. En muchas ocasiones se ha observado la presencia del cangrejo americano *Procambarus clarkii*, depredador de huevos y larvas de anfibios, en masas de agua temporales como las que usa la especie para reproducirse.

Esta especie, según el formulario de datos se encuentra presente en el ZEC Bajo Guadalquivir, pero no se tienen datos suficientes para evaluar el estado en el que se encuentra la población.

6.2.5.2 *Triturus pygmaeus*. *Tritón pigmeo*. Código Natura: 5896

Esta especie de tritón es endémica de la península ibérica, se encuentra principalmente en el sur de Portugal y el suroeste de España, en clima mediterráneo.

Las poblaciones de *T. pygmaeus* se asientan sobre sustratos silíceos y calcáreos, desde el nivel del mar hasta los 1.350 m en Sierra Morena y 1.450 m en el Sistema Central. Se localizan en alcornoques (*Quercus suber*), encinares (*Q. ilex*), quejigares (*Q. faginea*, *Q. canariensis*), retamares (*Retama sphaerocarpa*) y zonas abiertas en el piso bioclimático mesomediterráneo con pequeñas penetraciones en el termomediterráneo. Utilizan para la reproducción charcas, lagunas temporales o permanentes, canteras abandonadas, pozos, abrevaderos, albercas de riego, pilones, regueros de cuneta y cursos de agua de corriente lenta.

Esta especie, según el formulario de datos se encuentra presente en el ZEC Bajo Guadalquivir, pero no se tienen datos suficientes para evaluar el estado en el que se encuentra la población.

6.2.5.3 *Discoglossus jeanneae*. *Sapillo pintojo meridional*. Código Natura: 1195

Endemismo ibérico cuya distribución mundial comprende la mitad oriental de la España peninsular. En la Península Ibérica ocupa Andalucía al sur del Guadalquivir (parte de las provincias de Córdoba y Sevilla, además de Málaga, Granada y Almería)

La especie está presente en sustratos calizos o yesíferos, en general en zonas abiertas o en las proximidades de pinares o sabinares. Como *D. galganoi*, suele ocupar masas de agua estancada de escasa entidad, si bien en este caso la menor disponibilidad de agua que caracteriza las áreas donde está presente *D. jeanneae* los hace depender más de los medios de reproducción artificiales, especialmente fuentes, albercas, acequias o abrevaderos. También se encuentran en manantiales y cursos de agua de escasa entidad y casi siempre temporales.

Esta especie, según el formulario de datos se encuentra presente en el ZEC Bajo Guadalquivir, pero no se tienen datos suficientes para evaluar el estado en el que se encuentra la población.

6.2.5.4 *Pleurodeles walt*. *Gallipato*. Código Natura: 2349

Este anfibio, se encuentra clasificado con presencia rara dentro del ZEC Bajo Guadalquivir, no obstante, se incluye aquí por estar dentro del Libro Rojo de anfibios y reptiles de España.

Durante la fase de vida acuática se encuentra en cualquier punto de agua. Soporta tanto una salinidad del agua como una contaminación moderadas. Tampoco la turbidez del agua ni la ausencia de vegetación acuática parecen determinar su presencia o ausencia. La temperatura del agua es muy variable, ya que se localiza en el agua tanto a temperaturas próximas a 0 °C como superiores a 20 °C.

Las causas de su actual disminución son comunes a la mayoría de los anfibios. La desaparición de charcas y puntos de riego, su uso como vertederos y la reiterada utilización de plaguicidas son algunos de los motivos por los que este tritón ve paulatinamente reducidos los puntos de reproducción. Además, también se encuentra amenazada por la introducción del cangrejo rojo americano.

No se tiene una clara presencia de esta especie en la zona en la que se va a desarrollar las actividades propuestas en el proyecto.

6.2.6 Reptiles

En Andalucía se encuentran representados cuatro grandes grupos de reptiles continentales: quelonios, saurios, anfisbenios y ofidios. Además, hay que añadir la particularidad de la presencia de tortugas marinas. Dentro del ZEC Bajo Guadalquivir hay presentes 3 especies de reptiles, una de ellas dentro de la categoría de En Peligro de extinción.

A continuación, se muestran las tres especies de reptiles que se encuentran en la zona del ZEC Bajo Guadalquivir.

6.2.6.1 Testudo graeca. Tortuga mora. Código Natura: 1219

Esta especie se encuentra en la categoría de “En peligro de extinción” tanto para Andalucía como para el territorio nacional.

Este quelonio terrestre es fácilmente diferenciable de otros dulceacuícolas y marinos de la zona por su caparazón alto y abombado, y por sus extremidades cortas, robustas, y sin adaptaciones para la natación.

En Andalucía las tortugas moras se encuentran en el Parque Nacional de Doñana, y en el Levante Almeriense; en ambos casos la similitud genética encontrada con las tortugas de Marruecos oriental sugiere que las poblaciones ibéricas proceden de aquellas, o del noroeste de Argelia, si bien se desconoce la época o épocas en que llegaron a la península.

En Doñana se la encuentra en las áreas perimarismeñas, en los alrededores de las lagunas peridunares y en los bosques interdunares más húmedos.

La población de Doñana parece estar estabilizada alrededor de los 5.000 ejemplares adultos, debido a la protección a la que se encuentra sometida la zona; el aislamiento del Parque, sin embargo, este aislamiento hace que las perspectivas de recolonización de áreas próximas en las que aún estaba presente a mediados del siglo XIX sean nulas.

Especie herbívora, en Doñana se alimenta de una amplia gama de especies entre las que destacan gramíneas, compuestas y leguminosas. Presenta 2 épocas de celo al año, en primavera y en otoño. Realiza hasta 4 puestas de abril a junio, con unos 3 ó 4 huevos por puesta. Es una especie longeva que pasa de los 40 años en libertad y alcanza la madurez tardíamente, alrededor de los 9 años las hembras y a los 7 años de edad los machos. Los adultos tienen una supervivencia alta al contrario que los recién nacidos y los juveniles que sufren una fuerte mortalidad.

Esta especie, según el formulario de datos se encuentra presente en el ZEC Bajo Guadalquivir, pero no se tienen datos suficientes para evaluar el estado en el que se encuentra la población.

6.2.6.2 Mauremys leprosa. Galápago leproso. Código Natura: 1221

Esta especie se encuentra dentro del Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España. Pese a no ser una especie endémica de la Península Ibérica, es posible que en ésta se encuentren las mayores poblaciones

de la especie a escala mundial. En ésta es mucho más común en su mitad sur, Extremadura, Andalucía y sur de Portugal.

El hábitat preferencial son charcas y arroyos de aguas remansadas y con vegetación de ribera, no siendo tan común en grandes ríos y embalses. Su carácter permisivo hace que, en menor medida, ocupe también masas despobladas de vegetación y quizás su única exigencia sea el grado de estacionalidad de éstas. Acepta también aguas con cierto grado de contaminación, pudiendo encontrarse próximo a desagües de alcantarillados y en zonas agrícolas e industriales. Sin embargo, tiende a desaparecer cuando la contaminación es excesiva. Este hecho y la transformación de amplias zonas en terrenos agrícolas, sometidos al uso masivo de compuestos químicos, están haciendo que la especie esté desapareciendo en determinadas áreas de su distribución (Cataluña, Extremadura, Valencia), y se la esté considerando como especie vulnerable, cuando hasta hace pocas décadas no estaba amenazada.

Esta especie posee una alta mortalidad infantil inferida y una alta tasa de supervivencia adulta, lo cual indica que la conservación de adultos debe ser prioritaria. La madurez sexual tardía de las hembras, entre 6 y 10 años de edad contribuye a que la tasa de crecimiento poblacional sea baja y las poblaciones tengan reducida capacidad de recuperación de impactos negativos.

Esta especie, según el formulario de datos se encuentra presente en el ZEC Bajo Guadalquivir, pero no se tienen datos suficientes para evaluar el estado en el que se encuentra la población.

6.2.6.3 *Caretta caretta*. Tortuga boba. Código Natura: 1224

Esta especie se encuentra en la categoría de “En peligro de extinción” tanto para Andalucía como para el territorio nacional.

Se encuentra en aguas de las plataformas continentales, bahías, lagunas y estuarios, y en ocasiones hasta en el interior de puertos. Es común en aguas superficiales del talud continental, tanto en áreas de alimentación como durante las fases migratorias (reproductora o trófica).

Esta especie pasa por distintos hábitats a lo largo de su desarrollo. Los primeros estadíos de su ciclo biológico, tras la eclosión de los huevos, los pasan en hábitat pelágicos. Cuando llegan a una talla del caparazón de 52 cm se asientan en hábitats bentónicos, lo que se correspondería en el Atlántico norte con edades comprendidas entre 7 y 10 años. La duración del estadio pelágico es muy variable, entre tres y diez años, dependiendo de los individuos y los distintos océanos. La fase bentónica juvenil hasta alcanzar la madurez sexual y retornar a las playas de reproducción de las que son originales puede durar hasta 20 años; durante este periodo y en posteriores muestran gran fidelidad a las áreas de alimentación y retornan a las mismas tras las migraciones reproductoras subsecuentes.

En el Golfo de Cádiz se encuentran ejemplares tanto de origen americano como de origen atlántico, no descartándose que pudieran alcanzar esta región ejemplares de origen africano.

Esta especie está presente en el ZEC Bajo Guadalquivir, por lo que se ha incorporado al inventario. No obstante, está identificada como muy escasa.

6.2.6.4 *Chelonia mydas*. Tortuga verde. Código Natura: 1227

Tortuga marina que se encuentra en la categoría de “En peligro” de extinción para Andalucía y también para el territorio nacional.

Es una especie cosmopolita que se encuentra en casi todos los mares cálidos y templados del planeta. Aunque se conocen playas de puesta en el Mediterráneo oriental, los avistamientos de tortugas verdes son rarísimos en el mar de Alborán y ocasionales frente a las costas atlánticas andaluzas. Se conocen seis observaciones en la costa atlántica andaluza, y otra en las proximidades del archipiélago de Chafarinas.

Frecuenta las plataformas continentales y por ello no es raro verla cerca de la costa, donde las praderas de algas y fanerógamas marinas son comunes. Pueden realizar largas migraciones. En lo referente a su alimentación, mientras que los juveniles suelen ser omnívoros, con dietas que incluyen tenóforos, tunicados o algas, los adultos de esta especie son prácticamente fitófagos. Se reproduce en playas tropicales y subtropicales.

6.2.7 Avifauna

Teniendo en cuenta que la avifauna es un grupo de especial relevancia en la zona del proyecto, debido a que es considerada una zona de paso, reproducción e invernada más importantes a nivel internacional. Destacan numerosas especies vinculadas medios acuáticos, playas y hábitats ribereños del río Guadalquivir, rapaces y aves ligadas a ambientes esteparios, pseudo-esteparios y espacios abiertos.

Las aves que recoge el ZEC Bajo Guadalquivir son más de 130 especies, no obstante, en el plan de gestión del ZEC recoge a 10 como reproductoras, son las siguientes indicadas en la Tabla 77.

Tabla 77. Aves reproductoras del estuario del Guadalquivir, Fuente: Plan de gestión de la ZEC Bajo Guadalquivir (Orden 15/05/15 BOE núm. 104 de 02/06/15)

ESPECIE		LISTADO NACIONAL	LISTADO ANDALUZ	ANEXO LEY 42/2007	ANEXO DIRECTIVA AVES
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN				
<i>Ardea purpurea</i>	Garza imperial	LESRPE	LESRPE	IV	I
<i>Ciconia nigra</i>	Cigüeña negra	VU	EN	IV	I
<i>Larus genei</i>	Gaviota picofina	LESRPE	LESRPE	IV	I
<i>Sterna caspia</i>	Pagaza piquirroja	LESRPE	LESRPE	IV	I
<i>Philomachus pugnax</i>	Combatiente	LESRPE	LESRPE	IV	I
<i>Chlidonias hybridus</i>	Fumarel cariblanco	LESRPE	LESRPE	IV	I

ESPECIE		LISTADO NACIONAL	LISTADO ANDALUZ	ANEXO LEY 42/2007	ANEXO DIRECTIVA AVES
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN				
<i>Sterna hirundo</i>	Charrán común	LESRPE	LESRPE	IV	I
<i>Ardeola ralloides</i>	Garcilla cangrejera	VU	EN	IV	I
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	VU	VU	IV	I

6.2.7.1 *Ardea purpurea*. *Garza imperial*. Código Natura: A029

La principal área de cría en Andalucía son las marismas del Guadalquivir. La población reproductora puede fluctuar mucho según las condiciones hídricas del momento, desde 100-200 parejas en años secos instaladas en el Brazo del Este y en caños y canales, a más de un millar en años lluviosos, localizadas preferentemente en la marisma del Parque Nacional de Doñana.

Especie eminentemente estival y que suele formar colonias, preferentemente en vegetación palustre, situando los nidos bastante próximos entre sí.

A finales de verano inicia la migración hacia los países subsaharianos, permaneciendo allí hasta febrero – marzo. Para su alimentación, compuesta de peces, ranas, insectos acuáticos y crustáceos, depende totalmente de hábitats acuáticos, por lo que las colonias siempre están próximas a ellos.

La zona de estudio dispone de un hábitat favorable para la nidificación de la especie, como son las riberas con vegetación palustre. La época de cría de la especie comienza a principios de abril y se prolonga hasta dos o tres meses.

Además de ser una especie reproductora del ZEC Bajo Guadalquivir, se encuentra en la categoría de “Vulnerable” a la extinción tanto en Andalucía como en el territorio nacional.

6.2.7.2 *Ciconia nigra*. *Cigüeña negra*. Código Natura: A030

En las marismas del Guadalquivir se ha comprobado desde el invierno de 1987-88 hasta la actualidad la invernada de un número variable de ejemplares, entre 16 y 32, lo que sitúa esta zona entre las localidades más importantes de España en este sentido, ya que en todo el país se estima un total de 100 ejemplares invernantes.

Al contrario que la Cigüeña Blanca, prefiere ubicar sus nidos en lugares alejados de la presencia humana. Las parejas suelen nidificar aisladamente, preferentemente en árboles del género *Quercus* en Andalucía. La puesta se produce en primavera.

La zona de mayor importancia para la especie en el entorno del Guadalquivir se encuentra junto a la población de las Cabeza de San Juan, provincia de Sevilla.

Es una zona llana dedicada al cultivo intensivo, especialmente de arroz. En esta zona la vegetación natural prácticamente no existe, a excepción de algunos eucaliptos. no hay edificaciones a excepción de almacenes para grano.

La base de la dieta es el cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*), especie introducida en el bajo Guadalquivir. Debido a la presencia de lugares con condiciones idóneas para la invernada de la especie, cercanos al río Guadalquivir, se descarta o parece innecesario el uso del río por la Cigüeña negra.

Esta especie, además de ser una especie reproductora del ZEC Bajo Guadalquivir, se encuentra en la categoría de “En peligro” de extinción en Andalucía y también en el territorio nacional.

6.2.7.3 *Larus genei*. Gaviota picofina. Código Natura: A180

Las lagunas saladas o salobres son los lugares óptimos para la cría y la alimentación. La población en las marismas del Guadalquivir era de alrededor de 230 parejas en 1999, de las que sólo 25 consiguen éxito reproductor. La puesta se produce en primavera. En el Parque Natural de Bahía de Cádiz su presencia está aumentando, aunque es bastante fluctuante durante la invernada, con 23 aves en enero de 2000.

Su hábitat más común son las lagunas saladas o salobres, lugares óptimos para la cría y la alimentación. Además de ser una especie reproductora del ZEC Bajo Guadalquivir, se encuentra en la categoría de “Riesgo menor: casi amenazada” de extinción en Andalucía y clasificada como rara para el territorio nacional.

6.2.7.4 *Sterna caspia*. Pagaza piquirroja. Código Natura: A190

La mayoría de las observaciones se realiza en las costas mediterráneas, mientras que en las costas cantábricas se producen en menor número y, sobre todo, en otoño. Las zonas de invernada están localizadas en el arco atlántico del golfo de Cádiz (Algarve, Huelva, marismas del Guadalquivir y bahía de Cádiz) y, en menor número, en las salinas de Santa Pola (Alicante).

El Plan de Gestión de la ZEC Bajo Guadalquivir establece un total de 68 individuos invernantes en Andalucía.

Se reproduce en zonas costeras o en grandes lagos o embalses interiores, en islas de arena, conchas o rocas, y raramente en salinas. En paso e invernada se la observa, siempre en la costa, en marismas, playas, albuferas, desembocaduras de ríos, embalses y deltas. En el sur peninsular ocupa preferentemente salinas. Se trata de una especie costera que no suele detectarse mar adentro. Puede criar aisladamente o en el seno de densas colonias. En Europa, donde la época de cría se extiende de abril a junio, parejas aisladas se instalan en colonias mixtas de gaviotas y charranes para reproducirse.

El Plan de Gestión de la ZEC Bajo Guadalquivir existe cierta información contradictoria ya que establece a la especie como reproductora en dicha ZEC, siendo en la zona invernante y reproduciéndose en Europa en latitudes superiores durante la primavera, por lo que no parece ser reproductora en la zona de estudio.

6.2.7.5 *Philomachus pugnax*. Combatiente. Código Natura: A151

En España país está presente tanto en la costa como en el interior, pero apenas se muestra en la cornisa cantábrica y en Galicia. La población invernante —que procede de Europa occidental— se concentra mucho y aparece sobre todo en Doñana y su entorno, donde se agrupa aproximadamente el 60% de los individuos.

El Plan de Gestión de la ZEC Bajo Guadalquivir establece un total de 301 individuos invernantes en Andalucía.

Esta limícola se reproduce en zonas árticas y subárticas, pues prefiere climas fríos, aunque no extremadamente húmedos o ventosos. Fuera de la época de cría necesita cierta proximidad entre las áreas de alimentación y descanso, aunque puede realizar desplazamientos de hasta 20 kilómetros entre unas y otras. Prefiere orillas fangosas de lagos, charcas, estanques, ríos y otras masas de agua, así como marismas o parajes inundados, pero no suele frecuentar las zonas mareales.

El Plan de Gestión de la ZEC Bajo Guadalquivir existe cierta información contradictoria ya que establece a la especie como reproductora en dicha ZEC, siendo en la zona invernante y reproduciéndose en Europa en altas latitudes durante la primavera, por lo que no parece ser reproductora en la zona de estudio.

6.2.7.6 *Chlidonias hybridus*. Fumarel cariblanco. Código Natura: A196

Se extiende por los humedales favorables de toda la Península, donde se constituyen como sus principales lugares de cría las marismas del Guadalquivir, las lagunas de Cádiz, los humedales alicantinos, la albufera de Valencia y el delta del Ebro (zonas donde las poblaciones aún se consideran relevantes).

El Plan de Gestión de la ZEC Bajo Guadalquivir establece un total de 199 parejas reproductoras en Andalucía.

En general, se reproduce en lagos interiores con buena cobertura de vegetación en las orillas, así como en marismas y ríos, normalmente en tierras bajas. En España frecuente lagunas —sobre todo naturales, aunque a veces artificiales—, marismas y humedales poco profundos de aguas limpias dulces o salobres. En todos los casos precisa de la existencia de vegetación emergente de pequeño porte sobre la cual sustentar el nido. El periodo de cría en Europa se extiende de mayo a agosto. Forma colonias que pueden llegar a albergar cientos de parejas y con frecuencia comparte la zona con otras especies como el zampullín cuellinegro. El nido, elaborado a base de restos vegetales, se construye sobre una plataforma flotante de vegetación acuática anclada al fondo.

6.2.7.7 *Sterna hirundo*. Charrán común. Código Natura: A193

Se reproduce de manera aislada en localidades del litoral mediterráneo, regularmente en el delta del Ebro y la albufera de Valencia y de modo irregular en las salinas de Santa Pola, San Pedro del Pinatar, Almería y las marismas del Guadalquivir. Es un ave regular y abundante en nuestro territorio durante la migración (excepto en las Islas Baleares), pero rara durante la invernada.

El Plan de Gestión de la ZEC Bajo Guadalquivir establece un total de 1.472 parejas reproductoras en Andalucía.

La especie se halla tanto en costas como en el interior, en hábitats muy diversos, como playas arenosas, sistemas dunares, islas estuarinas (de arena, rocas, conchas o con vegetación), lagos y ríos e, incluso, repisas cubiertas de hierba en acantilados. En la Península nidifica, sobre todo, en ambientes litorales, con preferencia por las aguas someras y de fondo arenoso, como deltas, albuferas, salinas y marismas. Muestra cierta adaptabilidad a la hora de instalar sus nidos, ya que ocupa desde islotes con vegetación hasta arenales amplios, preferentemente en zonas altas, emergidas de lagunas costeras someras o en sus orillas más inaccesibles. En Canarias cría, actualmente, en roques costeros.

Habitualmente cría en colonias y, en ocasiones, de forma aislada. El nido se instala directamente sobre el suelo, al descubierto o al amparo de alguna mata, con escaso recubrimiento interior (o ninguno). La llegada de reproductores a las colonias mediterráneas tiene lugar entre finales de marzo y principios de abril (excepcionalmente antes), y las primeras puestas se realizan, según los años, entre mediados de abril y principios de mayo.

6.2.7.8 *Ardeola ralloides*. *Garcilla cangrejera*. Código Natura:

Las colonias principales se sitúan en las marismas del Guadalquivir.

El Plan de Gestión de la ZEC Bajo Guadalquivir establece un total de 35 parejas reproductoras en Andalucía.

Se asocia fundamentalmente a complejos acuáticos de agua dulce (lagunas, canales, brazos, etc.), rodeados por densa vegetación palustre. En los alrededores de los núcleos coloniales requiere aguas someras donde alimentarse de pequeños invertebrados acuáticos, tales como arrozales.

La estación reproductora es algo tardía, entre abril y agosto, y en el suroeste de Europa el ciclo es algo más largo que en el sureste. Normalmente forma colonias mixtas con otras garzas o zancudas en general (por ejemplo, con moritos comunes en Doñana), que pueden situarse en arbolado de ribera o en vegetación palustre. Los nidos se sitúan a altura variable sobre el agua, hasta unos 20 metros.

Además de ser una especie reproductora del ZEC Bajo Guadalquivir, se encuentra en la categoría de “En peligro crítico” de extinción en Andalucía y en el territorio nacional.

6.2.7.9 *Pandion haliaetus*. *Águila pescadora*. Código Natura: A094

Las poblaciones reproductoras españolas están muy ligadas al medio marino; crían en acantilados y pescan en zonas cercanas, mayoritariamente bahías, estuarios e incluso lagunas interiores próximas. Los individuos migratorios o invernantes aparecen en diversos complejos acuáticos: bahías, lagunas interiores, embalses y estuarios.

El Plan de Gestión de la ZEC Bajo Guadalquivir establece un total de 7 parejas reproductoras en Andalucía.

Estas aves comentadas individualmente son las reproductoras registradas en el ZEC Bajo Guadalquivir, y como tales, requieren de determinadas características clave en el hábitat, por ello desde la Autoridad Portuaria de Sevilla se está trabajando en el reacondicionamiento medioambiental de los vaciaderos, con el fin por una parte valorizar el material obtenido del dragado de mantenimiento y por otra generar hábitats adecuados para las especies avícolas reproductoras. Para este fin, el Puerto de Sevilla cuenta con los especialistas en avifauna del CSIC.

Según el estudio de gestión adaptativa de los vaciaderos abordado por el CSIC, estas especies reproductoras no sólo tienen la potencialidad de habitar o reproducirse en los vaciaderos, sino que existen censos reales que han confirmado este uso. Este estudio ha demostrado que los vaciaderos, una vez se han depositados los materiales de dragado y se dejan con agua listos para la reproducción funcionan como zonas alternativas de reproducción y cría a Doñana y la zona del cultivo del arroz, posibilitando el éxito reproductivo de determinadas especies de aves, éxito que de no ser por estos espacios sería muy escaso dada la escasez de agua (por años secos y por la práctica habitual del PN Doñana que llegado los meses estivales libera gran parte del agua retenida para evitar botulismo). En concreto, el seguimiento realizado de la gestión adaptativa en los vaciaderos de La Horcada y Butano durante el año 2020 resultó en lo siguiente (Muriel, R., Ferrer, M., 2020:7):

“En los 10 censos realizados a lo largo de 234 jornadas de campo en los 7 sectores controlados se contabilizaron 10.007 ejemplares de 59 especies de aves ligadas a medios acuáticos pertenecientes a 10 órdenes distintos, entre los que destacaron los caradriformes (45,1% de las especies). La gran mayoría de estas aves utilizaron los recintos para descansar, alimentarse y/o nidificar. Las especies más abundante, con diferencia, fue la cigüeñuela común (46,7%), seguida de la avoceta común, chorlitejo grande, focha común y ánade azulón. 5 de las especies registradas estaban catalogadas en peligro de extinción (i.e. porrón pardo, cerceta pardilla, focha moruna, garcilla cangrejera) o vulnerable (i.e. águila pescadora).

La comunidad de aves acuáticas en conjunto fue mucho más abundantes, rica, diversa y con una distribución más homogénea en los sectores inundados. La abundancia fue mayor y más variable durante el otoño e invierno en los sectores inundados debido a la presencia de grandes bandos monoespecíficos dispersantes, y más moderadas y estables durante la reproducción. La riqueza y diversidad aumentaron en los recintos secos, pero particularmente en los inundados, durante el paso primaveral y la reproducción. En los recintos inundados se observó reducción de la riqueza y diversidad a partir del verano debido a la reducción de la lámina de agua, excepto en Butano2 que retuvo unas condiciones más favorables.

Se registraron 10 especies de aves acuáticas no paseriformes nidificando principalmente en los recintos inundados, incluyendo una pareja con éxito del amenazado porrón pardo en Butano2. Las especies con mayor número de parejas y producción acumulada fue la cigüeñuela común, Entre las no acuáticas de interés destacó el abejaruco europeo, que formó colonias sobre taludes, incluyendo los artificiales de sustrato arenosos-limoso. [...]

Por tanto, esta práctica se mostró positiva para la variable avifauna. La creación de islas artificiales rodeadas de agua se ha mostrado beneficioso para la nidificación y estancia de las aves. Además, la inundación tardía y limitada de la marisma estacional, y el retraso en el llenado del arrozal a final de la primavera, cuando esto sucede, puede potenciar incluso el uso por parte de las aves de estos enclaves de aguas más estables y con mayor hidroperiodo durante la invernada y el periodo reproductor, siendo una alternativa para las aves.

El éxito de este proyecto de gestión de vaciaderos ha sido igualmente reconocido a nivel institucional. Prueba de ello es que esta forma de gestión de los vaciaderos, permitiendo generar hábitats adecuados para las aves ha sido galardonada con el premio de Medio Ambiente de Andalucía 2020 en su modalidad Conservación, Biodiversidad y Desarrollo Sostenible otorgado por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo de Sostenible de la Junta de Andalucía.

6.2.8 Avifauna en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir

Los vaciaderos terrestres del Bajo Guadalquivir son recintos artificiales creados y gestionados por la Autoridad del Puerto de Sevilla (APS) para el confinamiento temporal de sedimentos procedentes del dragado periódico del canal de navegación Eurovía E.60.02 Guadalquivir.

Actualmente existen tres vaciaderos activos a lo largo del estuario, desde la ciudad de Sevilla hasta su desembocadura en Sanlúcar de Barrameda. Cada uno de ellos está formado por entre dos y cuatro recintos de 5-9 ha de superficie, que suman un total de cerca de 50 ha. Los recintos están delimitados por una mota perimetral rectilínea sobreelevada, de 4-5 m de ancho, construida con materiales nativos y de dragado, y con una forma entre rectangular y triangular.

Desde el año 2019, los vaciaderos se diseñan y gestionan de forma integral, rotatoria y sostenible, según la filosofía Trabajando con la Naturaleza (WwN) y en colaboración la Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), de forma que proporcionen hábitats adecuados para el descanso, alimentación y reproducción de una variada comunidad de aves acuáticas, sin poner el riesgo la función primaria de depósito, contención temporal y disposición de los sedimentos dragados. La gestión rotatoria permite la disponibilidad cíclica de recintos inundados durante la primavera con actuaciones específicas para las aves acuáticas, al tiempo que se vacían y preparan otros sectores de cara a recibir nuevos materiales procedentes de los dragos de otoño-invierno.

Las actuaciones de diseño realizadas en colaboración con la EBD-CSIC tratan de diversificar los microhábitats disponibles para las aves, mediante la disposición de penínsulas que incrementen la sinuosidad de orillas y la superficie de aguas someras, la construcción de islas y desconexión de diques para crear zonas seguras de refugio y reproducción, o la formación de fondos con perfiles de profundidad variable. Por otro lado, la gestión del agua busca prolongar el hidroperiodo para favorecer la disponibilidad de recursos a lo largo del ciclo anual y en particular la reproducción con éxito de las especies nidificantes.

El seguimiento regular de los vaciaderos permite recopilar información sobre la abundancia, riqueza y diversidad de especies que los utilizan directamente, así como la fenología, nidificación, éxito reproductor y patrones espacio-temporales de uso en la comunidad de aves acuáticas, de gran utilidad para la evaluación de las actuaciones y la gestión adaptativa de los vaciaderos.

La información recogida durante 14 meses correspondientes a dos ciclos diferentes (i.e. noviembre 2019 a junio 2020, y enero a julio 2022) reporta el registro de 65 especies de aves ligadas a medios acuáticos de 9 órdenes diferentes que utilizan los vaciaderos para descansar, alimentarse y/o reproducirse (ver lista completa en Tabla 78 y Tabla 79).

El orden Charadriiformes (limícolas, charranes y gaviotas, entre otros) fue el más representado con un 41.5% de las especies registradas y el 64.3% de la abundancia total, seguido de los Anseriformes (anátidas) y Pelecaniformes (ardeidas y moritos) que supusieron un 20.0% y 13.6% de la riqueza específica, y un 15.1% y 5.2% de la abundancia, respectivamente.

El reparto de la abundancia entre especies fue igualmente desigual, siendo dos limícolas, la cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) y la avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) con un 35.2% y 12.4%, las dos especies más abundantes, respectivamente. Otras especies con más de un 4% de abundancia relativa fueron: focha común (*Fulica atra*; 5.9%), ánade azulón (*Anas platyrhynchos*; 5.7%), gaviota reidora (*Chroicocephalus ridibundus*; 4.7%), y morito común (*Plegadis falcinellus*; 4.2%).

Entre las especies detectadas se observaron al menos cinco listadas bajo algún grado de amenaza en los catálogos nacional y andaluz de especies amenazadas. La cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*; categoría: EN; abundancia relativa: 0.50%) y el porrón pardo (*Aythya nyroca*; EN; 0.49%) fueron las dos más abundantes y regulares, aunque con cifras muy modestas, y las únicas que se reprodujeron en los vaciaderos. Las otras tres, águila pescadora (*Pandion haliaetus*; VU), garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*; EN) y focha moruna (*Fulica cristata*; EN), fueron de presencia más escasa e irregular (< 0.1%), particularmente esta última, observada en una sola ocasión.

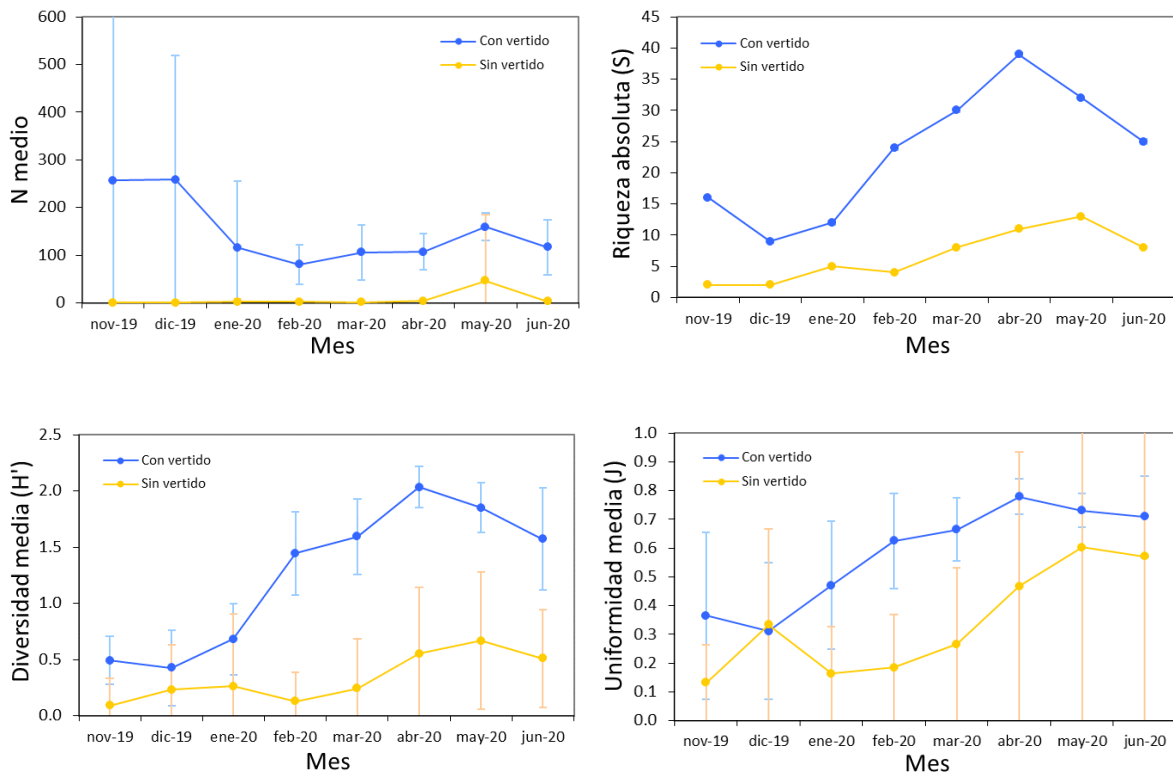


Ilustración 138. Evolución mensual de la abundancia media (N), riqueza absoluta (S), diversidad media (índice Shannon, H') y uniformidad media (índice Pileou, J), de la comunidad de aves acuáticas en los sectores con (azul) y sin vertido (naranja) de dragados en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante la campaña 2019-2020

Los recintos con vertido de dragados mostraron una mayor abundancia, riqueza y diversidad de especies que los recintos no inundados, dependientes únicamente de las precipitaciones y, por tanto, básicamente secos a lo largo del año. En general, la abundancia presentó dos picos anuales en los recintos inundados (Ilustración 138). Uno más elevado y con mayores fluctuaciones durante el otoño-invierno, debido a la presencia de grandes bandos de moritos y/o limícolas (ej. cigüeñuela común, avoceta común) en dispersión post-reproductora o invernantes. El segundo pico, algo menor, tuvo lugar durante el periodo reproductor primaveral, con máximos entre abril y mayo, cuando la comunidad fue mucho más rica, diversa y homogénea (Ilustración 138). A partir del verano se observó una reducción de la abundancia, riqueza y diversidad a medida que los sectores se fueron secando, la reproducción finalizaba y las aves podían abandonar la zona una vez desarrollados los pollos.

Durante los dos ciclos de seguimiento se detectaron al menos 15 especies de aves acuáticas no paseriformes que nidificaron en los vaciaderos (Tabla 78), incluyendo cinco anátidas (ánade azulón, pato colorado, porrón europeo, porrón pardo y cerceta pardilla), cuatro limícolas (cigüeñuela común, avoceta común, chorlitejo chico y chorlitejo patinegro), dos gruiformes (focha común, gallineta común), un estérnido (charrancito común), un lárido (gaviota reidora), una ardeida (garza imperial) y un podicipediforme (zampullín chico). Además, habría que sumar la muy probable reproducción de cuatro paseriformes ligados

a medios húmedos: lavandera boyera (*Motacilla flava*), carricero común (*Scrocephalus scirpaceus*), carricero tordal (*Acrocephalus arundinaceus*) y cetia ruiseñor (*Cettia cetti*) y la de una especie no acuática de interés en los vaciaderos, el abejaruco europeo (*Merops apiaster*).

La cigüeñuela común fue, con gran diferencia, la especie con mayor número de parejas reproductoras y mayor producción de pollos, con más del 40% de la abundancia acumulada de pollos de todas las especies con éxito reproductor confirmado en los vaciaderos. Entre las especies catalogadas, el porrón pardo se reprodujo en Butano2 en ambos ciclos con un total de tres grupos familiares, de ellos al menos uno con éxito confirmado en 2020, mientras que, en el caso de la cerceta pardilla, sólo se registró un grupo en Horcada1 en 2022.

Tabla 78. Lista de especies de aves acuáticas no paseriformes registradas como reproductoras (R, incubación observada) y con éxito reproductor (E, pollos observados) por sectores, en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante las temporadas 2020 y 2022 (hasta junio y julio, respectivamente). S: segura, P: posible (indicios por fecha y comportamiento). But: Butano; Hor: Horcada; Yes: Yeso. But3S incluye 3SN y 3SS en 2022. N total (S): número de especies por sector con reproducción y éxito. N sectores (S): número de sectores con reproducción y éxito por especie. En ambos casos, número seguro y seguro + posible entre paréntesis.

Nombre común	Nombre científico	But2		But3N		But3S		Hor1		Hor2		Yes1		N sectores (S)	
		R	E	R	E	R	E	R	E	R	E	R	E	R	E
Ánade azulón	<i>Anas platyrhynchos</i>	S	S	S	S	S	S	S	S					4	4
Avoceta común	<i>Recurvirostra avosetta</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	P	P			4(5)	4(5)
Cerceta pardilla	<i>Marmaronetta angustirostris</i>							S	S					1	1
Charrancito común	<i>Sturnula albigifrons</i>							S						1	0
Chorlitejo chico	<i>Charadrius dubius</i>	P		P	P	S	S	S	S	S	S	P		3(6)	3(4)
Chorlitejo patinegro	<i>Charadrius alexandrinus</i>							S						1	0
Cigüeñuela común	<i>Himantopus himantopus</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S			5	5
Focha común	<i>Fulica atra</i>	S	S					S	S					2	2
Gallineta común	<i>Gallinula chloropus</i>	S	S			S	S	S	S					3	3
Garza imperial	<i>Ardea purpurea</i>							S	S					1	1
Gaviota reidora	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	S	P	S	S			S						3	1(2)
Pato colorado	<i>Netta rufina</i>	S	S					S	S					2	2
Porrón común	<i>Aythya ferina</i>	S	S											1	1
Porrón pardo	<i>Aythya nyroca</i>	S	S											1	1
Zampullín chico	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	S	S	S	S			S	S					3	3
N Total (S)		10(11)	10(11)	6(7)	6(7)	5	5	1	1	2(3)	2(3)	0(1)			

La diversidad y abundancia de especies reproductoras, así como la duración del periodo reproductor, estuvieron relacionados principalmente con el hidroperiodo y estabilidad de la lámina de agua, la existencia de zonas seguras para la reproducción, la diversidad de hábitats, y la disponibilidad de recursos, como la extensión de aguas someras y profundas, o la abundancia de vegetación sumergida y palustre. Las islas artificiales, más estables y seguras, permitieron incrementar la población reproductora y prolongar el periodo de nidificación, en particular de larolimícolas semicolonias adaptadas a sustratos con poca cobertura vegetal (ej. cigüeñuela común, avoceta común, gaviota reidora). Los sectores que mantuvieron una lámina profunda, suficientemente extensa y con desarrollo de vegetación sumergida y palustre

favorecieron la presencia de anátidas, fochas y zampullines, mientras que la existencia de orlas de tarajes semisumergidos fue esencial para la nidificación de ardeidas.

Entre las especies no acuáticas de interés, el abejaruco europeo formó colonias reproductoras en sectores de los vaciaderos con presencia de taludes arenoso-limoso descubiertos de vegetación donde construir sus nidos en galerías, especialmente en Butano2, Horcada2 y Yeso1. Es una especie migradora trans-sahariana que llega a la Península ibérica entre finales de marzo y mediados de abril, se reproduce durante primavera y principios de verano, y abandona la zona de cría durante el mes de julio.

Tabla 79. Resumen de la comunidad de aves acuáticas en los vaciaderos terrestres. Número total (N), porcentaje respecto al total (%tot), y porcentaje por especie y recinto (%sp) de las especies de aves ligadas a medios acuáticos registradas utilizando los vaciaderos en cada uno de los sectores y el conjunto de vaciaderos (Total) durante los periodos nov2019-jun2022, y ene-jul2022.

Nombre común	Nombre científico	TOTAL		Butano1		Butano2		Butano3N		Butano3S		Horcada1		Horcada2		Yeso1		Yeso2	
		N	%tot	N	%sp	N	%sp	N	%sp	N	%sp	N	%s	N	%s	N	%s	N	%sp
Agachadiza chica	<i>Lymnocyptes minimus</i>	2	0.010			1	50.00					1	50.00						
Agachadiza	<i>Gallinago gallinago</i>	92	0.44			65	70.6	1	1.09	4	4.35	13	14.	6	6.5	1	1.09	2	2.17
Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	10	0.04	2	20.0	3	30.0			2	20.00	3	30.						
Aguilucho	<i>Circus aeruginosus</i>	4	0.01			2	50.0					2	50.						
Aguja colinegra	<i>Limosa limosa</i>	49	0.23			6	12.2	32	65.31	4	8.16	4	8.1	3	6.1				
Ánade azulón	<i>Anas platyrhynchos</i>	116	5.68			341	29.2	76	6.51	56	4.79	611	52.	74	6.3	7	0.60	3	0.26
Ánade friso	<i>Mareca strepera</i>	23	0.11			5	21.7	1	4.35			15	65.			2	8.70		
Ánade rabudo	<i>Anas acuta</i>	2	0.01					2	100.0										
Andarríos chico	<i>Actitis hypoleucos</i>	251	1.22			44	17.5	29	11.55	89	35.46	28	11.	42	16.	13	5.18	6	2.39
Andarríos grande	<i>Tringa ochropus</i>	156	0.75			21	13.4	5	3.21	41	26.28	25	16.	54	34.	7	4.49	3	1.92
Archibebe claro	<i>Tringa nebularia</i>	4	0.01			2	50.0			1	25.00			1	25.				
Archibebe común	<i>Tringa totanus</i>	28	0.13			7	25.0	2	7.14	18	64.29					1	3.57		
Archibebe oscuro	<i>Tringa erythropus</i>	2	0.01							2	100.00								
Avefría europea	<i>Vanellus vanellus</i>	7	0.03			5	71.4			2	28.57								
Avoceta común	<i>Recurvirostra avosetta</i>	2542	12.372			148	5.82	412	16.21	844	33.20	987	38.83	151	5.94				
Calamón común	<i>Porphyrio porphyrio</i>	32	0.15			3	9.38					25	78.	4	12.				
Canastera común	<i>Glareola pratincola</i>	342	1.66			122	35.6	200	58.48	5	1.46	14	4.0	1	0.2				
Carricero tordal	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	22	0.107									21	95.45			1	4.55		
Carricerín común	<i>Acrocephalus schoenobaenu</i>	8	0.039							1	12.50	4	50.00	1	12.50			2	25.00
Carricero común	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	53	0.258	1	1.89	3	5.66	2	3.77	10	18.87	18	33.96	4	7.55	12	22.64	3	5.66
Cerceta carretona	<i>Spatula querquedula</i>	4	0.01			4	100.												
Cerceta común	<i>Anas crecca</i>	23	0.11			5	21.7	5	21.74	2	8.70	6	26.	5	21.				
Cerceta pardilla	<i>Marmaronetta angustirostris</i>	103	0.501			51	49.51	5	4.85	9	8.74	35	33.98	3	2.91				
Cetia ruiñeñor	<i>Cettia cetti</i>	237	1.15	69	29.1	75	31.6	9	3.80	47	19.83	21	8.8	16	6.7				
Charrancito	<i>Sternula albifrons</i>	6	0.02									6	100						

		TOTAL		Butano1		Butano2		Butano3N		Butano3S		Horcada1		Horcada2		Yeso1		Yeso2	
Chorlitejo chico	<i>Charadrius dubius</i>	434	2.11			34	7.83	44	10.14	16	38.94	47	10.	109	25.	28	6.45	3	0.69
Chorlitejo grande	<i>Charadrius hiaticula</i>	529	2.57							33	6.24	35	6.6	459	86.	2	0.38		
Chorlitejo patinegro	<i>Charadrius alexandrinus</i>	30	0.14 6									18	60. 00	1	3.3 3	10	33.3 3	1	3.33
Chorlito gris	<i>Pluvialis squatarola</i>	1	0.00											1	100				
Cigüeñuela común	<i>Himantopus himantopus</i>	723 6	35.2 19			310 9	42.9 7	357	4.93	14 27	19.72	212 5	29. 37	188	2.6 0	18	0.25	12	0.17
Combatiente	<i>Calidris pugnax</i>	2	0.01					1	50.00	1	50.00								
Cormorán grande	<i>Phalacrocorax carbo</i>	4	0.01							3	75.00	1	25.						
Correlimos	<i>Calidris alpina</i>	28	0.13			2	7.14	1	3.57	18	64.29			6	21.	1	3.57		
Correlimos gordo	<i>Calidris canutus</i>	2	0.01					1	50.00	1	50.00								
Correlimos	<i>Calidris ferruginea</i>	27	0.13							27	100.00								
Cuchara común	<i>Spatula clypeata</i>	269	1.30			128	47.5	2	0.74	41	15.24	93	34.	5	1.8				
Espátula común	<i>Platalea leucorodia</i>	48	0.23			1	2.08			2	4.17	33	68.			12	25.0		
Flamenco común	<i>Phoenicopterus roseus</i>	687	3.34 4			224	32.6 1	344	50.07	10 0	14.56	3	0.4 4	16	2.3 3				
Focha común	<i>Fulica atra</i>	121	5.91			309	25.4					906	74.						
Focha moruna	<i>Fulica cristata</i>	1	0.00			1	100.												
Fumarel	<i>Chlidonias hybrida</i>	33	0.16			2	6.06	2	6.06			29	87.						
Gallineta común	<i>Gallinula chloropus</i>	108	0.52			62	57.4	6	5.56	6	5.56	32	29.	1	0.9	1	0.93		
Garceta común	<i>Egretta garzetta</i>	24	0.11			2	8.33			10	41.67	11	45.			1	4.17		
Garceta grande	<i>Ardea alba</i>	1	0.00							1	100.00								
Garcilla bueyera	<i>Bubulcus ibis</i>	6	0.02	5	83.3			1	16.67										
Garcilla	<i>Ardeola ralloides</i>	10	0.04			2	20.0					8	80.						
Garza imperial	<i>Ardea purpurea</i>	49	0.23			6	12.2					42	85.	1	2.0				
Garza real	<i>Ardea cinerea</i>	47	0.22			18	38.3	2	4.26	6	12.77	16	34.	4	8.5	1	2.13		
Gaviota	<i>Larus michahellis</i>	20	0.09					7	35.00	1	5.00	12	60.						
Gaviota reidora	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	957	4.65 8			100	10.4 5	471	49.22	33 7	35.21	49	5.1 2						
Gaviota sombría	<i>Larus fuscus</i>	5	0.02					5	100.0										
Lavandera boyera	<i>Motacilla flava</i>	192	0.93			4	2.08	4	2.08	11	5.73	32	16.	25	13.	68	35.4	48	
Lavandera	<i>Motacilla cinerea</i>	1	0.00													1	100.		
Martinete común	<i>Nycticorax</i>	7	0.03									4	57.			3	42.8		
Morito común	<i>Plegadis falcinellus</i>	869	4.23			88	10.1	234	26.93	52	60.64	17	1.9	3	0.3				
Pagaza piconegra	<i>Gelochelidon nilotica</i>	48	0.23					2	4.17			46	95.						

		TOTAL		Butano1		Butano2		Butano3N		Butano3S		Horcada1		Horcada2		Yeso1		Yeso2	
Pagaza piquirroja	<i>Hydroprogne caspia</i>	376	1.83			5	1.33	225	59.84	14	38.30	2	0.5						
Pato colorado	<i>Netta rufina</i>	712	3.46			171	24.0	25	3.51			510	71.	6	0.8				
Porrón europeo	<i>Aythya ferina</i>	682	3.31			214	31.3	50	7.33			418	61.						
Porrón pardo	<i>Aythya nyroca</i>	101	0.49			101	100.												
Silbón europeo	<i>Mareca penelope</i>	1	0.00									1	100						
Somormujo	<i>Podiceps cristatus</i>	6	0.02							1	16.67	5	83.						
Tarro blanco	<i>Tadorna tadorna</i>	6	0.02			1	16.6					1	16.	2	33.			2	33.3
Tarro canelo	<i>Tadorna ferruginea</i>	2	0.01							2	100.00								
Zampullín común	<i>Tachybaptus</i>	600	2.92			212	35.3	43	7.17	4	0.67	322	53.	19	3.1				
TOTAL		205	100.	77	0.37	570	27.7	260	12.69	40	19.51	665	32.	1211	5.8	190	0.92	85	0.41

Hay que destacar que gracias a la gestión del material depositado en los vaciaderos terrestres se ha favorecido la presencia, y en algunos casos la reproducción, de especies de avifauna en peligro crítico de extinción, como son el caso de la Cerceta Pardilla (*Marmaronetta angustirostris*) y el Porrón Pardo (*Aythya nyroca*).

La cerceta pardilla se reprodujo en 2022 en el vaciadero terrestre de Horcada (se observó una hembra con 11 polluelos de pocos días), y también se observó esta especie utilizando otros recintos de los vaciaderos de Butano y Copero. En cuanto al porrón parfo, se tiene constancia de que se reprodujo en Butano (se observaron dos hembras con polluelos pequeños). Para esta especie, es la segunda vez que se registra que logra reproducirse en los vaciaderos terrestres después del primer registro, que fue en el 2020.

6.2.8.1 Marmaronetta angustirostris. Cerceta pardilla. Código Natura: A057

Esta especie de avifauna, se encuentra catalogada “En peligro crítico” de extinción para Andalucía, catalogada “En peligro” de extinción para el territorio nacional y como “Vulnerable” para el resto del mundo, por lo que es una especie que cuenta con el grado máximo de protección.

En España, su distribución está restringida a humedales costeros mediterráneos y zonas aisladas del interior de la mitad meridional. Actualmente, las marismas del Guadalquivir y diversos humedales de la Comunidad valenciana son sus únicos puntos de cría regular. Por ello, es una gran noticia que se tenga constancia de su reproducción en los vaciaderos terrestres, gracias a la gestión de los materiales depositados en ellos.

El hábitat más habitual de esta ave son las masas de agua poco profundas y con abundante vegetación palustre.

La cerceta fue el pato más abundante de las marismas del Guadalquivir hasta mediados del siglo XX. En 1992 solo 60 parejas se reprodujeron y en 1999 fueron solamente 20, esto fue debido a la alteración y pérdida de los humedales apropiados y principalmente a la gran presión cinegética sobre la especie. Por ello, se considera un éxito la reproducción de esta especie en los vaciaderos terrestres del Puerto de Sevilla.

6.2.8.2 Aythya nyroca. Porrón pardo. Código Natura: A060

Esta especie de avifauna se encuentra catalogada “En peligro crítico” de extinción para Andalucía, catalogada “En peligro” de extinción para el territorio nacional y como “Riesgo menor: casi amenazada” de extinción para el resto del mundo, por lo que es una especie que cuenta con el máximo grado de protección.

Su distribución en el mundo es por la cuenca del Mediterráneo, Europa oriental y Asia central. Respecto a España, hay observaciones dispersas por todo el territorio nacional, aunque solo hay datos de cría en Castilla La Mancha, Comunidad Valenciana y Andalucía, donde el núcleo principal es el conjunto de marismas del Guadalquivir.

Su hábitat son aguas tanto dulces como salobres con abundante vegetación palustre, es menos frecuente en aguas abiertas fuera de la época de cría.

Sus principales amenazas son la alteración de humedales, una gran presión cinegética y la degradación de la vegetación palustre en lagunas y marismas. A principios de siglo, había una gran población reproductora en las marismas del Guadalquivir, pero se ha visto drásticamente reducida (de más de 500 parejas a solamente unas pocas). Los registros invernales son muy irregulares y en muy bajo número de ejemplares. Es por esto por lo que se considere un auténtico éxito la reproducción de esta ave en los vaciaderos terrestres del Puerto de Sevilla, teniendo constancia (avistamiento) de su reproducción por lo menos de dos parejas, puesto que se vieron, en el vaciadero de Butano, dos hembras con sus polluelos.

6.2.9 Mamíferos

Dentro de la zona que abarca el proyecto, en el ZEC Bajo Guadalquivir aparece solamente la nutria, no obstante, teniendo en cuenta la proximidad de Doñana y la diversidad del estuario se cuenta con la presencia, aunque sea ocasional, escasa o muy rara de los siguientes mamíferos.

A continuación, se van a enumerar los mamíferos quirópteros que aparecen en el formulario de datos del ZEC de Doñana, se mencionan por su presencia, y porque las zonas en donde se van a realizar las actuaciones, el lecho del río y sus márgenes, se consideran zonas de paso y de conectividad de ambas ZEC.

Tabla 80. Mamíferos quirópteros listados como presentes en el ZEC de Doñana.

CÓDIGO NATURA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE PROTECCIÓN
1310	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Murciélago de cueva	Vulnerable en Andalucía
1307	<i>Myotis blythii</i>	Murciélago ratonero medio	Vulnerable en Andalucía y en el territorio nacional
1321	<i>Myotis emarginata</i>	Murciélago de oreja partida	Vulnerable en Andalucía
1304	<i>Rhinolophus ferrumequium</i>	Murciélago grande de herradura	Vulnerable en Andalucía y en el territorio nacional

6.2.9.1 Lutra lutra. Nutria paleártica. Código Natura: 1355

Esta especie se encuentra clasificada en la categoría de “Vulnerable” a la extinción para Andalucía y para todo el territorio nacional.

Vive en todo tipo de ambientes acuáticos continentales (como ríos, lagos y embalses) suficientemente bien conservados, y ocasionalmente en costas, especialmente en Cádiz y Málaga, más esporádicamente en Huelva. El principal factor limitante de su presencia es la disponibilidad de alimento. Suele escoger tramos de río o zonas con buena cobertura en las orillas y a ser posible, aguas limpias.

La práctica totalidad de sus presas tiene hábitos acuáticos o semiacuáticos, siendo capturadas en el agua o muy cerca de ella. Come principalmente peces, cangrejos, anfibios y culebras de agua, aunque también pequeños mamíferos, aves, otros reptiles e insectos

Las lagunas esparcidas por las marismas de Guadalquivir sirven de nicho temporal a la nutria. Este mamífero se alimenta de anguilas (*Anguilla anguilla*) y gambusias (*Gambusia affinis*) principalmente. La relación de esta especie con el río no se alterará debido al mantenimiento de las poblaciones de presas y la calidad del agua.

Es de hábitos preferentemente crepusculares y nocturnos. Territorial y solitaria fuera de la época de celo. Alcanza la madurez sexual pasados los dos años. No existe una época fija de cría, aunque parece haber más partos en primavera. La gestación dura unas nueve semanas. En estado salvaje se produce una camada por año que ordinariamente es de 2 a 3 cachorros, pero puede llegar a los 5. Se alimenta de presas que obtiene en el medio acuático.

6.2.9.2 *Phocoena phocoena*. Marsopa común. Código Natura: 1351

Esta especie se encuentra clasificada en la categoría de “En peligro” de extinción para Andalucía, no obstante, está clasificada como “vulnerable” a la extinción en el territorio nacional.

Ocupa las aguas frías del Hemisferio boreal, generalmente en aguas poco profundas cercanas a la costa, aunque en ocasiones puede alejarse de la misma. Rara en el Mediterráneo. En Andalucía los varamientos y avistamientos de los últimos años se han producido en el Golfo de Cádiz.

Su hábitat más común son aguas cercanas a la costa, lo que incluye bahías poco profundas, estuarios y canales de menos de 200 m de profundidad.

Es una especie gregaria, la mayoría de los grupos observados son pequeños, de menos de 8 individuos, aunque en ocasiones pueden reunirse hasta cientos de ellos, casi siempre coincidiendo con algún fenómeno migratorio o con algún comportamiento alimenticio.

La dieta exacta de esta especie varía en función de su distribución, aunque generalmente preda sobre cefalópodos y pequeños grupos de peces, (salmones, sardinas o caballas). Su gestación de 10 a 11 meses y su parto en aguas profundas.

6.2.9.3 *Tursiops truncatus*. Delfín mular. Código Natura: 1349

Esta especie se encuentra clasificada en la categoría de “Vulnerable” de extinción para Andalucía, no obstante, está clasificada como “vulnerable” a la extinción las poblaciones que se encuentran en el Mediterráneo, no obstante, las poblaciones del Atlántico son “insuficientemente conocidas” para clasificarlas con alguna categoría de protección.

Es una especie muy cosmopolita, se encuentra en todas las aguas el planeta, desde las frías hasta las tropicales, e incluso en muchos mares cerrados como el Mar Negro, Mediterráneo y Rojo.

Se reconocen dos formas: la costera y la oceánica (o pelágica). La primera de ellas se establece en aguas cuya profundidad oscila entre los 100 y los 200 m, en todo tipo de hábitats costeros, desde bahías o lagunas hasta estuarios o rías. La segunda forma, la pelágica, se encuentra en aguas alejadas de la costa.

Frecuentemente los grupos de poblaciones costeras tienen un rango de hábitat bastante estable, pero otros grupos, los más oceánicos, suelen realizar migraciones.

Son las poblaciones costeras las que han sido vistas en el entorno del Golfo de Cádiz.

Forma grupos de hasta cientos de individuos, aunque lo más habitual es que estén formados por 15-25 ejemplares. Como pasa en otras especies con este carácter gregario, todo el grupo participa de las diversas actividades, como pueden ser la caza o incluso la diversión. Su dieta es eurífaga.

6.2.9.4 *Stenella coeruleoalba*. Delfín listado. Código Natura: 2034

Esta especie se encuentra dentro de la categoría de “Vulnerable” a la extinción para Andalucía, para el resto de España es insuficientemente conocida como para poder categorizarla en algún nivel de protección.

Ampliamente distribuida por las aguas templadas y tropicales de todo el planeta. Es el cetáceo más abundante en las aguas españolas de la península. Prefiere zonas pelágicas, más allá de la isóbata de los 200 m, aunque en ocasiones se puede observar más cerca de la costa cuando ésta alcanza grandes cotas de profundidad.

Las poblaciones atlánticas (población desconocida) y mediterránea (población aproximada de 118.000 ejemplares) son aparentemente independientes.

Son animales muy gregarios, forman manadas de hasta varios cientos o incluso miles de individuos. En el Mediterráneo, lo más frecuente es encontrar grupos formados por menos de 100 individuos. Estos grupos presentan un comportamiento similar al de otras especies de delfínidos, siendo frecuentes en sus desplazamientos las altas velocidades, acompañadas de grandes saltos y acrobacias aéreas.

En aguas atlánticas y mediterráneas son frecuentemente observados surcando las olas producidas por la proa de los barcos.

Su dieta está compuesta principalmente por bancos de peces y cefalópodos, principalmente calamares, aunque también pueden alimentarse de algunos crustáceos decápodos. Estos animales pueden realizar inmersiones por encima de los 200 m de profundidad para capturar su alimento.

Esta especie sufrió un epizootia que en 1990 y 1991 asoló a las poblaciones mediterráneas, causada por un virus del género *Morbillivirus* agravada por elevados niveles de contaminantes que produjo la muerte de miles de ejemplares.

6.2.10 Especies exóticas

6.2.10.1 Especies de flora exóticas invasoras

Según el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, la mayor abundancia de especies exóticas suele aparecer en zonas degradadas de tramos medios y bajos de los ríos españoles. Entre las numerosas especies exóticas, destacan:

La caña común (*Arundo donx*) que se encuentra en todo el territorio de la cuenca del Guadalquivir. Esta planta puede llegar a medir hasta 5 metros de altura. Sus tallos duros y huecos tienen unas raíces bastante fuertes, que penetran en el suelo hasta una gran profundidad. Las cañas copan lugares encharcados y proliferan en las riberas de ríos y canales. La vegetación de ribera se ve desplazada por su presencia, y las aves huyen de las zonas con cañaverales, al no ser idóneos para su desarrollo. El problema de estas especies es que compiten por espacio en la ribera y al tener altas tasas de supervivencia, el desplazamiento de las especies autóctonas es inevitable, salvo que se tomen medidas.

El helecho de agua (*Azolla filiculoides*) es un helecho de pequeño tamaño, con muchas raíces. Puede llegar a tapizar la lámina de agua y colorearla con tonos verdosos, rojizos o negros, según su estado. El helecho de agua deteriora la calidad de las aguas, disminuyendo la concentración de oxígeno, y puede desplazar a la flora acuática.

La *Elodea canadensis* es una planta acuática de largas ramas, empleada en acuariofilia, que invade las orillas de embalses, lagos y ríos. La elodea dificulta la actividad pesquera, desplaza a la flora autóctona y puede taponar estructuras hidráulicas y reducir la cantidad de oxígeno en el agua.

Otro episodio preocupante respecto a las especies exóticas, es la aparición del camalote o Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*). El pasado mes de mayo (2021), el Servicio de Protección de la Naturaleza de la Guardia Civil (SEPRONA) de Sevilla y una dotación del Grupo Especial de Actividades Subacuáticas (GEAS) del mismo cuerpo, han documentado por primera vez la presencia de Jacinto de agua o camalote en plena dársena del río Guadalquivir. Esta planta exótica representa una de las mayores amenazas para los ecosistemas fluviales.

Su peligrosidad radica en que su proliferación tiene consecuencias fatales para las biocenosis acuáticas, eliminando de manera definitiva la fauna y flora autóctonas y llegando a cubrir por completo el cauce del río. Lo cubre de tal modo que impide que llegue la luz del sol, y por ello se produce la anoxia del río y la muerte de todo tipo de biocenosis. Además, esta planta tiene una intensa capacidad de evapotranspiración, disminuyendo la cantidad de agua almacenada en lagunas o balsas e impidiendo cualquier tipo de aprovechamiento (riego, abastecimiento urbano, etc.).

6.2.10.2 Especies de fauna exótica invasora

Según estudios elaborados por la Universidad de Córdoba "Elaboración del diagnóstico sobre el estado de conservación de los peces continentales autóctonos e inventariado de los tramos fluviales importantes

de Andalucía" en la cuenca del Guadalquivir existen 11 especies de peces introducidas de las 24 identificadas.

De estas 11 especies alóctonas encontradas, 6 se incluyen en el Catálogo español de especies exóticas invasoras regulado por el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto: lucio europeo (*Esox lucius*), pez gato (*Ameiurus melas*), percasol (*Lepomis gibbosus*), alburno (*Alburnus alburnus*), gambusia (*Gambusia holbrooki*) y black bass (*Micropterus salmoides*).

En cuanto a los invertebrados, destacan dos especies de moluscos cuya introducción resulta alarmante, son el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) y la almeja de río asiática (*Corbicula fluminea*).

Las primeras noticias acerca de la presencia de la almeja asiática datan de 2003 en la dársena del Guadalquivir; en el 2009, su presencia ya era un hecho en los canales de regadíos del Valle Inferior y el de Los Presos (Bajo Guadalquivir).

Dentro de los artrópodos, destacan tres especies de cangrejo: el cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*), el cangrejo señal (*Pacifastacus leniusculus*) y el cangrejo chino (*Eriocheir sinensis*), siendo el primero de los tres el que mayor impacto tiene sobre nuestros ecosistemas.

Por último, cabe destacar la problemática detectada en algunas comunidades de regantes por la proliferación de colonias de briozoos (*Plumatella sp.*) en los filtros de los sistemas de riego.

6.3 VARIABLES PERCEPTUALES

6.3.1 Zonificación y objetivos de calidad acústica en el ámbito del proyecto

Los indicadores y los niveles límites de referencia que permiten evaluar la afeción al ruido en materia de objetivos de calidad acústica se fijan en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Concretamente son de aplicación los objetivos de calidad acústica para áreas urbanizadas existentes definidos en la tabla A del Anexo II del RD 1367/2007, modificada por el RD 1038/2012.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	(2)	(2)	(2)

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

(2) En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas colindantes con ellos.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.»

Como se puede observar en las tablas anteriores los valores límite se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, es:

1. L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.
2. L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.
3. L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

Para la obtención de las áreas donde aplican los objetivos de calidad acústica es necesaria la zonificación acústica de los municipios habitados, pero, en estos casos, ninguno lo tiene ejecutado, por tanto, se han tomado los usos de suelo obtenidos del SIOSE y se han reclasificado en las diferentes tipologías de áreas acústicas establecidas en la legislación. A continuación, se muestran dos imágenes de la zonificación resultante en las zonas de estudio.



Ilustración 139. Zonificación acústica de Sanlúcar de Barrameda. Fuente: SIOSE. Elaboración SINCOSUR, 2021.

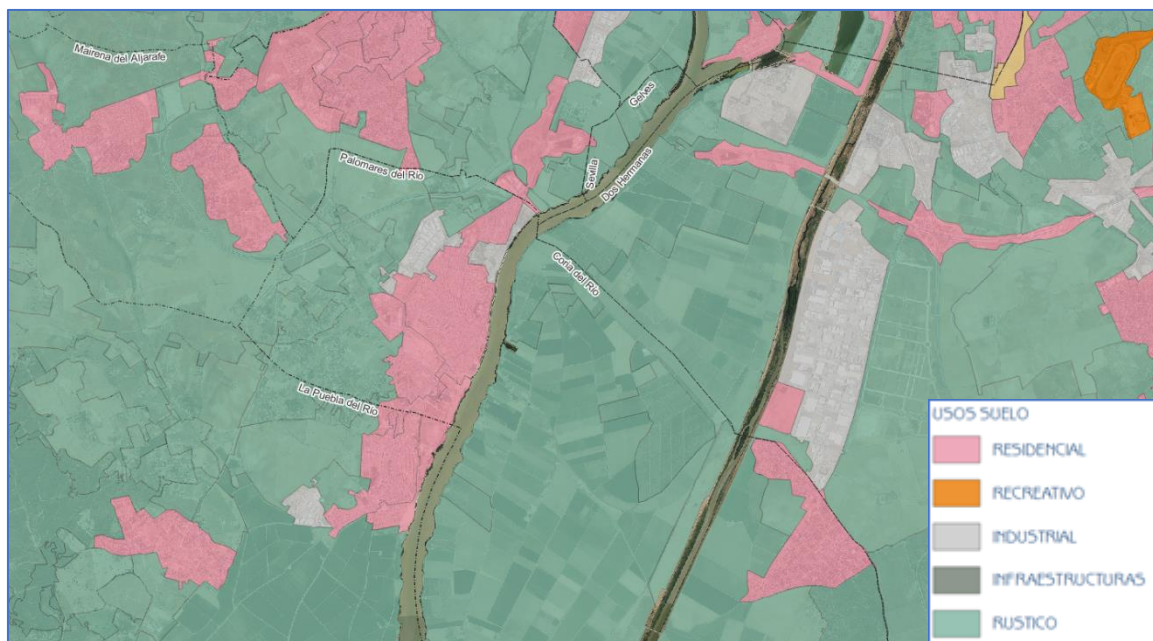


Ilustración 140. Zonificación acústica de Puebla del Río y Coria del Río. Fuente: SIOSE. Elaboración SINCOSUR, 2021.

El Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, establece para cada tipología de zona acústica unos Objetivos de Calidad Acústica (OCA), caracterizados por unos niveles límite de inmisión sonora en el exterior.

Tabla 81. Límites acústicos de las áreas acústicas consideradas. Fuente: SINCOSUR, 2021.

Áreas Acústicas	Uso	Ld; Lt	Ln
A	Residencial	65	55
B	Industrial	75	65
C	Recreativo	73	63
6.5.1.2.1D	Terciario	70	65
E	Sanitario y docente	60	50
F	Infraestructuras	OCA en límite	OCA en límite

Estos datos y límites serán los considerados para evaluar el impacto acústico del proyecto sobre la población.

6.3.2 Paisaje

El DA solicita un análisis del paisaje en un ámbito del proyecto que se extiende bien 10 o 25 km en función de los hitos a estudiar. Para definir dichos ámbitos se han trazado unos buffers de 10 y 25 km desde el tramo bajo del Guadalquivir, de forma que la zona de estudio de esta variable son las definidas en la Ilustración 141.

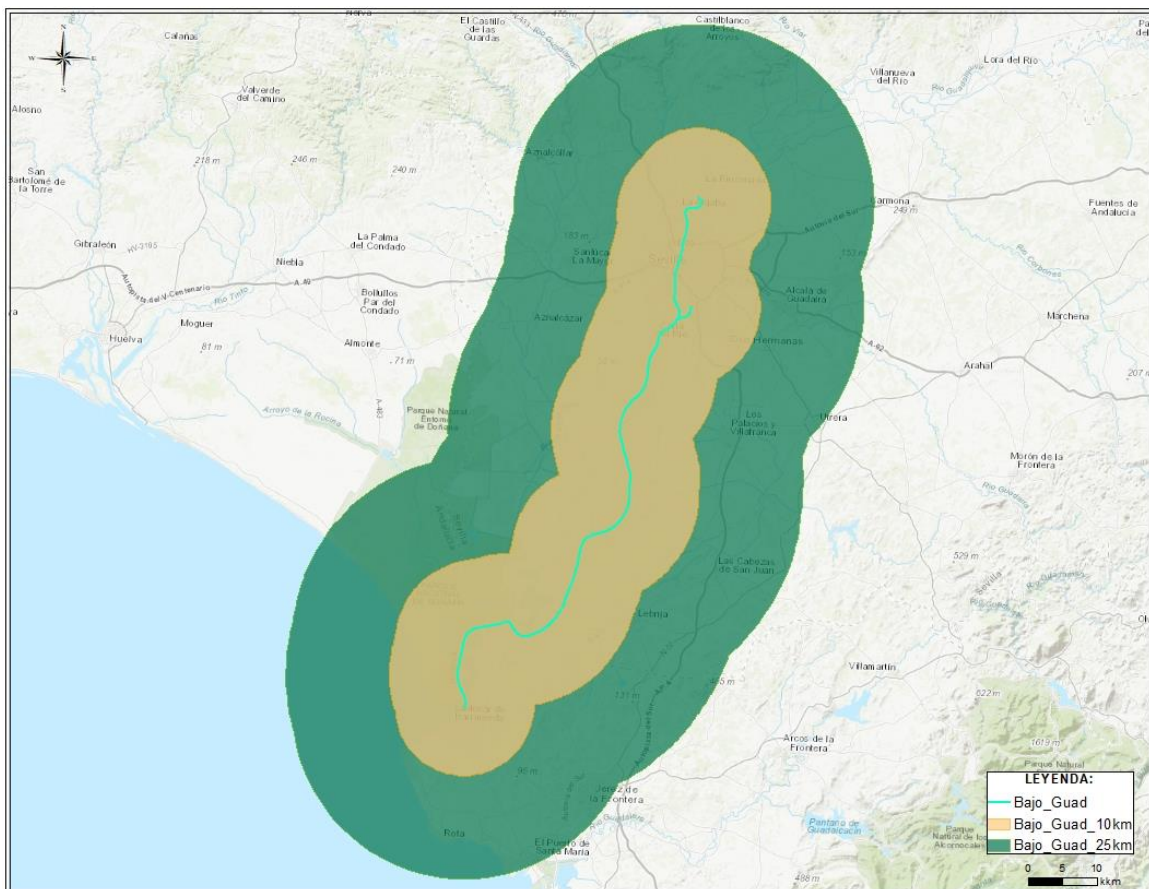


Ilustración 141. Buffers de 10 y 25 km trazados desde el tramo bajo del Guadalquivir para el estudio del paisaje. Fuente: DA. Elaboración propia, 2022.

6.3.2.1 Caracterización de las unidades de paisaje en 10 km

El Bajo Guadalquivir comprende un área paisajística que se extiende por las marismas fluviales y tierras onduladas aledañas de la margen izquierda del río. Se conforma así un paisaje marcado por el predominio de espacios agrícolas de distinta vocación, en un medio poco habitado por el carácter lacustre y pantanoso de buena parte de su dominio, sólo más favorable a la ocupación humana en las posiciones más externas. El relieve presenta una triple orientación morfológica-marismas, piedemontes y relieves tabulares, y colinas, lo que en parte condiciona la ocupación de los suelos y, con ello, la fisonomía del paisaje.

Según la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) la zona se encuadra entre los ámbitos Vega del Guadalquivir y Marisma y en el área paisajística de valles, vegas y marismas interiores. Las unidades de paisaje fisionómicas que aparecen en los 10 km en torno al río son:

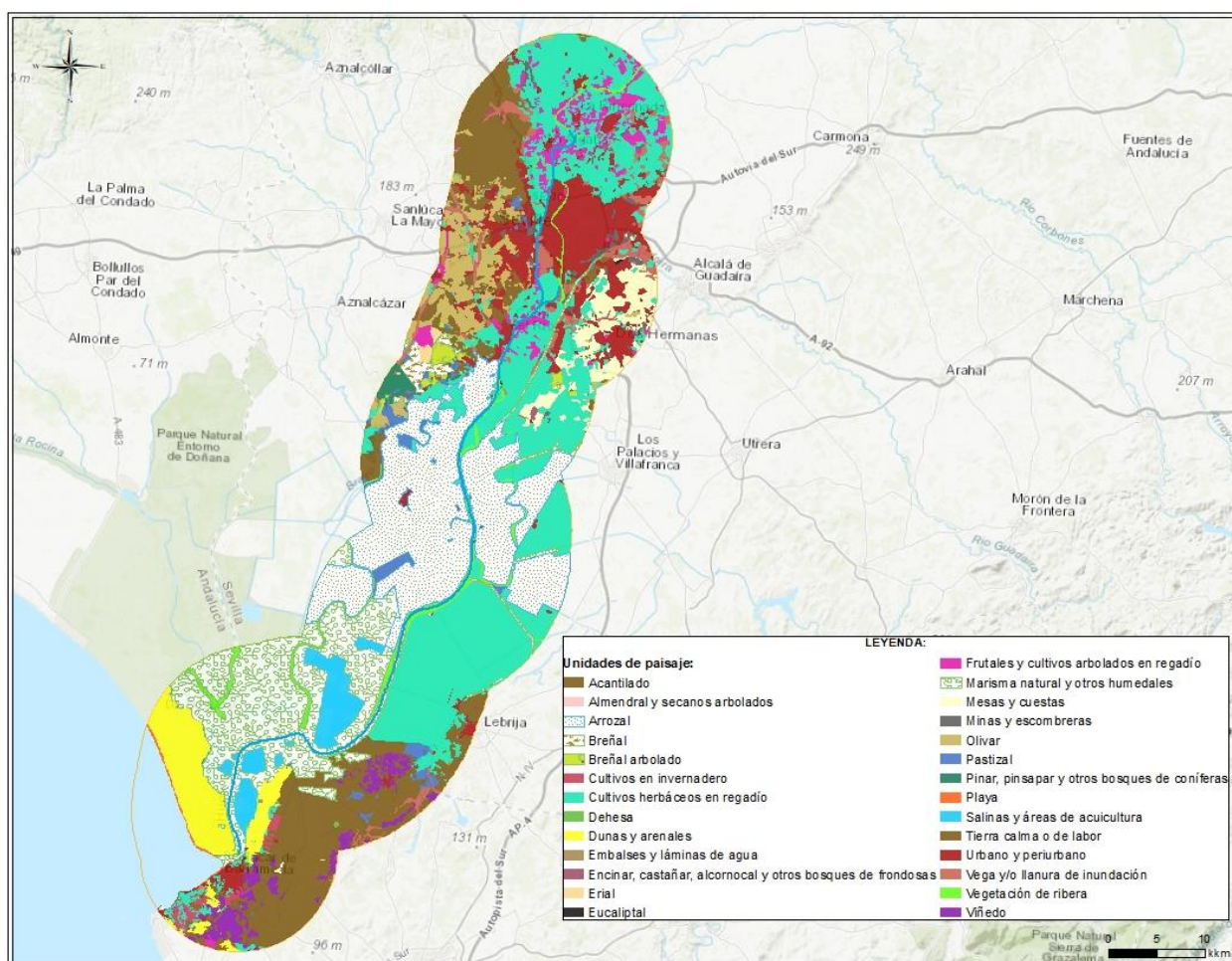


Ilustración 142. Unidades de paisaje fisionómicas. Fuente: REDIAM. Elaboración propia, 2022.

Con claro predominio del arrozal, las marismas naturales y humedales, en la margen derecha, y los cultivos herbáceos en regadío.

En cuanto a calidad y fragilidad estos paisajes presentan una riqueza y diversidad estables. Al derivar gran parte de los paisajes de cultivos y uso intensivo del suelo, actividades antrópicas, la calidad es baja y también la fragilidad, dando lugar a un escenario plano en la sección intermedia y mono-escénico. Los mayores valores se asocian al tramo bajo de la margen derecha donde aparecen la flecha arenosa y dunas de Doñana y las zonas de marismas más naturales, más vulnerables ante cualquier actuación. También se encuentran paisajes más naturalizados desde la Punta del Verde aguas arriba en el brazo vivo del río, pero en esta zona no se actuará.

6.3.2.2 Principales puntos de observación en el ámbito de 25 km del proyecto

El DA solicita una identificación de los núcleos habitados, las carreteras y senderos o miradores que puedan localizarse a 25 km del tramo de río estudiado a fin de caracterizar número y perfil de los potenciales observadores. Para dar respuesta a este requerimiento se han cartografiado los elementos citados, encontrándose lo siguiente:

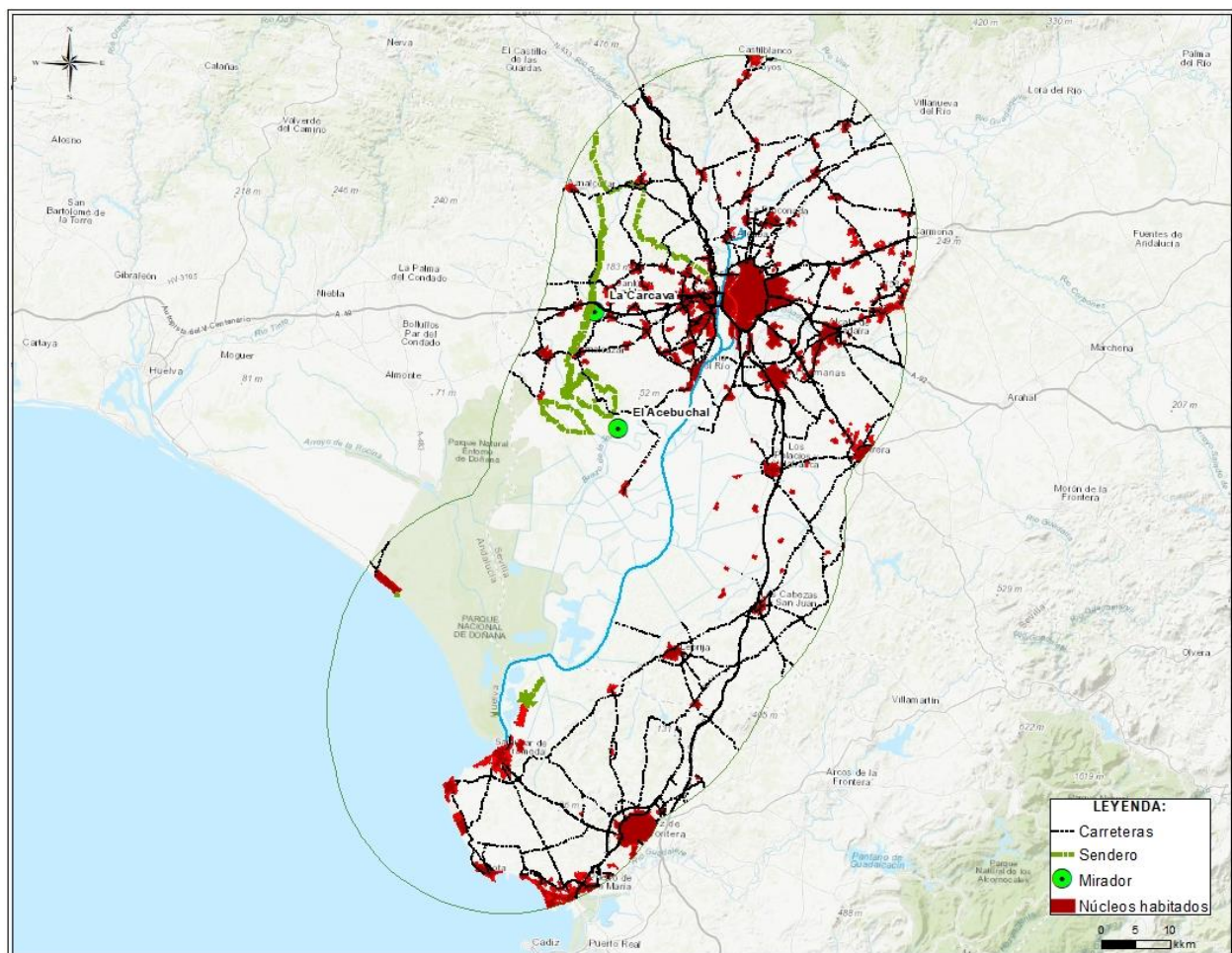


Ilustración 143. Identificación de los enclaves de visualización y potenciales observadores en la zona de estudio (25 km). Fuente: REDIAM. Elaboración propia, 2022.

Varios núcleos habitados se localizan en la zona definida, así como algunos senderos en la margen derecha, varias carreteras que vertebran el territorio, sobre todo en torno a los núcleos cabeceras, y un par de miradores, La Carcava y El Acebuchal. El número y perfil de los potenciales observadores en la zona de estudio indicada en el DA es la que se recoge en el Anexo XI de estudio de salud.

6.3.2.3 Carácter, calidad y objetivos del paisaje en el ámbito del proyecto y entorno afectado (10 km)

Los objetivos del paisaje en el ámbito del proyecto y entorno vienen establecidos en el Catálogo de Paisajes de la provincia de Sevilla (Acosta, G. et al., 2015) que para las Marismas y Bajo Guadalquivir establece lo siguiente:

- El sistema hídrico, con especial consideración de los paisajes ribereños del Guadalquivir, considerados como referencia fundamental para la interpretación, el acceso y disfrute del ámbito. La recuperación, adecuación y dotación del dominio público fluvial y marítimo-terrestre resulta, en este sentido, una prioridad en relación con la ordenación y la gestión territorial.
- Unos espacios marismeños que recuperen, hasta donde sea posible su funcionalidad hidrológica, ecológica, haciendo visibles sus ciclos y procesos naturales acrecentando sus valores ecológicos y promoviendo la lectura y comprensión de sus formas más características (caños, vetas, paciles, lucios, etc.).
- Unos paisajes urbanos que preserven rasgos y elementos que reflejen sus orígenes colonizadores o vinculados a las márgenes marismeñas.
- Unos paisajes agrícolas en los que la productividad no detraiga los valores o recursos que suelen asignarse a los espacios marismeños del Bajo Guadalquivir, incluyendo dentro de los aspectos que deben ser preservados por las actividades agrarias a los relativos a los significados simbólicos y estéticos que comienzan a atribuirse a estos territorios.
- Un patrimonio rural de indudable singularidad cultural y etnológica (antiguas chozas, casas de colonos, antiguos depósitos de arroz, etc.) conservado y accesible para su conocimiento e interpretación.

El documento presenta un plan donde recoge los valores estéticos, escénicos y sensoriales en el Bajo Guadalquivir, siendo éstos escasos en la zona de trabajo, como puede observarse:

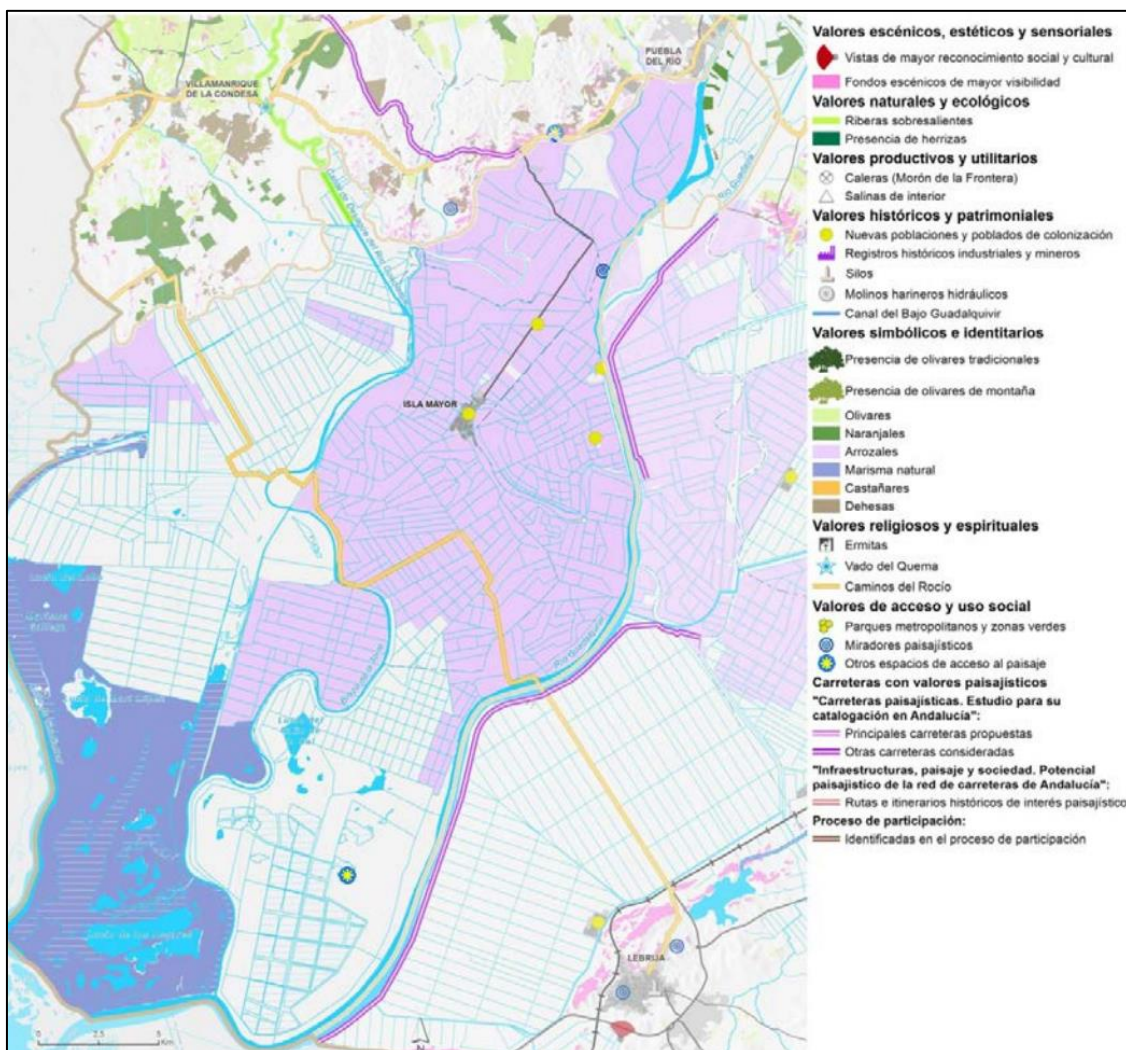


Ilustración 144. Mapa de valores paisajísticos del Bajo Guadalquivir. Fuente: Catálogo de Paisajes de la provincia de Sevilla.

Otros objetivos con relación al paisaje se establecen en instrumentos de ordenación de ámbito supramunicipal, regional, nacional y europeo. Todo ellos son generales y aplican a cualquier sector del territorio, a saber, el Convenio Europeo del Paisaje, ratificado por España en 2007, la Estrategia de Paisaje de Andalucía, de 2012 o el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía de 2006.

6.3.2.4 Figuras de protección del paisaje en el ámbito del proyecto y entorno afectado (10 km)

El DA alude en este sentido a los paisajes protegidos, monumentos naturales, otros espacios naturales protegidos, entorno de protección de bienes de interés cultural o de elementos de la Lista del Patrimonio Mundial. Todos estos elementos han sido identificados y cartografiados en el Apdo. 6.6.1, siendo el Espacio Natural de Doñana la zona que ostenta los valores del entorno que dan lugar a los paisajes más naturalizados y valorados por la población.

6.3.2.5 Otros núcleos o zonas con elevada calidad paisajística y vulnerabilidad

En el ámbito del proyecto no se encuentran otros núcleos o zonas con elevada calidad paisajística y vulnerabilidad, aparte de lo expuesto en los apartados anteriores.

6.4 VARIABLES ADMINISTRATIVAS

6.4.1 Espacios naturales protegidos y áreas protegidas por instrumentos internacionales

A continuación se muestran los principales Espacios de Red Natura 2000 identificados en la zona de proyecto de optimización de la navegación. Esta descripción y primera información básica sobre los espacios RN 2000 identificados está disponible tanto en los formularios normalizados de datos como en los planes de gestión de los espacios se muestra una relación de los hábitats y las especies que constituyen los objetivos de conservación, así como las principales contribuciones a la coherencia de la Red Natutra 2000.

6.4.1.1 ZEC Bajo Guadalquivir (ES6150019)

Esta Zona de Especial Conservación, fue declarada mediante Decreto 113/2015, de 17 de marzo, por el que se declaran las Zonas de Especial Conservación pertenecientes a la Cuenca Hidrográfica del Guadalete – Barbate y determinadas Zonas Especiales de Conservación pertenecientes a la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir.

La superficie de este ZEC es de 4772,41 hectáreas, repartido entre las provincias de Sevilla (74,6%), Cádiz (17,7%) y Huelva (7,7%). Además, según el Formulario Normalizado de Datos de este espacio natural, la unidad biogeográfica que se corresponde es Mediterráneo al 100%.

En cumplimiento de la Directiva Hábitats y de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, las ZEC que constituyen el ámbito del Plan se incluyeron en la lista de LIC de la región biogeográfica mediterránea por Decisión de la Comisión Europea de 19 de julio de 2006. Cabe destacar que este ZEC se incluye en la Reserva de la Biosfera Doñana.

La declaración de dichas ZEC se justifica por la presencia de hábitats naturales y hábitats de las especies de interés comunitario incluidos, respectivamente, en el Anexo I y Anexo II de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre.

6.4.1.1.1 Prioridades de conservación del ZEC Bajo Guadalquivir

Las prioridades de conservación identificadas han sido valoradas bajo los parámetros de presencia significativa, relevancia y la necesidad de gestión activa para mantener o restaurar la especie en este espacio. Por todo ello, las prioridades son:

- **El ecosistema fluvial en su conjunto y su función de conectividad:** el ecosistema fluvial conjuga dos medios diferentes, el acuático y el terrestre; abarca el cauce, la zona de ribera, llanura de inundación y la zona hiporreica; integra dos grandes unidades ecológicas; una formada por el

propio cauce del río y el agua que corre por él y otra formada por el entorno inmediato existente en las orillas, elementos que están relacionados e influidos por él, tanto inertes como vivos, entre ellos, el suelo, la vegetación riparia y especies de ribera, etc.

- **Especies de peces del Anexo II de la Directiva Hábitats y otros peces relevantes:** debido a que hay una riqueza y diversidad piscícola importante, con 11 especies de interés comunitario, entre ellos el *Acipenser sturio*, pues el Bajo Guadalquivir es un hábitat histórico de esta especie, prácticamente extinta en el presente.

6.4.1.1.2 *Objetivos de conservación del espacio Red Natura 2000*

Según el Plan de Gestión de ZEC Río Guadalquivir-Tramo Medio (ES6130015), Bajo Guadalquivir (ES6150019), Tramo Inferior Del Río Guadalimar y Alto Guadalquivir (ES6160010) y Río Guadalquivir Tramo Superior (ES6160013), los objetivos de conservación de estos espacios son:

- Alcanzar y/o mantener el grado de conservación favorable del ecosistema fluvial, conformado por los hábitats 1310, 1320, 1420, 3140, 3270, 5110, 6420, 6430, 91B0, 92A0, 92D0, según las ZEC, incluidos en el Anexo I, y por las especies incluidas en el Anexo II de la Directiva Hábitats.
- Mantener la conectividad, tanto dentro de las ZEC como con el resto de la red Natura 2000.
- Conocer y alcanzar o mantener en un grado de conservación favorable las poblaciones de peces del Anexo II de la Directiva Hábitats y otros peces relevantes.

Además de los objetivos y medidas que afectan específicamente a las prioridades de conservación en el ámbito del Plan, se incluyen otros objetivos y medidas con un alcance más global que afectan de forma genérica a la conservación de los hábitats, especies y procesos ecológicos presentes en el espacio al constituir elementos que favorecen su gestión. Estos son:

- Generar la información necesaria para facilitar la gestión de los hábitats, las especies y los procesos ecológicos del espacio y fomentar la transferencia de conocimiento.
- Fomentar una actitud positiva de la sociedad hacia la conservación de las ZEC.
- Compatibilizar las actuaciones, usos y aprovechamientos con la conservación de los recursos naturales y promover la participación de los colectivos vinculados al espacio en su conservación.

6.4.1.1.3 *Presiones y amenazas reconocidas para el lugar*

En términos generales, se puede decir que a lo largo del curso del río, el ecosistema fluvial se va deteriorando, debido a la actividad humana. Los cambios de usos del suelo de las riberas es uno de los principales motivos de su degradación, principalmente para uso urbano y agrícola, que ha propiciado que la vegetación riparia se quede reducida a una estrecha franja de terreno en algunas zonas y que incluso llegue a desaparecer.

Respecto al uso agrícola del suelo, destaca la alta presión que soporta el ZEC, allá donde se concentran una gran superficie de arrozales. Además existe un déficit hídrico de agua dulce en el Estuario del Guadalquivir a consecuencia de la alta demanda de agua para la agricultura.

De manera general, las presiones y amenazas reconocidas y contenidas en el formulario normalizado de datos del lugar RN2000 son 11, que se enumeran a continuación:

Tabla 82: Presiones y amenazas contenidas en el Formulario Normalizado de Datos de Bajo Guadalquivir. Fuente: FND ES6150019. Bajo Guadalquivir

CODIGO	PRESIONES, AMENAZAS	P/A	IMPORTANCIA
A01	Cultivo y agricultura	P/A	Alta
C01.01	Extracción de arena y grava (áridos en el cauce)	P/A	Media
C01.05	Salinas. Actividad extractiva de sal	P	Baja
D01	Carreteras, caminos y vías de tren. Presencia de infraestructuras que atraviesan el ZEC	P	Media
E01.01	Zonas de crecimiento urbano. Nucleos urbanos colindantes	P	Media
F01	Agricultura marina y de agua dulce. Hay 6 explotaciones acuícolas.	P	Media
H01.01	Contaminación de aguas superficiales por baves industriales	P	Media
H01.08	Contaminación difusa de aguas superficiales causada por aguas de uso doméstico y aguas residuales	P	Media
I01	Especies invasoras y especies alóctonas	P	Alta
J02.05	Alteraciones en la hidrografía general	P/A	Alta
J02.06.	Captaciones de agua superficial para la agricultura	P	Alta

6.4.1.2 Parque Nacional, Natural, ZEC/ZEPA (ES000024), Humedal RAMSAR y Reserva de la Biosfera "Doñana" e IBA "Marismas el Guadalquivir"

Otro de los espacios en donde se enmarca el proyecto de optimización de navegabilidad es el Parque Nacional, Natural, ZEC/ZEPA, humedal RAMSAR, reserva de la Biosfera "Doñana" e IBA "Marisma el Guadalquivir" y además zona delarada Patrimonio de la Humanidad.

Mediante el Decreto 493/2012, de 25 de septiembre, se declaró determinados Lugares de Importancia Comunitaria como Zonas Especiales de Conservación de la Red Ecológica Europea Natura 2000, en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se declaró la ZEC Doñana (ES0000024).

Este espacio tiene una superficie de 128.267,85 hectáreas y su último Plan de Gestión en vigor está por Decreto 142/2016, de 2 de agosto, por el que se amplía el ámbito territorial del Parque Natural de Doñana, se declara ZEC Doñana Norte y Oeste y se aprueban el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y el Plan Rector de Uso y Gestión del Espacio Natural Doñana.

Según el Formulario Normalizado de Datos, a este espacio natural le corresponde la unidad biogeográfica Mediterránea, en un 96,5%, y Atlántico Marino en un 3,5%.

6.4.1.2.1 Prioridades de conservación

Dada la complejidad de la realidad ecológica de Doñana, se han agrupado los hábitats en varios grandes ecosistemas que caracterizan el Espacio Natural, además de varias especies que en ellos habitan.

Complejos dunares activos y sistemas litorales: Este ecosistema integra 6 HIC asociados en su mayor parte a los sistemas dunares activos, dos de ellos prioritarios. Estos son el 1210, 1230, 2110, 2120, 2250* y 2130* (*prioritarios). Constituyen hábitats que aportan flora y vegetación únicas y tiene mucho interés para la conservación de especies de fauna amenazada, tales como aves marinas y limícolas, reptiles e invertebrados.

Marinas, humedales y sistemas lagunares: Incluye 14 HIC que agrupan medios mareales y marismas, pastizales salino atlánticos y mediterráneos, lagunas temporales y otros humedales propios de medios de aguas más dulces. Estos HIC son: 1150*, 1310, 1320, 1410, 1420, 1510, 2190*, 3110, 3140, 3150, 3160, 3170*, 6420 y 7210* (*prioritarios). Estos ecosistemas conforman, en su conjunto, el humedal más importante de Europa y uno de los lugares de invernada más utilizados por las aves del continente. Constituyen en gran medida la base de la extraordinaria biodiversidad del Espacio Natural y resultan especialmente relevantes para la conservación de la avifauna acuática y limícola, la flora amenazada y de interés comunitario, los anfibios, los reptiles y las comunidades de peces.

Conforman un ejemplo representativo, raro y único de humedales de tipo natural o seminatural dentro de la región biogeográfica mediterránea. Sustenta poblaciones de especies vegetales y animales importantes para mantener la diversidad biológica de la región biogeográfica mediterránea. Son hábitats preferentes para la conservación de especies amenazadas aves acuáticas a escala global, tales como la cerceta pardilla o la malvasía cabeciblanca, entre otras.

Constituyen hábitats para especies amenazadas o de interés comunitario de peces, tales como: el salinete, la saboga o la pardilla, así como para especies de otros grupos faunísticos como la nutria (*Lutra lutra*), el galápago leproso (*Mauremys leprosa*), el galápago europeo (*Emys obicularis*), el sapillo pintojo ibérico (*Discoglossus galganoi*) y la rata de agua (*Arvicola sapidus*). Son también hábitats de interés para la conservación de las aves esteparias y aves rapaces como el águila pescadora.

Cotos y montes: Incluye 13 HIC que se corresponden en su mayor parte con comunidades sobre dunas estabilizadas, pero también integra hábitats desarrollados sobre arenas basales. Los HIC asociados son: 2150* (exclusivo de Andalucía), 2230, 2250*, 2260, 2270*, 4020*, 4030, 5110, 5330, 6220*, 6310 y 9330 (*prioritarios). Constituyen hábitats de excepcional interés para la conservación de especies de fauna amenazadas a escala global como el lince ibérico o el águila imperial.

Presencia de otras especies de fauna de interés para la conservación en el ámbito del Plan y amenazadas, tales como anfibios, reptiles e invertebrados, entre los que destacan especies como la tortuga mora (*Testudo graeca*). De interés en la conservación de otras aves rapaces como el milano real (*Milvus milvus*),

así como de un número importante de aves migratorias y reproductoras entre las que destacan especies como la cigüeña negra (*Ciconia nigra*).

Riberas y sistemas fluviales: Integra 3 HIC asociados a medios fluviales, que son: 91B0, 92A0 y 92D0. Constituyen hábitats de primer orden para especies amenazadas o de interés comunitario de peces, tales como: el salinete, la saboga o la pardilla, así como para especies de otros grupos faunísticos como la nutria (*Lutra lutra*), el galápago leproso (*Mauremys leprosa*), el galápago europeo (*Emys obicularis*) o el sapillo pintojo ibérico (*Discoglossus galganoi*). Son hábitats de gran interés para la conservación de la avifauna acuática forestal y ribereña.

Otras de las prioridades de conservación se refieren a fauna, en concreto está el lince ibérico, el águila imperial y las aves acuáticas. Dentro del área protegida de Doñana están presentes más de 300 especies de aves, además anualmente pasan por Doñana más de 500.000 aves acuáticas, encontrándose la mayor parte de las mismas en marismas, humedales y áreas de litoral por tener hábitats propicios para su reproducción o invernada. En el Espacio Natural se reproducen de forma regular 7 especies amenazadas incluidas en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas como “en peligro de extinción” (avetoro común, garcilla cangrejera, cerceta pardilla, fumarel común, porrón pardo, malvasía cabeciblanca y focha moruna). Es por ello que a modo general sean las aves acuáticas una prioridad de conservación.

6.4.1.2.2 *Objetivos de conservación del espacio RN2000*

Dentro del Plan Rector de Uso y Gestión del Espacio Natural Doñana se establecen dos tipos de objetivos generales y específicos. En lo referente a los objetivos generales para las prioridades de conservación, de acuerdo con las Directrices de Conservación de la Red Ecológica Europea Natural 2000 en España, estos son:

- Mantener el grado de conservación favorable de los ecosistemas compuestos por complejos dunares activos y sistemas litorales, así como el de los HIC y poblaciones de especies asociadas a dichos ecosistemas.
- Mantener el grado de conservación favorable de los ecosistemas compuestos por marismas, humedales y sistemas lagunares, así como el de los HIC y poblaciones de especies asociadas a dichos ecosistemas.
- Mantener el grado de conservación favorable de los ecosistemas compuestos por cotos y montes, así como el de los HIC y poblaciones de especies asociadas a dichos ecosistemas.
- Restablecer el grado de conservación favorable de los ecosistemas compuestos por riberas y sistemas fluviales, así como el de los HIC y poblaciones de especies asociadas a dichos ecosistemas.
- Mantener o restablecer el grado de conservación favorable de la avifauna acuática.
- Mantener el grado de conservación favorable de la población de Doñana de lince ibérico.
- Restablecer el grado de conservación favorable del águila imperial.

6.4.1.2.3 Presiones y amenazas reconocidas

De manera general, las presiones y amenazas reconocidas y contenidas en el formulario normalizado de datos del lugar RN2000 son 25, que se enumeran a continuación:

Tabla 83: Presiones y amenazas contenidas en el Formulario Normalizado de Datos de Doñana. Fuente: FND ES0000024. Doñana

CODIGO	PRESIONES, AMENAZAS	P/A	IMPORTANCIA
A02.01	Intensificación agrícola	P/A	Alta
A02.02	Cambio de cultivos	P/A	Media
A08	Uso de fertilizantes	P/A	Media
B02	Manejo y uso (gestión) de bosques y plantaciones	P	Media
B07	Actividades forestales no mencionadas anteriormente	P	Media
C01.04.01	Minería a cielo abierto	A	Media
D01.01	Caminos, pistas, pistas para bicicletas	P/A	Media
F03.02.03	Captura con trampas, venenos, caza furtiva	P	Media
H01	Contaminación de las aguas superficiales	P/A	Media
H02	Contaminación de las aguas subterráneas (puntuales y difusas)	P/A	Media
I01	Especies invasoras y especies alóctonas	P/A	Media
J02.05.02	Alteraciones de las estructuras de los cursos de las aguas continentales	P/A	Media
J02.06.01	Captaciones de agua superficial para la agricultura	P/A	Alta
J02.07	Captaciones de agua de aguas subterráneas	P/A	Alta
J02.09.01	Intrusión de agua salada	P/A	Media
J03.01.01	Reducción de la disponibilidad de presas (incluidos los cadáveres)	P/A	Alta
J03.02	Disminución de la conectividad de los hábitats debida a causas antropogénicas	P/A	Media
J03.03	Disminución, ausencia o prevención de la erosión	P/A	Media
K01.02	Colmatación	P/A	Media
K02.03	Eutrofización (natural)	P/A	Media
K04.03	Introducción de enfermedades (patógenos microbianos)	P/A	Media
K05.01	Disminución de la fecundidad, disminución de la variabilidad genética en animales (endogamia)	P/A	Media
L09	Incendios	A	Media
M01	Cambios en las condiciones abióticas. Cambio climático	A	Alta
M02	Cambios en las condiciones bióticas. Cambio climático	A	Media

Estas presiones y amenazas son las que contiene el FND, no obstante, en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Espacio Natural de Doñana, están más especificadas en función de las prioridades y objetivos de conservación de los grandes grupos de ecosistemas (complejos dunares y sistemas litorales;

marismas, humedales y sistemas lagunares; cotos y montes, riberas y sistemas fluviales, aves acuáticas, lince ibérico y águila imperial).

Complejos dunares activos y sistemas litorales: las presiones y amenazas sobre esos hábitats están valoradas como moderadas o de baja intensidad, dado que todas aquellas que puedan estar vinculadas a la urbanización o la ocupación turística de la franja costera están bien controladas. La principal amenaza de estos ecosistemas es la especial sensibilidad al riesgo potencial de vertidos de hidrocarburos en el litoral.

Marismas, humedales y sistemas lagunares: alguna de las amenazas que tienen estos hábitats son, problemas relacionados con contaminación local o con la calidad de aguas de algunos cursos fluviales tributarios, procesos de eutrofización asociados al aporte de nutrientes y la introducción de especies exóticas invasoras son algunas de las principales amenazas.

Entre las presiones y amenazas que en mayor medida afectan a las zonas húmedas destacan:

- Los efectos que produce sobre el complejo hidrosistema de los humedales la expansión del regadío en el área de su corona forestal.
- La persistencia de problemas puntuales relacionados con déficits en la depuración de aguas residuales y efectos locales de descenso en los niveles freáticos debido a captaciones de aguas subterráneas.
- Efectos locales ocasionados por la ganadería y la herbivoría, especialmente en ciertas épocas del año.
- Comprometido estado ecológico del estuario del Guadalquivir, que exige analizar la conveniencia de la aplicación de medidas orientadas a favorecer la conectividad ecológica entre las marismas de Doñana y el río sin la aplicación de medidas previas.

Cotos y montes: Los cotos y montes de Doñana definen el ecosistema por excelencia de especies emblemáticas amenazadas a escala global como el lince ibérico o el águila imperial, pero también albergan hábitats de excepcional interés para una gran variedad de especies, muchas de ellas igualmente amenazadas, entre las que pueden reseñarse la tortuga mora (*Testudo graeca*) u otras rapaces forestales como el milano real (*Milvus milvus*), que en el área de Doñana localiza su núcleo reproductivo más importante del sur de la península ibérica. La principal amenaza de esos hábitats deriva de los riesgos de incendios forestales y del potencial peligro inherente a la aparición de plagas, en particular en las áreas más densas y homogéneas del pinar. Las labores realizadas de seguimiento y control de equilibrios biológicos (tratamientos aéreos y terrestres orientados a la lucha contra la procesionaria y plagas de perforadores), han facilitado el control de las situaciones de riesgo.

Otro de los principales factores de riesgo sobre los hábitats forestales está determinado por la incidencia de la extracción de recursos hídricos con destino a riego, lo que genera un descenso de los niveles freáticos y la consiguiente afección a especies, comunidades y hábitats. De manera más local se producen

problemas (amenaza) con la presencia y abundancia de ungulados y artiodáctilos generalistas (ciervo, gamo o jabalí). El ganado doméstico también supone una carga añadida a esta amenaza como consumidor de las herbáceas y como origen de riesgos asociados al pisoteo.

Riberas y sistemas fluviales: Son varios los procesos y factores que condicionan su grado de conservación, entre ellos principalmente: la expansión de la agricultura intensiva en la comarca y el uso por parte de la actividad de los recursos hídricos subterráneos, a esta pérdida de recurso hídrico hay que añadir la pérdida producida por la captación y desvío de caudales. Además, otro factor que influye es el proceso de expansión del regadío pues ha ocasionada la alteración de los balances sedimentarios locales de los sistemas fluviales (como consecuencia de la fuerte exposición a la erosión que tiene el sustrato arenoso de la zona cuando está desprovisto de vegetación). También hay que destacar la introducción de especies exóticas invasoras que intervienen como agentes alteradores de los ecosistemas fluviales, como por ejemplo la especie arbórea mimosa (*Acacia spp.*), herbáceas como la caña (*Arundo donax*), la bardana (*Xhantium strumarium*) o *Nicotiana glauca*, o especies de fauna como el mapache o el pez gato. Y por último, los impactos asociados a la contaminación de origen agrícola, urbano o industrial y la incidencia de la herbivoría.

En lo referente a las presiones y amenazas que sufren las poblaciones de **aves acuáticas** destacan:

- El histórico déficit hídrico de la marisma, el cual resulta un factor especialmente significativo para la conservación de las aves nidificantes con ciclo reproductivo más tardío de lo habitual, como son la cerceta pardilla, el fumarel común, el fumarel cariblanco, entre otros.
- El riesgo de eventualidades en forma de mortandades, también vinculadas a episodios de déficit hídrico de la marisma en periodo de estiaje que, por hacinamiento de aves y peces en zonas más propensas a procesos de eutrofización, derivan en el desarrollo de cianobacterias tóxicas tales como *Mycrocystis aureginosa*, *Pseudoanabaena spp.* y *Anabanea spp.*
- La persistencia de problemas puntuales de contaminación local, ya sea de origen agrícola, urbano o industrial, que contribuyen a la eutrofización de las aguas.
- La mortalidad no natural vinculada al plumbismo o a la caza de especies de aves protegidas que pueden ser confundidas con otras que si son cazables.
- Los daños ocasionados por el pisoteo del ganado, que produce la pérdida de carrizales y la afección directa sobre nidos por pisoteo, así como los derivados de la abundancia de jabalíes y ungulados silvestres y domésticos, que afectan principalmente a las colonias de larolimícolas y ciconiformes.

En cuanto al **lince ibérico**, las amenazas y factores limitantes de carácter general son la escasez de presas (conejos, principalmente), la alteración y pérdida de hábitat (por transformación y cambio de uso en el ámbito de la corona forestal que rodea el espacio natural y la pérdida de áreas y elementos de refugio), la fragmentación de las poblaciones asociada al desarrollo urbanístico en la comarca y la

mortalidad de origen humano (como la caza ilegal) son las principales amenazas, junto con el reducido tamaño de su población que hace que sea una especie sustancialmente vulnerable.

En lo relativo al *águila imperial* las principales amenazas y riesgos son: la limitación de disponibilidad de hábitat en el área de Doñana como consecuencia de la transformación en regadíos de los hábitats forestales junto con el riesgo asociado a la presencia de líneas eléctricas persiste (pese al éxito de los trabajos de corrección de tendidos) y los envenenamientos (ambos principales causas de muerte no natural del águila) así como la disminución generalizada de su principal especie presa, el conejo, conlleva a que no se esté recuperando la población de la mejor manera esperable.

Como resumen pueden destacarse que en la actualidad, los principales retos del Espacio Natural Doñana vinculados a sus presiones y amenazas pasan por:

- **Sistema hídrico.** Recuperación del sistema hídrico alterado a lo largo de la historia en el entorno del espacio, repercutiendo de forma importante sobre las marismas del Guadalquivir.
- **Desequilibrios sedimentarios.** Recuperar el equilibrio de los balances sedimentarios. Su corrección forma parte ya de numerosos documentos de planificación territorial ya aprobados y otros en fase de aprobación.
- **Acuífero.** Modular el descenso de los niveles freáticos en puntos sensibles ecológicamente y los desequilibrios en el balance de entradas y salidas del acuífero.
- **Estuario del Guadalquivir.** Detener el deterioro del estuario del Guadalquivir y compatibilizar los usos y actividades dependientes del tramo final del río.
- **Contaminación potencial.** Vigilar y prevenir las potenciales amenazas derivadas de las actividades potencialmente contaminantes situadas en la cabecera de las cuencas y subcuencas hidrográficas con incidencia en Doñana, así como de las que pudiesen producirse a través del medio marino.
- **Conectividad ecológica.** Incidir en un modelo de ordenación territorial que debe avanzar en la construcción de una infraestructura verde capaz de permeabilizar ecológicamente el territorio y conectar Doñana con otros sectores naturales de Andalucía.
- **Epizootias.** Vigilar y combatir la aparición de epizootias u otros factores que acrecienten el grado de amenaza de especies en peligro de extinción. Una de las amenazas más graves en este sentido es la aparición de una nueva cepa de la neumonía hemorrágica vírica en los conejos.
- **Especies exóticas.** Control y vigilancia para evitar la expansión de especies exóticas invasoras ya detectadas o la aparición de otras nuevas.
- **Relaciones con el entorno.** En la última década ha existido un importante acercamiento de las poblaciones de la Comarca a este espacio, a pesar de ello es un reto mantener esta implicación y mejorarla cada día.

- **Cambio climático.** Investigar y desarrollar estrategias y acciones de adaptación al cambio climático.

Como puede comprobarse, tal y como queda reflejado tanto en el FND como en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Espacio Natural de Doñana, una de las principales presiones y amenazas es el deterioro del estuario del Guadalquivir, es por ello que este proyecto de optimización de la navegación apuesta por la realización de un proyecto en un marco de filosofía de WwN para poder compatibilizar los usos y actividades del río con la conservación de los espacios naturales tan representativos por los que discurre, los cuales se van a identificar en el siguiente apartado.

6.4.1.3 ZEC Brazo del Este (ES0000272)

El Brazo del Este es uno de los antiguos brazos en que se dividía el río Guadalquivir en su recorrido por las marismas. Se sitúa a unos 17 kilómetros al sur de Sevilla, en los términos municipales de Coria del Río, Dos Hermanas, La Puebla del Río, Las Cabezas de San Juan, Lebrija y Utrera.

Debido a la fauna existente en la zona, en 1989, fue declarado Paraje Natural por la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección, siendo el grupo de mayor interés el de las aves, por la importancia de las especies y el elevado número que alcanzan las poblaciones de algunas de ellas (morito común, avetoro, cigüeña negra, aguilucho lagunero occidental, martinete y calamón, entre otras).

En 2002, el Paraje Natural fue designado, por la importancia de la diversidad de aves presentes en el espacio, como Zona de Especial Protección de las Aves (ZEPA), en cumplimiento de los criterios establecidos por la, entonces vigente Directiva 79/409/CEE, de 2 de abril, relativa a la conservación de las aves silvestres.

Además, por Acuerdo del Consejo de Ministros de 16 de diciembre de 2005, el Paraje Natural Brazo del Este ha sido incluido en la lista de Humedales de Importancia Internacional, conforme al «Convenio relativo a Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas», elaborado en Ramsar el 2 de febrero de 1971.

Por Decreto 198/2008, de 6 de mayo, se aprobó el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Paraje Natural y se amplió el ámbito territorial del mismo en sus límites norte, este y sur, mediante la inclusión de terrenos colindantes pertenecientes al dominio público marítimo-terrestre que reunían características ecológicas adecuadas para ello. Estas zonas ampliadas albergan el mismo tipo de hábitat y las mismas especies que el resto del espacio natural protegido, por lo que resulta coherente clasificar igualmente estas zonas ampliadas como ZEPA.

Este ZEC, según el Formulario Normalizado de Datos, la región biogeográfica a la que corresponde es Mediterráneo al 100%.

6.4.1.3.1 *Objetivos de conservación del espacio Red Natura 2000*

Según el Decreto 348/2011, de 22 de noviembre, por el que se declara Zona de Especial Protección para las Aves el Paraje Natural Brazo del Este y se modifica el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del citado Paraje Natural aprobado por Decreto 198/2008, de 6 de mayo, los objetivos de conservación son:

- Mantener o, en su caso restablecer, el estado de conservación favorable de los hábitats de interés con especial atención a los incluidos en el Anexo I de la Directiva Hábitats, y en particular a los humedales presentes en el Paraje Natural.
- Mantener o, en su caso restablecer, el estado de conservación favorable de las poblaciones de fauna y flora con especial atención a las especies de interés comunitario, amenazadas o de especial interés para el espacio y en particular las aves acuáticas.
- Mejorar las condiciones de cantidad y calidad de los recursos hídricos, esenciales para el funcionamiento ecológico de este espacio.
- Controlar y regular los usos y actuaciones que puedan incidir en los cauces y caños que vierten sus aguas al Brazo.
- Favorecer la protección y regeneración de las formaciones vegetales naturales, entendiéndose por éstas toda la vegetación no resultante de las actividades agrarias, especialmente la que se desarrolla en el cauce del Brazo.
- Favorecer la restauración de los terrenos públicos presentes en el Paraje Natural, orientado a la recuperación de los hábitats desaparecidos o de escasa representación, así como aquellos considerados de importancia comunitaria, con el objetivo de favorecer la aparición de hábitats adecuados al mantenimiento de poblaciones de flora y fauna amenazada.
- Compatibilizar el desarrollo de las actividades agropecuarias con la conservación.
- Promover las actividades de educación ambiental.
- Desarrollar el conjunto de programas, servicios y equipamientos que aseguren un Uso Público adecuado a las necesidades del Paraje Natural.
- Poner en valor las actividades relacionadas con la observación de aves por la importancia y el gran potencial que tiene para el espacio.
- Adecuar el desarrollo y el uso de las vías de comunicación a las necesidades de protección del Paraje Natural.
- Fomentar el desarrollo de la investigación sobre los valores del espacio, problemática y posibles soluciones.

6.4.1.3.2 *Presiones y amenazas reconocidas para el lugar*

Dentro del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Paraje Natural del Brazo del Este están reflejados los principales problemas e impactos que puede tener dicho paraje. Entre ellos, están señalados los siguientes:

- Alteraciones del cauce y la hidrología superficial
- Alteraciones relacionadas con el desarrollo de las actividades productivas como son: los usos agrícolas, corta de enea, pesca del cangrejo y aprovechamiento ganadero.
- Impactos sobre el medio derivados de otras infraestructuras (tendidos eléctricos)
- Problemas de gestión relacionados con la concurrencia de organismos y administraciones (competencias parciales sobre el territorio de varios organismos)
- Otros problemas como el furtivismo

De manera general, las presiones y amenazas reconocidas y contenidas en el formulario normalizado de datos del lugar RN2000 son 19, que se enumeran a continuación:

Tabla 84: Presiones y amenazas contenidas en el Formulario Normalizado de Datos de Brazo del Este. Fuente: FND ES0000272. Brazo del Este

CODIGO	PRESIONES, AMENAZAS	P/A	IMPORTANCIA
A02	Modificación de las prácticas de cultivo	P/A	Alta
A03	Siega y/o corte de pastizales	P/A	Alta
A04	Pasto	P/A	Media
A05.01	Cría de animales	P/A	Media
A07	Uso de biocidas, hormonas y productos químicos	P/A	Alta
A08	Fertilización	P/A	Alta
A09	Riego	P/A	Alta
D02.01	Electricidad y líneas telefónicas	P/A	Media
E06	Otras actividades de urbanización, industriales y similares	P/A	Media
F01	Acuicultura marina y de agua dulce	P/A	Media
F03.01	Caza	P/A	Alta
G05	Otras intrusiones y perturbaciones humanas	P/A	Baja
J01	Extinción de incendios e incendios	P/A	Alta
J02.01.02	Recuperación de tierras del mar, estuario o pantano	P/A	Alta
J02.03	Canalización y desviación de agua	P/A	Alta
K01.02	Sedimentación	P/A	Alta
K01.03	Desecación	P/A	Alta
L09	Fuego (de origen natural)	P/A	Media

6.4.1.4 ZEC Doñana Norte y Este (ES6150009)

Doñana Norte y Oeste se localiza entre las comarcas del Condado de Huelva, al sureste de la provincia de Huelva, y Doñana Aljarafe, al suroeste de la provincia de Sevilla.

La presencia en Doñana Norte y Oeste de hábitats naturales que figuran en el Anexo I y de hábitats de especies que figuran en el Anexo II de la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, justificó la inclusión del espacio en la lista de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) de la región biogeográfica mediterránea, aprobada

inicialmente por Decisión de la Comisión Europea de 19 de julio de 2006 y revisada en sucesivas decisiones, así como su declaración como Zona Especial de Conservación (ZEC) por el Decreto 142/2016, de 2 de agosto, por el que se amplía el ámbito territorial del Parque Natural de Doñana, se declara la Zona Especial de Conservación Doñana Norte y Oeste (ES6150009) y se aprueban el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y el Plan Rector de Uso y Gestión del Espacio Natural Doñana.

El Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación Doñana Norte y Oeste (ES6150009) se aprobó en la Orden de 10 de octubre de 2016.

Este ZEC, según el Formulario Normalizado de Datos, la región biogeográfica a la que corresponde es Mediterráneo al 100%.

6.4.1.4.1 *Objetivos de conservación del espacio Red Natura 2000*

Según el Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación Doñana Norte y Oeste, las prioridades de conservación sobre las que se orientará la gestión y la conservación del espacio son: el lince ibérico, los ecosistemas dunares y la conectividad ecológica para el mantenimiento de la integridad global de la Red Natura 2000 en Andalucía.

- *Lynx pardinus*: especie prioritaria de la Directiva Hábitats, incluida en sus anexos II y V, que está catalogada a nivel nacional y autonómico como en peligro de extinción, y que cuenta con una presencia estable en el territorio. Además, está considerada como el felino más amenazado del mundo y, desde principios de siglo, es el único animal incluido por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en la máxima categoría de amenaza: en peligro crítico.

El lince se encuentra entre las especies denominadas paraguas (umbrella species), dado que sus requerimientos de hábitat, tanto en cantidad como en calidad, permiten asociar su presencia a la de otras muchas especies animales y vegetales. Por ello, su identificación en el espacio es indicador de un excelente nivel de conservación del hábitat y un alto grado de biodiversidad.

El mantenimiento de las particulares características del hábitat al cual se encuentra adaptada esta especie, y que se hacen patentes en la ZEC, contribuye a incrementar la diversidad biológica en el territorio y a crear ecotonos que tienen un destacado interés tanto para el lince como para el resto de las especies.

Por último, y no por ello menos importante, hay que señalar que una de las razones de declaración de la ZEC Doñana Norte y Oeste fue su interés para el mantenimiento y expansión de las poblaciones de lince ibérico.

- Ecosistemas dunares: son formaciones exclusivas del sur ibérico que cuentan con gran número de endemismos y una reducida área de ocupación real, a menudo disyunta.

Están representados por los siguientes hábitats de interés comunitario, dos de ellos considerados prioritarios (*):

- HIC 2150* Dunas fijas descalcificadas atlánticas (Calluno-Ulicetea).
- HIC 2230 Dunas con céspedes del Malcomietalia.
- HIC 2260 Dunas con vegetación esclerófila del Cisto-Lavanduletalia.
- HIC 2270* Dunas con bosques Pinus pinea y/o Pinus pinaster.

El alto grado de interdependencia que muestran estos hábitats entre sí, además de la gran vulnerabilidad que poseen ante determinados factores como procesos erosivos, extracción de arena, invasión de plantas exóticas, uso público incontrolado, etc., lleva a considerarlos de manera global.

La contribución antrópica a la destrucción y fragmentación de estos sistemas ha repercutido significativamente tanto en la dinámica demográfica como en la variabilidad genética de las poblaciones vegetales sabulícolas. Por otro lado, los sistemas dunares constituyen el hábitat idóneo para muchos reptiles y potencial zona de expansión de los mismos.

- Conectividad ecológica. A pesar de la separación física territorial existente entre los cuatro sectores que componen la ZEC, los procesos de conectividad ecológica adquieren una gran relevancia en el territorio para el mantenimiento de la integridad global de la Red Natura 2000 en Andalucía. Cada uno de los citados sectores posibilita la unión entre distintos espacios, contribuyendo de forma significativa a la formación o refuerzo de pasillos ecológicos desde el norte del Espacio Natural de Doñana hasta sierra Morena. En esta función de conectividad ecológica, el elemento clave es la densa red hidrográfica existente en el territorio que actúa como corredor ecológico lineal, permitiendo a las especies su expansión a otras zonas en busca de alimento, refugio o hábitats de reproducción.

La conservación, no solo de los valores naturales, sino también de las funciones y de los procesos que operan en los sistemas naturales, depende en gran medida de la existencia de corredores que aseguren la existencia de flujos, y proporcionen vías para la dispersión de las especies, lo cual toma especial relevancia en el contexto del cambio global y de la contribución que estos espacios realizan para facilitar la adaptación de las poblaciones y comunidades biológicas a los cambios, y la satisfacción de sus necesidades emergentes. Los distintos sectores que integran la ZEC favorecen el desplazamiento e intercambio genético de numerosas especies recogidas en las Directivas Hábitats y Aves, como es el caso de nutria, galápago europeo, sapillo pintojo ibérico, sapo partero ibérico, sapo corredor, sapo de espuelas, águila imperial y cigüeña negra, entre otros.

Las masas forestales presentes constituyen también un elemento conector entre diferentes comunidades de murciélagos forestales, ya que representan un refugio potencial para especies como el nótulo grande (*Nyctalus lasiopterus*), de hábito eminentemente forestal, pero con una gran capacidad de movimiento. Esta especie utiliza los bosques para refugiarse, pero obtiene el alimento en zonas externas, a menudo algo alteradas, por lo que su conservación parece estar asegurada con la correcta preservación y manejo de las masas forestales presentes en ese ámbito.

Para el resto de los murciélagos, las masas forestales no constituyen un recurso imprescindible ni muestran una dependencia vital respecto a ellas.

6.4.1.4.2 Presiones y amenazas reconocidas para el lugar

Dentro del Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación Doñana Norte y Oeste, las presiones y amenazas están categorizadas por las actividades o principales usos, no obstante a continuación se exponen las principales, de acuerdo con el Plan de Gestión y con el Formulario Normalizado de Datos:

- *Agricultura*: Cultivos, aumento de superficie agrícola (A01), uso de fertilizantes (A08), Regadío (A09).
- *Silvicultura, ciencias forestales*: Repoblación en suelo forestal tras tala (B02.01)
- *Transportes y redes de comunicación*: Carreteras, caminos y vías de tren (D01), Infraestructuras lineales de servicio público (D02)
- *Urbanización, desarrollo residencial y comercial*: Zonas urbanas, asentamientos humanos (E01)
- *Uso de recursos biológicos diferentes de agricultura y silvicultura*: Caza y captura de animales salvajes (F03)
- *Intrusión humana y perturbaciones*: Deportes al aire libre y actividades de ocio, actividades recreativas y organizadas (G01), Pisoteo, uso excesivo (G05.01)
- *Contaminación*: Contaminación difusa de aguas superficiales causada por actividades agrícolas y forestales (H01.05), Contaminación difusa de aguas superficiales causada por aguas de uso domestico v aguas residuales (H01.08), Contaminación de aguas subterráneas (fuentes puntuales y fuentes difusas) (H02)
- *Especies invasoras, especies problemáticas y modificaciones genéticas*: Especies invasoras y especies alóctonas (I01)
- *Alteraciones del sistema natural*: Incendios (J01.01), Captaciones de agua (superficial) para la agricultura (J02.06.01), Captaciones de agua subterránea para agricultura (J02.07.01), Disminución o pérdida de las características específicas de un hábitat (J03.01), Disminución de la conectividad de los hábitats debida a causas antropogénicas. Fragmentación (J03.02), Disminución, ausencia o prevención de la erosión (J03.03)
- *Procesos naturales bióticos y abióticos (exceptuando catástrofes)*: Disminución de fecundidad/disminución de la variabilidad genética en animales (incluye endogamia) (K05.01)
- *Cambio climático*: Cambio en las condiciones abióticas (M01), Cambio en las condiciones bióticas (M02).

6.4.1.5 Cartografía de zonificación en planes sectoriales de energÍA, planes de urbanismo, ordenación del territorio o desarrollo rural y determinaciones de dichos instrumentos aplicables al proyecto

6.4.1.5.1 Planificación portuaria

Plan Director del Puerto de Sevilla

El Plan Director constituye la guía de desarrollo de las infraestructuras del puerto de Sevilla para el horizonte 2020 y fue ratificado en 2006. Las principales líneas de avance contempladas en el Plan Director son (DEUP, 2021: 15-16):

- Mejora del Acceso Marítimo (MAM): con la puesta en carga de importantes espacios para el desarrollo logístico, la instalación de terminales y el fomento de una base industrial.
- Habilitación de la Dársena del Cuarto para la instalación de terminales logísticas e industrias complementarias: con el objetivo de duplicar la actual superficie operativa del puerto. El objetivo es propiciar la modernización de la explotación portuaria, mediante la construcción y entrada en servicio de nuevas instalaciones especializadas en servicios logísticos integrales en régimen de apertura al uso general o dedicado a tráficos o clientes industriales específicos. Las nuevas fórmulas de explotación portuaria como son las Terminales de Logística Portuaria (TLP) conjugan las funciones de una terminal portuaria propiamente dicha y las que corresponden a un área de transformación industrial o distribución de mercancía.
- Desarrollo logístico: la plataforma logística portuaria se conforma por la Zona de Actividades Logísticas ZAL Batán, parque logístico multimodal, con facilidad de acceso y una localización estratégica que insta a la permanencia en la zona de grandes empresas o ubicación para nuevos centros de distribución; y el Parque de Actividades Logísticas PAL en Palmas Altas, en la zona este del puerto. Este recinto ofertará naves de gran superficie modulables y atenderá la demanda de servicios logístico de pequeño volumen.
- Fomento de la base industrial: el programa puerto industrial está orientado a la instalación en el recinto portuario de clústers industriales (siderúrgico, construcción, cerealista, energético, madera, etc.) vinculados a la actividad portuaria. El programa incluye el desarrollo sobre 100 hectáreas en el Verde siendo el planteamiento central la integración industrial-transporte portuario en torno a terminales dedicadas a usos industriales.
- Mejora de la accesibilidad terrestre al recinto portuario y cierre del anillo interno de comunicación viario y ferroviario: mejorando la accesibilidad viaria del Puerto y su conexión interior con la exterior y circunvalación; la accesibilidad ferroviaria del Puerto, elemento clave para el desarrollo portuario y el anillo interno de comunicación, realizado hacia el sur de la zona portuaria.
- Delimitación, reurbanización y desarrollo de las áreas de uso urbano portuario: elementos y espacios de conexión Puerto-ciudad. Se incluye la Terminal-parque Delicias, con un remodelado del muelle, espacio verde y terminal de cruceros turísticos; y el Muelle de Nueva York, convertido en paseo fluvial, permitiendo llegar paseando desde el muelle de Delicias a la Torre del Oro.

Delimitación de Espacios y Usos Portuarios

La Delimitación de Espacios y usos Portuarios del Puerto de Sevilla (DEUP) está pendiente de su aprobación final. Tras el análisis de las características, aptitudes, funciones y demandas de cada área del

puerto se procede a asignar usos a las distintas áreas, enclaves y parcelas que componen la zona de servicio del Puerto de Sevilla siendo la distribución general la siguiente:

Tabla 85. Distribución de la asignación general de usos del Puerto. Fuente: DEUP, 2021: 47.

DISTRIBUCIÓN DE LA ASIGNACIÓN GENERAL DE USOS		
Usos	Superficie (m ²)	Porcentaje (%)
Usos Portuarios	8.849.429	93,67%
Usos Vinculados a la interacción puerto-ciudad	617.722	6,53%
Total Zona de Servicio	9.447.151	100,00%

La asignación de usos específicos en la zona de servicio del puerto es:

Tabla 86. Distribución y desglose los usos del Puerto. Fuente: DEUP, 2021: 48.

ASIGNACIÓN DE USOS		
Usos	Superficie (m ²)	Porcentaje (%)
Usos Portuarios	8.854.879	93,47%
Comerciales	927.943	9,80%
Náutico-deportivos	39.600	0,41%
Complementarios de los anteriores	7.887.336	83,26%
Usos Vinculados a la interacción puerto-ciudad	617.722	6,53%
Total Superficie	9.472.601	100,00%

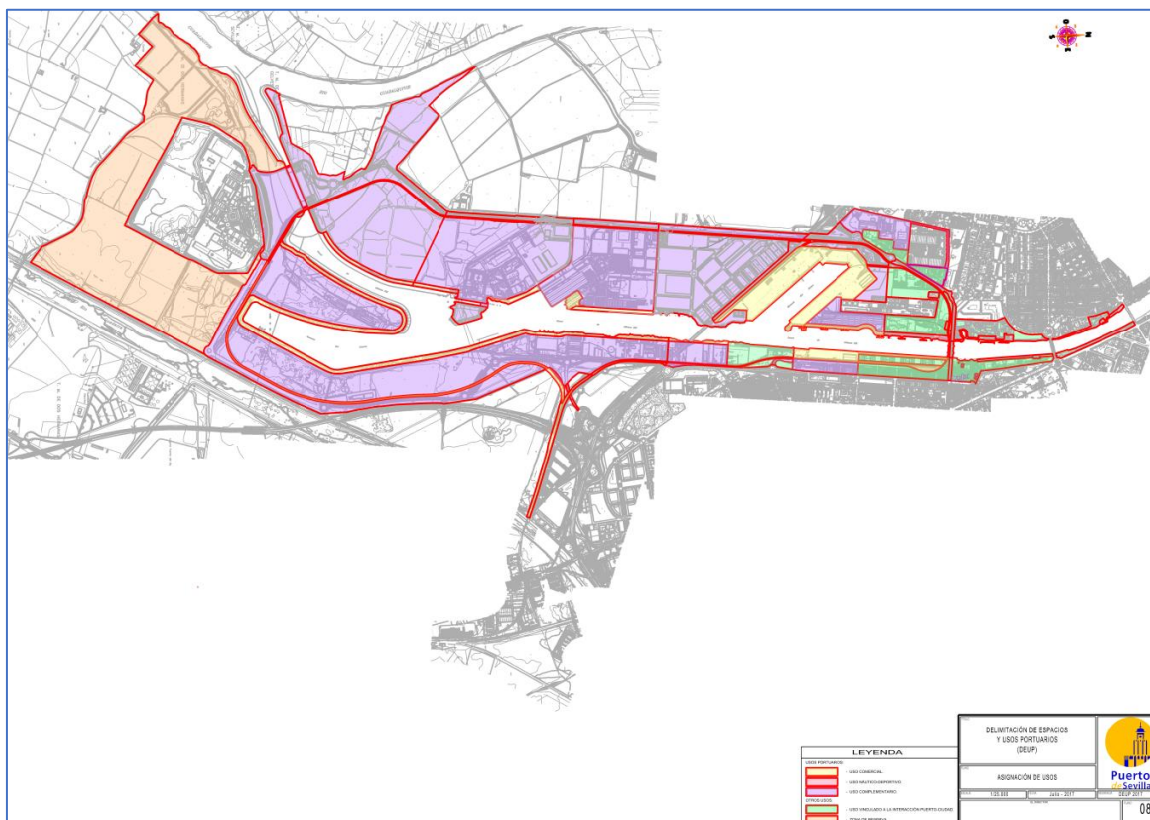


Ilustración 145. Asignación de usos. Fuente: Planos de la DEUP, 2021.

Otro aspecto relevante de la DEUP es la propuesta de nuevas incorporaciones a la zona de servicio del Puerto, así como desafectaciones.

6.4.1.5.2 Planificación urbanística

Plan Especial del Puerto de Sevilla

“El Plan Especial del Puerto de Sevilla vigente, aprobado en julio de 1994, es el documento en el que se contienen las determinaciones en cuanto a ordenación urbanística de los suelos incluidos en la delimitación de la zona de servicio adscrita al Puerto de Sevilla. Dicho documento fue puntualmente modificado en diciembre de 2004, noviembre de 2007, julio de 2009 y junio de 2014, con motivo de la ordenación de nuevos terrenos del dominio público portuario y adecuación a la explotación portuaria. La importancia del incremento de tráfico y la necesidad de modernización de las actividades que allí se desarrollan, unido al papel económico del Puerto, es reconocido en el PGOU de Sevilla, en el que se destaca la importancia del Puerto de Sevilla como elemento dinamizador de la actividad económica, y como polo logístico e industrial de la región” (DEUP, 2021:10).

Planes Generales de Ordenación Urbana

Los términos municipales por lo que discurre el tramo bajo del Guadalquivir son numerosos y pertenecen a tres (3) provincias andaluzas: Huelva, Sevilla y Cádiz. Sin embargo, la DEUP expone que: *“la zona de servicio actual del puerto se inscribe dentro de los términos municipales de Sevilla, Dos Hermanas y Gelves, sin perjuicio de enclaves y terrenos situados en T.M. de municipios ribereños, y los documentos de ordenación urbanística de referencia con los siguientes: PGOU de Sevilla, PGOU de Dos Hermanas y PGOU de Gelves” (DEUP, 2021: 7).* Se procede, por tanto, a analizar lo establecido en estos documentos urbanísticos en relación con el proyecto que se evalúa.

Plan General de Ordenación Urbana de Sevilla:

El PGOU de Sevilla, aprobado el 19/07/2006, establece como objetivos de la ordenación del sistema portuario los siguientes (DEUP, 2021:11):

- *“Debe tener claro el modelo de aprovechamiento portuario, que en última instancia deriva de una concepción global de la organización territorial más adecuada al conjunto de la sociedad, analizando, por un lado, el papel del Puerto en el desarrollo urbano y regional, y en este sentido analizar las actividades que tienen relación con la actividad portuaria y el tipo de ligazón que tienen, al objeto de evaluar la capacidad real de colaboración entre ellas. Y, por otro lado, analizar el servicio real que el Puerto presta a las distintas comunidades territoriales o grupos económicos, que debe ser clarificada, a los efectos de determinar cuáles de dichas comunidades o grupos deben soportar los costes financieros, ecológicos, sociales, etc. y obtener los beneficios de la existencia y desarrollo del puerto.*
- *El reconocimiento por parte de la Ciudad de la importancia que para ella tiene contar con una infraestructura de las características de un puerto, contribuyendo de forma decidida a su*

potenciación, perfeccionamiento y ampliación, procurando que los recursos que en tales operaciones se movilicen sirvan para una correcta y respetuosa integración entre el Puerto y la Ciudad.

- *A la reconsideración del viejo hermetismo e impermeabilidad de los recintos e instalaciones portuarias, como actitud imprescindible e ineludible que puede hacer posible cultas y modernas operaciones para una nueva historia, más equilibrada, solidaria y sostenible, de una ciudad portuaria como Sevilla”.*

Asimismo, establece condiciones particulares de uso Portuario (P), entre las que cabe destacar la siguiente:

“b) Todos los espacios de tierra y agua que legalmente forman parte de la zona de servicios del Puerto de Sevilla, incluida la totalidad de la lámina de agua del río Guadalquivir a su paso por el término municipal y la de los enclaves de ribera afectos, tienen la consideración de Sistema General de Uso Portuario y forman parte de la estructura general y orgánica del Plan General, sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado 4 siguiente.”

PGOU de Gelves:

El PGO de Gelves incluye parcialmente la zona de servicio del Puerto de Sevilla en su ámbito municipal. EL PGOU se prueba en 2006 destaca la Isla del Betón, en relación con el Puerto de Sevilla, ya que se clasifica como suelo no urbanizable, pero se prevé la revisión de dicha clasificación ya que la Isla podría verse afectada por el desarrollo de las instalaciones portuarias, derivado de la futura construcción de la nueva esclusa en el Puerto de Sevilla, prevista en su Plan de Desarrollo (DEUP, 2021:12).

PGOU de Dos Hermanas:

El Plan General de Ordenación Urbana de Dos Hermanas, aprobado en agosto de 2002 (y una adaptación del año 2008 a la Ley 7/2002, de ordenación urbanística de Andalucía) clasifica el Puerto de Sevilla dentro de “Sistemas Generales, Usos Globales y Especial Protección”, uso global “Transporte e Infraestructuras” y uso pormenorizado “Portuario”. El PGOU de Dos Hermanas pretende la ordenación de los terrenos situados en la zona de El Copero, así como los suelos ubicados entre el cauce del Guadalquivir y la zona militar, para ampliación de la zona de servicio del Puerto de Sevilla en terrenos del término municipal de Dos Hermanas, una vez obtenidos estos suelos por la Autoridad Portuaria de Sevilla. Asimismo, se reservan estos terrenos para la expansión de la Dársena El Cuarto y de la entonces futura esclusa, de mejores condiciones técnicas que la existente (DEUP, 2021:12).

6.4.1.5.3 Planificación sectorial

Dominio Público Marítimo-Terrestre

En el tramo bajo de Guadalquivir la situación administrativa del Dominio Público Marítimo-Terrestre y la Servidumbre de Protección es de aprobado, salvo la dársena, en tramitación, y el margen de la zona de Doñana, como se observa:

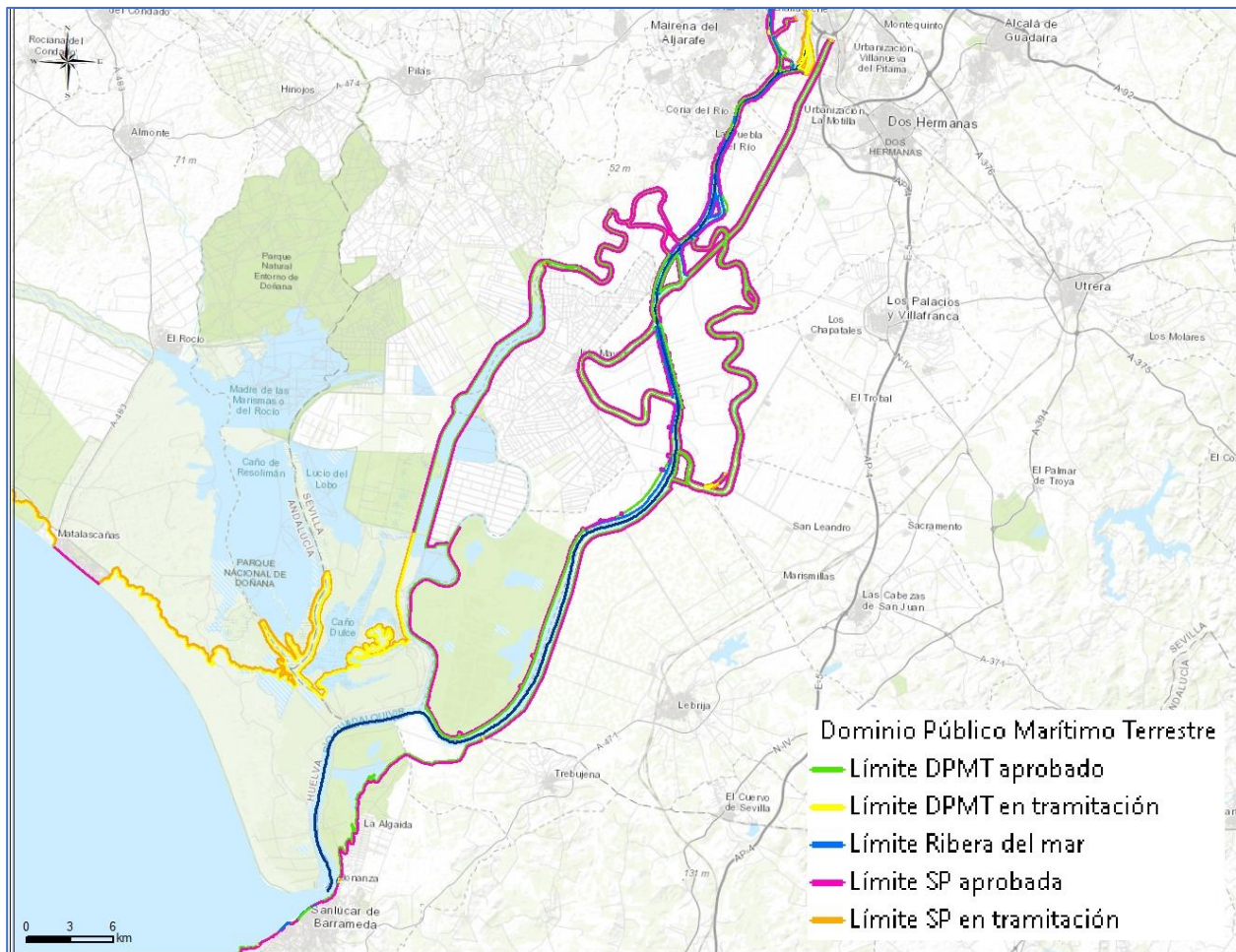


Ilustración 146. Dominio Público Marítimo-Terrestre. Fuente: MITERD. Elaboración propia, 2021.

Planes hidrológicos

Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (2015-2021):

El Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrológica del Guadalquivir (2015-2021) califica el estado global de las masas de agua del estuario como “no alcanza bueno” desde la sección Esparraguera-Tarfia a la Esclusa y como “bueno” desde aquel tramo hasta la desembocadura. Define las aguas del cauce principal del río como aguas de transición superficiales y les otorga la siguiente clasificación en cuanto a su estado global, determinado por el peor valor del estado biológico, físico-químico y ecológico:

Tabla 87. Estado de las masas de agua del Guadalquivir. Fuente: PH Guadalquivir. Elaboración propia, 2021.

Masa de Agua	Estado Biológico	Físico Químico	Estado Ecológico	Estado Químico	Estado Global
Pluma del Guadalquivir	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Desembocadura del Guadalquivir – Bonanza	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Marismas de Bonanza	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
La Esparraguera – Tarfia	Moderado	Moderado	Moderado	Bueno	No Alcanza Bueno
La Mata – La Horcada	Moderado	Moderado	Moderado	Bueno	No Alcanza Bueno
C. de los Jerónimos, Los Olivillos y Fernandina	Bueno	Moderado	Moderado	Bueno	No Alcanza Bueno
C. de Isleta Merlina, P. del Verde y Vega de Triana	Moderado	Moderado	Moderado	Bueno	No Alcanza Bueno
Dársena de Alfonso XII	Moderado	Moderado	Moderado	Bueno	No Alcanza Bueno

Planes de ordenación natural

Plan de gestión de la ZEC Bajo Guadalquivir

La ZEC Bajo Guadalquivir (ES6150019) se aprueba mediante el Decreto 113/2015, de 17 de marzo, por el que se declaran las Zonas Especiales de Conservación pertenecientes a la Cuenca Hidrográfica del Guadalete-Barbate y determinadas Zonas Especiales de Conservación pertenecientes a la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir (BOJA núm. 88 de 11/05/15) que en su Anexo II presenta el Plan de Gestión del espacio. Éste, junto con sus valores, hábitats de interés y objetivos de conservación, han sido descritos en los apdos.6.4.1.1 y 6.4.1.2.

PORN Parque Natural/Nacional de Doñana:

El Parque Nacional de Doñana y parte de los terrenos del Parque Natural fueron designados en el año 1980, en el marco del Programa Hombre y Biosfera (MAB) de la UNESCO como Reserva de la Biosfera, por acoger una muestra representativa de distintos ecosistemas, tales como marismas continentales, arenales y complejos de dunas litorales, tanto fijas como móviles, así como playas y una porción del estuario del Guadalquivir.

El Espacio Natural integra una parte importante de margen derecha del cauce del río Guadalquivir en su desembocadura, que corresponde con las marismas del Brazo de la Torre, del Caño Travieso, del Caño del Guadiamar y de la Vera y el Caño de las Madres. Comprende también, dentro de la misma margen, el tramo final del arroyo de la Rocina, buena parte de los arenales y mantos eólicos de El Abalarío-Doñana, el médano de El Asperillo hasta el acantilado, la playa de Castilla y los cordones dunares y sistemas de flechas litorales que cierran el estuario del Guadalquivir por el oeste. También abarca, además de una parte del propio estuario, un sector de marismas de la margen izquierda del Guadalquivir (Laguna del

Tarelo, Salinas de Sanlúcar y Marismas de Henares), así como una parte de los sistemas de contraflechas litorales desarrollados en dicha margen (Pinar de La Algaida).

Más detalle sobre este espacio, junto con sus valores, hábitats de interés y objetivos de conservación, han sido descritos en el Apdo. 6.4.1.

Planes de ordenación del espacio marítimo

Reserva de Pesca de la desembocadura del río Guadalquivir:

La Orden de 6 de julio de 2010, por la que se modifica la de 16 de junio de 2004, por la que se declara una Reserva de Pesca en la desembocadura del río Guadalquivir establece unos límites geográficos en la desembocadura del Guadalquivir para la pesca, dividiéndola en subzonas a las que se asignan unos usos concreto y limitaciones. La descripción más específica de esta figura y sus implicaciones se ha expuesto en el apdo.6.5.1.3.

Estrategia marina de la Demarcación Sudatlántica

La zona de estudio pertenece a la Demarcación Marina Sudatlántica.

La Ley 41/2010 de protección del medio marino tiene un objetivo general definido en el artículo 1.1 de la misma, que es “Lograr o mantener el buen estado ambiental del medio marino, a través de su planificación, conservación, protección y mejora”. Además, la citada Ley establece, en su artículo 1.3, 3 objetivos específicos para las estrategias marinas, que para el desarrollo de las estrategias de cada demarcación se han clasificado en 3 categorías A, B y C:

- A. Proteger y preservar el medio marino, incluyendo su biodiversidad, evitar su deterioro y recuperar los ecosistemas marinos en las zonas que se hayan visto afectados negativamente.
- B. Prevenir y reducir los vertidos al medio marino, con miras a eliminar progresivamente la contaminación del medio marino, para velar por que no se produzcan impactos o riesgos graves para la biodiversidad marina, los ecosistemas marinos, la salud humana o los usos permitidos del mar.
- C. Garantizar que las actividades y usos en el medio marino sean compatibles con la preservación de su biodiversidad.

De entre los definidos en la Estrategia para el ciclo 2018-2024 el proyecto podría influir en los siguientes:

- B.S.9.Reducir el volumen de residuos procedentes de buques que se vierten al mar de forma ilegal/irregular.
- C.S.11. Promover que las alteraciones físicas localizadas y permanentes causadas por actividades humanas no amenacen la perdurabilidad y funcionamiento de los hábitats protegidos y/o de interés natural, ni comprometan el logro o mantenimiento del BEA para estos hábitats.
- C.S.12. Adoptar medidas en los tramos de costa en los que las alteraciones físicas permanentes causadas por actividades humanas hayan producido una afección significativa, de manera que

sean compatibles con el buen estado ambiental de los fondos marinos y las condiciones hidrográficas.

- C.S.13. Garantizar que los estudios de impacto ambiental de los proyectos que puedan afectar al medio marino se lleven a cabo de manera que se tengan en cuenta los impactos potenciales derivados de los cambios permanentes en las condiciones hidrográficas, incluidos los efectos acumulativos, en las escalas espaciales más adecuadas, siguiendo las directrices desarrolladas para este fin.
- C.S.16. Promover que los estudios y proyectos científicos den respuesta a las lagunas de conocimiento identificadas en la evaluación inicial sobre el efecto de las actividades humanas sobre los ecosistemas marinos y litorales.

Plan de Ordenación del Espacio Marino

El borrador del POEM de la Demarcación Sudatlántica hace un diagnóstico de la situación actual y del desarrollo futuro o potencial de la distribución espacial de los sectores marítimos de la Demarcación Sudatlántica. El borrador no incluye los objetivos del POEM. En el apartado 9 del Anexo: Sectores, usos y actividades en la Demarcación Marina Sudatlántica a efectos de la ordenación espacial marítima, hace una propuesta de ordenación del espacio marítimo. En primer lugar, se hace un análisis de los usos y actividades existentes y se identifican las zonas sujetas a limitaciones de uso y de zonas de elevada demanda.

A continuación, se muestran los planos de limitaciones de usos y actividades en la Demarcación Sudatlántica y de distribución de usos y actividades.

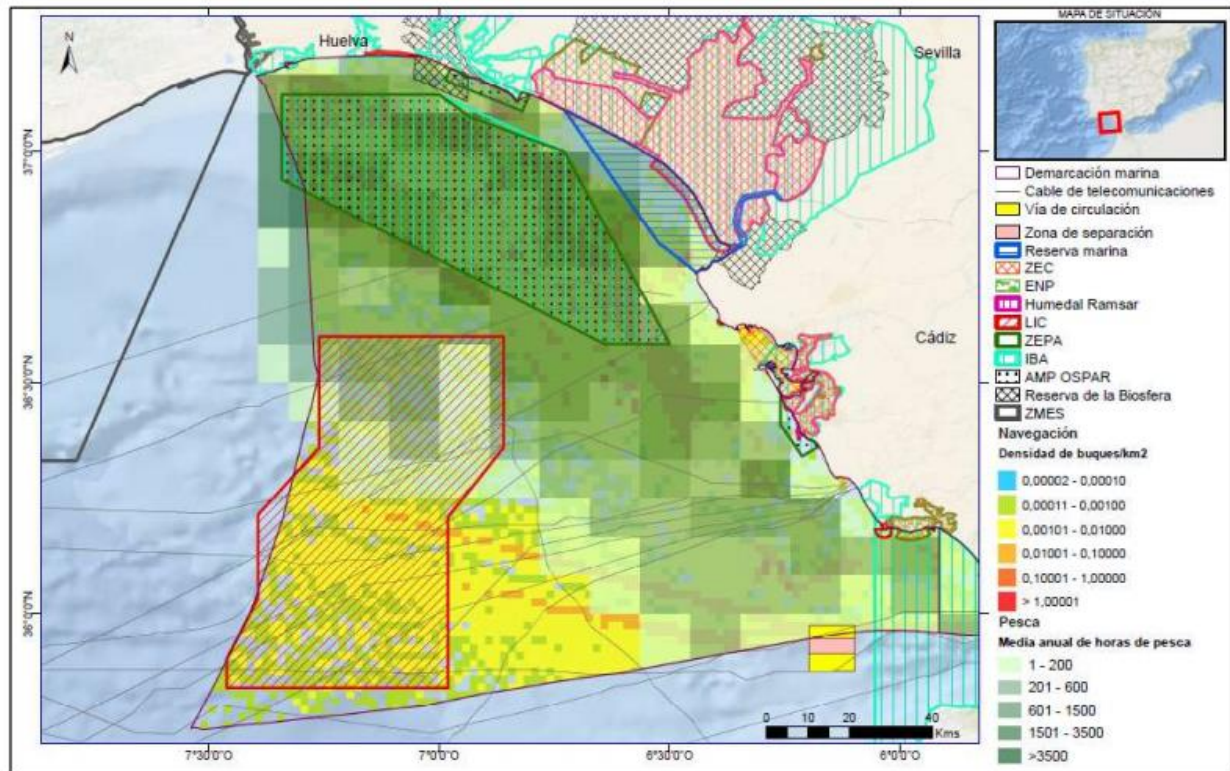


Ilustración 147. Distribución de usos y actividades en la Demarcación Sudatlántica. Fuente: CEDEX.

6.5 VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

6.5.1 Población y salud humana

6.5.1.1 Identificación, caracterización y cartografía de los núcleos poblados, viviendas y áreas con usos sensibles en el entorno

En relación con el sistema de ciudades en torno al tramo bajo del Guadalquivir, los núcleos principales que concentran la población son el de Sevilla, sede de la Autoridad Portuaria y la dársena comercial e industrial y en su zona metropolitana, a escasa distancia se localizan Mairena del Aljarafe, Coria del Río, La Puebla del Río, Bormujos, Castilleja de la Cuesta y al sureste Dos Hermanas.

Por su parte, en la desembocadura se localiza el núcleo poblado de Sanlúcar de Barrameda, de la provincia de Cádiz, y más al sur Chipiona.

Entre los enclaves poblados al norte y sur no se localizan asentamientos en ninguna de las márgenes del Guadalquivir, tan sólo edificaciones aisladas ligadas a la actividad acuícola o agrícola.

No se identifican áreas con usos sensibles en el entorno, aparte de los que puedan darse en las ciudades: centros escolares, servicios sociales o sanitarios.

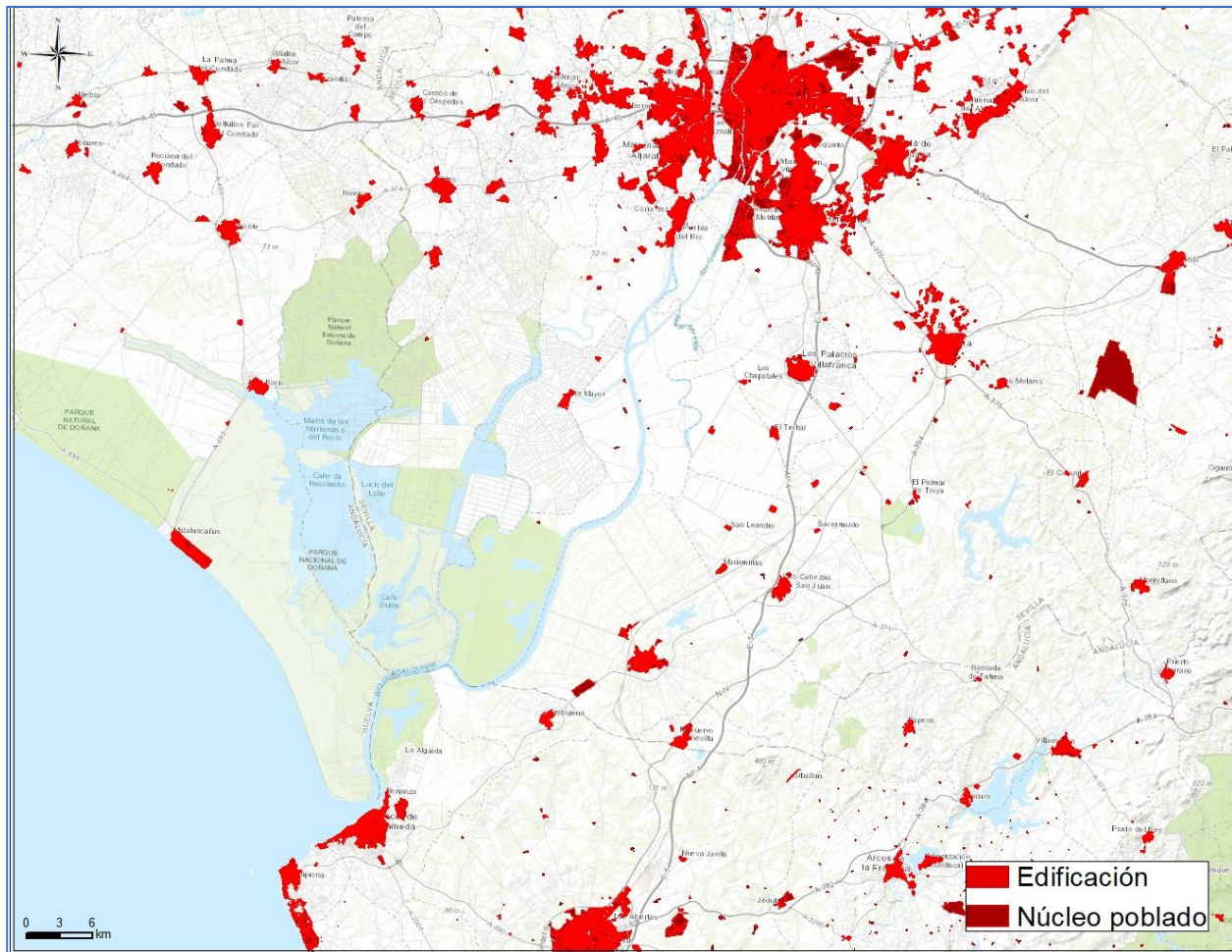


Ilustración 148. Poblamiento. Fuente: DERA. Elaboración propia, 2021.

6.5.1.2 *Estudio poblacional y socioeconómico del ámbito y áreas afectadas por el proyecto. Descripción del uso de las parcelas agrícolas y cartografía*

A continuación, se describen las diferentes actividades socioeconómicas que tiene lugar en el Guadalquivir y su entorno:

6.5.1.2.1 *Caracterización y cartografía de los usos del suelo preexistentes en el ámbito del proyecto*

La empresa Complutum Tecnologías de la Información Geográfica, S.L. (en adelante Complutig, una compañía de base tecnológica de la Universidad de Alcalá) ha llevado a cabo una actualización de la capa de usos del suelo, a fecha 2019, en una franja de 800 m desde ambos márgenes del río. La interpretación de los usos se ha realizado mediante la digitalización de las ortofotografías más recientes y comprobación en campo en las teselas en las que ha habido alguna duda. De este trabajo resulta que el uso predominante en las márgenes es el agrícola, correspondiente en mayoría al cultivo intensivo del arroz. El resto se distribuye de la siguiente forma:

Tabla 88. Usos del suelo en los márgenes del Guadalquivir, año 2019. Fuente: Complutig, 2021.

USOS	SUPERFICIE (m ²)
Bosque de coníferas	5.261.713,68
Bosque de rivera	2.244.200,8
Formaciones de matorral denso	14.900.263,06
Franja árida	3.569.491,47
Matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos	27.389.668,66
Playas, dunas y arenales	2.101.613,77
Roquedos y suelos desnudos	1.566.242,1
Salinas	9.030.604,42
Superficies de agua	85.203.984,08
Vegetación de ribera	2.431.533,88
Zonas agrícolas	75.149.774,31
Zonas artificiales	18.217.982,98
Área quemada	36.006,63

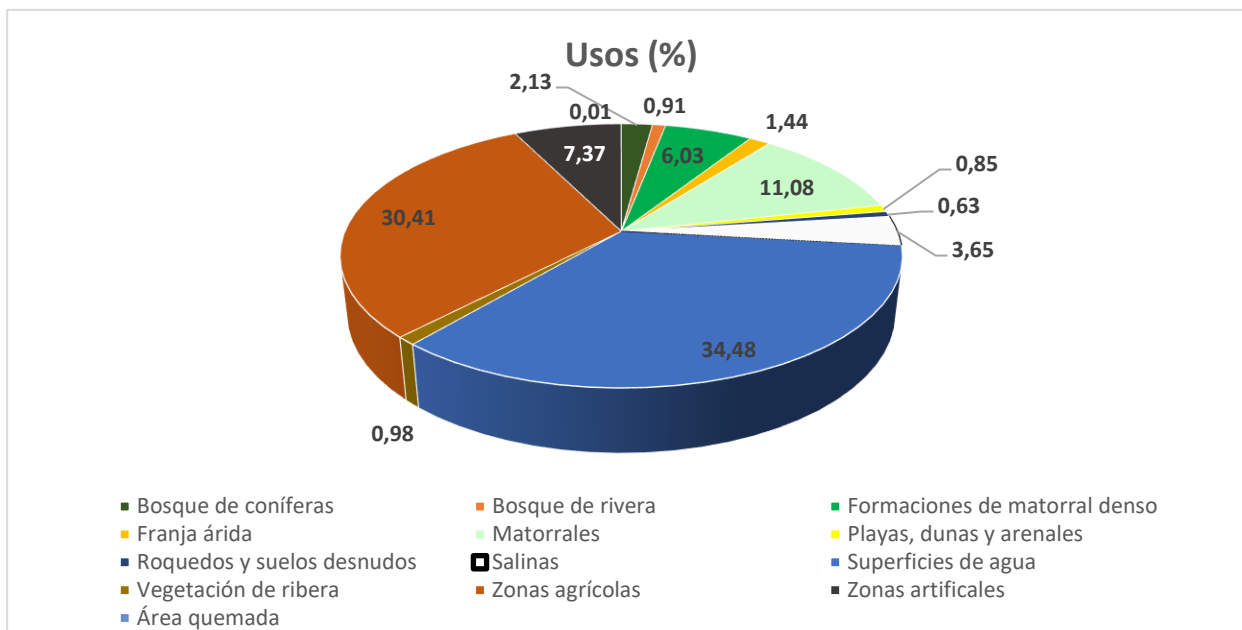


Ilustración 149. Distribución de los usos del suelo en las márgenes del Guadalquivir, año 2019

La comparación de los usos del suelo de 2010 a 2019 muestra lo siguiente:

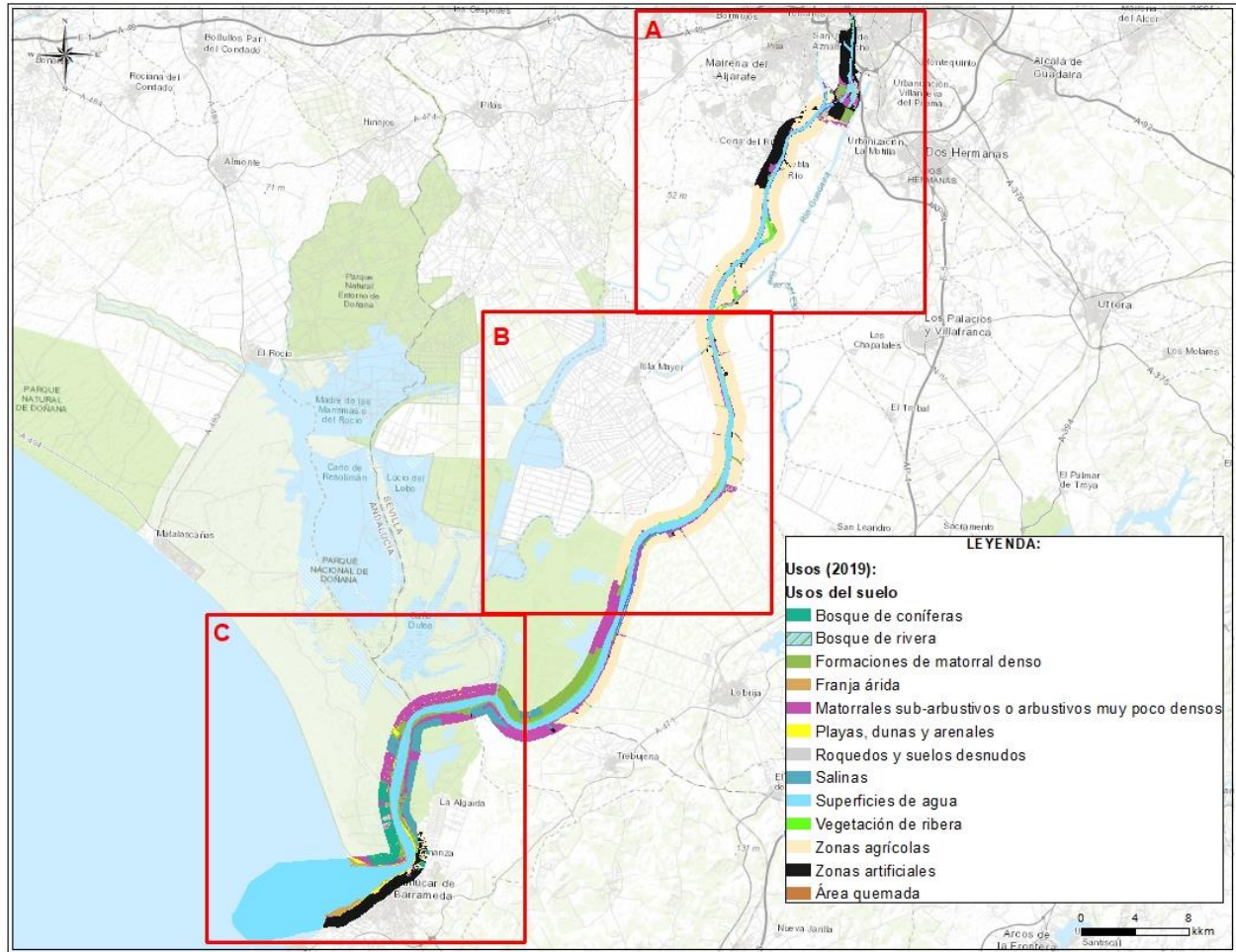


Ilustración 150. Plano guía usos del suelo. Fuente: complitig, 2021. Elaboración propia, 2022.

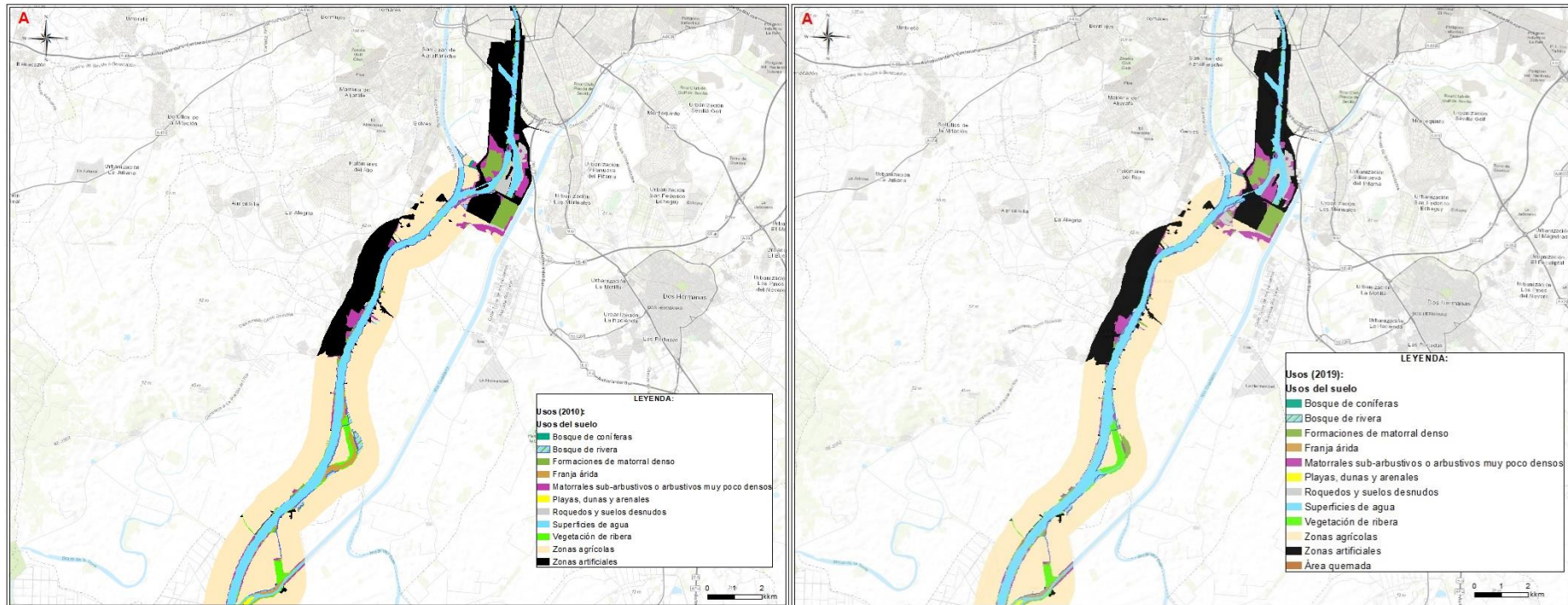


Ilustración 151. Usos del suelo en la parte alta del río en 2010 (izq.) y 2019 (dcha). Plano guía. Fuente: Complutig, 2021. Elaboración propia, 2022.

En la parte de los tramos altos del río aparecen los núcleos urbanos de Sevilla, Puebla y Coria del Río, siendo el uso predominante el de zonas agrícolas y escasa la vegetación matorral, precisamente asociada al entorno de los vaciaderos de Butano y Copero. En los 9 años analizados no se aprecia un cambio aparente pero esto se analiza posteriormente de forma más específica.

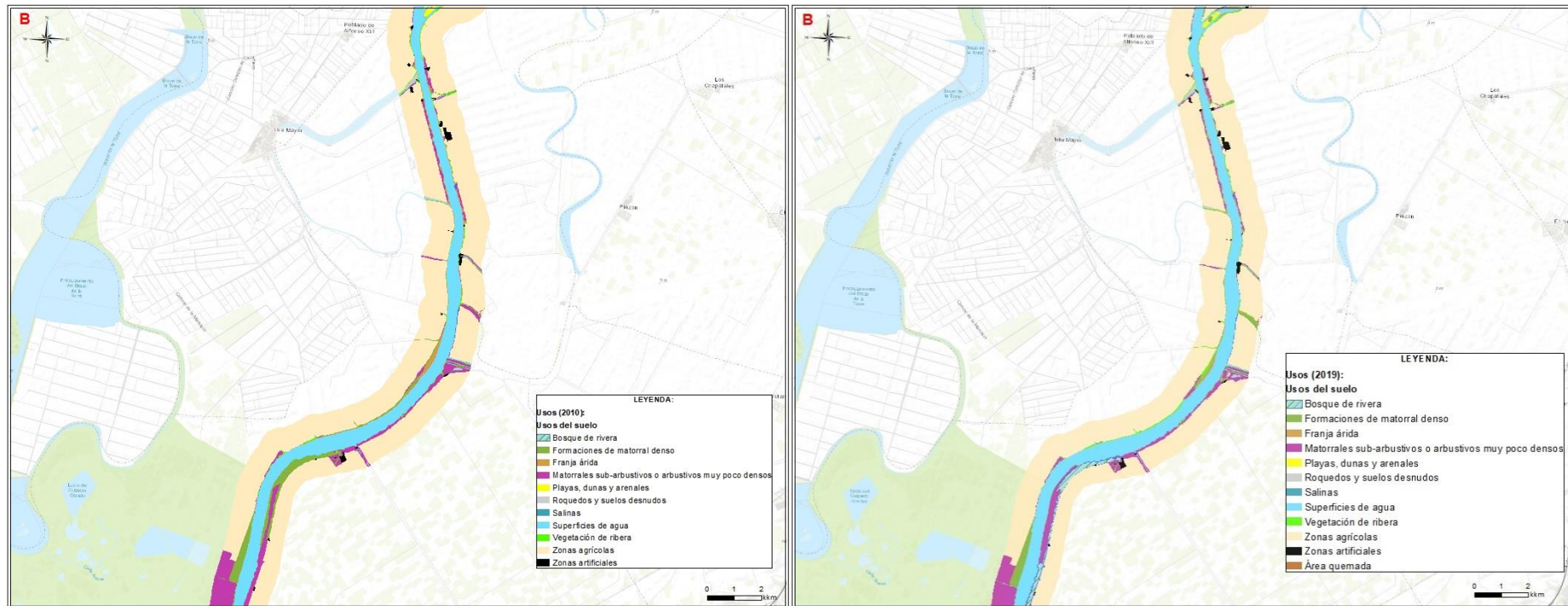


Ilustración 152. Usos del suelo en la parte media del río en 2010 (izq.) y 2019 (dcha). Plano guía. Fuente: Complutig, 2021. Elaboración propia, 2022.

En los tramos medios hay un claro predominio de las zonas agrícolas. Aquí es donde, en ambos márgenes, se extienden el monocultivo del arroz, mezclado, en pocos casos, con parcelas de algodón. Los matorrales aparecen en las márgenes del río y empiezan a ganar en extensión en Doñana. Son vestigiales la presencia de formaciones de matorral denso en el conjunto y el resto de las categorías mostradas en la leyenda. En este tramo son más apreciables los cambios de usos en los márgenes en el periodo de estudio analizado.

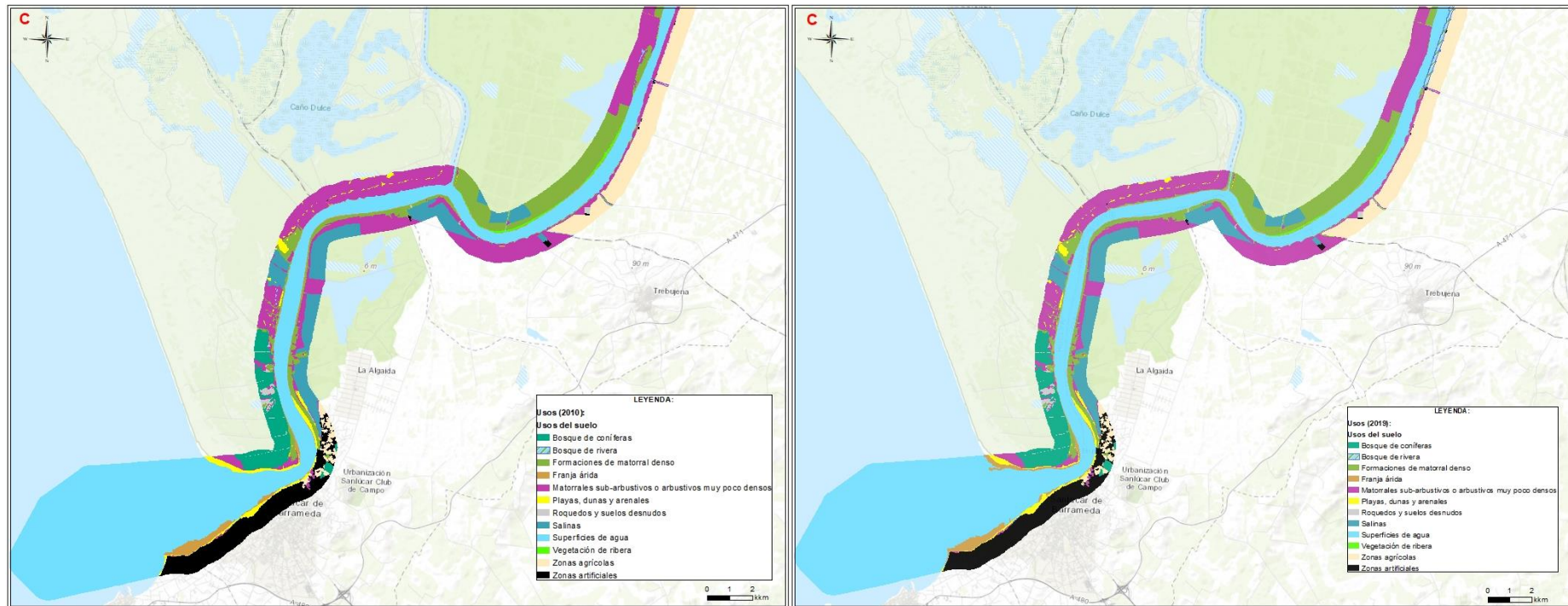


Ilustración 153. Usos del suelo en la parte baja del río en 2010 (izq.) y 2019 (dcha). Plano guía. Fuente: Complutig, 2021. Elaboración propia, 2022.

En los tramos bajos del río se encaja el núcleo de Sanlúcar de Barrameda y hacen su aparición las zonas boscosas de Doñana, las formaciones de matorral denso y los matorrales sub-arbustivos o arbustivo muy poco densos, propios de la presencia del espacio protegido. En esta sección el cultivo se encuentra menos representado en superficie y se concentra en la margen izquierda.

Un análisis más detallado sobre los cambios de usos entre 2010 y 2019 muestra que de 2010 a 2019 el cambio más representativo se produce del paso de franjas áridas a superficies de agua, seguido de formaciones de matorrasl denso a matorrales sub-arbustivos muy poco densos y bosque de rivera y de playas, dunas y arenales a superficies de agua. El resto de cambios son poco significativos en términos de superficie, como queda reflejado en la siguiente tabla:

Tabla 89. Cambios de usos del suelo en los márgenes del río Guadalquivir entre 2010 y 2019. Fuente: Complutig, 2021. Elaboración propia, 2022.

CAMBIO	SUPERFICIE (m ²)
De bosque de rivera a superficie de agua	10.110,5
De formaciones de matorral denso a superficies de agua	24.142,9
De formaciones de matorral denso a matorral subarbustivo o arbustivos muy poco densos	761.440,1
De formaciones de matorral denso a bosque de rivera	635.976,9
De formaciones de matorral denso a vegetación de ribera	229.256,9
De franja árida a superficies de agua	989.803,4
De franja árida a vegetación de ribera	29.8795
De franja árida a formaciones de matorral denso	164.702,2
De matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos a superficies de agua	42.412,6
De matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos a franja árida	134.307,5
De matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos a bosque de rivera	628.525,5
De matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos a formaciones de matorral denso	458.686,9
De matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos a roquedos y suelos desnudos	135.748,9
De matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos a vegetación de ribera	64.782,3
De playas dunas y arenales a formaciones de matorral denso	35.441,8
De superficies de agua a formaciones de matorral denso	119.766,4
De superficies de agua a franja árida	626.010,4
De vegetación de ribera a franja árida	54.751,8
De vegetación de ribera a superficies de agua	38.064,4
De vegetación de ribera a zonas agrícolas	1.630,4
De vegetación de ribera a matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos	52.342,5
De bosque de coníferas a franja árida	8.496,8
De formaciones de matorral denso a franja árida	20.088,2
De salinas a matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos	117.483,1
De roquedos y suelo desnudo a franja árida	2.091,8
De matorral denso a roquedos y suelos desnudos	1.216,5
De franja árida a roquedos y suelos desnudos	692,1
De superficie de agua a vegetación de ribera	26.174,3
De vegetación de ribera a formaciones de matorral denso	31.933,5
De superficies de agua a matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos	45.787,7
De superficies de agua a playas dunas y arenales	29.268,6
De bosque de rivera a matorrales subarbustivos o arbustivos poco densos	8.466,5

CAMBIO	SUPERFICIE (m ²)
De playas dunas y arenales a franja árida	316.141,8
De playas dunas y arenales a superficies de agua	22.503,7
De playas dunas y arenales a matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos	52.701
De bosque de ribera a vegetación de ribera	14.334,7
De bosque de ribera a formaciones de matorral denso	164.260,9
De bosque de ribera a franja árida	1.581
De bosque de ribera a zonas artificiales	24.929,6
De formaciones de matorral denso a zonas artificiales	2.864,3
De franja árida a playas dunas y arenales	71.322,4
De franja árida a matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos	4.360,5
De franja árida a bosque de ribera	54.653,3
De matorrales subarbustivos o arbustivos poco densos a zonas artificiales	49.126,7
De matorrales subarbustivos o arbustivos poco densos a área quemada	36.006,6
De roquedos y suelos desnudos a matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos	295.592,6
De roquedos y suelos desnudos a superficies de agua	251,8
De roquedos y suelos desnudos a vegetación de ribera	895,6
De roquedos y suelos desnudos a bosque de ribera	22.411,5
De roquedos y suelos desnudos a zonas artificiales	4.343
De superficies de agua a bosque de ribera	7.970,8
De superficies de agua a roquedos y suelos desnudos	2.126,7
De vegetación de ribera a roquedos y suelos desnudos	4.726,1
De vegetación de ribera a zonas artificiales	3.361,2
De vegetación de ribera a bosque de ribera	463,5
De zonas agrícolas a matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos	202.693,5
De zonas agrícolas a vegetación de ribera	30.521,6
De zonas agrícolas a franja árida	9.312,8
De zonas agrícolas a roquedos y suelos desnudos	202.772
De zonas agrícolas a zonas artificiales	3.2325
De zonas agrícolas a formaciones de matorral denso	38.842,5
De franja árida a zonas artificiales	7.383
De zonas agrícolas a superficies de agua	1.342,4
De zonas agrícolas a bosque de ribera	4.792,2
De zonas artificiales a matorrales subarbustivos o arbustivos poco densos	628,7
De superficies de agua a zonas artificiales	104.533,2
De roquedos y suelos desnudos a formaciones de matorral denso	3.059,4
De franja árida a zonas artificiales	87,4
De zonas artificiales a vegetación de ribera	787,7
De zonas artificiales a superficies de agua	24.356,3
De zonas artificiales a roquedos y suelos desnudos	15.225,8
De bosque de ribera a roquedos y suelos desnudos	1.029

Si se consideran, entre los cambios de categorías naturales de usos, aquéllos que dan lugar a la aparición de más superficie de agua¹³ (erosión), esto sucede en un 14,7% de la superficie estudiada donde ha tenido lugar un cambio. Por el contrario, en un 10,24% se pasa de superficie de agua a otros usos¹⁴ (acreción). La representación espacial de estos cambios se muestra en las siguientes ilustraciones:

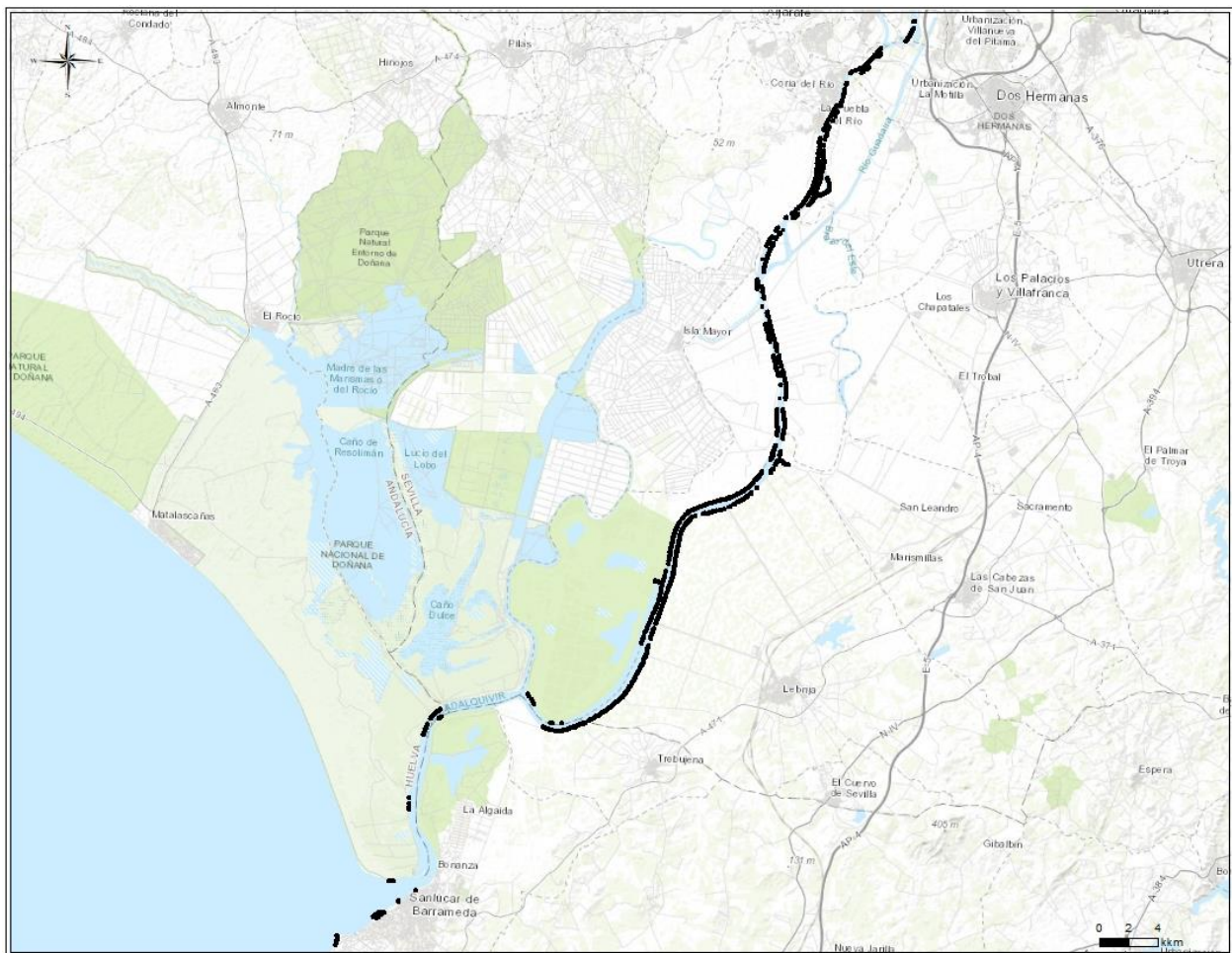


Ilustración 154. Zonas donde se pasa de 2010 a 2019 a superficies de agua donde en 2010 había otros usos.

Fuente: Complutig, 2021. Elaboración propia, 2022.

¹³ De bosque de ribera a superficie de agua; de formaciones de matorral denso a superficies de agua; de franja árida a superficies de agua; de matorrales subarborescentes o arbustivos muy poco densos a superficies de agua; de vegetación de ribera a superficies de agua y de playas dunas y arenales a superficies de agua.

¹⁴ De superficies de agua a franja árida; de superficie de agua a vegetación de ribera; de superficies de agua a bosque de ribera y de superficies de agua a roquedos y suelos desnudos



Ilustración 155. Zonas donde se pasa de superficies de agua a otros usos entre 2010 y 2019. Fuente: Complutg, 2021. Elaboración propia, 2022.



Ilustración 156. En verde zonas donde se pasa a superficies de agua y en rojo de superficie de agua a otros usos.
Fuente: Complutig, 2021. Elaboración propia, 2022.

6.5.1.2.2 Actividad portuaria y tejido empresarial

El Puerto de Sevilla es el principal nodo logístico de conexión del sur peninsular con las Islas Canarias y es el puerto de referencia para los sectores productivos de la región. Atendiendo al Plan Estratégico 2025, el posicionamiento actual del puerto se centra en el liderazgo de tráfico agroalimentarios y logísticos en la región de Andalucía, y es el segundo puerto andaluz en tráfico de chatarra y productos siderúrgicos, así como de carga de proyecto.

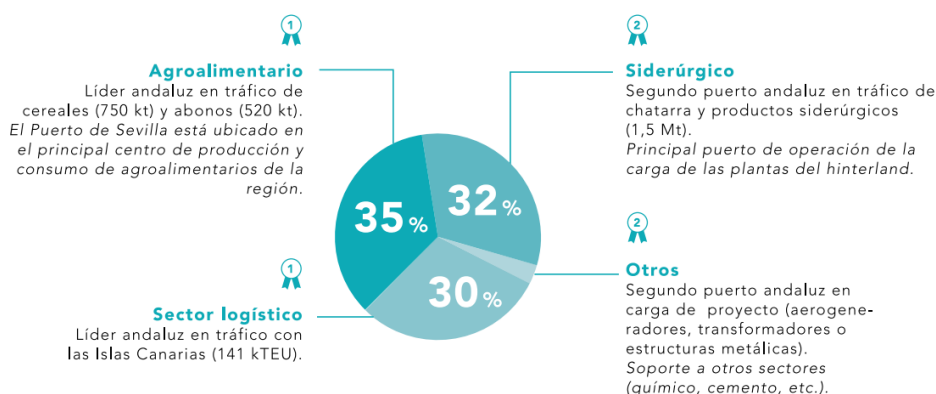


Ilustración 157. Posicionamiento del Puerto de Sevilla. Plan Estratégico 2025

Asimismo, teniendo en cuenta este contexto, la actividad portuaria en Sevilla se puede categorizar en función de su tipología y naturaleza, de tal manera que se identifiquen las principales unidades de negocio. Estas unidades de negocio son:

- **UN1: Granel sólido agro-ganadero y alimentario y abono.** Estos graneles están íntimamente ligados con la actividad de la huerta Sevillana, la cual lidera la producción de trigo y arroz en toda Andalucía. Asimismo, esta unidad de negocio se encuentra relacionada con la exportación de los productos cultivados y la importación de cebada y trigo, con destino hacia las múltiples harineras de la zona de influencia del puerto, entre las que destacan las empresas Haribéricas XXI, situada en el propio Puerto de Sevilla, así como, las instalaciones que dispone la empresa Molisur. Por otro lado, el tráfico de cebada se encuentra relacionado con la actividad de fabricación de cerveza del Grupo Heineken en Sevilla y Jaén.

Esta unidad de negocio dispone de terminales especializadas en el puerto, como son las terminales de CPOP (Carbón Puerto Operaciones Portuarias) o AMP (Agencia Marítima Portillo).

- **UN2: Granel sólido siderometalúrgico (chatarra).** En segundo lugar, por volumen de mercancía movilizadora dentro del tráfico principal del puerto como es el granel sólido, se tiene el tráfico siderometalúrgico, el cual se corresponde en su totalidad con tráfico de chatarra, principalmente de importación. Éste es generado principalmente por la actividad de 2 empresas: Siderúrgica Sevillana y Siderúrgica Balboa.

La primera de ellas se encuentra ubicada en la localidad de Alcalá de Guadaíra, en Sevilla, mientras que la segunda se localiza en Jerez de los Caballeros en la provincia de Badajoz, transportando la materia prima hasta sus instalaciones por ferrocarril.

- **UN3: Mercancía general convencional siderúrgica de productos terminados.** La unidad de negocio correspondiente a la mercancía general convencional siderúrgica de productos terminados se relaciona, de manera idéntica que la unidad de negocio del granel sólido de

chatarra, principalmente con la actividad de las factorías siderúrgicas de las empresas Siderúrgica Sevillana y Siderúrgica Balboa.

Producida la importación de la chatarra, se genera una nueva unidad de negocio consistente en el flujo inverso, desarrollando la exportación de productos siderúrgicos terminados. Asimismo, se pueden identificar también otras actividades relacionadas con este tipo de productos, como es el comercio al por mayor de los mismos, destacando en este ámbito las empresas Transformados Huelva, S.A. y García Junco y Cía.

- **UN4: Tráfico de contenedores import-export.** La unidad de negocio correspondiente al tráfico de contenedores import-export se desarrolla a través de la terminal intermodal de Terminal Marítima del Guadalquivir de la Dársena del Batán por medio de las líneas regulares que conectan el puerto con el norte de Europa, África y las Islas Canarias.

Su volumen de movimientos se encuentra alrededor de los 140 mil TEU anuales en los últimos años, siendo una de las principales características de este negocio la entrada de la vía férrea a pie de muelle, bajo las dos grúas STS disponibles. Este hecho le permite una conexión directa vía terrestre con Madrid, a través de la línea férrea de Sevilla-Madrid operada por Continental Rail, siendo su cliente MacAndrews, filial de CMA-CGM.

Asimismo, esta intermodalidad se encuentra complementada con las líneas regulares a Canarias, en las cuales se dispone de la ruta de un buque tipo Con-Ro.

- **UN5: Granel líquido agro-ganadero y alimentario y abono.** En su totalidad, el tráfico de graneles líquidos según su naturaleza se encuentra agregado en una única unidad de negocio relacionada con tráficos agro-ganaderos y alimentarios, productos químicos y abonos líquidos. En todos los casos, esta actividad se encuentra relacionada con la actividad agrícola de la región, desde el punto de vista de los abonos y de los productos químicos con destino a la fabricación de fertilizantes para el agro.

Por otra parte, esta unidad de negocio se encuentra dominada por el tráfico a granel de aceites y grasas, en relación con la producción de aceite de oliva de la provincia de Sevilla (cuarta en Andalucía) y la captación de la producción realizada en la provincia de Córdoba (segunda en Andalucía), trasiego que se produce a través de la terminal de granel líquido de Servitrade en la Dársena del Cuarto.

- **UN6: Tráfico Ro-Ro.** La sexta unidad de negocio es la correspondiente al tráfico Ro-Ro, que viene caracterizada por la sinergia producida con la unidad de negocio del tráfico de contenedores. Esta unidad de negocio, al igual que los contenedores, es desarrollada en el Muelle del V Centenario a través de la rampa existente y gracias a la explotación de una línea regular con Canarias por medio de un buque tipo Con-Ro. La versatilidad de este tipo de buques permite albergar carga rodada

en sus bodegas interiores, mientras que, en su cubierta son depositados contenedores de igual forma que se realiza en un buque portacontenedores habitual de tráfico Lo-Lo.

En ambos casos, tanto en tráfico Ro-Ro como de contenedores con destino a Canarias, el tráfico generado viene determinado por la intermodalidad aportada por la línea férrea, siendo su principal objeto el suministro de mercancía general multiproducto, a modo de avituallamiento. Esta mercancía llega principalmente de Madrid y es distribuida por el Puerto de Sevilla debido a las unidades de distribución de El Corte Inglés, Carrefour, Alcampo y Mercadona y Decathlon existentes en la capital andaluza.

- **UN7: Carga de Proyecto.** Por último, se podría añadir una séptima unidad de negocio en el Puerto de Sevilla debido a su desarrollo en los últimos años, así como las previsiones que se manejan en la actualidad, que es la de carga de proyecto, relacionada con el tráfico de aerogeneradores, transformadores o estructuras metálicas, entre otras. Estas operativas se están llevando a cabo principalmente desde el muelle de Armamento, la dársena de Batán y de las terminales portuarias de Carbón Puerto y la Esclusa.

6.5.1.3 *Pesca profesional en la zona del Bajo Guadalquivir*

En el Anexo VIII del EslA se presenta un informe específico sobre la pesca en el río. Para su elaboración, además de una vasta consulta bibliográfica y a base de datos, se ha procedido a mantener entrevistas con los agentes implicados. A continuación, se recogen los aspectos más relevantes al uso de la evaluación ambiental. Para ampliar información, consúltese el citado anexo.

El área de estudio en la desembocadura del río Guadalquivir es un enclave de gran importancia para la ecología marina del Golfo de Cádiz, ejerciendo una influencia determinante en la actividad pesquera que se desarrolla en la parte de occidental de Andalucía. Las condiciones ambientales de esta zona, favorecen la cría y engorde de numerosas especies marinas de peces, moluscos y crustáceos, muchos de ellos de gran interés pesquero, y que constituyen importantes pesquerías profesionales en la zona. De aquí que esta se haya declarado área marítima protegida de Reserva por medio de la ORDEN de 16 de junio de 2004 como se verá más adelante.

Diferentes estudios científicos llevados a cabo tanto en la Reserva como en sus áreas de influencia, han puesto de manifiesto el papel esencial que juega el estuario como zona de alevinaje y cría para la mayoría de las especies que constituyen la comunidad acuática del Golfo de Cádiz. Adicionalmente, estos estudios también han determinado que las zonas de Reserva adyacentes al estuario, presentan una elevada abundancia de individuos de talla comercial de chirla y coquina, convirtiéndose estas zonas en un reservorio de reproductores, aportando una gran proporción de ejemplares que posteriormente constituirán las poblaciones adultas que se capturarán en el resto del litoral.

Con relación al vaciadero marino y su posible interacción con la pesca, recogiendo las inquietudes expuestas por la Cofradía de Pescadores de Sanlúcar en su escrito de 24/01/23, como respuesta al

proceso de presentación del proyecto y el EsIA que tuvo lugar en la sede de la APS el 12/01/23, se presenta la siguiente cartografía que muestra la situación de la zona de depósito, la batimetría, la localización de caladeros, zonas de producción y la Reserva de Pesca.

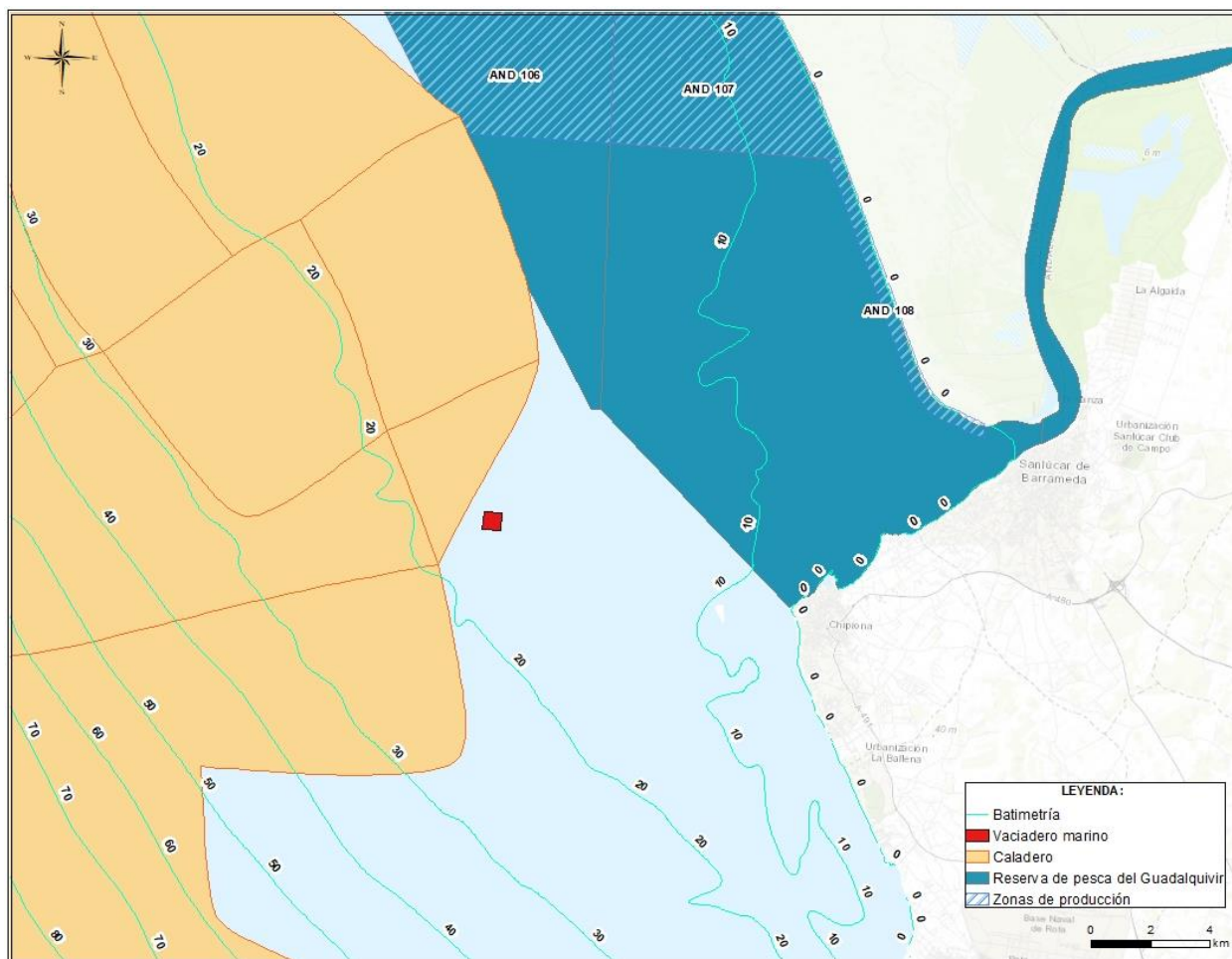


Ilustración 158. Localización del vaciadero marino con representación de la batimetría, los caladeros de pesca, las zonas de producción y la Reserva de Pesca del Guadalquivir. Fuente: DERA. Elaboración propia, 2023.

A continuación, se exponen las características más relevantes de la pesca en la zona de estudio:

Actividad pesquera en el Cauce

La actividad pesquera comercial llevada a cabo en zona comprendida entre la Esclusa y la desembocadura del Guadalquivir se caracteriza actualmente por tratarse de una actividad marginal no reglada. Esta actividad económica ha ido disminuyendo a lo largo de los años.

La pesca en Coria del Río y sus inmediaciones ha sido tradicionalmente una importante fuente económica debido a su riqueza ictiológica. Entre las principales especies que se pescan actualmente destacan el albur y el camarón. Tanto para la pesca del camarón como del albur se emplean las barcas preparadas con el

arte de la cuchara. Existen, aproximadamente, unas 40 embarcaciones de este tipo en el cauce, que se distribuyen entre Trebujena, Lebrija y Coria del Río.

La actividad pesquera tiene cierta importancia para la economía local, sin embargo, sus valores y su potencialidad se ven perturbados por la falta de una regulación legal de la actividad pesquera en la zona, que lleva a los pescadores a encontrarse en una situación ilegal y casi marginal.

Actualmente la Consejería está trabajando para sacar adelante un Decreto que regulará por primera vez la pesca profesional en aguas interiores, una normativa muy importante porque pone fin a años de vacío legal. El problema actual en Coria del Río consiste en la falta de profesionalización de la pesca y el hecho que esta no se realiza de manera regular ni con licencia, como ejemplo se tiene que las embarcaciones no cuentan con matrículas. En este sentido hay que decir que la actividad pesquera en el cauce del Bajo Guadalquivir no se rige por reglamentación alguna siendo difícil establecer las principales zonas de captura o sus volúmenes. Dadas las circunstancias, tampoco existen periodos de veda asociados. Las capturas de estas especies se venden de manera local en la propia población.

En la *Orden de 6 de mayo de 2014, por la que se fijan y regulan las vedas y períodos hábiles de pesca continental, en la Comunidad Autónoma de Andalucía*, el artículo 3 establece que la pesca continental no es una pesca comercial y por tal motivo no puede comercializarse ningún producto pesquero derivado. Al presente, se mantiene una disposición transitoria que permitía pescar de forma tradicional en Coria del Río y en el tramo final del río Guadalquivir. El problema surge cuando la normativa de pesca y agroalimentaria y de seguridad y de salud pública establece que todo pescado debe tener una trazabilidad económica y del producto en términos sanitarios (la venta del armador a la lonja) toda vez que allí se establecen controles sanitarios. En la pesca continental eso no ocurre porque parte del supuesto que no existe comercio, únicamente el autoconsumo es permitido.

De tal manera, se hace necesario un marco legal que regule la pesca tradicional en el bajo Guadalquivir, para poder comercializar sus capturas de una forma sostenible y evitar así situaciones como las del esturión y la anguila, cuyas poblaciones se han visto afectadas por la sobrepesca (además de por otros factores como la construcción de la presa de Alcalá).

Por otro lado, en Isla Mayor predomina la pesca en arrozales y marismas, del cangrejo rojo, especie incluida en el catálogo español de especies exóticas invasoras y que cuenta con un plan de control mediante el ejercicio de la propia actividad pesquera.

La campaña anual de captura del cangrejo rojo en Isla Mayor (Sevilla), el principal comercializador andaluz de este producto desde el Bajo Guadalquivir, factura unos 20 millones de euros. Sólo en Isla Mayor, en torno al 70 % de sus casi 6.000 vecinos dependen de una u otra forma de este producto, ya que las capturas en el Guadalquivir van a las fábricas del pueblo, donde es lavado, clasificado, cocido y preparado para su comercialización a distintos destinos.

Acuicultura

En el área de estudio se localiza la zona de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía (*Orden de 27 de abril de 2018, por la que se adaptan las zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y se establecen disposiciones relativas a los controles oficiales de las mismas y Orden APA/798/2022, de 5 de agosto, por la que se publican las nuevas relaciones de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral español*), denominada AND 601, “Veta La Palma” (Isla Mayor, Sevilla). El único invertebrado que se puede cultivar en esta zona es el Ostión *Magallana gigas* (Procedente exclusivamente de la acuicultura), teniendo una clasificación sanitaria A.

Por otro lado, este espacio es el único en las inmediaciones de la zona de estudio dedicado a la acuicultura, la actividad genera un centenar de empleos directos. Se trata de 4.000 hectáreas cubiertas con agua salobre donde se producen unas mil toneladas de pescado al año. Está constituido por 45 balsas de agua, donde se producen lubina, dorada, corvina, albuces y camarones en régimen extensivo y semi-extensivo.

Actividad pesquera profesional en la desembocadura

En la desembocadura del Guadalquivir la pesca queda definida por los usos establecidos en la Reserva de Pesca en la desembocadura del río Guadalquivir. En esta reserva faenan embarcaciones de las cofradías de Sanlúcar de Barrameda, Chipiona y en menor medida, de Rota.

Mas allá del límite exterior de la reserva se lleva a cabo la pesca de arrastre y de cerco por embarcaciones de diversas cofradías gaditanas y onuvenses.

Las embarcaciones de Chipiona se dedican principalmente a las artes menores para la captura de diversas especies entre las que destacan bonito del sur, corvina, chova, choco, acedía y langostino.

Las embarcaciones de Sanlúcar de Barrameda emplean artes más diversos: Arrastre de fondo para la captura principalmente de gambas, langostinos, galeras y cefalópodos, cerco para la captura de boquerón, sardina y caballa, draga hidráulica y rastro para la captura de chirla y coquina, artes menores para la captura de langostinos, chipirones, chocos, corvinas, acedias y también marisqueo a pie, para la captura de coquinas.

En la reserva marina de pesca no está permitida la pesca de arrastre y cerco. El marisqueo a pie se desarrollaría en la zona crecana denominada AND 108 “Doñana sur” además de las zonas AND 106 y AND 107, para la captura de coquina *Donax trunculus* (*Resolución de 31 de marzo de 2022, de la Dirección General de Pesca y Acuicultura, por la que se modifica el anexo de la Orden de 27 de abril de 2018, por la que se adaptan las zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y se establecen disposiciones relativas a los controles oficiales de las mismas*), incluidas en la zona B, C y D de la Reserva. En la zona B está permitida también la pesca con artes menores para la captura principalmente de langostinos, chipirones, chocos, corvinas, acedias y

otros peces como los albuces, lubinas, doradas y otros espáridos. En las zonas C y D de la reserva estaría también permitida la pesca con rastro y draga hidráulica para la captura principalmente de chirla.

Caladeros

Arrastre de fondo

El arrastre de fondo puede realizarse a partir de las 6 millas de costa o a más de 50 m de profundidad. Estos serían los caladeros oficiales:

- Área de Matalascañas: Acedía, Lenguado, Puntillas, Choco, Pulpo, Jurel, Boquerón, Merluza, Esparidos, Japonesa.
- Área Placer de Sanlúcar, Carbonero: Acedía, Lenguado, Choco, Jurel, Boquerón, Merluza, Esparidos, Herrera, Japonesa.
- De Canto a Canto: Acedía, Lenguado, Langostino, Choco, Pulpo, Merluza, Esparidos, Herrera, Japonesa.
- El Chucho; Lenguado, Langostino, Choco, Pulpo, Merluza, Esparidos, Herrera, Japonesa.
- El Inglesillo: Acedía, Lenguado, Langostino, Choco, Pulpo, Merluza, Esparidos, Herrera, Japonesa.
- La Barrosa: Acedía, Lenguado, Langostino, Choco, Pulpo, Merluza, Esparidos, Japonesa.
- La Foraira: Acedía, Lenguado, Choco, Jurel, Merluza, Esparidos, Herrera, Japonesa.
- Las Veinte: Lenguado, Choco, Pulpo, Merluza, Esparidos, Japonesa.
- Matalascañas: Acedía, Lenguado, Langostino, Choco, Pulpo, Merluza, Esparidos, Japonesa.

Como puede observarse en el listado de especies asociadas a cada caladero, no estarían presentes dos de las principales especie objeto de captura de la flota arrastrera en la zona, que son la gamba y la galera. Esto es debido a que su captura se realiza a más de 90 y 50 m de profundidad respectivamente y por tanto, en caladeros más alejados de costa y la zona de estudio.

Cerco

Los caladeros de cerco coinciden en parte con los de arrastre allí donde se captura, boquerón, jurel o caballa.

Artes menores

Los caladeros de artes menores, en la zona de estudio, vienen definidos por Reserva de Pesca de la desembocadura del río Guadalquivir:

En las zonas B y C estaría permitida la pesca con artes de enmalle con objeto de capturar , acedías, merluza, espáridos, corvinas, chovas, bonito del sur, lubinas, bailas, mugílidos, chocos, calamares, pulpos y langostinos.

En la zona D y fuera de la reserva, se emplearían también artes de anzuelo dedicadas a la captura de peces de mayor porte y alcatruces para la captura del pulpo.

El límite exterior de los caladeros de artes menores lo marca el límite interior de los de arrastre (6 millas), ya que el fondeo de estas artes es incompatible con las maniobras del arrastre de fondo.

Draga hidráulica y rastro

Los caladeros de draga hidráulica y rastro en el área de estudio, quedan definidos por la *Resolución de 31 de marzo de 2022, de la Dirección General de Pesca y Acuicultura, por la que se modifica el anexo de la Orden de 27 de abril de 2018, por la que se adaptan las zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y se establecen disposiciones relativas a los controles oficiales de las mismas*, y son las zonas AND 106 y AND 107. La principal especie objeto de captura para estas artes en la zona de estudio es la chirla (*Chamelea gallina*).

Marisqueo a pie

Los caladeros para el marisqueo a pie que quedan definidos por la *Resolución de 31 de marzo de 2022, de la Dirección General de Pesca y Acuicultura, por la que se modifica el anexo de la Orden de 27 de abril de 2018, por la que se adaptan las zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y se establecen disposiciones relativas a los controles oficiales de las mismas* son las áreas mesolitorales de las zonas AND 107 y AND 108. La principal especie objeto de captura para esta modalidad en la zona de estudio es la coquina (*Donax trunculus*).

Flotas pesqueras

Las principales cofradías/flota que actúan en la zona de estudio son Bonanza, Chipiona, Rota y bajo Guadalquivir:

- La flota pesquera con puerto base en el puerto de Bonanza-Sanlúcar es diversa y cuenta con 50 arrastreros, 14 cerqueros, 31 dragas/7 rastros, 27 artesanales.
- La flota pesquera de Chipiona cuenta con 60 artes menores y dos arrastreros (Fuente: CFPO Andalucía. Diciembre 2015).
- La flota pesquera de Rota, a su vez, cuenta con 27 artes menores y un arrastrero (Fuente: CFPO Andalucía. Diciembre 2016).
- La flotilla que actúa en el cauce del bajo Guadalquivir (Coria del Río, Lebrija y Trebujena), se estima en 40 embarcaciones con arte de cuchara.

Capturas Sanlúcar de Barrameda

En la evolución de la producción comercializada en la lonja de Bonanza (Sanlúcar de Barrameda) desde el año 2000 hasta el 2022 se puede ver una clara tendencia ascendente tanto para el peso (en toneladas) como para su valor (miles de euros). Desde el 2000 hasta el 2010 se mantuvieron ambos valores en un leve declive, teniendo en 2011 un aumento de forma exponencial que ha ido creciendo de forma casi

constante hasta la actualidad, a excepción del año 2017 donde se produjo una pequeña disminución tanto en peso como en valor que se recuperó rápidamente. En 2022 la lonja de Bonanza obtuvo un volumen de ventas de 4.650 toneladas, por un valor de 22 millones de euros.

Por tanto, se puede decir que la actividad económica asociada a la pesca, en Sanlúcar de Barrameda, se mantiene en el tiempo o incluso presenta un incremento en el volumen y valor de las capturas en los últimos años, haciéndola una actividad económica sustentable, de gran relevancia en la zona de estudio.

Las ventas en este mercado de origen están concentradas en torno a siete especies fundamentalmente; Gamba (*Parapenaeus longirostris*) con un 17,5%, Langostino (*Penaeus kerathurus*) con un 10,5 % Galera (*Squilla mantis*) con un 7%, Boquerón (*Engraulis encrasicolus*) y Chocos o Jibias (Sepiida) con un 6% cada uno y la Chirla (*Chamelea gallina*) con un 5,3%. Es importante destacar que de los 59,6% de la facturación total acumulada en estas especies, la cifra que aporta la gamba la convierte en la especie sobre la cual recae el grosor de la facturación de esta lonja.

En volumen destacan las capturas de gamba y galera (Arrastre), boquerón (Cercos) y Chirla (Draga/rastro). En valor económico destaca, sobre todo, la gamba (arrastre), junto al langostino y la galera (arrastre), choco (arrastres/artes menores), boquerón (cerco) y Chirla (Draga/rastro).

De los 158 buques que desembarcaron capturas en la lonja de Sanlúcar en 2021 (últimos datos disponibles), 85 de ellos son de la propia localidad, lo que supone un 53,8%. Descargas de barcos procedentes de Chipiona (21), Punta umbría (14), Rota (11) e Isla Cristina (10) conforman el 35% del total, y el resto de las descargas, pertenecen a otras localidades cercanas que tan sólo presentan entre 1-3 embarcaciones, con descargas en dicho puerto. En el caso de Chipiona y Rota, aproximadamente 1/3 de las embarcaciones pesqueras de dichos puertos descargan en el puerto de Sanlúcar de Barrameda.

Las capturas de arrastre de fondo suponen el 75% del valor desembarcado en la lonja de Sanlúcar, las siguientes en importancia económica serían las de draga hidráulica (10%), seguidas de las de cerco (8%) y artes menores (7%). Las capturas de rastro y marisqueo a pie representan porcentajes mínimos relativos (0,9 y 0,2 % respectivamente).

Capturas de Chipiona

Tras analizar la evolución de la producción comercializada en la lonja de Chipiona desde el año 2000 hasta el 2022 se puede ver una tendencia ascendente tanto para el peso (en toneladas) como para su valor (miles de euros). En 2022 la cantidad comercializada es de los valores más altos registrados, rondando las 340 toneladas y la venta correspondiente está dentro de la media, presentando un valor de 1,6 millones de euros.

Dentro de las principales especies capturadas, el 70% corresponden a peces, el 20% son crustáceos y tan sólo el 10% son moluscos. Las ventas en esta lonja están concentradas en torno a cuatro especies fundamentalmente; Acedia (*Dicologlossa cuneata*) con un 15,7% del volumen total, Corvina (*Argyrosomus regius*) con un 14,2%, Langostino (*Melicertus kerathurus*) con un 14,7% y el Bonito (nombre) con un 11,8%

del total de la facturación. La comercialización de estas cuatro especies aporta más de la mitad (56%) del valor de la facturación en origen.

En valor económico destacan las capturas de las mismas especies que las citadas con anterioridad, pero, además el langostino, denominado del alba, capturado por la flota chipionera mediante trasmallo y no con arte de arrastre.

Las principales especies para el año 2022 son, en mayor o menor medida, las mismas para el periodo 2018-2022 con una excepción, la merluza, cuyo volumen de captura ha descendido de forma notoria en los últimos dos años ($\approx 80\%$).

De los 47 buques que desembarcaron capturas en la lonja de Chipiona en 2021 (últimos datos disponibles) el 80% (38 buques) proceden de la propia localidad. Sin embargo, el 20% restante proceden de otros puertos, siendo la mayoría de Sanlúcar de Barrameda.

Chipiona es una lonja artesanal, de los 47 buques que comercializaron en dicho puerto sus capturas en 2021, 46 son artes menores, siendo estos responsables del 99% del valor de venta.

6.5.2 Actividad turística

La demanda de cruceros turísticos ha experimentado un gran auge en los últimos 20 años según la Organización Mundial del Turismo. El turismo de cruceros fluvial constituye una parte del sector del turismo de cruceros, cuya principal característica es la actividad que se realiza a lo largo de los ríos.

El río Guadalquivir se ha convertido en escala regular de cruceros debido a que posibilita la llegada a la ciudad. Una ciudad moderna, en proceso constante de renovación de su espacio urbano, que apuesta por grandes infraestructuras culturales, deportivas, y que ofrece un destino turístico diversificado y único.

En el año 2019 se observó un aumento en el número de pasajeros de un 36%, alcanzando los 20.948 cruceristas y el número de escalas en un 22%, cifrándose en 93, lo que supone un espectacular crecimiento de este tipo de turismo.

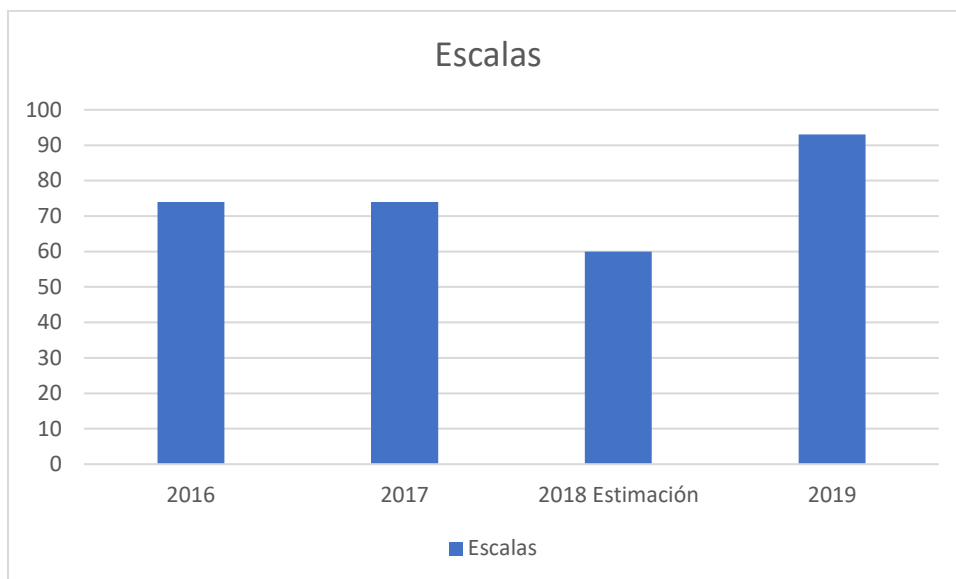


Ilustración 159. Gráfica de la evolución de las escalas de cruceros. Fuente: APS y Universidad de Sevilla.

Como se observa en la Ilustración 159, los meses en los que han tenido un mayor tránsito de pasajeros han sido abril, mayo, septiembre y octubre, coincidiendo con los meses que han tenido lugar mayor número de escalas (Ilustración 160).

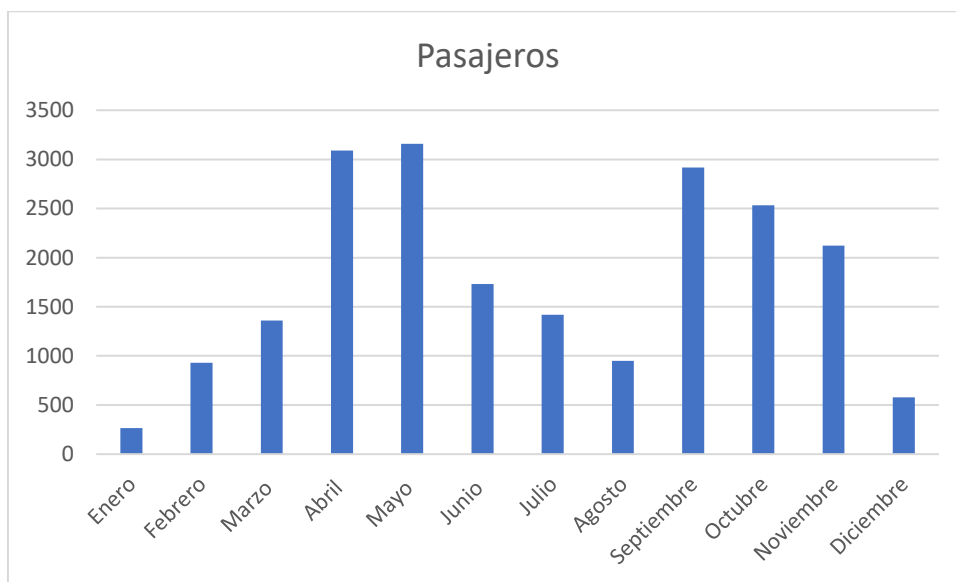


Ilustración 160. Evolución del número de pasajeros en cruceros en el año 2019. Fuente: Autoridad Portuaria de Sevilla.

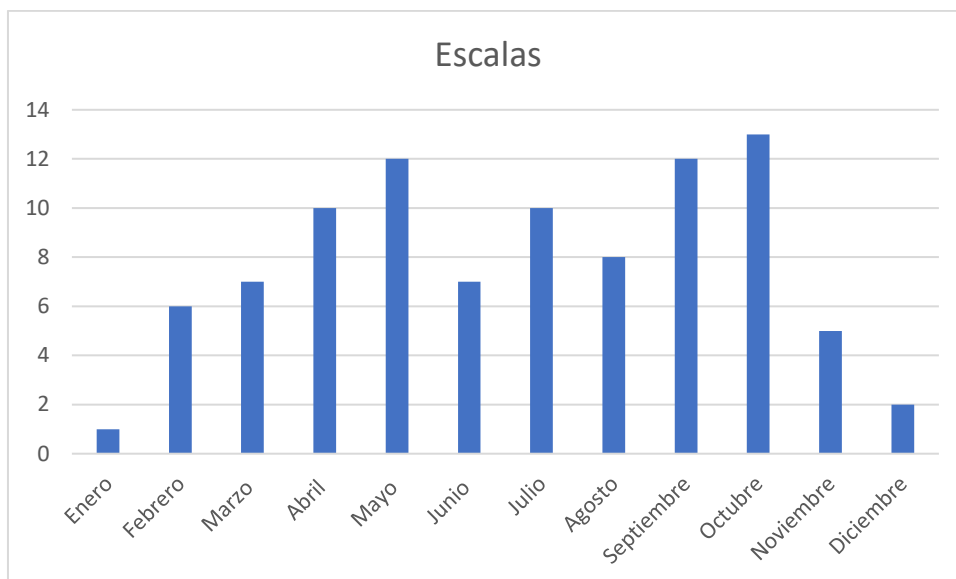


Ilustración 161. Evolución del número de escalas para el año 2019. Fuente: Centro de datos Turísticos de Sevilla.

El Puerto Delicias es el espacio idóneo para el tráfico de cruceros. Contando con infraestructuras totalmente renovadas, se ha convertido en un complejo de ocio, integrado en el Parque de M^a Luisa, el espacio verde más emblemático de la ciudad, y rodeado de un gran patrimonio arquitectónico de diversas épocas como son la Torre del Oro y los pabellones de la Exposición Iberoamericana de 1929.

Además, a lo largo de su curso, el río cuenta con numerosas instalaciones para el turismo náutico como el Puerto de Sevilla con Suns Sails Marina y Club náutico de Sevilla, Puerto de Gelves, Puerto de Bonanza y el Puerto de Chipiona.

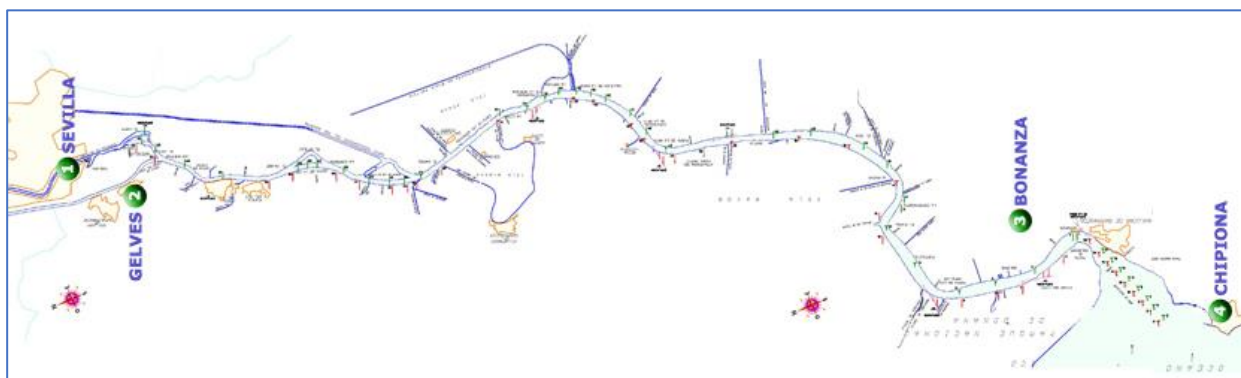


Ilustración 162. Instalaciones para el turismo náutico en el bajo Guadalquivir. Fuente: Autoridad Portuaria de Sevilla.

Otro tipo de turismo que se desarrolla en el entorno del río Guadalquivir es el que tiene lugar en las playas de su desembocadura, pertenecientes a Sanlúcar de Barrameda. Este tipo de turismo tiene lugar mayoritariamente en los meses de primavera/verano y es de tipo local y/o residencial (Ayuntamiento de Sanlúcar de Barrameda, 2016).

A lo largo del litoral del término municipal de Sanlúcar de Barrameda se extienden 4 playas que de norte a sur aparecen en el siguiente orden: Bonanza, Bajo Guía, La Calzada (Piletas) y La Jara (MITERD, guía de playas). Sus características principales se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 90. Características principales de las playas de Sanlúcar de Barrameda. Fuente: MITERD, guía de playas.

PLAYA	LONGITUD (M)	ANCHO (M)	GRADO OCUPAC.	GRADO URBANIZ.	PASEO MARÍT.	FACHADA LITORAL	BAND. AZUL	DESCRIPCIÓN
BONANZA	1.200	40 (gran variación)	Bajo	Semiurbana	No	Urbana	No	Ubicada en desembocadura, Salinas y Marismas de Doñana
BAJO DE GUÍA	800	50 (gran variación)	Medio	Urbana	Sí	Urbana	No	Práctica de vela o deportes de viento
LA CALZADA	2.300	60 (gran variación)	Alto	Urbana	Sí	Semiurbana	No	También conocida como El Hipódromo, la Media Legua y Las Piletas
LA JARA	1.550	40 (gran variación)	Medio	Urbana	No	Semiurbana	No	Apta para navegación de embarcaciones de recreo

La época de mayor ocupación de las playas, principalmente por la población local, es la estival, desde los meses de finales de junio a agosto. Mayo, junio y septiembre son también meses de uso intenso de las playas.

Desde la campaña de dragado de mantenimiento de 2015, periódicamente la APS ha realizado regeneraciones de las playas de Sanlúcar de Barrameda con el material apto¹⁵ procedente de los tramos bajos dragados en el Guadalquivir, en concreto, La Broa, Salinas y Puntalete. Para determinar la

¹⁵ Apto refiere al material de las cántaras que cumpliera los siguientes criterios de aceptabilidad:

- Aspecto visual que indique limpieza y tamaño de grano adecuado.
- Baja proporción de material fangoso.
- Tamaños medios de material superiores a los 0,17 mm.

aceptabilidad de las cargas para el aporte a playa se sigue cada ciclo de dragado directamente a bordo un protocolo consistente en inspecciones visuales y determinación del tamaño medio del material mediante toma de muestra, secado y tamizado. Se aplican distintos tamices con diferentes luces de malla pudiendo obtenerse un dato aproximado de la D50, así como el porcentaje de finos o/y gravas o conchas. Ello permite tomar decisiones inmediatas en cada una de las cargas y decidir el destino más adecuado para el material, facilitando un aprovechamiento óptimo.

A continuación, se presenta información sobre las regeneraciones realizadas, volúmenes vertidos, procedencia del material y valor medio de la D50 desde la fecha indicada hasta la última campaña y regeneración realizada, a finales de 2020:

Tabla 91. Trabajos de regeneración de las playas de Sanlúcar de Barrameda con material procedente de los dragados de mantenimiento de la Eurovía E.60.02. Guadalquivir. Fuente: Tecnoambiente, 2015-2021. Elaboración propia, 2021.

ANUALIDAD	2015	2016	2017	2019	2020
PLAYA RECEPTORA	Bajo de Guía	Bajo de Guía, La Calzada y Las Piletas	Bajo de Guía y La Calzada	La Calzada	Bajo de Guía
PROCEDENCIA DEL MATERIAL DE APORTE	Salinas	Salinas y Puntalete	Salinas y Puntalete	Broa, Salinas y Puntalete	Salinas y Puntalete
VOLUMEN VERTIDO EN PLAYA ¹⁶ (m ³)	62.689	55.108	40.200	112.000	43.017
D50 (mm)	0,26	0,38	0,41	0,28	0,42

Los procesos de regeneración de las playas de Sanlúcar de Barrameda se llevan a cabo fuera del periodo estival para evitar interferencias con el uso lúdico de las playas:



Ilustración 163. Ejemplo de regeneración de la playa de Bajo de Guía en la campaña 2020. Fuente: Tecnoambiente, 2020.

¹⁶ Volúmenes estimados por mediciones de cántara.

6.5.2.1.1 Sector agrario

El sector agrario engloba las actividades recogidas en la división 01 del grupo A de la Clasificación Nacional de Actividades Económica (CNAE): “Agricultura, ganadería, caza y servicios relacionados con las mismas” y la división 02 “Silvicultura y otras actividades forestales”.

Dentro de la división 01, la actividad más importante en la zona de estudio es la agricultura, como ya se ha referido. Actualmente, en los márgenes del curso bajo del río Guadalquivir, además del cultivo de arroz que es la actividad agrícola predominante, se pueden encontrar cultivos de cítricos y cultivos de olivar de regadío.

El cultivo del arroz en Sevilla se encuentra ubicado en el entorno del Parque Nacional de Doñana, a ambos lados del Guadalquivir, comprendiendo los términos municipales de la Puebla del Río, Isla Mayor, Aznalcázar, Los Palacios y Villafranca, Las Cabezas de San Juan, Utrera, Lebrija y Coria del Río. Hay 860 explotaciones de arroz con un tamaño medio de 41,5 ha. La producción de arroz en la provincia de Sevilla es la más cuantiosa a nivel nacional (377.651 t de arroz en 2015, el 44,6% de la producción nacional).

La zona arrocerera se encuentra dividida en sectores y cada uno pertenece a una Comunidad de Regantes. Éstas poseen una toma de captación de agua del río y a partir de ella entra a una red de canales de distribución formada por canales de riego principales que derivan en pequeños canales secundarios y de ahí a través de una compuerta de entrada el agua es reconducida a las parcelas de arroz, hasta alcanzar una lámina de agua de unos 10-15 cm de altura, mantenida durante todo el cultivo. Una vez finalizada la fase de llenado y alcanzada la lámina de agua necesaria para el cultivo se recircula el agua, de forma que no se estanque, tomándose agua del río y vertiendo al mismo a través de canales de desagüe, como en un circuito continuo.

El consumo del agua para el cultivo del arroz es el equivalente a la evotranspiración del cultivo ya que el suelo de los márgenes del Guadalquivir es muy impermeable, por su textura arcillosa, y no se pierde nada del sistema por percolación. Ese consumo es la dotación que concede a los arroceros la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, en torno a 1 l/ms. El ciclo del cultivo del arroz dura unos 5 meses. La inundación comentada se produce inmediatamente antes de la siembra, a primeros o mediados de mayo. El riego termina de aplicar a finales de septiembre o principios de octubre. En este momento se desagua la parcela y se cosecha.

En cuanto a la ganadería son muy pocos los ganados que pastan por los márgenes del bajo Guadalquivir debido a que las actividades agrícolas, sobre todo el cultivo de arroz, los han desplazado a otros terrenos.

La descripción del uso de las parcelas agrícolas y su cartografía se expone en el Apdo. 6.5.1.2.1.

6.5.2.2 Estrategias o planes de desarrollo local/rural que puedan verse afectados por el proyecto

La planificación que pueda tener algún tipo de interferencia con el proyecto se ha analizado en el Apdo. 6.4.1.5.

6.6 VARIABLES CULTURALES

6.6.1 Bienes materiales y patrimonio cultural

6.6.1.1 *Montes de utilidad pública, vías pecuarias, playas, zonas de baño, senderos de uso público y elementos de infraestructura verde en el ámbito del proyecto. Incompatibilidades*

El Plan Director para la Mejora de la Conectividad Ecológica en Andalucía (sept, 2016) identifica el Corredor del Guadalquivir como un eje de conectividad ecológica regional, aunque es un estado relativamente precario en comparación con el Corredor Bético, Penibético o el Gran Corredor Andaluz:

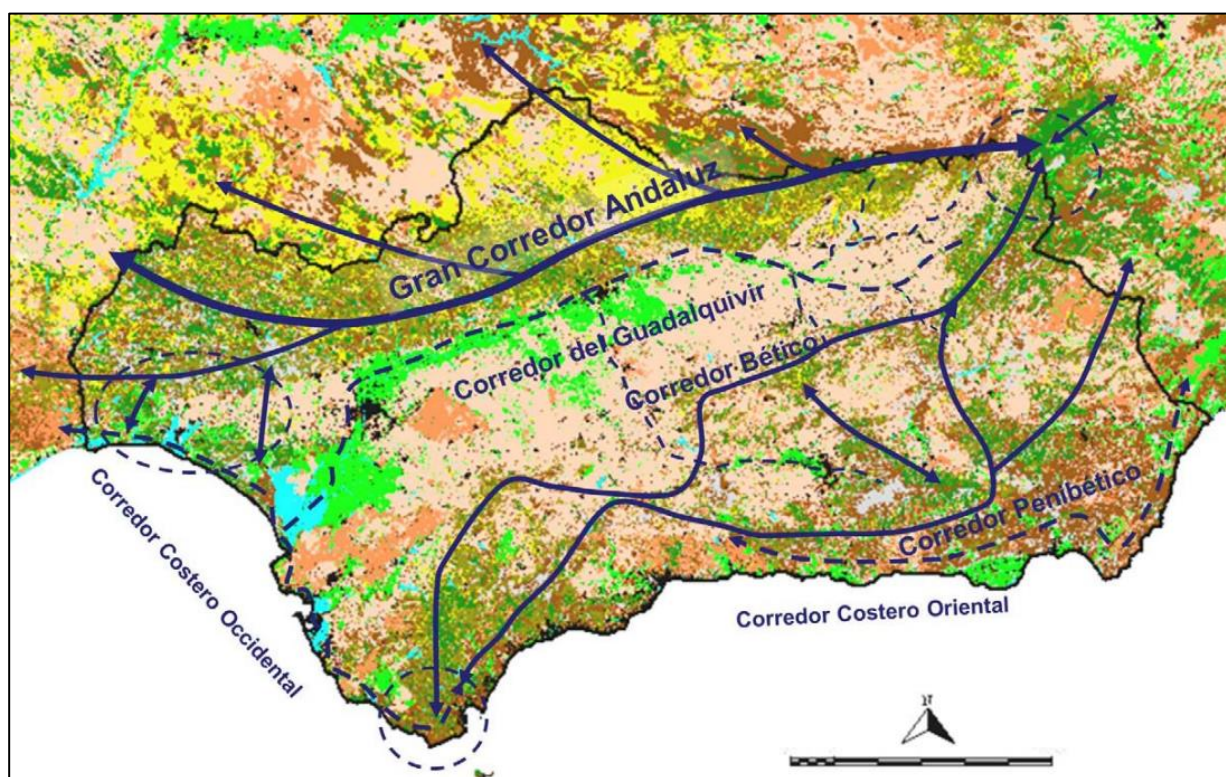


Ilustración 164. Principales ejes y nodos (círculos) de conectividad ecológica en Andalucía. El grosor identifica la importancia. Los ejes en estado relativamente más precario en trazos discontinuos. Fuente: Junta de Andalucía.

Plan Director para la Mejora de la Conectividad Ecológica en Andalucía, 2016.

Por su parte, los elementos asociados a la infraestructura verde, bienes materiales y naturales en la zona de estudio son los que se muestran en la Ilustración 165. En la zona terrestre definida se insertan algunos tramos de vías pecuarias y el monte asociado al Espacio Natural de Doñana en la margen derecha de los tramos bajos del río:

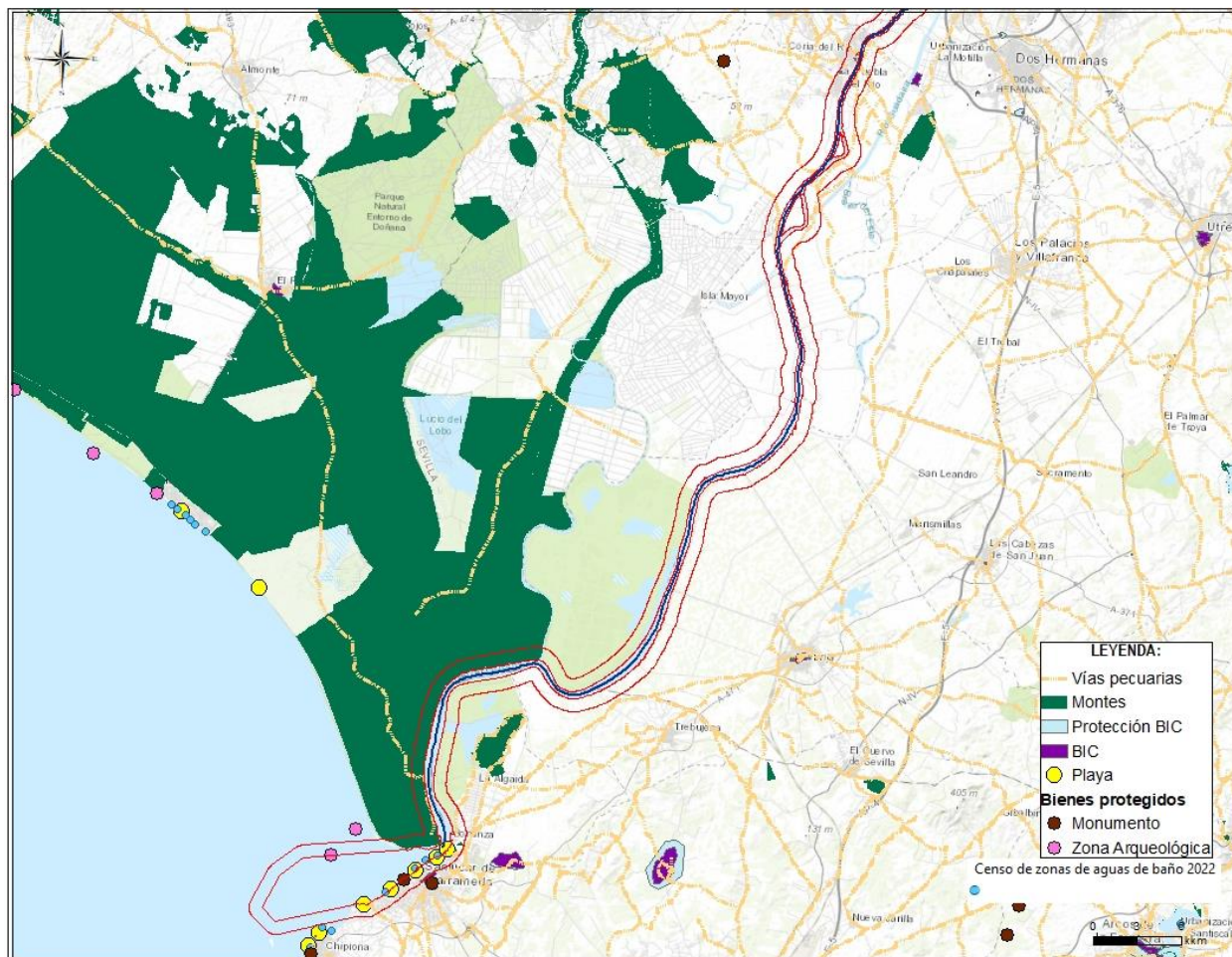


Ilustración 165. Bienes materiales y culturales en el ámbito de estudio. Fuente: DERA. Elaboración propia, 2022.

No se detectan incompatibilidades derivadas de su normativa de protección con ninguna de las acciones de proyecto.

6.6.1.2 Identificación, caracterización y cartografía de elementos del patrimonio cultural

El río Guadalquivir está declarado Zona de Servidumbre Arqueológica según la Orden de 20 de abril de 2009, por la que se resuelve declarar como Zonas de Servidumbre Arqueológica 42 espacios definidos en las aguas continentales e interiores de Andalucía, mar territorial y plataforma continental ribereña al territorio andaluz (BOJA núm. 101 de 28/05/09) y expone: *“La utilización del río Guadalquivir como vía comercial y de comunicación desde época antigua es atestiguada tanto por las fuentes escritas como por los restos materiales localizados en sus aguas y márgenes, tanto actuales como antiguas. Esta navegación continuó realizándose en época medieval y, por supuesto, en época moderna, momento este último de gran importancia comercial. De este período se tiene constancia de la existencia de diversos pecios a lo largo del curso del río –11 hundimientos– desde su desembocadura hasta Sevilla. En concreto en Coria del Río en el año 1553 naufragó la nao San Bartolomé, mientras que, en San Juan de Aznalfarache, en el año 1561, se perdió la nao San Antonio. No obstante, los estudios documentales y bibliográficos que hacen*

referencia al patrimonio arqueológico sumergido en la provincia de Sevilla se encuentran, en la actualidad, en una fase inicial, por lo que se presume que exista un mayor número de pecios y yacimientos por descubrir y documentar”.



Ilustración 166. Zona de Servidumbre Arqueológica Guadalquivir. Fuente: Orden de 20 de abril de 2009.

En el año 2013, la APS llevó a cabo unos trabajos geofísicos y de interpretación arqueológica a lo largo del río con el objetivo de conocer los tramos más fértiles arqueológicamente. El procesado de esa información dio lugar a más de 300 registros que fueron digitalizados e interpretados, resultando, tras el análisis, 18 anomalías evidentes y 4 pecios con potencial arqueológico en el río, en concreto en las siguientes localizaciones:

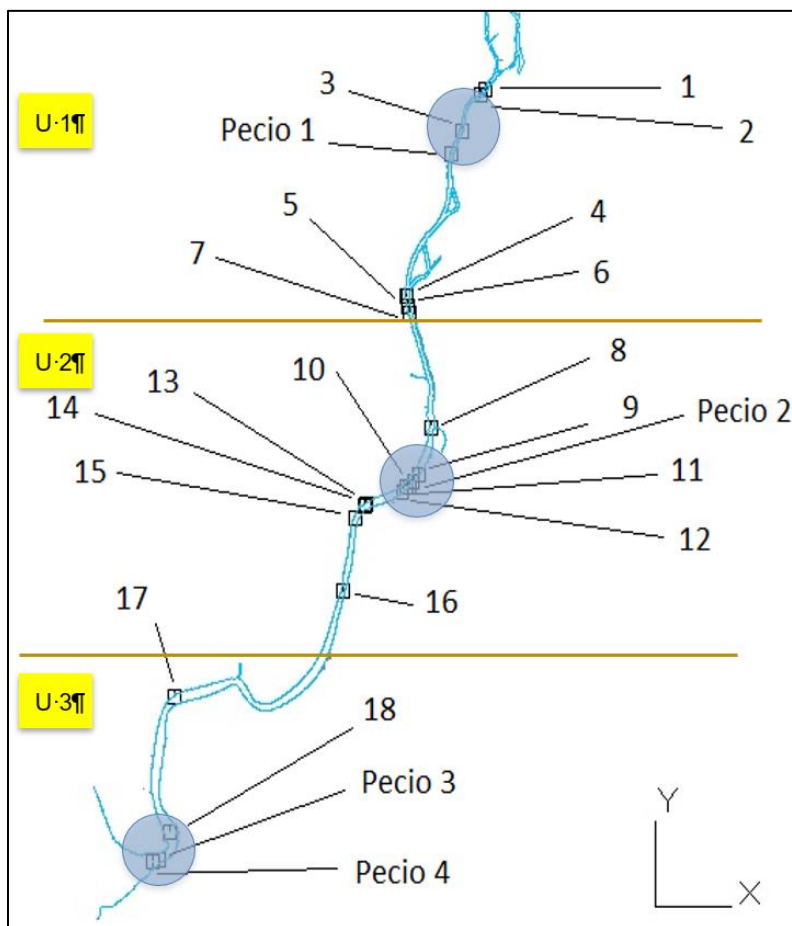


Ilustración 167. Posicionamiento general de anomalías y pecios en la zona de estación. Fuente: APS, 2013.

De estos hallazgos, en consenso con la Dirección General de Bienes Culturales, se descartó el interés de la mayoría y se decidió llevar a cabo una investigación más exhaustiva en las anomalías nº 1, 3, 8, 12, 18 y el pecio 4, cuyas coordenadas eran:

Tabla 92. Coordenadas de las anomalías registradas con posible interés arqueológico. Fuente: APS, 2015.

ANOMALÍAS	UTM WGS 84	
	X	Y
nº 1	763638.3	4132967.6
nº 3	761622.6	4129822.9
nº 8	759021.6	4107523.8
nº 12	756618.7	4102710.7
nº 18	737035.9	4077090.0
Pecio 4	735603.9	4074865.9

Los sondeos arqueológicos mecánicos mostraron en cada uno de los casos lo siguiente:

- **Descripción Anomalía nº 1:** en el registro de SBL se observa un objeto de unos 10 metros de longitud sobre fango, que correspondió a una estructura con morfología de pértiga y cableado de una embarcación pesquera, tipo angulero. Se detectó una anomalía magnética de 140 gammas. Sin relevancia arqueológica, basura metálica.
- **Descripción Anomalía 3:** en la imagen de SBL puede observarse restos que se asociaron a un pecio sobre un lecho fangoso. El magnetómetro detectó una anomalía de 4000 gammas en este punto, lo que implicaba una importante susceptibilidad magnética que supuso el hallazgo más importante en la *Zona U1*. El hallazgo permitió identificar un pecio de hierro sumergido, altamente fragmentado, de cronología contemporánea, fechado en el siglo XIX. Relevancia arqueológica positiva, pero sin valor.
- **Descripción Anomalía 8:** la imagen del sonar mostraba la sombra de una quilla de un angulero y la extensión de su cadena de fondeo hasta llegar al muerto de posicionamiento. El área se encontraba en las inmediaciones de anguleros fondeados. Sin relevancia arqueológica, sin aparición de restos.
- **Descripción Anomalía 12:** la imagen de SBL mostraba infinidad de neumáticos sobre el lecho del río y restos de materia vegetal (tipo empalizada de defensa), por la proximidad a la orilla, las anomalías magnéticas que ofrecía eran de poca importancia (25 gammas). Sin relevancia arqueológica, sin aparición de restos.
- **Descripción Anomalía nº 18:** esta anomalía se detectó mediante los 3 métodos empleados. Con el SBL se observaba un sedimento arenoso con ciertos cambios en la reflectividad de la superficie del fondo, además parecían “aflorar” algunos objetos. Con el perfilador de fondo se pudo apreciar reflectores internos anómalos que indican una variación en las características físicas respecto de la superficie del fondo de la ría. El magnetómetro acentuaba la anomalía detectándose variaciones de 2500 gammas en este punto de la zona de estudio.

Al resultar infructuosa la metodología de los sondeos manuales mediante buzos arqueólogos, por la nula visibilidad en la zona, se optó por realizar sondeos mecánicos, aplicándose la misma técnica que en los puntos anteriormente chequeados.

Durante los trabajos la grúa de la draga de extracción, atrapaba un objeto en el fondo pero no pudo extraerlo debido a su magnitud y peso (más de 8 t).

Para comprobar la naturaleza del objeto encontrado en el fondo, un equipo de buzos realizó una inmersión comprobándose que, en efecto, se trata de una estructura de gran porte que, además se encuentra en parte bajo una potencia importante de arena, lo cual unido al efecto de succión propio del enterramiento y al peso de la pieza hizo imposible su extracción. Ante este hallazgo el equipo de trabajo contactó con el Jefe de División de Navegación del Puerto de Sevilla, el cual remitió un escrito (el cual se anexa a los anexos en la Memoria Final), que informaba lo siguiente:

*“Que el día doce de febrero de dos mil cinco, prestando servicio de practicaje de Sevilla a Chipiona a bordo del buque en pruebas por la factoría de Astilleros "EL DJAZAIR".
Que siendo las 11:30 horas, a la altura de la mitad del fondeadero de Bonanza (entendiéndose por esto un punto situado en la medianía entre el Pino Gordo y el rompeolas de Bonanza) en bajamar y un poco hacia la banda del Coto de Doñana, el buque acusó la falta de agua, navegando seguidamente sin novedad.
Lo que informo en Sevilla a diez de marzo de dos mil cinco”.*

Deduciéndose que con una alta probabilidad el objeto que genera la anomalía nº 18 son los santones del buque, una estructura metálica y de hormigón de gran peso, que se utilizó para la botadura del buque (se presentan posteriormente unas fotos de la estructura hundida en 2005). El resultado del sondeo fue, por tanto, positivo, aunque los restos no poseen relevancia arqueológica, cronología contemporánea, como se ha referido.

- **Descripción Pecio 4:** en la desembocadura del Guadalquivir se detectó lo que parecía una pequeña embarcación de 4 metros de eslora, 1.5 de manga y un metro de altura. Al resultar infructuoso la metodología de los sondeos manuales mediante buzos arqueólogos por la falta de visibilidad, se optó por volver a los sondeos mecánicos. Detectándose dicha anomalía magnética. La grúa de la draga extrajo piezas de hierro altamente fragmentadas, de un pecio de cronología contemporánea del s. XX. Resultado positivo, sin relevancia arqueológica, basura metálica.

De forma que, de estos trabajos arqueológicos realizados a lo largo de la canal no se encontró ningún elemento de interés arqueológico.

Adicionalmente, desde 2011 en cada campaña de dragado de mantenimiento se realiza un exhaustivo control de la aparición de posibles restos arqueológicos. Para ello se embarca a un arqueólogo a bordo, que, durante las 24 horas, realiza la vigilancia solicitada por la Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico.

El río se divide arqueológicamente en cuatro unidades:

- La **U 00** se corresponde con la zona de las aguas internas del puerto de Sevilla.
- La **U1** corresponde a la zona Norte más próxima a Sevilla.
- La **U2** corresponde con el curso intermedio del Guadalquivir.
- La **U3** se corresponde con la desembocadura de la ría, en Sanlúcar de Barrameda.

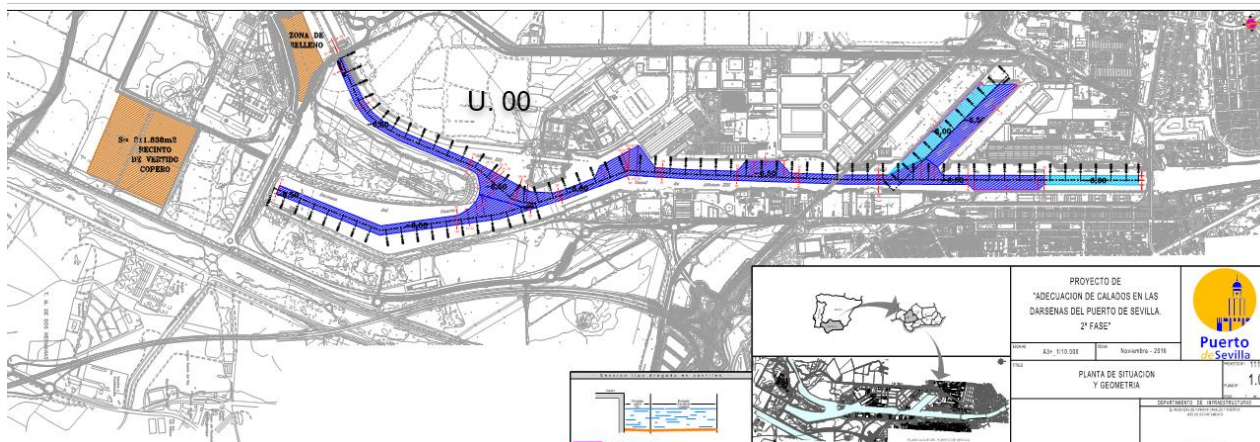


Ilustración 168. Unidad arqueológica U0, dársena

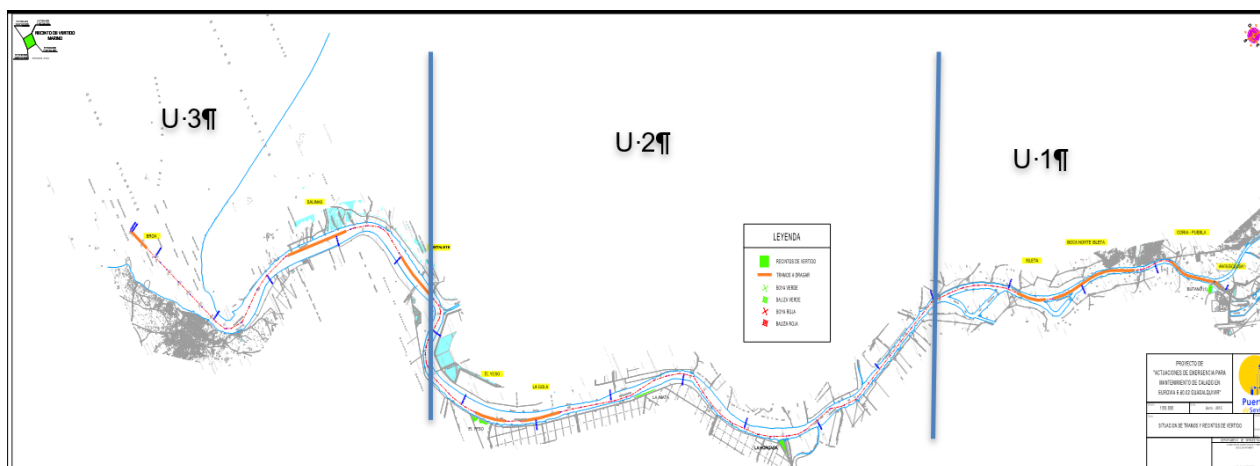


Ilustración 169 División general arqueológica de la zona de actuación

La vigilancia desde 2011 a 2022 da como resultado los hallazgos encontrados en el río durante los dragados y cuáles son las zonas más fértiles arqueológicamente. Específicamente es la dársena (U00) la que ha proporcionado los hallazgos arqueológicos de mayor importancia a nivel de patrimonial, desde restos orgánicos de huesos de animales (bóvidos-cápridos), como un ejemplar de industria lítica, "Pico triedro Modo 2", cronológicamente perteneciente a la industria del Achelense antiguo.



Ilustración 170. Fotos 07/08. Bifaz o Triedro. Industria del Achelense Antiguo. 800.000-400.000. Campaña 2017.

En el río, la unidad U1 suele ser donde aparece más material anfórico de consideración, probablemente producto de la cercanía a núcleos poblaciones desde época Fenicia. Se trata de material con cronologías desde época antigua a época contemporánea, que indudablemente procede de arrastres fluviales, no encontrándose en posición primaria. Todo indica que el origen de dichos materiales es producto de los procesos naturales de arrastre del propio río Guadalquivir, estando, por tanto, totalmente descontextualizado.

La Unidad U2 es el área más infértil arqueológicamente. Es la zona correspondiente al tramo de Gola, entre el vaciadero de El Yeso y La Horcada, y La Mata, parcialmente antropizada, localizada en un gran meandro. Es una zona de creación posterior al s. XVIII, originada a partir del programa de cortas del Guadalquivir para mejorar la navegabilidad del río Guadalquivir a partir del s. XIX. Por tanto, el cauce del río antiguo se encuentra desecado actualmente, siendo sus materiales anfóricos de escasa consideración. El material aparecido tiene cronologías de época Contemporánea, indudablemente procedente de arrastres fluviales, no encontrándose en posición primaria. Siendo el índice de los materiales recuperados bastante ínfima por lo que es lógico pensar en depósitos secundarios.

La Unidad U3, la correspondiente con la desembocadura del Guadalquivir, posee un claro ambiente marino. Los hallazgos materiales indican un origen producto de los procesos naturales de arrastre del río Guadalquivir en desembocadura, estando, las piezas totalmente descontextualizadas.

Por su parte, las operaciones de regeneración de las playas de Sanlúcar son controladas también por un arqueólogo, a pie de playa.

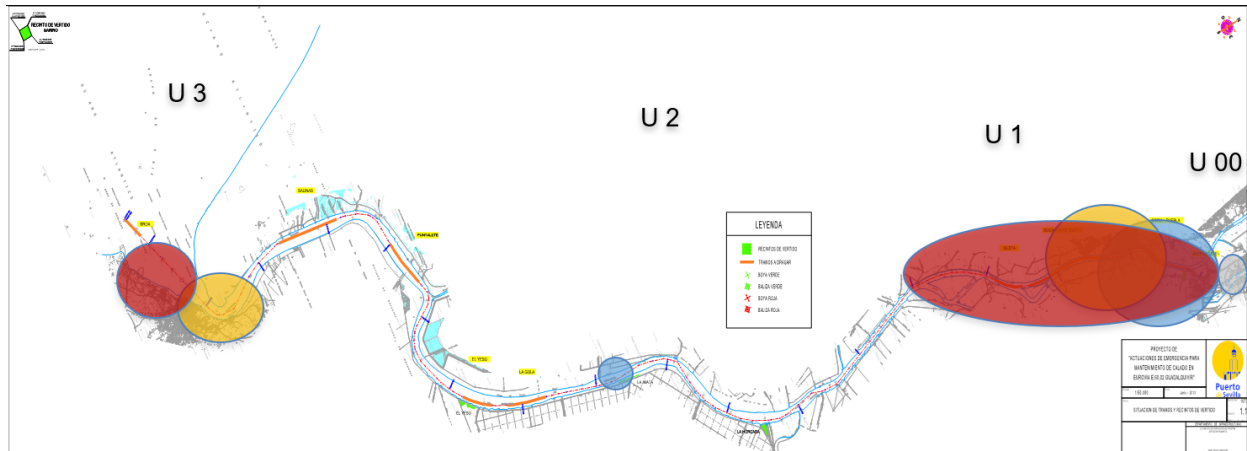


Ilustración 171. Zona de hallazgos Patrimoniales. Eurovía Guadalquivir. 2011-2022.

En general, los restos encontrados durante las campañas de mantenimiento se encuentran descontextualizados, y son de relativo interés patrimonial, comprendiendo desde restos cerámicos con cronologías romanas, medievales, modernas, y contemporáneas.

7 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Tal y como expone el DA, la identificación y valoración de impactos en la solución propuesta y sus alternativas debe realizarse sobre los impactos residuales, entendidos éstos los que resultan tras la aplicación de medidas. El DA expone literalmente a este respecto lo siguiente:

*“En la cuantificación de cada impacto se deberán utilizar indicadores que permitan valorar cuantitativamente **el impacto residual una vez aplicadas las medidas mitigadoras**. Sin perjuicio de que puedan emplearse matrices para la identificación y caracterización cualitativa de los diferentes impactos, no se utilizarán sistema de valoración pseudocuantitativos apoyados en escalas y combinaciones de criterios subjetivos que concluyen en números adimensionales combinados entre sí de manera igualmente subjetiva, por su artificialidad, falta de objetividad e inaplicabilidad a la medición de cada uno de los efectos previstos y residuales del proyecto y al establecimiento de medidas compensatorias”* (Documento de alcance, 2002: 16).

Atendiendo a este requerimiento se propone una metodología basada en 4 etapas en el proceso de identificación y cuantificación de impactos:

7.1 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE IMPACTOS

7.1.1 Primera fase. Identificación de los impactos. Elementos generadores y receptores de impacto. Matriz de identificación de impactos. Determinación de impactos significativos.

Toda interacción entre los elementos generadores de perturbación propios de la actuación a desarrollar y las variables ambientales presentes en el entorno afectado, representan un tipo de efecto potencial, que en la mayoría de los casos es poco significativo.

La identificación de efectos significativos surge del análisis de los riesgos potenciales sobre los elementos más sensibles. Para ello se elabora una matriz, denominada Matriz de Identificación, de tipo causa-efecto, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas filas figuran los elementos generadores de impacto (EGI), ordenados según éstos se produzcan durante la fase de construcción, durante la fase de funcionamiento o durante la fase de desmantelamiento. Por otro lado, dispuestos en columnas, figuran los diferentes elementos receptores de impacto (ERI), que reciben las acciones determinadas anteriormente. Las casillas confrontadas cuya relación entre el componente ambiental y la acción del proyecto quede, en principio, patente, son identificadas como impactos potenciales, siendo éstas las únicas relaciones objeto de análisis.

Para identificar los elementos generadores de impactos, se debe diferenciar, de la forma más estructurada posible, los elementos propios del proyecto atendiendo a:

1. Significatividad, capacidad de generar alteraciones.
2. Independencia, para evitar duplicidades.

3. Vinculación a la realidad del proyecto.

4. Posibilidad de cuantificación.

Asimismo, los elementos receptores de impacto deben estar encuadrados dentro de los siguientes sistemas: Medio Físico-Natural (que distingue medio inerte y medio biótico) y Medio Socioeconómico. Cada uno de ellos contiene una serie de subsistemas en los cuales se localizan los componentes ambientales con un número determinado de factores o parámetros, cuyo número está asociado a la minuciosidad con la que se aborde el análisis de cada componente.

Para la definición y elección de los factores a valorar deben contemplarse una serie de criterios que garanticen el perfecto funcionamiento del método de identificación de los impactos potenciales. Así los componentes seleccionados deben ser:

1. Representativos del entorno afectado.
2. Relevantes.
3. Portadores de información significativa.
4. Excluyentes sin solapamientos ni redundancias.
5. De fácil identificación y cuantificación.

Los elementos generadores de impacto (EGI) interactúan con los elementos receptores de impacto (ERI) a través de una serie de mecanismos, lineales en unos casos y complejos en otros, detallados en el apartado de descripción de cada impacto.

Se incluye una descripción de todas las relaciones existentes entre las acciones derivadas del proyecto, tanto en la fase constructiva como en las de funcionamiento y desmantelamiento, y los factores ambientales incluidos en cada una de las variables ambientales. Se considera especialmente relevante detallar todos y cada uno de los mecanismos que pueden llegar a desencadenar la generación de impactos, para así poder entender la forma en que se producen y desarrollan. Ello permite contar con un conocimiento detallado de la alteración en su conjunto, aspecto que se considera fundamental para la correcta definición de las medidas mitigadoras que se consideren oportunas.

7.1.1.1 Determinación de impactos significativos

Una vez identificados y descritos todos los impactos potenciales, se procede a determinar si son significativos o no. Según recoge el término número 3 de la Ley 9/2018 de modificación de la Ley 21/2013 de Evaluación de Impacto Ambiental, el apartado b. del artículo 5. "Definiciones", define así el impacto o efecto significativo:

b) "Impacto o efecto significativo": alteración de carácter permanente o de larga duración de uno o varios factores mencionados en la letra a).

En el caso de espacios Red Natura 2000: efectos apreciables que pueden empeorar los parámetros que definen el estado de conservación de los hábitats o especies objeto de conservación en el lugar o, en su caso, las posibilidades de su restablecimiento.

Según la norma, por lo tanto, la significatividad de un impacto quedaría sólo definida por la duración o persistencia del mismo, lo que, atendiendo a los umbrales establecidos en la metodología para larga duración (más de 10 o 15 años), negaría la significatividad de la mayoría de los impactos generados durante la fase de construcción (como pueden ser el ruido, las emisiones atmosféricas o la afección a la calidad de las aguas, por ejemplo). Por otra parte, la Directiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de abril de 2014, por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente, indica lo siguiente en el apartado 3 del artículo 4:

3. Cuando se proceda a un examen caso por caso o se establezcan umbrales o criterios a los efectos del apartado 2, se tendrán en cuenta los criterios pertinentes de selección establecidos en el anexo III.

En el citado anexo III indica:

Los posibles efectos significativos de los proyectos en el medio ambiente deben considerarse en relación con los criterios establecidos en los puntos 1 y 2 del presente anexo, teniendo presente el impacto del proyecto sobre los factores señalados en el artículo 3, apartado 1, teniendo en cuenta:

- a) la magnitud y el alcance espacial del impacto (por ejemplo, zona geográfica y tamaño de la población que puedan verse afectadas);*
- b) la naturaleza del impacto;*
- c) la naturaleza transfronteriza del impacto;*
- d) la intensidad y complejidad del impacto;*
- e) la probabilidad del impacto;*
- f) el inicio previsto, duración, frecuencia y reversibilidad del impacto;*
- g) la acumulación del impacto con los impactos de otros proyectos existentes y/o aprobados;*
- h) la posibilidad de reducir el impacto de manera eficaz.*

De los 8 factores indicados, la naturaleza, si es positivo o negativo, no influye en su significatividad, la naturaleza transfronteriza es un elemento no relevante en este proyecto, la acumulación se analiza de forma específica en el Apdo. 9 de impactos acumulativos y sinérgicos, y la posibilidad de reducirlo de manera eficaz se trata en el Apdo. 8.

Por otra parte, en lo referente a los impactos sobre especies y espacios naturales, aunque tampoco la Directiva Hábitat, ni la Directiva Aves, ni la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad definen claramente el concepto de significatividad de un impacto, el documento "Gestión de espacios Natura 2000.

Disposiciones del artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE sobre hábitats” de la Comunidad Europea indica que, para una especie, se considera una alteración significativa:

- Todo aquello que contribuya a la reducción a largo plazo de la población de la especie en el lugar.
- Todo aquello que contribuya a la reducción del área de distribución de la especie dentro del lugar.
- Todo lo que contribuya a la reducción del tamaño del hábitat de la especie en el lugar.

Además, el documento “Evaluación ambiental de proyectos que puedan afectar a espacios de la Red Natura 2000. Criterios-guía para la elaboración de la documentación ambiental” de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino propone la siguiente definición de significatividad de un impacto:

- Impacto significativo: aquél que pueda poner en riesgo la viabilidad a largo plazo del tipo de hábitat o la especie de interés comunitario en un lugar Natura 2000.
- Impacto no significativo: aquél que no supone un riesgo para la viabilidad a largo plazo del elemento de interés comunitario en un lugar Natura 2000.
- *Significatividad desconocida*: aquel impacto para el cual no se puede determinar la significatividad, ya que se desconoce el efecto que pueda producir sobre el elemento de interés comunitario.

Por ello, teniendo en cuenta que la Ley 9/2018 sólo considera la persistencia del impacto para determinar su significatividad, y los aspectos a valorar en el análisis, caso por caso, según determina la Directiva 2014/52, así como las definiciones del documento “Gestión de espacios Red Natura 2000” y el documento “Evaluación ambiental de proyectos que puedan afectar a espacios de la Red Natura 2000. Criterios-guía para la elaboración de la documentación ambiental”, en la presente metodología, para determinar la significatividad del impacto se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Extensión (alcance espacial): se valora entre puntual, parcial, extensa, total y crítica. Siempre que se valore como extenso, el impacto se considera significativo.
- Intensidad: se valora entre baja o mínima, media, alta, muy alta y total. Siempre que la intensidad sea alta o mayor, el impacto se considera significativo.
- Probabilidad: se valora entre muy baja, baja, media, alta y seguro. El impacto debe ser de probabilidad alta o seguro, y cumplir uno de los otros criterios, para que el impacto se considere significativo.
- Persistencia: se valora entre fugaz o efímero (menos de 1 año), temporal (1 a 10 años), persistente (11 a 15 años) y permanente (más de 15 años). Siempre que sea persistente se considera significativo.

Atendiendo a estos cuatro factores, por tanto, se determina la significatividad del impacto y se completa la matriz de significatividad, en la que se recogen cuáles de los impactos potenciales son significativos y cuáles no.

7.1.2 Tercera Fase. Definición de medidas mitigadoras

Al objeto de minimizar los efectos del proyecto sobre el medio ambiente, y en particular los impactos identificados como significativos en la fase previa, se definen una serie de medidas mitigadoras, que incluyen medidas preventivas y correctoras, destinadas a la reducción de la intensidad de los impactos.

La aplicación de estas medidas minimizará los impactos detectados de mayor relevancia, dando lugar a los impactos denominados como Residuales. Éstos pueden ser considerados como inherentes al proyecto y de difícil minimización. El concepto de impacto residual viene definido en la Ley 21/2013, modificada por la Ley 9/2018, de la siguiente manera:

“Impacto residual: pérdidas o alteraciones de los valores naturales cuantificadas en número, superficie, calidad, estructura y función, que no pueden ser evitadas ni reparadas, una vez aplicadas in situ todas las posibles medidas de prevención y corrección”

7.1.3 Cuarta Fase. Valoración de los impactos. Caracterización de impactos, fichas de importancia y valoración, matriz de importancia

Una vez determinados los impactos significativos y definidas las medidas mitigadoras a aplicar, se procede a realizar la valoración de los impactos ambientales residuales. En esta fase sólo se valoran los impactos previamente identificados como significativos, y la valoración se realiza teniendo en cuenta la aplicación de las medidas mitigadoras propuestas.

Previamente al apartado de valoración de impactos, y siguiendo lo establecido en el artículo 35 de la Ley 21/2013, se desarrolla un apartado específico en el que se incluye *“la identificación, descripción, análisis y, si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores enumerados en la letra c), derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos”*. La valoración de los riesgos de accidentes graves y catástrofes permite además valorar adecuadamente la probabilidad de ocurrencia de algunos de los impactos valorados posteriormente.

La identificación y cuantificación de cada impacto se ha llevado a cabo mediante la enumeración de indicadores o parámetros de medición y contraste que se aplican para su caracterización posterior, tal y como se recoge en el Anexo VI de la Ley 21/2013, modificado por la Ley 9/2018, respecto a la identificación, cuantificación y valoración de los efectos significativos previsibles de las actividades proyectadas sobre los aspectos ambientales.

El establecimiento de un indicador se lleva a cabo a partir de una doble vía:

- La definición de una alteración genérica en el medio ambiente (efecto) y la expresión posterior, en forma cuantitativa o cualitativa, de sus consecuencias últimas (impacto).

- La definición de una característica de un determinado elemento por medio de un indicador, de manera que la alteración de ese indicador sea, a su vez, indicador del impacto producido sobre ese elemento.

Para la descripción y valoración de cada impacto, clasificados según el medio en el que se expresan (Medio Físico, Medio Biótico, etc.) se sigue una descripción y valoración que incluye los siguientes elementos, que permiten recoger fielmente la totalidad de los aspectos considerados como relevantes para la valoración y la ponderación de los diferentes impactos.

A. Descripción Básica del Impacto

Se hará una breve referencia a la descripción ya realizada en el apartado de identificación de impactos significativos, destacando los mecanismos que pueden llegar a desencadenar la generación de impactos, para así poder entender la forma en que se producen y desarrollan.

B. Ámbito espacial de la expresión

En este apartado se debe matizar el ámbito espacial en el que se manifestarán los impactos, ya sea en la fase de construcción o en la de funcionamiento, sobre cada una de las variables ambientales consideradas. Según esto, la totalidad de los impactos deberán incluirse dentro de cada uno de los ámbitos que se exponen a continuación: Ámbito Local, Ámbito Comarcal, Ámbito Provincial o Ámbito Nacional e incluso Internacional (si procediera). Este concepto enlaza y debe ser coherente con el atributo de extensión del impacto, que determina si el impacto, respecto al área de influencia del proyecto, tiene una extensión puntual, parcial, extensa, total o crítica.

C. Caracterización del Impacto. Fichas de Importancia y Valoración.

La Ficha de Importancia y Valoración es una tabla que, para cada uno de los impactos significativos identificados, permite caracterizar cada impacto a través de una serie de atributos, mediante cuya composición y suma se determina la importancia de cada impacto.

A continuación, en la Tabla 93, se recoge la relación y descripción de los atributos empleados para la caracterización de los impactos.

Tabla 93. Descripción de los atributos empleados para la caracterización de impactos en la ficha de importancia y valoración

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Naturaleza (Signo)	El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
Intensidad (I)	Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Extensión (EX)	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).
Momento (MO)	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_1)
Persistencia (PE)	Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.
Reversibilidad (RV)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales , una vez que aquélla deja de actuar sobre el medio.
Sinergia (SI)	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que provocan actúan de manera independiente no simultánea.
Acumulación (Ac)	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.
Efecto (EF)	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción.
Periodicidad (PR)	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo).
Recuperabilidad (RC)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Con objeto de determinar detalladamente la valoración global de cada impacto, y poder ofrecer un resultado concluyente y plenamente objetivo, se ha utilizado un algoritmo de carácter específico (CONESA, V. 1995) capaz de determinar de forma numérica la importancia de cada uno de los impactos. El algoritmo se corresponde con el que se presenta a continuación:

$$I = 6 (3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+RC)$$

Los atributos que contiene el algoritmo presentado, así como los valores que pueden tomar cada uno de ellos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 94. Atributos y valores para el cálculo de importancia del impacto (Solaun et al., 2003, y Conesa, 2010)

ATRIBUTO	GRADO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Naturaleza (Signo)	Impacto Beneficioso	Mejora de la situación actual.	+
	Impacto Perjudicial	Pérdida en el valor actual.	-
Intensidad (I)	Baja o mínima		1
	Media		2
	Alta		4
	Muy Alta		8
	Total		12
Extensión (EX)	Puntual		1
	Parcial		2
	Amplio o Extenso		4
	Total		8
	Crítica		(+4)
Momento (MO)	Largo plazo	El tiempo transcurrido es superior a 10 años.	1
	Medio plazo	El tiempo transcurrido está comprendido entre 1-10 años.	2
	Corto plazo	El tiempo transcurrido es menor de un año.	3
	Inmediato	El tiempo transcurrido es nulo.	4
	Crítico	Nulo.	(+4)
Persistencia (PE)	Fugaz o efímero	Menos de un año.	1
	Momentáneo	Menos de un año.	1
	Temporal o transitorio	De 1 a 10 años.	2
	Persistente	De 11 a 15 años.	3
	Permanente	Superior a 15 años.	4
	Corto plazo	Menos de un año.	1

ATRIBUTO	GRADO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Reversibilidad (RV)	Medio plazo	De 1 a 10 años.	2
	Largo plazo	De 11 a 15 años.	3
	Irreversible	Superior a 15 años.	4
Sinergia (SI)	Sin sinergismo		1
	Sinérgico	Sinergismo moderado.	2
	Muy sinérgico	Altamente sinérgico.	4
Acumulación (Ac)	Simple	No induce efectos secundarios ni acumulativos.	1
	Acumulativo	Aumenta su gravedad en el tiempo.	4
Efecto (EF)	Indirecto	Con efecto inmediato sobre un componente ambiental.	1
	Directo	Supone una incidencia inmediata respecto a la relación de un factor ambiental con otro.	4
Periodicidad (PR)	Irregular (aperiódico y esporádico)	Aquel que se manifiesta de forma puntual o irregular	1
	Periódico o regularidad intermitente	Aquel que se manifiesta de forma periódica o intermitente	2
	Continuo	Aquel que se manifiesta de un modo constante en el tiempo	4
Recuperabilidad (RC)	Recuperable de inmediato	Alteración que puede eliminarse en un periodo inferior a 1 año.	1
	Recuperable corto plazo	Alteración que puede eliminarse en un periodo de entre 1 y 10 años.	2
	Recuperable medio plazo	Alteración que puede eliminarse en un periodo de entre 11 y 15 años.	3
	Recuperable medio plazo	Recuperable tras más de 15 años	4
	Mitigable, sustituible y compensable	Se puede recuperar por sustitución o compensación en otra zona.	4
	Irrecuperable	Alteración imposible de reparar.	8

Aplicando la fórmula de determinación de la importancia del impacto, ésta puede tomar valores entre 13 y 100, por lo que, la ficha de importancia y valoración de los impactos permite obtener un valor numérico

objetivo y comparable para todos y cada uno de los impactos analizados. Sin embargo, la norma de referencia (Ley 21/2013 y sus modificaciones por la Ley 9/2018), establecen las siguientes cuatro categorías para la valoración de impactos:

Impacto Ambiental Compatible (C): Aquél cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras¹⁷.

Impacto Ambiental Moderado (M): Aquél cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere de un cierto tiempo.

Impacto Ambiental Severo (S): Aquél en que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa un periodo de tiempo dilatado.

Impacto Ambiental Crítico (Cr): Aquél cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras y correctoras.

Así, para transformar los valores numéricos obtenidos en la ficha de importancia, en las categorías de valoración definidas por la ley, se emplea la siguiente tabla de conversión:

Tabla 95. Tabla de conversión

CUADRO DE CONVERSIÓN	
$I \leq 25$	Efecto Compatible
$25 < I \leq 50$	Efecto Moderado
$50 < I \leq 75$	Efecto Severo
$I > 75$	Efecto Crítico

De entre los atributos empleados para determinar la importancia del impacto, **la intensidad** será de especial relevancia a la hora de jerarquizar los diferentes impactos que presenten una misma valoración, siendo por ello especificado en el momento de la tipificación del impacto.

D. Tipificación de impactos

Una vez caracterizado cada impacto, y determinada su importancia, se procede a introducir en una tabla la valoración de cada acción sobre cada variable (por ejemplo, la afección a la calidad del aire por la circulación de camiones y por el movimiento de tierras) para obtener así la importancia del impacto sobre

¹⁷ Aunque por definición este tipo de impacto no necesita de medidas correctoras, en el presente estudio se ha propuesto una serie de medidas independientemente de la categorización del impacto, con el fin de maximizar la sostenibilidad de la actuación.

la variable ambiental en su conjunto. Para ello, simplemente se realiza una media aritmética de la totalidad de los valores obtenidos para cada uno de los impactos definidos. Junto con la valoración establecida (Compatible, Moderado, Severo o Crítico), se destaca la intensidad obtenida para poder ser jerarquizado adecuadamente en la siguiente fase.

Una vez determinada la importancia de cada uno de los impactos determinados como significativos, se elabora la matriz de importancia. En esta matriz, limitada a la caracterización de los efectos más notables, aparecen en las filas las relaciones “Acciones impactantes - Factores ambientales” de mayor importancia y en columnas la simbología de efectos junto a la valoración final, tal y como describe la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental* (modificada por la Ley 9/2018).

Ésta será una matriz resumen de todo el proceso seguido hasta ahora, presentando el mismo formato que la Matriz de Identificación, pero con la salvedad de que las marcas que aparecían en esta última matriz serán sustituidas por el carácter del impacto, ya sea Nulo o Poco Significativo (O), Compatible (C), Moderado (M), Severo (S) o Crítico (Cr) (en esta matriz pueden aparecer impactos nulos o poco significativos siempre que, después de la aplicación de las medidas preventivas y correctoras su valoración así lo justifique).

7.1.4 Fase definitiva. Valoraciones finales y diagnóstico. Valoraciones de impacto definitivas. Programa de vigilancia ambiental

Por último, se realiza una evaluación y un diagnóstico global que permite obtener una visión integrada y sintética de la incidencia ambiental del proyecto. Además, resuelve todas aquellas ambigüedades que el proceso descrito de identificación y valoración haya generado, aclarando y matizando el alcance real del estudio.

Al margen de detallar y valorar las incidencias medioambientales y sociales detectadas en el proceso de evaluación, se lleva a cabo un diagnóstico general y globalizante, donde, además de tratarse las relaciones directas entre las acciones del proyecto y las variables ambientales, se incluyen aquellas relaciones indirectas o las generadas por influencias dobles o consecuencia de otras.

Una vez determinado esto, y teniendo en cuenta lo obtenido en las diferentes fichas de importancia y valoración, y la matriz de importancia, se está en disposición de jerarquizar los impactos, siendo presentados en riguroso orden de importancia.

Además de esta valoración global, y de la valoración de los atributos de acumulación y sinergia para cada uno de los impactos, se desarrolla un apartado específico de evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos globales del proyecto.

Finalmente, para garantizar la correcta aplicación de las medidas mitigadoras propuestas y comprobar que no surgen impactos no identificados ni que los identificados se desvían de lo previsto, se diseña el Programa de Vigilancia Ambiental como el último de los epígrafes del presente EsIA.

7.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS Y DETERMINACIÓN DE IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

En los siguientes apartados se identifican y evalúan los impactos ambientales que pueden derivarse de las fases de construcción, funcionamiento y desmantelamiento del proyecto de optimización de la navegación.

En este apartado se identifican los impactos que pueden tener un carácter significativo para su posterior caracterización y valoración cualitativa. Como se ha indicado en el apartado 7.1.1 de la metodología, para la determinación de la significatividad de un impacto se consideran su extensión, intensidad, probabilidad de ocurrencia y su persistencia.

Para la identificación de los impactos potenciales se definen, en primer lugar, los elementos generadores de impacto (EGIs) provocados por el proyecto, así como los elementos receptores de impacto (ERIs), que son los factores ambientales que soportan esas acciones y que pueden sufrir los impactos.

En la identificación, tipificación y valoración de impactos se hace necesaria la predicción del impacto mediante un análisis estratificado de las relaciones causa/efecto, con la finalidad de prever el cambio que experimentan las variables ambientales más sensibles como consecuencia de las actividades contempladas en el proyecto.

Los efectos potenciales se analizan considerando los elementos generadores de impacto y para las distintas fases del proyecto (construcción, funcionamiento y desmantelamiento).

7.2.1 Identificación de impactos

Mediante la matriz causa-efecto se identifican los elementos generadores de impactos y los elementos receptores de dichos impactos de cada ámbito, para analizar las posibles interacciones existentes entre ambos.

Dichas interacciones se valoran como los posibles efectos ambientales en el territorio, y en caso de ser significativas, se realiza la valoración del impacto.

Se distinguen durante la fase de obras las siguientes acciones que pueden tener impactos potenciales en el medio y que además presentan un desarrollo temporal diferenciado:

FASES	ELEMENTOS GENERADORES DE IMPACTO
<p>FASE DE CONSTRUCCIÓN</p>	<p>EG11: Instalación de estructura intermedia (fosa 6)</p> <p>EG12: Reacondicionamiento de vaciaderos terrestres</p> <p>EG13: Operaciones de mantenimiento de la vía navegable</p> <p>EG14: Vaciaderos terrestres. Infraestructuras asociadas, impulsión y vertido</p> <p>EG15: Colocación en fosas</p>

FASES	ELEMENTOS GENERADORES DE IMPACTO
	EGI6: Vertido en el vaciadero marino EGI7: Construcción/establecimiento de estructuras de defensa de márgenes y colocación en márgenes (tramos erosivos o playas).
FASE DE FUNCIONAMIENTO	EGI8: Gestión del material depositado en vaciaderos terrestres EGI9: Comportamiento del material depositado en fosas EGI10: Presencia y estabilidad del material depositado en el VM EGI11: Presencia y comportamiento de las estructuras de defensa de márgenes y cordón litoral EGI12: Operaciones de navegación, cruces y fondeos intermedios EGI13: Presencia y funcionamiento de estructura flotante intermedia EGI14: Optimización de la navegación
FASE DE DESMANTELAMIENTO	EGI15: Eliminación de la estructura intermedia de fondeo EGI16: Retirada de estructuras en márgenes no funcionales

A partir de la descripción del medio desarrollada en el diagnóstico territorial, se pueden identificar una serie de elementos del entorno del proyecto que son susceptibles de resultar afectados. Los receptores del impacto o vectores ambientales son los diferentes componentes del medio que pueden resultar afectados, directa o indirectamente, por la ejecución del proyecto.

Estos componentes se enmarcan y clasifican dentro de los sistemas que a continuación se presentan: medio físico, medio biótico y medio socioeconómico.

Ilustración 172. Elementos receptores de impacto (ERI)

Medio	Elementos receptores	Descriptor
FÍSICO	Aire (ERI1)	Calidad atmosférica (huella de carbono y GEIs)
	Agua (Fluvial/Marino) (ERI2)	Turbidez
		Salinidad
		Calidad hidrológica
	Sedimento (ERI3)	Calidad del sedimento
		Generación de residuos
	Relieve/Morfología del cauce (ERI4)	Usos del suelo y topografía
	Zona litoral/playa (ERI5)	Regeneración de playas
Hidrodinámica costera y fluvial (ERI6)	Hidrodinámica y transporte de sedimentos	
	Inundabilidad	
BIÓTICO	Vegetación (ERI7)	Cobertura vegetal en vaciaderos

Medio	Elementos receptores	Descriptor
	Fauna terrestre (ERI8)	Vegetación de márgenes
		Anfibios
		Reptiles
		Mamíferos
		Quirópteros
	Avifauna (ERI9)	Hábitats y espacios de nidificación
	Comunidades planctónicas (ERI10)	Plancton
	Comunidades bentónicas (ERI11)	Sustrato blando y sustrato duro
	Fauna marina (ERI12)	Mamíferos y quelonios
	Ictiofauna (ERI13)	Ictiofauna
PERCEPTUAL	Especies exóticas (ERI14)	Especies exóticas
	Ruido (ERI15)	Calidad acústica
SOCIO-ECONÓMICO	Paisaje (ERI16)	Paisaje
	ENP (ERI17)	Espacios protegidos
	Pesca y marisqueo (ERI18)	Actividad pesquera
		Actividad marisquera
		Actividad acuícola
	Infraestructuras (ERI19)	Infraestructuras
Población (ERI20)	Salud y confort de la población	
Actividades económicas (ERI21)	Tejido productivo, logístico, turístico y comercial	
CULTURAL	Patrimonio cultural (ERI22)	Pecios

Con base en los elementos generadores de impacto (EGI) y en los elementos receptores de impacto (ERI), se elabora la matriz de identificación de impactos que marca las relaciones entre las acciones impactantes y los factores del medio que *a priori* se pueden considerar para la significación, valoración y jerarquización de los impactos en fases posteriores.

Tabla 96. Matriz de identificación de impactos

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS			ELEMENTOS RECEPTORES DE IMPACTO																					
			MEDIO FÍSICO						MEDIO BIÓTICO								MEDIO PERCEPTUAL		MEDIO SOCIOECONÓMICO					MEDIO CULTURAL
ELEMENTOS GENERADORES DE IMPACTO			ERI1	ERI2	ERI3	ERI4	ERI5	ERI6	ERI7	ERI8	ERI9	ERI10	ERI11	ERI12	ERI13	ERI14	ERI15	ERI16	ERI17	ERI18	ERI19	ERI20	ERI21	ERI22
			AIR	AG	SE	REL	LIT	HMCF	VGT	FAUT	AVIF	CPLA	CBEN	FAUM	ICT	EXOT	RUI	PAI	ENP	PM	INF	POB	ACTEC	CUL
FC	EG11	Instalación estructura intermedia	X	X	X							X	X		X		X	X	X					X
	EG12	Reacondicionamiento de vaciaderos terrestres	X			X			X	X	X						X	X				X	X	
	EG13	Operaciones de mantenimiento de la Eurovía	X	X	X		X	X		X	X	X	X		X		X		X	X		X	X	X
	EG14	Vaciaderos terrestres. Infraestructuras asociadas	X			X			X	X	X						X	X			X			
	EG15	Colocación en fosas	X	X	X							X	X		X		X		X	X				
	EG16	Vertido en el vaciadero marino	X	X	X						X		X	X	X		X	X	X	X				
	EG17 ¹⁸	Construcción/establecimiento de estructuras de defensa de márgenes y colocación en márgenes y playas	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X		X	X	X					
FF	EG18	Gestión del material depositado en vaciaderos terrestres		X					X	X	X							X						
	EG19	Comportamiento del material depositado en fosas		X				X				X	X						X	X				
	EG110	Presencia y estabilidad del material depositado en el VM						X					X	X										
	EG111	Presencia y comportamiento de las estructuras de defensa de márgenes y cordón litoral y material colocado en márgenes y playas				X	X		X	X	X		X						X	X			X	
	EG112	Operaciones de navegación, cruces y fondeos intermedios		X		X			X							X			X				X	
	EG113	Presencia y funcionamiento de la estructura flotante intermedia							X										X	X			X	X
	EG114	Optimización de la navegación																				X	X	X

¹⁸ Los EGIs 7 y 11 son evaluados como elementos generadores de efectos pero son intrínsecos a la medida de acompañamiento del EsIA. En este sentido, quedan evaluadas en este documento pero supeditadas a que se alcance el acuerdo de colaboración entre administraciones y la medida se materialice. En este caso, se producirán entonces las interacciones contempladas en la matriz y en los apartado posteriores que las avalúan con detalle.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS			ELEMENTOS RECEPTORES DE IMPACTO																					
			MEDIO FÍSICO						MEDIO BIÓTICO								MEDIO PERCEPTUAL		MEDIO SOCIOECONÓMICO					MEDIO CULTURAL
ELEMENTOS GENERADORES DE IMPACTO			ERI1	ERI2	ERI3	ERI4	ERI5	ERI6	ERI7	ERI8	ERI9	ERI10	ERI11	ERI12	ERI13	ERI14	ERI15	ERI16	ERI17	ERI18	ERI19	ERI20	ERI21	ERI22
			AIR	AG	SE	REL	LIT	HMCF	VGT	FAUT	AVIF	CPLA	CBEN	FAUM	ICT	EXOT	RUI	PAI	ENP	PM	INF	POB	ACTEC	CUL
FD	EG115	Eliminación de la estructura de fondeo intermedia	X	X				X			X		X		X		X	X	X				X	
	EG116	Retirada de estructuras en márgenes no funcionales	X	X		X			X	X		X	X		X		X	X	X					

Una vez identificadas las interacciones entre los elementos generadores de impacto y los elementos receptores de impacto, se procede a describir cada una de ellas, ordenadas por medio (físico, biótico y socioeconómico).

En esta valoración se determinará la relevancia de los impactos, si son o no significativos, y en función de ello se definen una serie de medidas mitigadoras (desarrolladas en el Apdo. 8) y se realiza la caracterización de los impactos.

7.2.2 Determinación de impactos significativos

7.2.2.1 MEDIO FÍSICO

7.2.2.1.1 *Elemento receptor AIRE*

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Emisión de gases de efecto invernadero o huella anual de carbono. A efectos de la evaluación se consideran las emisiones que producen la alternativa de utilización del WID cada seis meses en los tramos de Huertas y Antesclusa y la succión en marcha con engrase mediante plough cada 18 meses (denominada ALT 2.2.). Las emisiones obtenidas se muestran en la Tabla 97.

Tabla 97. Emisiones asociadas a cada tramo en la Alternativa 2.2. Fuente: Elaboración propia

N.º	DESIGNACIÓN	KG CO ₂	KG CO ₂ EQ.
1A	ANTESCLUSA	53.194,40	53.684,40
1	LAS HUERTAS	49.394,80	49.849,80
2	CORIA DEL RIO-ISLETA	358.139,27	361.438,26
3	BOCA SUR ISLETA	197.095,72	198.911,26
4	OLIVILLOS	173.232,71	174.828,44
5	LA LISA	73.361,09	74.036,85
6	LA MATA	26.585,42	26.830,31
7	TARFÍA	-	-
8	LA GOLA	-	-
9	EL YESO	14.399,84	14.532,48
10	PUNTALETE	130.432,24	131.633,72
11	SALINAS	171.335,08	172.913,34
12	SANLÚCAR	-	-
13	BROA	72.939,74	73.611,63
TOTAL		1.320.110,31	1.332.270,50

Considerando un tiempo de operativa total de 101,22 días, ejecutándose el WID semestralmente y la succión en marcha anualmente, se estiman unas emisiones de 1.332 toneladas de CO₂eq.

Con respecto a la periodicidad de la aplicación del WID, la opción que menos emisiones produce es la semestral, la considerada, debido a que se reducen los días totales de operativa (un 24%), suponiendo una reducción de las emisiones de GEI del 12% con respecto a la alternativa anual.

Por otro lado, centrando la comparativa de alternativas únicamente en los tramos de Antesclusa y Huertas, se observan variaciones significativas de las emisiones en las alternativas donde se aplica el WID con respecto a la alternativa de succión en marcha y enrase con plough. Se obtienen reducciones del 79% y del 86% para las periodicidades anual y semestral respectivamente, de lo que se extrae que el uso de esta técnica supone un beneficio desde el punto de vista ambiental.

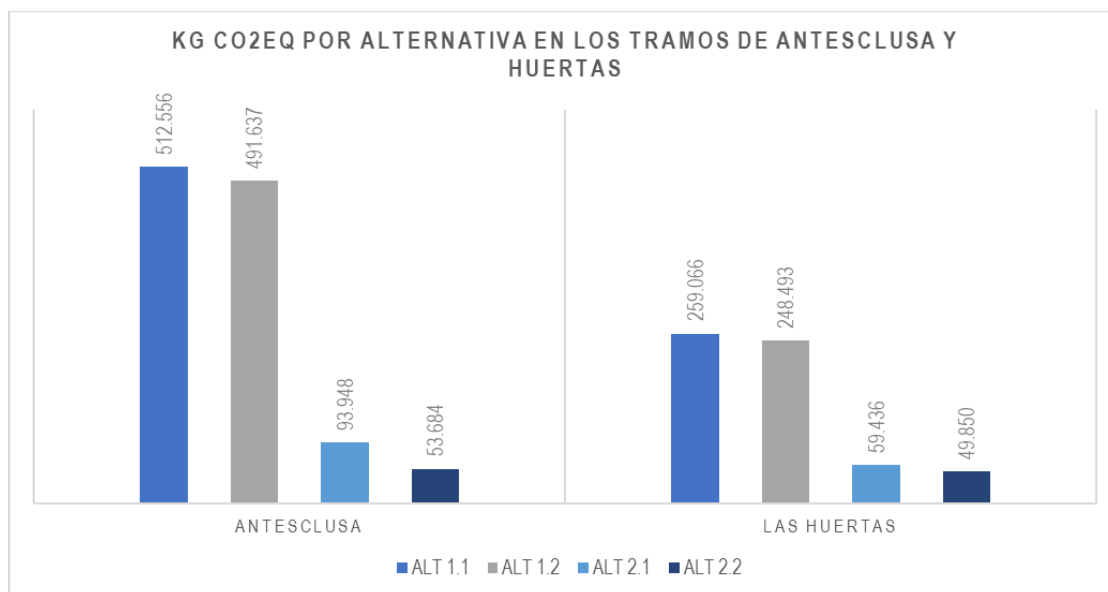


Ilustración 173. Emisiones por alternativa en los tramos de Antesclusa y Huertas. Fuente: Elaboración propia

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre la huella anual de carbono con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por todo ello, el efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

En esta fase los efectos son los mismos descritos que para la fase de construcción y se asocian a la maquinaria pesada encargada de ejecutar los trabajos de desmantelamiento de la estructura flotante y las que haya en los vaciaderos terrestres que hayan estado operativos durante los años de desarrollo de la obra. Estos efectos se califican de **NO SIGNIFICATIVOS**.

7.2.2.1.2 Elemento receptor AGUA

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Efectos sobre la morfología y régimen hidrológico de las masas de agua afectadas. No hay acciones del proyecto en esta fase que induzcan cambios morfológicos o del régimen hidrológico de las masas de agua presentes en el ámbito del proyecto. Tampoco se afecta a la red de drenaje y escorrentías superficiales. El efecto **NO SE MANIFIESTA**.

Efectos del proyecto sobre las aguas subterráneas. Ninguna de las acciones del proyecto interacciona de ninguna forma con las aguas subterráneas. El efecto **NO SE MANIFIESTA**.

Incremento de turbidez en la columna de agua. En relación con el incremento de turbidez, las operaciones de mantenimiento de la Eurovía, la colocación en fosas del material dragado, el vertido en el vaciadero marino y la colocación en playas son las operaciones que generarán más turbidez en la columna de agua. Otras como la instalación de la estructura flotante intermedia o la construcción y colocación de obras de defensa de márgenes también producirán turbidez, pero de forma más localizada en el espacio y de mucha menos entidad. Se centrará por ello el análisis de detalle en las primeras acciones citadas y se consideran de poca significatividad el resto de las citadas.

El dragado de mantenimiento y el vertido, depósito o recolocación del material extraído en vaciaderos terrestres, playas, márgenes del río o el vaciadero marino generarán plumas de turbidez en el medio. En el caso del dragado, lógicamente la turbidez más elevada se dará en el punto de dragado y la dispersión se producirá aguas arriba o abajo del río en función de las condiciones de la marea, llenante o vaciante.

Para el depósito del material también la mayor turbidez se produce en el punto de vertido o reubicación. En el vaciadero marino el vertido se produce por apertura de cántara, formándose una pluma superficial que se desplaza también en el sentido de la corriente. La suspensión de este material en la capa superficial dura minutos, y la alteración deja de percibirse, al menos en superficie, una vez parado ese periodo de tiempo. Por su parte, con la colocación en playa la turbidez se genera en la orilla, por el remanente de agua que llega desde el punto de descarga, que se produce mediante tubería en la playa seca. Esta turbidez es de escasa magnitud y se integra que la que lleva el río en la desembocadura. Este mismo efecto ha tenido lugar durante la campaña de dragado de mantenimiento 2021 con el aporte de material en el margen erosionado de Doñana.

En cuanto al depósito en fosas esta operación no se ha realizado en el río, siendo una opción que se contempla y evalúa en este EsIA, pero es evidente que la operativa genera una turbidez en el punto de depósito que se eleva en la columna de agua y se desplaza dependiendo de las condiciones de la marea.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el incremento de turbidez en la columna de agua con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto del incremento de turbidez en la columna de agua tiene lugar durante las operaciones consideradas, debiendo estudiarse aquél en mayor profundidad, y se califica como **SIGNIFICATIVO**.

Alteración del gradiente de salinidad en el río (modificación del tapón salino). El grupo de Oceanografía Física (GOFIMA en adelante) de la Universidad de Málaga, dirigido por D. Jesús García Lafuente, ha estudiado y evaluado los posibles cambios de ubicación de la cuña salina y del tamaño del prisma mareal (cantidad de agua oceánica que entra en el estuario en un ciclo de marea) comparando el patrón salino del estuario y el prisma mareal antes y después de efectuar un dragado de mantenimiento. Este estudio determina científicamente si un estuario más profundo conlleva más prisma mareal y, por ende, mayor penetración de la cuña salina o no.

El procedimiento seguido por GOFIMA es simular las variables con batimetrías pre-dragado y post-dragado bajo exactamente los mismos forzamientos externos. En concreto, se analizan las siguientes variables: nivel, salinidad, velocidad longitudinal y el prisma mareal, obteniéndose para cada de ellas lo siguiente (GOFIMA, 2022:13-14):

- Nivel: Los ~25 cm de desnivel entre Bonanza (PK0) y Sevilla (PK78) cuadran satisfactoriamente con los ~30 cm obtenidos en las observaciones de los dos mareógrafos correspondientes.

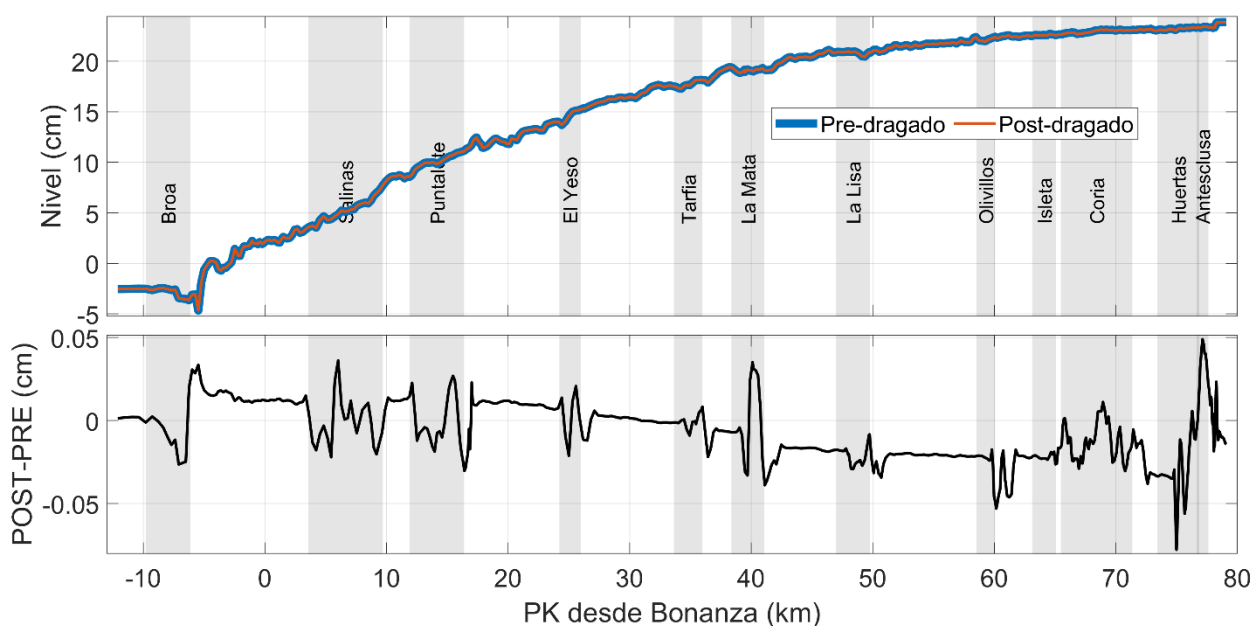


Ilustración 174. Panel superior: perfiles longitudinales del valor promedio de nivel (cm) obtenidos en las dos simulaciones pre- y post- dragado. El buen acuerdo entre ambos hace que la línea roja (post-dragado) oculte a la azul (pre-dragado). Por ello, en el panel inferior se muestra la diferencia entre ambas (post-dragado menos pre-dragado). En ambos paneles las barras grises indican la posición y extensión longitudinal de los dragados.

Fuente: GOFIMA, 2022.

Los dos perfiles de nivel son indistinguibles, hecho corroborado por el perfil de diferencias (panel inferior) cuyo rango no supera el medio milímetro. Aunque carezca de sentido cualquier tipo de análisis de estas diferencias, sí es interesante comprobar que éstas tienen una tendencia decreciente (nivel medio algo menor en el post-dragado, en buen acuerdo intuitivo con el hecho de un estuario algo más profundo) y que presente fluctuaciones (picos) coincidiendo con la ubicación de los dragados (rectángulos grises), confirmando una correcta respuesta del modelo numérico a los cambios, si bien imperceptibles, derivados de estas intervenciones en el lecho fluvial.

La Ilustración 175 presenta las comparaciones de las constantes armónicas de M2 para el nivel. Los dos pares de perfiles de amplitud y fase de nuevo son indistinguibles y ambos presentan el comportamiento típico de la dinámica semidiurna del estuario. La ratio entre las amplitudes (POST/PRE) no llega a superar el 2 ‰ (aproximadamente 1.4 mm) de subestimación de la simulación post-dragado respecto a la pre-dragado, con una curva similar a la de la amplitud y una máxima discrepancia (negativa) en correspondencia al mínimo de amplitud. La fase presenta diferencias inferiores a la décima de grado, con un comportamiento algo similar al del propio perfil (excepto por los últimos 20 km). En ambos casos las diferencias están muy por debajo de la incertidumbre del análisis armónico. Independientemente de esto, sigue siendo interesante comprobar cómo estas diferencias fluctúan en las zonas donde se han realizado los dragados y presentan oscilaciones conformes con las cantidades de sedimento removidas.

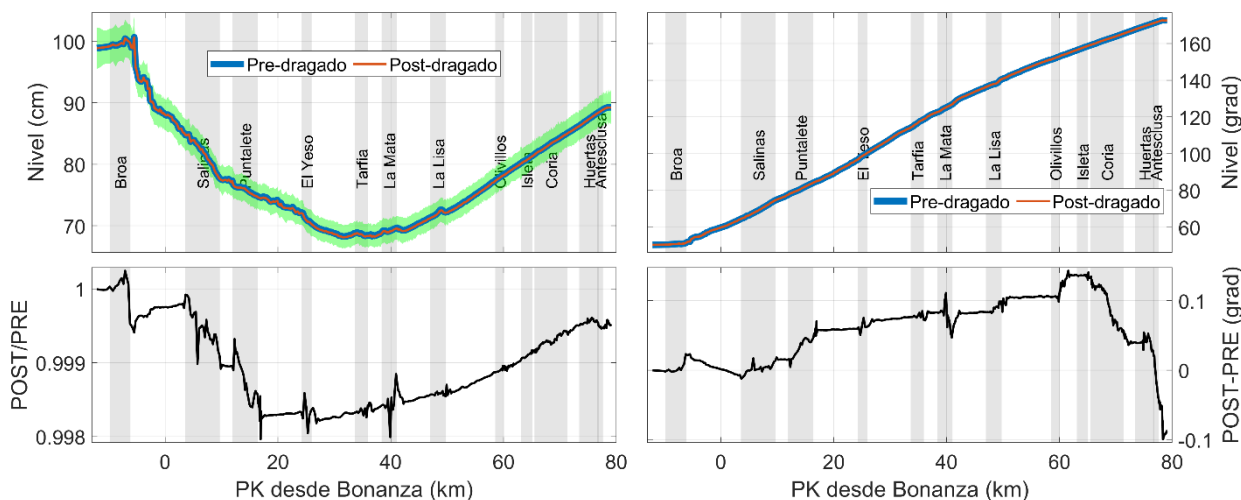


Ilustración 175. Fila superior: perfiles de la constante armónica M2 del nivel: amplitud en el panel de la izquierda y fase en el de la derecha. Las franjas verdes indican las incertidumbres correspondientes del análisis armónico. Fila inferior: ratio de amplitudes (izquierda) y diferencia de fases (derecha). Fuente: GOFIMA, 2022.

- Salinidad (GOFIMA, 2022:15): el perfil promedio de salinidad (Ilustración 176) refleja una disminución paulatina desde la desembocadura hasta la esclusa, con un punto de inflexión ubicado entre Salinas y Puntalete (PK10, aproximadamente). La diferencia muestra un máximo sostenido de aproximadamente 2 centésimas de g/kg entre el PK15 y el PK50 (cambios porcentuales entre 0,1 y 0,4%), y una disminución progresiva aguas arriba hasta valores por debajo de 1 centésima de g/kg (cambio porcentual de ~2 %) en los últimos 10 PK. Este último porcentaje tiene ese valor relativamente alto porque la salinidad media que figura en el denominador al calcular el porcentaje es de 0,5 g/kg o menos en esa región, lo que hace que el cociente suba. Sin embargo, el incremento de salinidad (0,01 g/kg) que indica la Ilustración 176 en esa zona, es irrelevante y su importancia para la comunidad de regantes es ampliamente descartable.

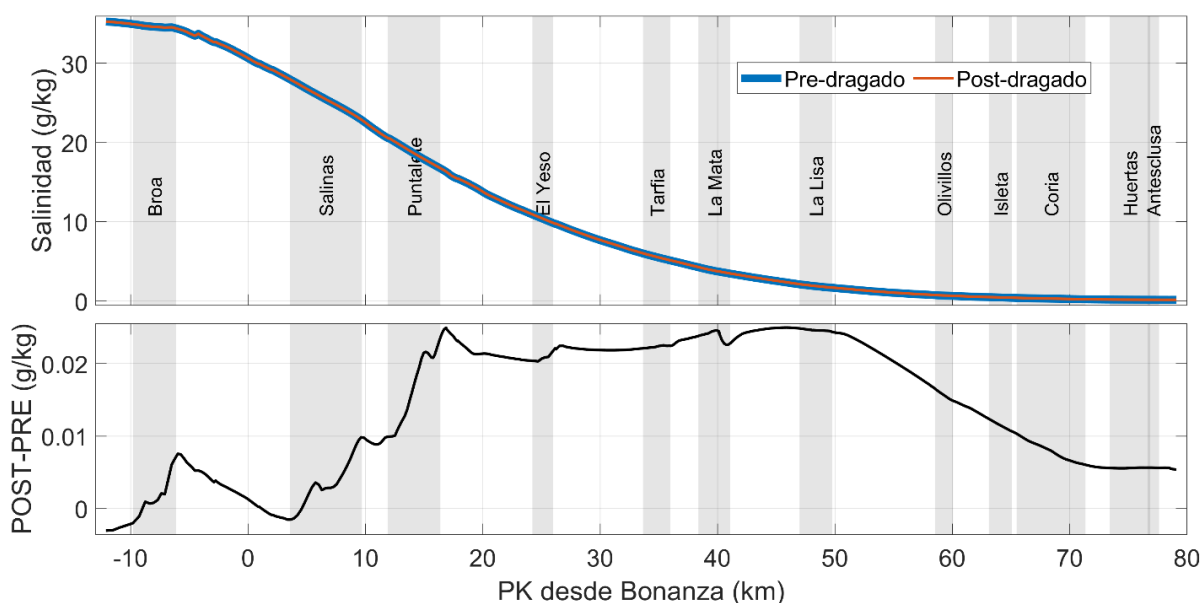


Ilustración 176. Panel superior: perfiles longitudinales de la salinidad superficial (g/kg) obtenidos en las dos simulaciones pre- y post- dragado. El buen acuerdo entre ambos hace que la línea roja (post-dragado) oculte a la azul (pre-dragado). Por ello, en el panel inferior se muestra la diferencia entre ambas (post-dragado menos pre-dragado). En ambos paneles las barras grises indican la posición y extensión longitudinal de los dragados.

Fuente: GOFIMA, 2022.

La curva de amplitud de M2 para la salinidad (Ilustración 177) revela un máximo en torno a la zona de inflexión mencionada antes (zona de máximo gradiente horizontal salino), y una disminución paulatina de ahí en adelante hasta la esclusa. Es interesante comprobar cómo la incertidumbre del análisis armónico es máxima en correspondencia del pico de amplitud, identificando claramente una amplia franja donde las oscilaciones de salinidad son máximas y este máximo es relativamente poco estable, moviéndose aguas arriba y abajo, sujeto a la variabilidad de los

forzamientos submareales. La fase presenta un perfil monótono creciente excepto en la plataforma y en la esclusa, la primera por una dinámica completamente ajena a la del río, y la segunda por cambiar de orientación respecto al eje longitudinal del estuario. Notar que, en ambas zonas, la amplitud de las oscilaciones semidiurnas es prácticamente nula. De hecho, la incertidumbre de la fase en los últimos PK es relativamente alta, reflejando unas oscilaciones de muy baja intensidad y poco “armónicas”.

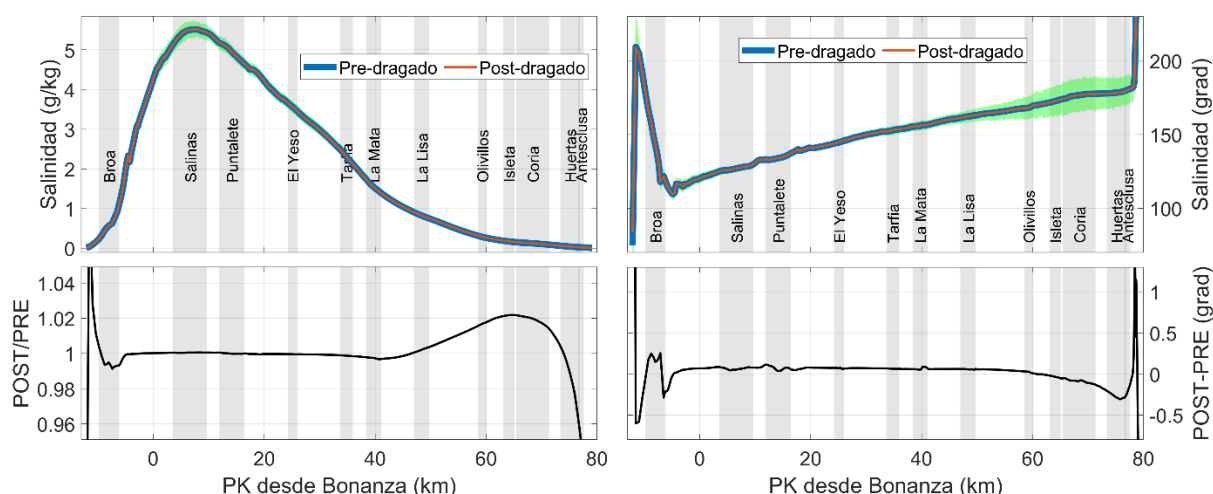


Ilustración 177. Fila superior: perfiles de la constante armónica M2 del nivel: amplitud en el panel de la izquierda y fase en el de la derecha. Las franjas verdes indican las incertidumbres correspondientes del análisis armónico. Fila inferior: ratio de amplitudes (izquierda) y diferencia de fases (derecha). Fuente: GOFIMA, 2022.

Las discrepancias tanto en amplitud como en fase son una vez más insignificantes. Descartando las dos zonas de plataforma y Antesciusa mencionadas, la ratio de amplitud se mantiene en 1 de forma continuada hasta aproximadamente el PK40. De ahí en adelante las oscilaciones de la simulación post-dragado aumentan ligeramente, para luego disminuir en la zona de Huertas (~PK73), sin sobrepasar en ambos casos un intervalo de ratio de 0.95 – 1.03. La fase no presenta discrepancias apreciables.

- Corriente longitudinal: independientemente de las discontinuidades del perfil de velocidad longitudinal, lo que interesa para el objetivo de este análisis es la diferencia entre los perfiles pre- y post- dragado que, una vez más, es anecdótica. Ésta oscila alrededor del cero, con picos irregulares inferiores a ± 2.5 mm/s de amplitud, localizados principalmente en La Mata y Huertas, que presentan algunas de las profundizaciones más significativas.

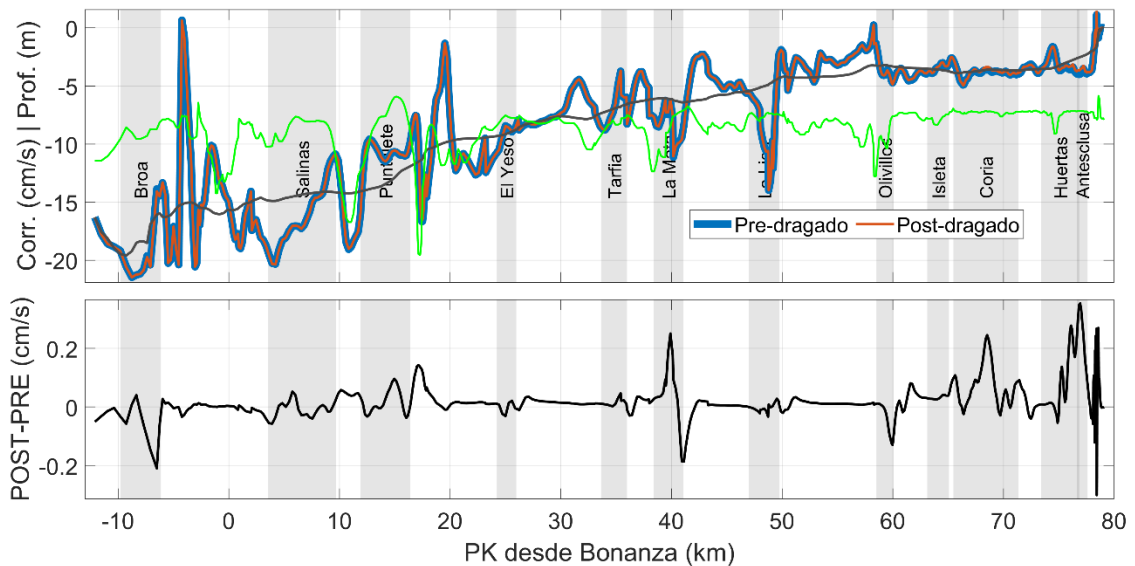


Ilustración 178. En el panel de arriba también se muestra una versión suavizada de la curva tras su filtrado paso-bajo (línea gruesa gris), y la batimetría de los puntos empleados para definir el perfil (línea fina verde). La escala numérica en el eje de ordenadas del panel superior sirve tanto para velocidad (cm/s, líneas rojas, azul – apenas visible pues está oculta tras la roja – y gris) como para batimetría (m, línea verde). Fuente: GOFIMA, 2022.

La amplitud de las oscilaciones semidiurnas de la velocidad longitudinal (Ilustración 179) muestra un máximo en torno al PK 10-20 (el perfil de amplitud de la M2 también está afectado por la irregularidad en la batimetría de los puntos, aunque en este caso no interesa suavizar la curva), coincidente con el máximo de amplitud de la salinidad (Ilustración 177). Esta última, de hecho, está fuertemente correlacionada con la corriente longitudinal, que es su vector principal de advección. Si multiplicáramos la curva de amplitud de corriente (Ilustración 179) por la del promedio de la salinidad (Ilustración 176) obtendríamos un proxy del perfil de amplitud de M2 de la salinidad (Ilustración 177), resultado de esa combinación de dinámica y gradiente salino del estuario. La fase también presenta el mismo comportamiento que la salinidad, con el mismo desfase de aproximadamente 90 grados entre desembocadura y esclusa, y una cuadratura con la salinidad retrasada de 90 grados respecto a la corriente.

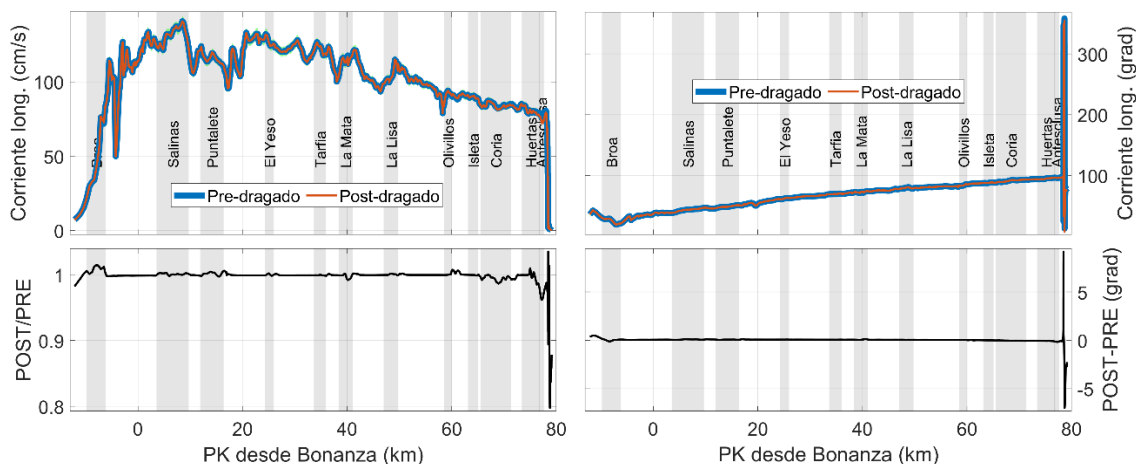


Ilustración 179. Fila superior: perfiles de la constante armónica M2 de la corriente longitudinal: amplitud en el panel de la izquierda y fase en el de la derecha. Las franjas verdes indican las incertidumbres correspondientes del análisis armónico. Fila inferior: ratio de amplitudes (izquierda) y diferencia de fases (derecha). Fuente: GOFIMA, 2022.

Las diferencias entre la simulación pre-y post-dragado son en ambos casos insignificantes.

- Prisma mareal: volumen de agua que sale del estuario durante la marea vaciante (Xiao et al., 2017). La Ilustración 180 (panel superior) muestra las series temporales del prisma mareal (cambiado de signo por facilidad de lectura de la gráfica).

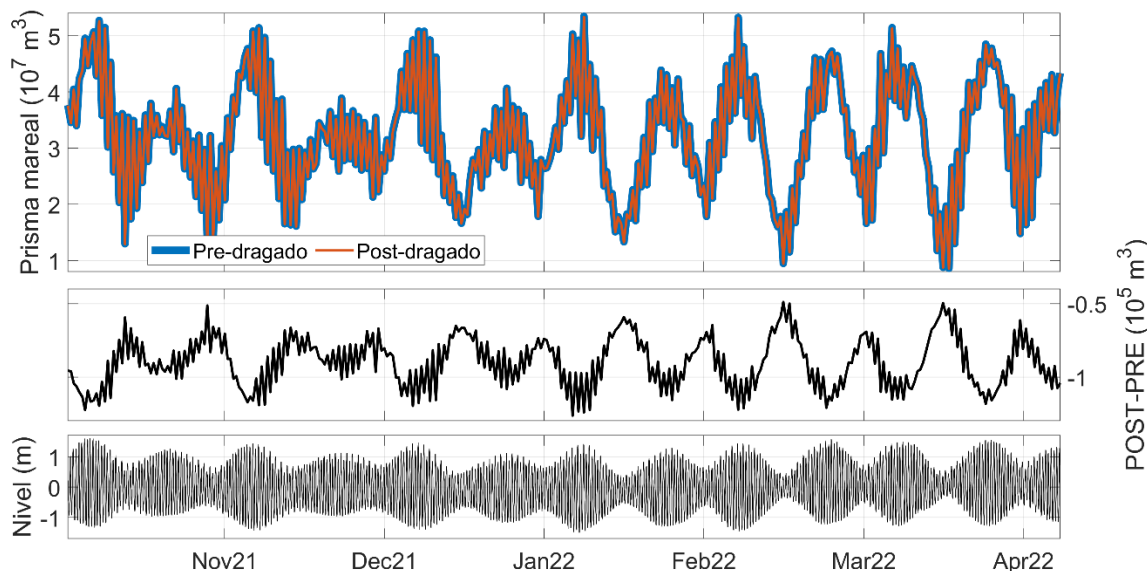


Ilustración 180. Panel superior: series temporales del prisma mareal (cambiado de signo) calculadas como el caudal acumulado durante los semiciclos de marea vaciante identificados en el periodo simulado. En azul la serie calculada para la simulación pre-dragado y en rojo la post-dragado. Panel central: diferencias entre la serie obtenida para la simulación post-dragado y pre-dragado. Panel inferior: nivel del río en el centro de la sección donde se ha calculado el prisma mareal. La sección está ubicada en la desembocadura, a la altura del Bonanza (PK0), identificada en rojo en la Figura 2.8. Fuente: GOFIMA, 2022.

Una vez más, las dos líneas son indistinguibles: el valor promedio de la diferencia (panel central) se sitúa en torno a $-9 \times 10^4 \text{ m}^3$, lo que significa que la cantidad de agua que entra/sale del estuario tras el dragado es inferior a la que lo hacía antes del dragado, en buena correspondencia con el comportamiento mareal del nivel mostrado en la Ilustración 175, donde se ve que la amplitud de M2 post-dragado es inferior a la pre-dragado. En cualquier caso, la diferencia de prismas mareales es de menos del 0.3 % del valor medio del prisma mareal ($\sim 3 \times 10^7 \text{ m}^3$), y es irrelevante, al igual que lo son las diferencias de amplitudes de M2 en la Ilustración 175.

La serie temporal de la diferencia también está fuertemente modulada por el ciclo marea viva-muerta mostrando discrepancias máximas (mínimas) en mareas vivas (muertas).

Con todo esto, el informe de GOFIMA concluye que: primeramente, se ha analizado la diferencia entre la batimetría anterior y posterior al dragado, descubriendo que no en todas las regiones afectadas por los dragados (12 en total) hay un efectivo aumento de calado en la canal de navegación. **Se han lanzado simulaciones paralelas con las dos batimetrías interpoladas antes y después de los dragados, y se han analizado las siguientes variables: nivel, salinidad, velocidad longitudinal y el prisma mareal. En todas las series temporales analizadas se observan diferencias insignificantes entre las dos simulaciones, inferiores al 1 % (bastante inferiores en muchos casos) para cada variable considerada. Aunque las series temporales y los perfiles longitudinales de estas diferencias confirman el correcto funcionamiento del modelo numérico y su capacidad de identificar cambios mínimos en la dinámica fluvial, está del todo justificado afirmar que los dragados no tienen ningún efecto apreciable ni en el nivel ni en la distribución de la salinidad a lo largo del estuario.**

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre la modificación del tapón salino con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por tanto, el efecto de los dragados de mantenimiento o cualquier de las acciones del proyecto sobre el tapón salino y evolución de la salinidad del estuario se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

Efecto de inundación de llanos mareales. GOFIMA ha estudiado la influencia de la inundación de las llanuras mareales sobre la dinámica de las corrientes, el prisma mareal, la posición de la cuña salina, etc. El procedimiento utilizado ha sido generar una simulación de referencia con la batimetría/morfología actual

y modificarla para los llanos mareales a estudiar, repitiendo la simulación bajo idénticos forzamientos externos para proceder a comparar resultados.

Se han seleccionado cuatro ubicaciones en diferentes tramos del río (Ilustración 181), dos extensiones de llanura con áreas una el doble que la otra, y dos conexiones de la llanura con el estuario, estrecha y ancha según se consideren una o dos celdas del mallado del cauce principal.

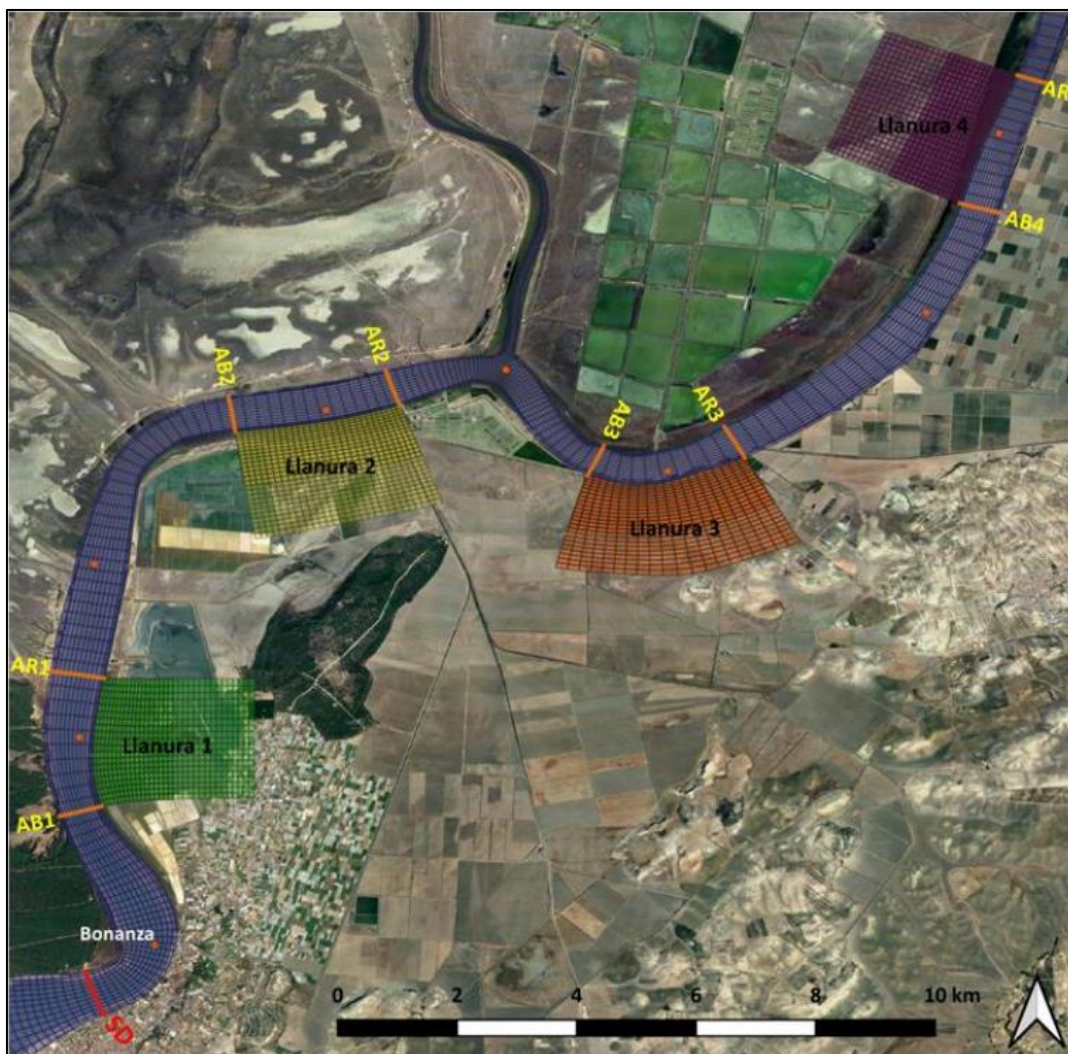


Ilustración 181. Ubicaciones de las cuatro zonas de estudio para la implantación de llanuras mareales, de algunos de los puntos de control y de las secciones transversales usadas para el análisis de los resultados. La más aguas abajo, en las cercanías de la desembocadura y coloreada en rojo (“SD”), se emplea para estimar el prisma mareal en todo el estuario. Las marcadas en naranja (etiquetadas en amarillo) se han situado inmediatamente aguas arriba y aguas debajo de cada llanura implantada. Fuente: GOFIMA, 2022.

Siendo sus características las siguientes:

Zona estudio	Tamaño mallado (MxN)	Área llanura (ha)	Longitud máxima de la llanura tierra adentro (m)	Longitud de la boca (m)	Distancia a Bonanza (km)
1.1	34x21	664 [+4]	2690 [+80]	283/567	4.7
1.2	19x21	326 [+4]	1335 [+80]		
2.1	26x29	653 [+3]	2250 [+65]	220/444	14.1
2.2	15x29	323 [+3]	1140 [+65]		
3.1	24x21	676 [+4.5]	2005 [+105]	290/569	20.9
3.2	15x21	337 [+4.5]	1130 [+105]		
4.1	29x25	660 [+2.5]	2490 [+50]	230/469	30.3
4.2	17x25	339 [+2.5]	1315 [+50]		

Ilustración 182. Características de las llanuras mareales analizadas. Los valores entre corchetes hacen referencia al área/longitud extra correspondiente a las celdas del estuario que pasan a ser inundables al crear la llanura. La longitud de la boca es la distancia paralela al cauce del estuario que lo conecta con la llanura y son dos valores, estrecho o ancho, según se consideren una o dos celdas del mallado del cauce principal. Los colores de las distintas celdas hacen referencia a las llanuras y siguen el criterio empleado para representarlas en la anterior ilustración. Fuente: GOFIMA, 2022.

Con estas llanuras se estudia, en función de su configuración y ubicación, las posibles modificaciones en el nivel, la salinidad, la corriente longitudinal y el prisma mareal. Todos los resultados se recogen en el informe citado de GOFIMA (anexado al EsIA) que, en relación con este aspecto concluye lo siguiente (GOFIMA, 2022: 44-45):

“Este capítulo ha estudiado la influencia de la implantación de hipotéticas llanuras mareales de geometría simple en la dinámica del estuario. Se han escogido diferentes configuraciones en base a su ubicación, extensión, longitud de la conexión llanura-estuario y profundidad. Se ha evaluado el efecto que cada grado de libertad tiene en la dinámica del estuario y en la posición del tapón salino analizando variables de interés dinámico como son el nivel, la salinidad, la velocidad longitudinal y el prisma mareal. Dado el enorme número de combinaciones posibles para generar la configuración final de la llanura, el estudio individual de cada caso carece de interés práctico. Sí se puede decir que, en general y para las configuraciones seleccionadas (que cubren un muy amplio rango de posibilidades) la cifra del 10% es muy indicativa como límite superior de los cambios que experimentan las variables comentadas, siendo posiblemente la ubicación y la batimetría las variables más determinantes. Las variaciones inducidas en la dinámica mareal y salina no son, por lo tanto, grandes en comparación con otros factores (como podría ser una gran descarga en Alcalá), pero sí serían significativos en el medio-largo plazo. A continuación, se listan los resultados y conclusiones más destacables:

- *Las mayores modificaciones que introducen las llanuras mareales son de naturaleza local, es decir, afectan al estuario en la zona que se extiende unos pocos km alrededor de su boca.*
- *La ubicación de la llanura en el estuario juega un papel importante en todas las variables al trasladar sus efectos locales. Las diferentes configuraciones de la llanura muestran un efecto menor en el nivel y la velocidad longitudinal y un efecto mayor en la salinidad.*
- *La llanura retrasa la onda de marea a lo largo del estuario (máximo de unos 10-12 minutos en la cabecera del estuario) y disminuye su amplitud (máximo un 10 %). Cuánto más aguas arriba se ubique la llanura, más acentuados son estos cambios.*
- *Ambos patrones coinciden con los resultados que produciría una mayor fricción en el estuario, por lo que la introducción de una llanura es dinámicamente equivalente a aumentar la fricción¹⁹.*
- *El comportamiento de la llanura se acopla al ciclo de marea y afecta a la distribución salina: durante la creciente se nutre de agua del océano más salina que, posteriormente, libera durante la vaciante, modificando el gradiente horizontal de salinidad. Ello repercute en la señal mareal de salinidad, que puede sufrir importantes variaciones porcentuales.*
- *La salinidad aumenta proporcionalmente al aumento de la profundidad, extensión y longitud de la conexión de la llanura con el estuario. Son cambios de naturaleza local que se concentran principalmente en la zona donde se implante la llanura.*
- *La profundidad de la llanura tiene un efecto particular en la dinámica puesto que pone el límite al vaciado de la llanura.*

Es decir, los efectos se producirían a medio-largo plazo, por tanto, fuera de la escala temporal de este EslA. Además, los cambios serían localizados por lo que se califican de **NO SIGNIFICATIVOS**.

Impactos por contaminación del agua por vertidos. El único vector que podría causar impacto en las aguas serían vertidos accidentales durante los dragados de mantenimiento o la presencia de la maquinaria marítima necesaria para la instalación del pantalán en la fosa 5 o estructuras para la restauración de los márgenes en el tramo que proceda.

El Grupo de Oceanografía Física de la Universidad de Málaga (GOFIMA), dirigido por D. Jesús García Lafuente, ha simulado, con DELFT3D, la evolución de un vertido accidental (combustibles o similares que son representados por trazadores) si se produjese en la zona de Antesclusa, parte alta del estuario, y en la EDAR de Sanlúcar de Barrameda, parte baja.

En Antesclusa se han llevado a cabo 3 conjuntos de experimentos, con valores de concentración bajos (0,1, 0,5 y 1 kg/m³), medios (5 y 50 kg/m³) y elevados (100 y 1.000 kg/m³). En la estación depuradora, se

¹⁹ Desde un punto de vista de calibración de modelos numéricos, este resultado es muy importante, ya que la omisión de cauces obsoletos o de zonas inundables o, incluso, de ramales no implementados en el dominio numérico tienen potencial para modificar los resultados predichos por el modelo (GOFIMA, 2022: 15).

ha llevado a cabo una única liberación de un contaminante con concentración de 10 kg/m^3 . Los resultados preliminares muestran que la variabilidad del contaminante es causada por las oscilaciones de la marea y la corriente. En el caso de los contaminantes liberados en la Antescclusa con concentraciones elevadas, se observa una clara tendencia de disminución gradual, estableciéndose en un valor base de $0,1 \text{ kg/m}^3$. En el caso de las concentraciones inferiores a 5 kg/m^3 , se observa una disminución gradual seguida de un aumento y estabilización en torno al mismo valor. En los casos de liberación en la Antescclusa con concentraciones iniciales superiores a 50 kg/m^3 , los contaminantes alcanzan la desembocadura (GOFIMA; 2022: 53).

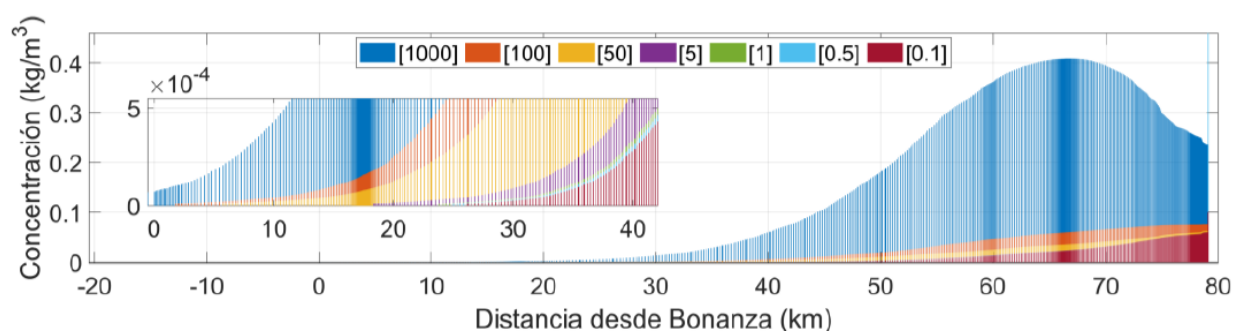


Ilustración 183. Concentración de los contaminantes (kg/m^3) a lo largo del estuario. Se muestran únicamente aquellos valores de concentración que superan el umbral de referencia de $1 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m}^3$. Fuente: GOFIMA, 2022: 51.

Los contaminantes liberados en la EDAR de Sanlúcar muestran un rango de variabilidad espacial considerablemente mayor por la elevada dinámica existente en la zona en la que son liberados, evidenciando un claro patrón de propagación hacia el interior del estuario. De hecho, dado el sentido de propagación de la onda de marea hacia el interior del estuario, el contaminante liberado es adveccionado en la misma dirección, propagándose aguas arriba poco tiempo después de su liberación inicial. Poco más de cinco días después tras la liberación inicial, el contaminante comienza a detectarse en concentraciones bajas en la Antescclusa. Alrededor de 15 días después, el contaminante se estabiliza en la misma región con concentraciones relativamente elevadas ($0,1 \text{ kg/m}^3$) con respecto al valor introducido inicialmente, 10 kg/m^3 . Es importante remarcar que el contaminante, liberado inicialmente en la desembocadura, llega a alcanzar los umbrales establecidos para los metales pesados a una distancia de $\sim 80 \text{ km}$ aguas arriba (GOFIMA; 2022: 51).

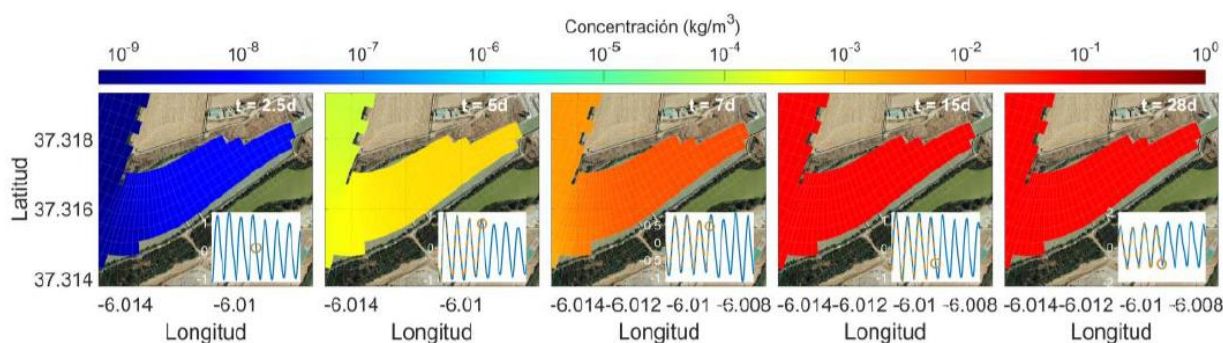


Ilustración 184. Evolución temporal de la concentración de contaminante liberado en la cercanía al aliviadero del EDAR de Sanlúcar y observado en la Antesclosa 5 días (t = 5d), 7 días (t = 7d), 15 días (t = 15d) y 1 mes (t = 28 días) después. Fuente: GOFIMA, 2022:53.

En cualquier caso, la probabilidad de que se produzca un derrame a la lámina de agua por los buques que ejecutan el dragado de mantenimiento o los que sean precisos para ejecutar los tajos de márgenes e instalación del pantalán es muy baja. Sólo en caso de concentraciones elevadas, de 50 kg/m³ llegaría la influencia de un contaminante a la desembocadura. En el caso de que el vertido se produjese a la altura de Sanlúcar la dinámica sí haría que pudiese llegar a Antesclosa, pero también la concentración del vertido inicial es alta, 10 kg/m³. Estos sucesos no se han registrado durante los dragados de mantenimiento en los últimos 15 años, al menos. Tampoco tienen en cuenta coeficientes de dispersión, adsorción o precipitación, que serán analizados en fases posteriores.

Finalmente, no se tiene en cuenta el plan de emergencia con el que cuentan las embarcaciones que trabajan en el río, ni el PIM del Puerto de Sevilla. La activación de estos protocolos haría que los vertidos no recorriesen la canal de navegación.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre la contaminación del agua con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por tanto, con base en la baja probabilidad de que se produzca, debido a las obras, un vertido de la entidad de los analizados, el histórico de no accidentes de estas características y que antes de que el vertido se desplazase hasta la desembocadura se activaría el PIM del puerto y todos los medios de contención ante un suceso así, el efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Incremento de turbidez por el paso del buque. Este efecto se produce sobre todo en los tramos altos, Antesclusa y Huertas y donde el material se acumula en Puntalete y se va agudizando desde el último dragado cuando se restaura la rasante. Es debido a que las cotas de navegación se tienen que ajustar a la rasante que va descendiendo por la sedimentación lo que hace que los barcos naveguen por encima de un *mud flow* por el que las hélices pueden operar, no sin dificultad, movilizándolo ese fango. Cuando se devuelve la rasante a cotas seguras el efecto desaparece, pero vuelve a producirse al inicio del ciclo siguiente.

En cualquier caso, el sedimento de la ría del Guadalquivir no está contaminado, por tanto, no se movilizan por la navegación contaminantes en la masa de agua. En esta fase además tan sólo el tránsito de barcos podría movilizar sedimentos, pero el IH ha estudiado que en el centro de la canal los forzamientos ambientales tienen capacidad de iniciar el movimiento. Por su parte, complitig ha llevado a cabo un análisis de turbidez mediante imágenes satélites y las mayores variaciones de este parámetro en la columna se asocian a periodos de lluvia.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre las alteraciones de turbidez y sustancias contaminantes derivada del tráfico de buques con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto de la navegación es de una magnitud imperceptible en relación con los fenómenos naturales y los dragados de mantenimiento. El efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

En cuanto a las zonas en las que el tráfico de buques puede dar lugar a una mayor movilización de material, el IHC y la UPC han estudiado este fenómeno a lo largo del río. Este efecto se considera tiene suficiente entidad como para ser analizado con mayor profundidad por lo que se califica de **SIGNIFICATIVO**.

Efluente de salida desde los vaciaderos terrestres. El flujo de salida desde los vaciaderos terrestres al río ha sido desde siempre un factor controlado durante los dragados de mantenimiento en las vigilancias ambientales, como ya se ha explicado. Además del control semanal del medio receptor, cada día se mide la turbidez con la que el agua se devuelve al Guadalquivir. El límite establecido para activar el Plan de Emergencia de vaciaderos, siendo el primer paso el cierre de la caja de agua, es de 400 NTU, conforme

a lo establecido en el Decreto 109/2015²⁰. Sin embargo, se ha expuesto a lo largo de este documento en varias secciones que el Guadalquivir es uno de los ríos más turbios del mundo y que de base ya lleva en suspensión sólidos que dan lugar a turbideces que superan los 400 NTU. Como dato, valga que durante el control ambiental de la prueba piloto de WID que ha tenido lugar en noviembre de 2022 en Antesclusa, en los días con coeficientes de marea alto se han medido de base entre 700-800 NTU en la columna de agua, llegando a superarse, por encima de la Punta del Verde, los 1000 NTU en el fondo la mayoría de los días de control. Como corroboración, el día 10/11 llovió en Córdoba y Sevilla. A las 48 horas se registró una capa de fango en superficie en Antesclusa que hizo que los equipos quedasen fuera de rango²¹, no siendo incluso posible efectuar algunos de los trabajos programados.



Ilustración 185. Turbidez en superficie en Antesclusa tras 2 días de lluvia. Fuente: Tecnoambiente, 2022.

Durante los dragados de mantenimiento y mientras se hace uso de los vaciaderos terrestres, el flujo que se devuelve al río es el que se saca del mismo por la draga de succión en marcha, una técnica bien conocida y que no induce transformaciones físicas ni químicas al flujo, esto es, se devuelve al río agua que aspira la draga, mezclada con fango en la cántara. En cualquier caso, para que el agua sea devuelta al medio con la menor carga posible de material en suspensión, el sistema de la caja de agua permite su retención lo máximo posible favoreciendo la decantación.

²⁰ Decreto 109/2015, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo-Terrestre de Andalucía (BOJA núm. 89 de 12/05/2015).

²¹ El jueves 10/11/22, durante el transcurso de la prueba piloto de WID en Antesclusa, hubo precipitaciones en Sevilla a lo largo de la mañana. A las 48 horas DRAVO, S.A., la empresa encargada de la prueba intentó realizar la batimetría de control final, con monohaz y multihaz, haces de frecuencia 33, 210 y 400 khz pero, debido a la capa de fango existente en superficie ninguno de los haces de los equipos pudo penetrar en la columna de agua. Esto hizo que tuviese que postponerse el trabajo 24 horas hasta la decantación del sólido suspendido en la columna de agua.

En este sentido, parece lógico la consulta al Decreto 109/2015 para definir exactamente si la salida de agua remanente desde los vaciaderos terrestres tiene la calificación de vertido. El apdo. 3 del art. 2 de la norma en su ámbito de aplicación define:

“3. No se consideran vertidos a los efectos de este reglamento:

a) La evacuación de aguas ausentes de contaminación o que no hayan entrado en contacto con sustancias contaminantes, tales como las aguas pluviales limpias y las aguas procedentes de la acuicultura extensiva o tradicional”.

El art. 3 define:

32. **Vertido directo: la emisión directa al dominio público hidráulico o marítimo-terrestre de contaminantes, materia, formas de energía o inducción de condiciones que modifiquen la calidad original en relación con usos posteriores o su función ecológica [..].**

Como se ha referido, los análisis de las campañas ambientales de los últimos 10 años e incluso anteriores muestra que el agua que desde los vaciaderos terrestres se devuelve al medio está ausente de contaminación, materia o formas de energías que modifiquen la calidad original de la que se carga en cántara, lo cual es lógico porque se devuelve al medio lo que se ha tomado del mismo, sin que durante el proceso se produzca modificación de ningún tipo²². La cantidad de sólidos suspendidos que lleva el flujo, lo cual da lugar a la turbidez, es en la mayoría de las ocasiones inferior a la que existe de base en el río, por lo que puede afirmarse que el retorno al río desde los vaciaderos terrestres no es un vertido. Es más, suponiendo un periodo intenso de lluvias, en periodos inactivos del vaciadero, en caso estar abierta la caja de aguas se produciría el mismo efecto que durante los dragados. Asimismo, con lluvias el flujo que percola desde el terreno agrietado de las márgenes irá cargado de más material en suspensión que el que sale de los vaciaderos, más el que procede de la parte alta del río, como se registró en Antesclusa durante los últimos días de trabajo del WID tras un periodo corto de lluvias.

Por todo ello, bajo criterio técnico se considera que los efluentes de los vaciaderos terrestres sean vertidos, por tanto, no deben estar sometidos a los límites legales establecidos en el Decreto 109/2015. Se trata de la misma agua y lodo que se toma del río la que se devuelve sin que ese flujo entre en contacto con materia exógenas o algún proceso contaminante.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el efluente de salida de los vaciaderos terrestres con base en los siguientes criterios:

²² Desde la puesta en marcha del protocolo de gestión adaptativa de los vaciaderos terrestres, promovido entre APS y CSIC, el tiempo de permanencia de la lámina de agua en los recintos en mayor y menos el flujo de salida al medio. El éxito de esta práctica radica no sólo en la presencia de agua durante el periodo reproductivo, sino que demuestra la ausencia de contaminación de las masas de agua, en cuyo caso no hubiese sido posible un desarrollo positivo de la experiencia.

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por tanto, el efecto se califica, y así se ha demostrado en los centenares de medidas de control efectuadas en los últimos años durante las vigilancias ambientales de los dragados de mantenimiento, de **NO SIGNIFICATIVO**. No obstante, se proponen medidas en este EsIA que garanticen que esto continuará siendo así en las siguientes campañas de mantenimiento.

Coherencia con los objetivos establecidos para las aguas por la DMA. El DA solicita que se realice una evaluación del proyecto sobre las masas de agua de transición, costeras y subterráneas. Alude al cumplimiento de la Directiva Marca del Agua. Este análisis se ha realizado siguiendo lo dispuesto en las Recomendaciones para incorporar la evaluación de efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y zonas protegidas en los documentos de evaluación de impacto ambiental de la A.G.E.” del MITERD (octubre de 2019) y se presenta en el Anexo IV del EsIA. A modo de resumen, el anexo indica:

Masas de agua superficiales:

*Por lo tanto, tal y como establece la Guía, si la respuesta a todas las preguntas es claramente que NO, ya sea porque se está seguro de que el efecto es imposible o de que aun en caso de existir el efecto se puede demostrar de manera inequívoca que **su magnitud será irrelevante y despreciable o que sus efectos serán leves y completamente reversibles a corto plazo**, entonces la evaluación de impacto ambiental del proyecto (simplificada u ordinaria) no tendría por qué abordar los efectos del proyecto **sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas**. Ello sin perjuicio de que sí se deban considerar los demás efectos del proyecto sobre el factor agua.*

Del análisis de los criterios de la anterior tabla, se puede concluir definitivamente y sin ningún género de dudas que los efectos causados por el proyecto no suponen un impacto significativo sobre los objetivos ambientales de la masas de agua superficiales afectadas por el proyecto.

Especies acuáticas de interés económico:

Esta especie, Donax trunculus (coquina), no se ve afectada por las actuaciones vinculadas al proyecto, ni tan siquiera por el vaciadero marino, que se sitúa a una cota batimétrica fuera del rango de captura de la especie. Por tanto, el efecto es nulo o poco significativo, pues las condiciones hidromorfológicas, físico-químicas y biológicas generadas por el proyecto son compatibles con el mantenimiento de la especie concernida en un estado de conservación favorable.

Calidad de las aguas de baño:

El proyecto no conlleva ningún elemento que pueda producir o agravar un incumplimiento en materia de calidad de aguas de baño. Tampoco nada que pueda llegar a provocar un cambio a categoría inferior.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre la coherencia de los objetivos establecidos para la calidad de las aguas por la DMA con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Finalmente, el efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

Abastecimiento para la agricultura. El proyecto no interfiere de ninguna forma sobre la aptitud del agua o riego para el uso agrícola que se produce en la margen derecha, que es el que precisa tomas de agua del río. Los regantes de la margen izquierda se abastecen de su sistema de acequias y aguas embalsada y no captan agua del Guadalquivir . Es más, la fecha de ejecución de los dragados de mantenimiento se ha ido adaptando al periodo de demanda de agua por los agricultores y ya las últimas campañas se emplazan a los últimos meses del año (noviembre-enero). **NO HAY INTERACCIÓN.**

FASE DE DESMANTELAMIENTO

Los efectos en esta fase serían los mismo que los definidos para la fase de construcción y debidos a la presencia de la maquinaria de obra encargada de dismantelar la estructura flotante. No se plantea como opción el dismantelamiento de las estructuras de defensa de márgenes en caso de demostrase su eficacia, por lo que el volumen de la obra sería menor y menos la turbidez generada en el río. El efecto se califica, por ello, de **NO SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.1.3 Elemento receptor SEDIMENTO

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Alteración de la calidad del sedimento. La instalación de la estructura intermedia, los dragados de mantenimiento y las operaciones de gestión del material (colocaciones en playas, márgenes o fosas) son procesos físicos que no inducirán cambios en la calidad del sedimento. Ninguna de estas operaciones introduce contaminantes químicos o microbiológicos en el lecho, de forma que el material quedará inalterado en cuanto a su clasificación conforme a las DCMD.

En concreto en el vaciadero marino, localizada en una masa de agua costera que recibe sedimentos de una de transición, el material que se deposita procede siempre de los tramos bajos del río, normalmente Broa, siendo de granulometría gruesa y exenta de contaminación, al estar clasificado según las DCMD como Nivel de Acción A, por eso puede verse libremente en esta sección no restringida. No se produce por tanto alteración de la calidad del sedimento del vaciadero marino.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre la calidad del sedimento con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto es **NO SIGNIFICATIVO**.

Impacto por la gestión de los residuos generados. Como se ha referido, la APS está dada de alta como entidad productora de residuos no peligrosos, en concreto los codificados como 170506, y valoriza los residuos depositados en los vaciaderos de cada campaña de dragado en el plazo de 2 años, tal y como establece la Ley 7/2022. En este sentido, desde el año 2017 las arenas y lodos que se extraen del río se valorizan, siendo las cantidades de los últimos años gestionadas las siguientes:

Tabla 98. Gestión del residuo depositado en los vaciaderos de La Horcada y Butano. Fuente: Declaraciones anuales de residuos APS, 2017-2021

CÓDIGO LER	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD AÑO 2017 (m ³)	CANTIDAD AÑO 2018 (m ³)	CANTIDAD AÑO 2019 (m ³)	CANTIDAD AÑO 2020 (m ³)	CANTIDAD AÑO 2021 (m ³)
170506 Lodos de drenaje distintos de los 170505	Arena	79.332	102.300	116.318	118.029	26.021
170506 Lodos de drenaje distintos de 170505	Lodo	96.691	83.700	26.127	83.812	68.798
TOTAL		176.023	186.000	142.445	201.841	94.819

Como recoge la tabla una media de 180.000 m³ en los años 2017 a 2021 han tenido que gestionarse como residuo, principalmente depositado en el vaciadero de Butano. No se generan ni se generarán residuos peligrosos derivados de las acciones del proyecto dado que el informe de caracterización de sedimentos 2022 indica que el material queda clasificado en la mayor parte de los tramos como A y sólo en el tramo 4 como B, lo cual indica ausencia de contaminantes.

La gestión del material que desde 2015 promueve la APS tiende a reducir la cantidad de residuos que se gestionan, dado que se reutilizan en gran parte.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre la gestión de los residuos con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Este modelo de gestión tiene un impacto positivo y merece su profundización por lo que se califica de **SIGNIFICATIVO**.

Impacto por derrames de contaminantes de maquinaria y equipos. El riesgo y peligrosidad de que se produzca un derrame vendría asociado de:

- Un mantenimiento inadecuado de la maquinaria de obra o embarcaciones de trabajo: posibles fugas en los depósitos, realización de mantenimiento en lugares no habilitados, etc. Estos aspectos son fácilmente evitables garantizando un buen estado de la maquinaria, correctas inspecciones y mantenimientos en regla. Esta medida se incorpora al EsIA.
- Posibilidad de fugas como resultado de accidentes (rotura de depósitos, vuelco o caída al agua de maquinaria, colisión/embarcamento y hundimiento de embarcación, etc.). También puede minimizarse el riesgo si las embarcaciones o instalaciones de obra se dotan de medios de contingencia (absorbentes, barreras, etc.), medida también considerada en este documento.
- La accidentalidad con medios terrestres podría verse incrementada si el terreno en márgenes está tan debilitado que puede hundirse bajo el peso de la maquinaria. Para evitarlo se propone el acceso a las zonas a restaurar o estabilizar por medios marítimos.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el sedimento con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Dado que pueden aplicarse medidas que reduzcan el riesgo, ya de por sí bajo, de que estos sucesos se produzcan el efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**. En las vigilancias ambientales ejecutadas en los

últimos 10 años de los dragados de mantenimiento nunca se ha producido un derrame por parte de la maquinaria ni a la lámina de agua ni en la zona terrestre.

7.2.2.1.4 Elemento receptor RELIEVE/MORFOLOGÍA DEL CAUCE

FASE DE CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO

Afección sobre el patrimonio geológico. Los elementos generadores de impacto que podrían dar lugar a alguna afección sobre la Flecha Litoral de Doñana, que es el único LIG cercano a las zonas de actuación serían el dragado de mantenimiento de los tramos de Salinas, Sanlúcar y la Broa y la colocación en playas o márgenes erosivos cercanos, como el tramo regenerado en la campaña de 2021. La Ilustración 186 muestra la localización de todos estos enclaves.

No existen aguas arriba de Salinas LIGs que puedan interactuar con otras acciones en esta fase, tal y como se mostró en la Ilustración 77.

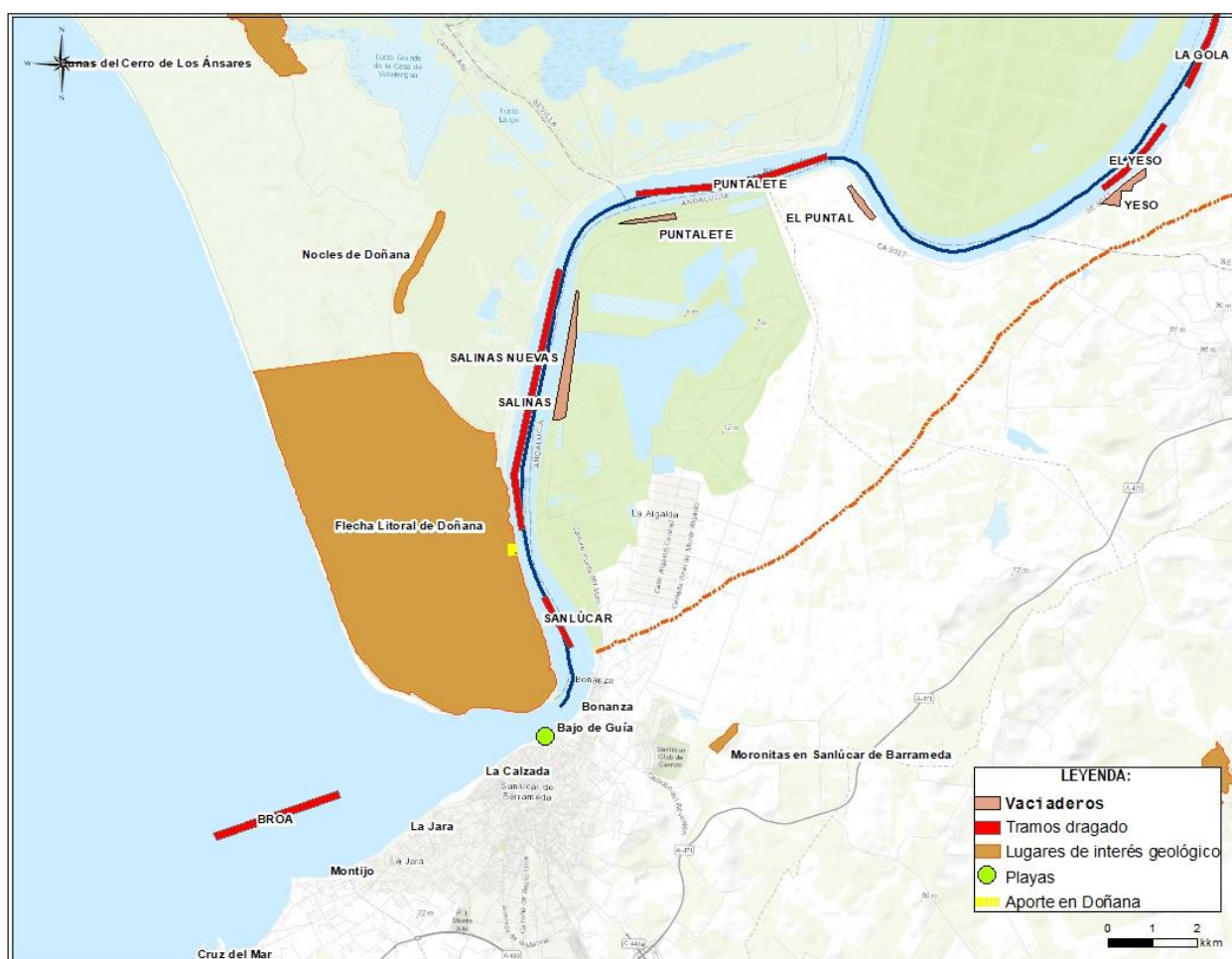


Ilustración 186. Acciones de proyecto y localización de los LIG. Fuente: REDIAM y APS. Elaboración propia, 2022.

Analizando cada interacción, en relación con los dragados de mantenimiento de los tramos bajos del río, el IH en su informe *modelo del comportamiento morfodinámico del sistema* recogió que:

- o La evolución temporal de la línea de costa de la playa de la margen derecha pone de manifiesto que dicha playa recibe aportes suficientes de sedimento a lo largo de todo el periodo analizado, de 2010 a 2020, y de todas las casuísticas tenidas en cuenta. Es decir, a pesar de los cambios que se observan en el resto de los elementos o unidades funcionales, dicha playa acumula sedimento año a año, de forma constante (0.9 m/año). En resumen, con o sin dragados de mantenimiento, la playa de la margen derecha seguiría aproximadamente las tendencias sedimentarias actuales.

Por ende, la Flecha Litoral de Doñana no se ve afectada, de ninguna forma, por la extracción en los tramos bajos del río.

Por su parte, el aporte de arenas a los tramos erosivos se producirá en cada campaña en una sección del litoral que no excederá los 300 m, dado el volumen de material que se extrae de los tramos bajos del río, es decir, una escala pequeña en comparación con la extensión de la Flecha. El carácter protector de esa actuación no puede sino hacer positiva esa acción, lo cual repercutiría incluso favorablemente en el LIG.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el patrimonio geológico con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Con todo ello, el efecto del proyecto sobre el patrimonio geológico es **NO SIGNIFICATIVO**.

Efectos sobre la geomorfología y relieve. Las acciones del proyecto que pueden provocar efectos sobre la geomorfología y el relieve, son:

- o Las operaciones de dragado de mantenimiento, que devuelven la batimetría de cada tramo de la canal de navegación a la situación de certificación del periodo del anterior dragado, dado que se extrae únicamente el sedimento que se deposita cada año. No puede, por ello, considerarse estrictamente una modificación geomorfológica ni del relieve del fondo de la canal, que no cambia, sino que se devuelve al estado de partida desde la última obra. Los mapas de diferencias que entre campañas de los tramos que habitualmente se dragan para mantener la cota de la canal se muestran en el Anejo nº 2 del Documento 1 del proyecto básico. Se observa que se devuelve cada tramo a la situación de partida, sin cambios.
- o El reacondicionamiento de vaciaderos terrestres. Consiste en la puesta a punto de los recintos para su uso en la recepción del sedimento. La actuación que podría dar lugar a modificaciones geomorfológicas y de relieve es la adaptación de las motas. En los casos de Butano y La

Horcada, éstas se encuentran en un estado aceptable para el uso, no siendo precisos grandes movimientos de tierra para su habilitación, dado que se han utilizado en las últimas campañas. Precisamente estos 2 vaciaderos son los que se proponen de uso habitual, quedando Tarfía y La Mata de vaciaderos de reserva en los 4 años siguientes de obtención de la DIA. Éstos requerirían reconstitución dado que no se utilizan desde años y han perdido su configuración original, como se observa en las siguientes fotografías:



Ilustración 187. Estado actual de la mota del vaciadero La Mata. Fuente: propia, 2022.



Ilustración 188. Estado actual de vaso y mota del vaciadero Tarfía. Fuente: propia, 2022.

Yesos únicamente se contempla como posible reservorio de arenas aptas para la regeneración de playas.



Tabla 99. Vaciadero Los Yesos. Fuente: Elaboración propia, 2022.

El efecto de la restitución de motas y vasos, como se observa, no es relevante, dada la situación de partida y la escasa entidad de las actuaciones, así como el ámbito espacial reducido de la alteración.

- Pueden producirse alteraciones geomorfológicas y de relieve en el caso de la colocación en fosas, aunque será un efecto puntual y circunscrito al punto de vertido. De hecho, el IHC ha modelizado un vertido en las fosas 2 y 7 con el fin de mostrar los cambios en el patrón espacial de erosión/sedimentación. Las siguientes figuras muestran la batimetría inicial y la final tras modelar un año hidrodinámico promedio sin y con vertido del material de dragado, así como las diferencias entre las batimetrías finales sin y con vertido del material dragado. Tanto las batimetrías iniciales y finales, como las diferencias entre los dos escenarios, muestran que los cambios en el comportamiento morfodinámico como consecuencia del vertido del material dragado se producen, principalmente, en el área de extensión de las propias fosas, dejándose de notar su efecto a los pocos metros de éstas. Además, los cambios en ambos casos se dan tanto en el patrón de sedimentación, como en el patrón de erosión. Sin embargo, los balances globales de volumen movilizado dentro del área de afección de las fosas muestran tendencias distintas en función de la fosa analizada. Por un lado, en la fosa 2 predomina la tendencia erosiva, incluso cuando no hay vertido de dragado, aumentando dicha tendencia al producirse dicho dragado (se pasa de erosionar $68.681 \text{ m}^3/\text{año}$ a erosionar $90.149 \text{ m}^3/\text{año}$) por los efectos hidrodinámicos generados por la reducción de calado. Cabe señalar que, como puede apreciarse en los resultados, la tendencia erosiva permitiría movilizar fuera de la fosa todo el material vertido en el periodo de un año. Por otro lado, la fosa 7 muestra una tendencia sedimentaria muy similar en ambos escenarios (sedimentan $17.567 \text{ m}^3/\text{año}$ cuando no hay

vertido y 17.355 m³/año cuando hay vertido), no mostrando capacidad para desprenderse del volumen de dragado descargado en su ubicación.

En este sentido, debe ser mencionado que la fosa 2 muestra una clara tendencia a recuperar la batimetría original tras la realización del vertido del material de dragado, mientras que la tendencia sedimentaria de la fosa 7 dificulta sustancialmente dicha recuperación. No obstante, los cambios batimétricos en la zona analizada asociados a los vertidos son, en ambos casos, relativamente locales si se comparan con la situación sin vertidos.

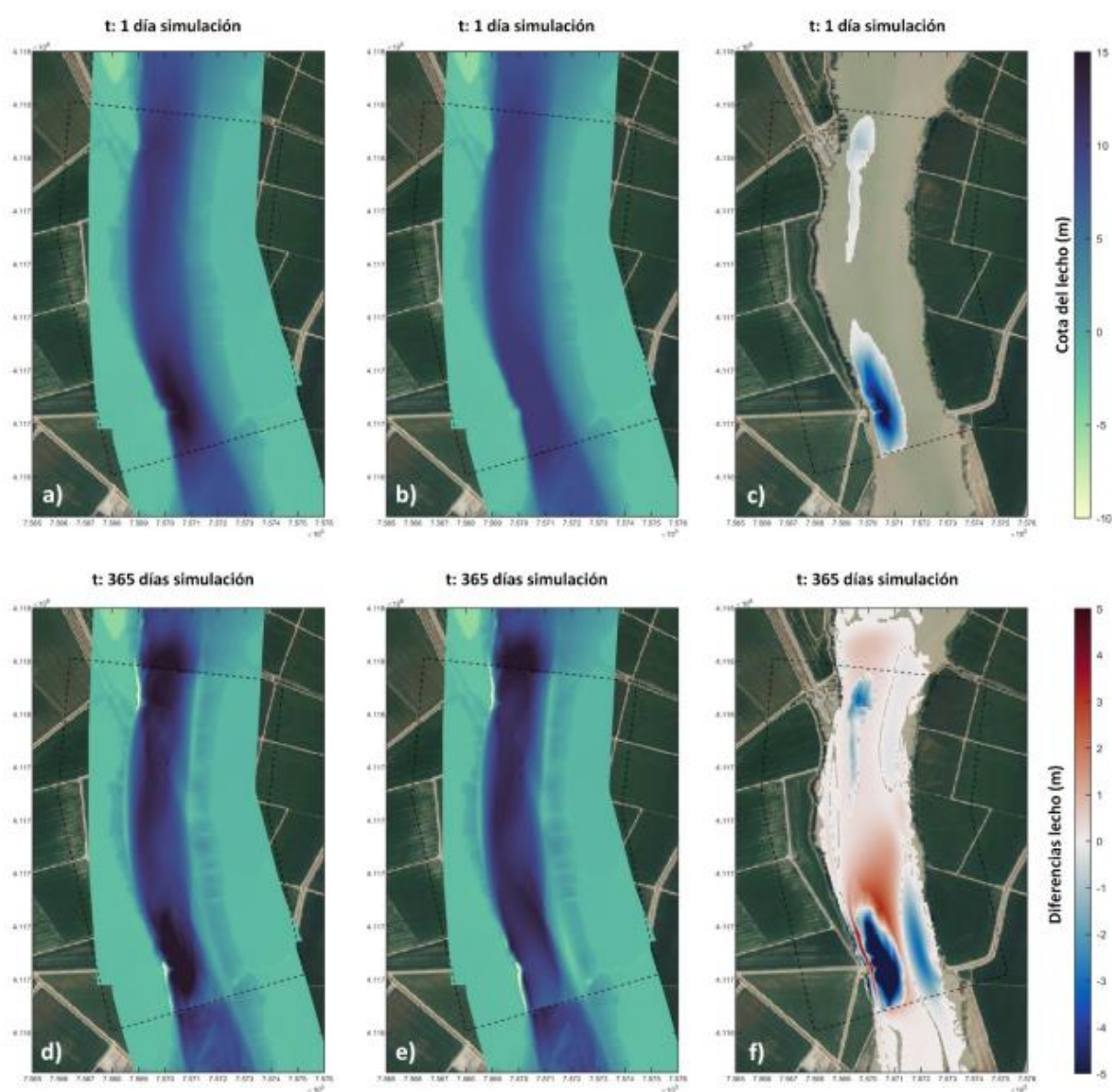


Ilustración 189. Zoom de la evolución de la batimetría tras 1 año de simulación en las cercanías de la fosa 2 en la situación actual sin vertido del material de dragado (a y d) y en la situación con vertido (b y e), así como las diferencias batimétricas entre ambos escenarios (c y f). Fuente: IHCantabria, 2022.

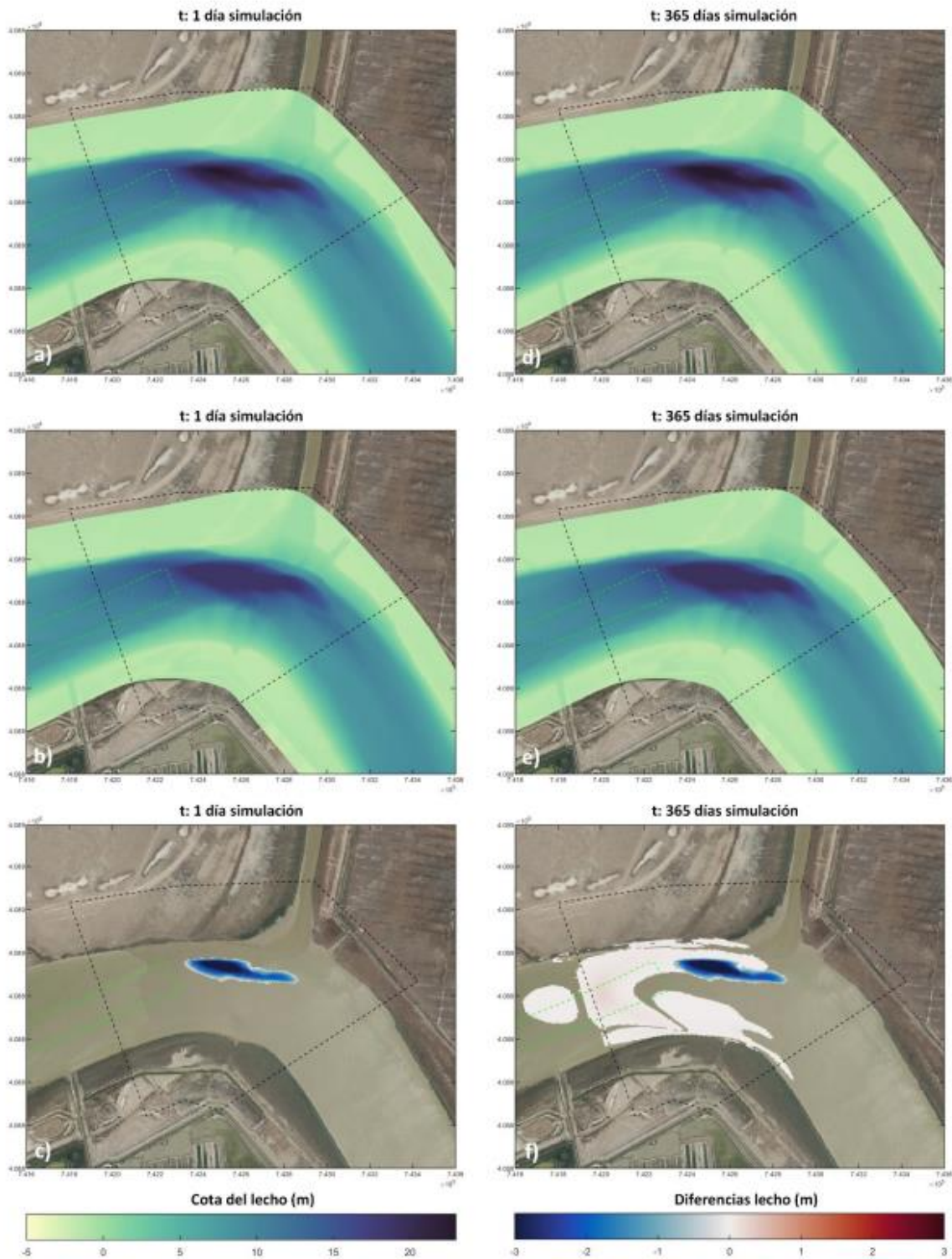


Ilustración 190. Zoom de la evolución de la batimetría tras 1 año de simulación en las cercanías de la fosa 7 en la situación actual sin vertido del material de dragado (a y d) y en la situación con vertido (b y e), así como las diferencias batimétricas entre ambos escenarios (c y f). Fuente: IHCantabria, 2022.

Se descarta, por tanto, el uso de la fosa 7 como posible destino del material dragado y se considera una opción la 2. Sin embargo, para asegurar esta posibilidad se modeliza un vertido en 3D al fondo de la fosa 2 para ver evolución morfológica y comportamiento del material.

Por su parte, en el vaciadero marino también podría darse la circunstancia de un cambio batimétrico de fondo por los depósitos durante las campañas de dragado. Esta cuestión está controlada cada ciclo con las batimetrías que se realizan de replanteo y certificación en cada campaña. Las últimas mostraron lo siguiente:

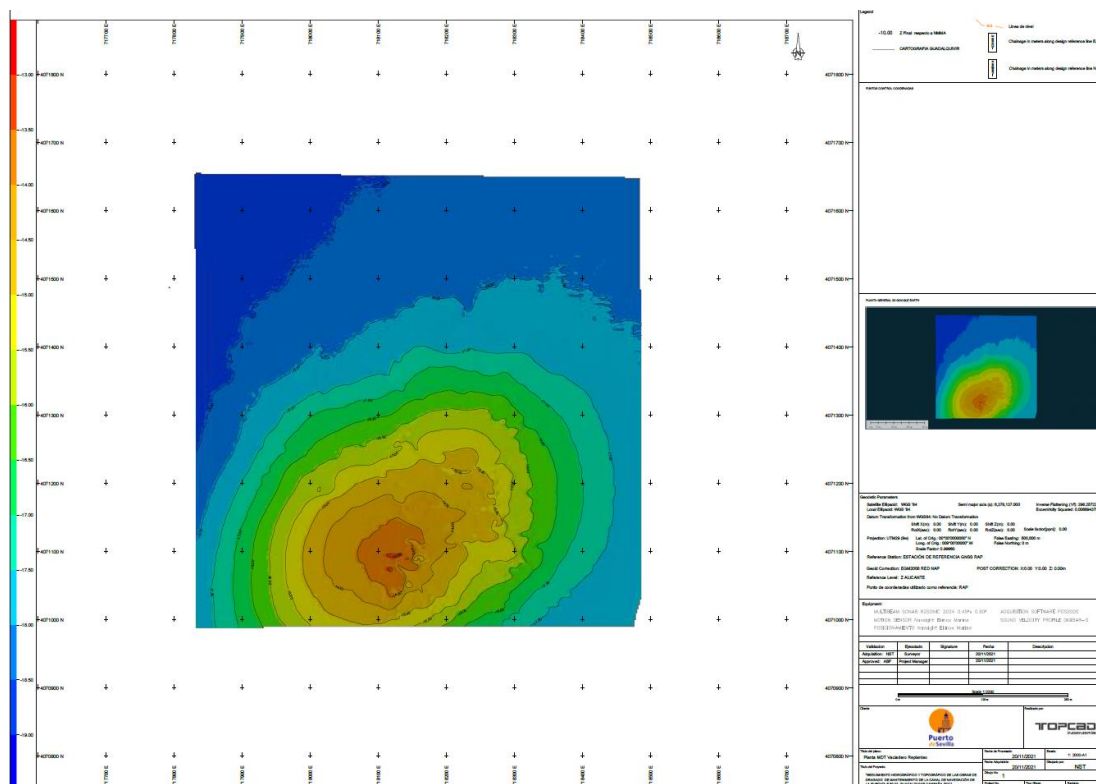


Ilustración 191. Batimetría de replanteo en VM en 2021. Fuente: TOPCAD, 2022.

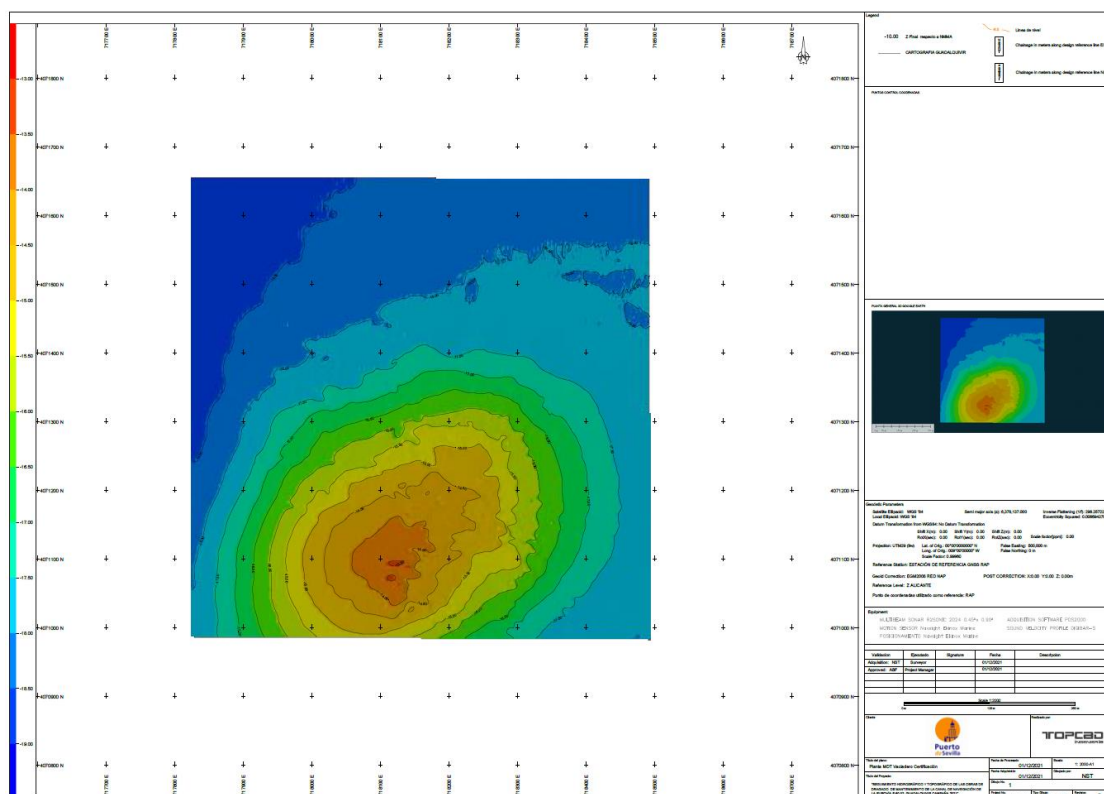


Ilustración 192. Batimetría de certificación en VM en 2021. Fuente: TOPCAD, 2022.

Como se observa, hay diferencias muy sutiles, casi despreciables, antes y después de los depósitos. Esto es lógico porque, como se ha expuesto a lo largo del EsIA la tendencia ha sido a aprovechar para otros usos el material dragado y cada vez se producen menos descargar al mar. El objetivo es llegar a no realizar ninguna descarga en vaciadero, de forma que todo se aproveche, pero debe considerarse su autorización en la nueva DIA por si fuese precisa alguna descarga de un material que no sea apto para ningún otro uso, normalmente por cuestiones de granulometría o alta presencia de bioclastos.

- Por último, muy local será la transformación que se produzca en los márgenes que se restauren o protejan, como la regeneración de una margen de Doñana en la campaña de 2021. La configuración el tramo en el que se actúe variará respecto del estado actual.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre la geomorfología y el relieve con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura

PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--
---------------------	-------	----------	-------------	------------	----

El efecto se califica de **SIGNIFICATIVO**, pero no todos los aspectos analizados. Se analizará en mayor profundidad el efecto del vertido del material en la fosa 2.

Impacto sobre márgenes por erosión. En el Apdo. 6.1.3.4.1 se han analizado los procesos de transporte, erosión y sedimentación que tienen lugar en el río con base en los estudios ejecutados por la UPC y el IHC. Se ha querido determinar cuáles son las causas de las erosiones observadas en los márgenes del río, el estado del que se parte, los motivos y las posibles soluciones.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre la erosión de márgenes con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Este impacto se considera **SIGNIFICATIVO** y se estudia con profundidad como un impacto residual.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

Cambio morfológico en tramos restaurados no funcionales. En esta fase tan sólo la acción de retirada de las estructuras de restauración y defensa de márgenes que no hayan resultado eficaces serán retiradas. El tramo donde se hayan colocado habrá adquirido una configuración morfológica concreta y la retirada lo devolvería con el tiempo a la situación de partida, siendo éste el único efecto que se detecta en esta fase. En cualquier caso, estos sucesos ya se han producido a lo largo del río, pues tanto en Doñana como en tramos superiores del río quedan vestigios de fajinas y tablestacas colocadas en tramos que siguen erosionándose. Las medidas o no funcionaron o lo hicieron un periodo determinado que no ha perdurado en el tiempo.



Ilustración 193. Restos de medida de estabilización de márgenes en Isleta. Fuente: Tecnoambiente, 2022.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el cambio morfológico en tramos restaurados nos funcionales con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto, aun presentando cierta incertidumbre porque se desconoce si las medidas de restauración que se proponen funcionarán en todos los tramos, aunque, dados los estudios realizados para su propuesta, se espera que así sea, **NO** se considera **SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.1.5 Elemento receptor LITORAL

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Evolución de la línea litoral. El estudio de playas que acompaña al proyecto básico analiza la estabilidad del litoral mediante el estudio específico de la dinámica marina existente en la zona, definida por el oleaje y el sistema de corrientes de rotura inducido por éste. También se consideran la caracterización del régimen medio del oleaje y los eventos extremos, esporádicos pero de gran importancia.

En el estudio se realiza una elección del año hidrodinámico medio para caracterizar el comportamiento hidrosedimentológico. El que presenta un valor medio con menor diferencia del flujo medio de energía de la serie total seleccionada, 1958-2021, es el 1987, que ha sido elegido como representativo para la

caracterización del comportamiento hidrosedimentológico en la zona exterior de la ría del Guadalquivir en la situación actual. Los resultados de este estudio indican lo siguiente:

En la Ilustración 8, se muestra el instante final de la simulación, es decir, el 31 de diciembre de 1987 a las 22:00h, para poder visualizar el comportamiento acumulado de los procesos de erosión/sedimentación que se producen. Tal y como se puede ver en la leyenda, los valores positivos indican las zonas de sedimentación, mientras que, los valores negativos representan las zonas donde se produce erosión.

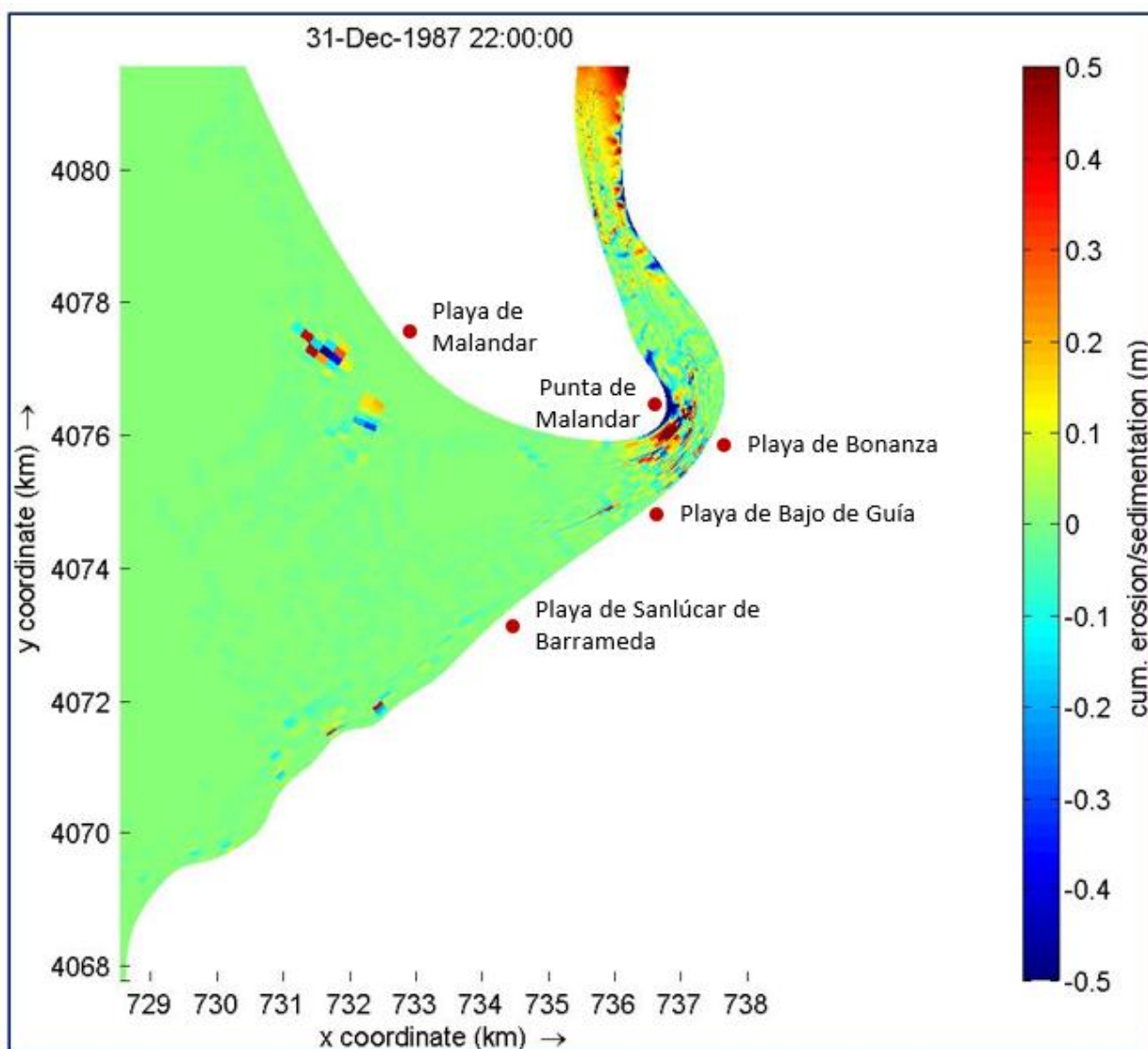
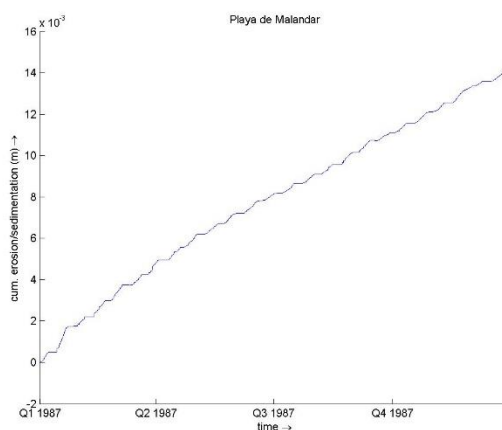
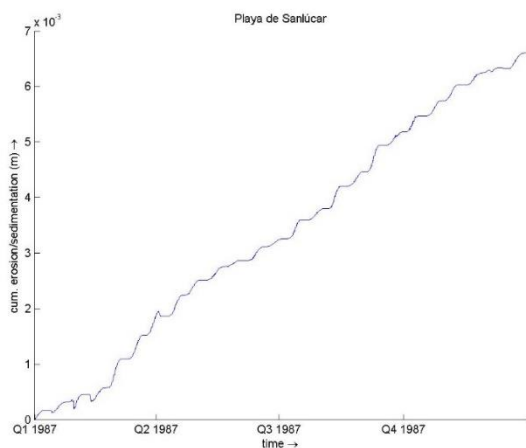
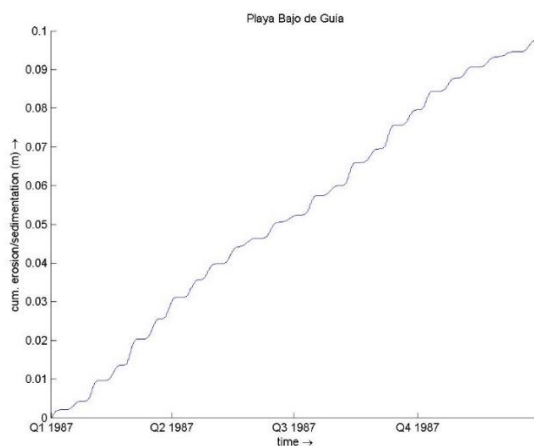
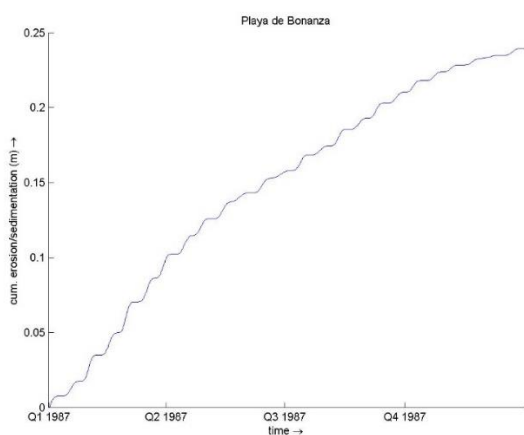


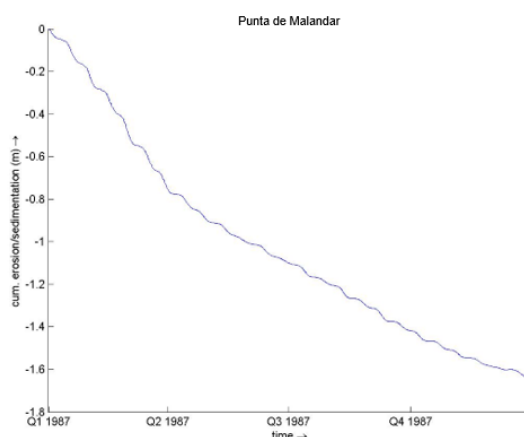
Ilustración 194. Resultado simulación Delft3D acumulación/erosión sedimentos en la zona de estudio con dragado. Fuente: Elaboración propia.

En el transcurso del río, previo a su paso por Bonanza, se produce una leve erosión en su margen izquierda, siendo el meandro de la desembocadura, en la punta de Malandar, la zona que mayor erosión sufre, propia de las circulaciones meándricas. Ambas erosiones generan una acumulación en el centro del

canal de navegación, siendo importante en el caso de la punta de Malandar, correspondiéndose dicho proceso a un avance de la punta de Doñana hacia el Sur.

A continuación, se muestran las gráficas obtenidas en la evolución de los 5 puntos de estudio analizados, que se corresponde con: la playa de Bonanza, la playa de Bajo de Guía, la playa de Sanlúcar de Barrameda, la playa de Malandar y el extremo sur de la punta de Malandar. En términos generales, en la desembocadura del río se genera una erosión en la margen de Doñana y una acumulación en la margen de Sanlúcar.





Se puede observar como a lo largo del año hidrodinámico promedio en la situación actual en la costa de Sanlúcar se genera una acumulación de sedimentos prácticamente lineal, disminuyendo su intensidad a medida que se avanza por la salida de la desembocadura, la cual genera un avance de la línea de costa de aproximadamente 0,25 metros en la playa de Bonanza y prácticamente despreciable en la playa de Sanlúcar (0,007 metros). También se genera acumulación en la playa de Malandar (se produce un avance de 0,016 metros), la cual ya se encuentra fuera de la desembocadura del río, en una zona más alejada de la influencia de éste.

Sin embargo, en el extremo sur de la costa de Doñana, en la punta de Malandar, se genera una erosión que es más acusada en el primer cuarto del año, alcanzando un retroceso de la línea de costa de 0,8 metros, para después decelerar progresivamente hasta estabilizarse en un retroceso de aproximadamente 1,6 metros al término del año hidrodinámico promedio. Esta erosión es propia de los cauces meándricos, acumulando sedimentos en el centro de la canal de navegación.

Para evitar que el estuario se cierre (debido a las acumulaciones de sedimentos que se producen en el centro de la canal de navegación en su desembocadura) y mantener el canal abierto de forma que continúe siendo navegable, es necesario seguir con las operaciones de mantenimiento de calado que se realizan actualmente, para que la punta de Malandar no pueda avanzar hacia el sur, algo que previsiblemente ocurriría en época estival hasta casi cerrarse por completo, abriéndose únicamente en época de avenidas.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el litoral con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura

PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--
---------------------	-------	----------	-------------	------------	----

El efecto se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE FUNCIONAMIENTO

Creación de nueva superficie de playa seca. Desde el año 2015, la APS en consenso con la Demarcación de Costas Andalucía-Atlántico y el Ayuntamiento de Sanlúcar de Barrameda, ha realizado regeneraciones de las playas de la desembocadura, en concreto La Calzada, Bajo Guía y Las Piletas. El material de los tramos de Salinas, Puntalete y La Broa, cuando ha resultado apto, por granulometría y aspecto, ha sido vertido en el litoral, dando cobertura a los usos turísticos que tienen lugar en esa sección y protección frente a temporales a los usos a trasdós, en este caso, el paseo marítimo y edificios de restauración. Esta operativa es relevante especialmente en años de temporales cuando las playas sufren los retrocesos más importantes.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el litoral con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto, se considera **SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.1.6 Elemento receptor HIDRODINÁMICA FLUVIAL Y MARINA

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Modificaciones hidrodinámicas. La acción durante esta fase que podría tener algún efecto es el dragado de la canal de navegación. Sin embargo, esta operación lleva produciéndose muchos años y no se ha detectado efecto alguno sobre la hidrodinámica de la ría. GOFIMA ha estudiado este aspecto y con sus modelos baroclino y barotrópico, profundizando en el conocimiento de estas variables ha permitido optimizar la navegación.

Que el dragado no genera efecto alguno sobre la hidrodinámica es evidente porque lo que sucede es que se devuelve cada uno de los tramos sobre los que se trabaja a la situación de replanteo, retirando el material depositado en el último ciclo.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre las modificaciones hidrodinámicas con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto, se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Modificaciones hidrodinámicas. Varias acciones del proyecto podrían dar lugar a alteraciones hidrodinámicas. En primer lugar, el vertido en la fosa 2. Considerando por un lado la extensión de dicha fosa en relación a la superficie total del estuario, que ésta se sitúa a la cota -13 m y que tiende a la erosión, es decir, el material que pueda depositarse en ella retorna al sistema, es evidente que esta fosa recupera su batimetría en el corto-medio plazo por lo que no se producirán afecciones sobre la hidrodinámica general de la ría, ya que el sistema vuelve a la situación inicial en menos de 1 año, según el informe del IHC (véanse Ilustración 189 e Ilustración 190). Es decir, los cambios batimétricos en la zona analizada asociados a los vertidos son relativamente locales si se comparan con la situación sin vertidos y recuperables en el medio plazo.

Considerando el muelle de espera en la fosa 6, éste se plantea pilotado con lo que su afección al flujo de agua será mínima, ya que el agua puede circular por debajo de la plataforma y los duques de alba, entre los pilotes, siendo la estructura a efectos hidrodinámicos, transparente a la corriente. En base a la información batimétrica procedente de la campaña realizada en octubre 2021, se propone ubicar el atraque de espera en el tramo comprendido entre el PK56+000 y el PK59+710, zona en la que el río hace una curva y por lo tanto la dirección de las corrientes son propicias en la maniobra de salida del buque del atraque. La orientación del atraque forma un ángulo de 10º con las líneas batimétricas, para aprovechar mejor este efecto de la corriente. Así, el buque queda atracado entre las batimétricas -7 m y -11 m, a unos 20 m del límite izquierdo del canal teórico. Dado que la obra no produce una modificación sustancial en la batimetría de este tramo de ría, no es previsible que la presencia de esta estructura genere, ni a corto ni a largo plazo, un cambio apreciable en la hidrodinámica local, y menos aún general, del estuario.

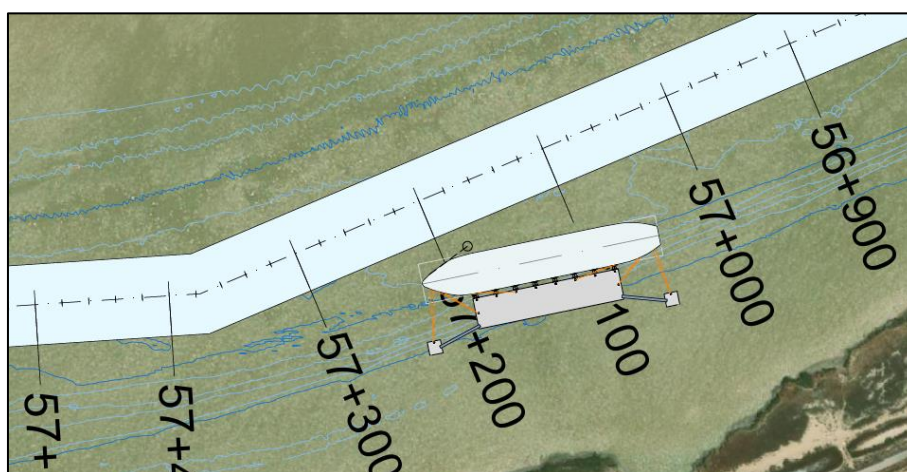
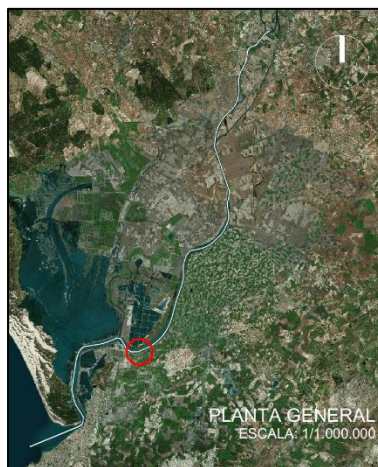


Ilustración 195. Ubicación del atraque de espera propuesto en el río Guadalquivir y posición respecto al canal de navegación, en la fosa 6. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de modificación de la dinámica litoral en el vaciadero marino, la acumulación de sedimentos en el fondo, en la zona del vaciadero podría tener efectos locales sobre la dinámica marina, puesto que altera la orografía del fondo, y esta alteración podría, si generara un asomeramiento significativo del fondo marino, modificar la propagación del oleaje que atraviesa dicha zona. Sin embargo, en este caso, el vertido continuado de materiales sobre el fondo marino provoca la creación de un montículo de forma ovalada, de unos 700 por 540 m, en el que la profundidad disminuye desde los 18 m del fondo original, hasta los 13,5 m, aproximadamente, en la zona más alta del montículo. Esta alteración del fondo marino, dada la escasa profundidad a la que se encuentra, puede producir una modificación del oleaje que se propaga sobre la misma, que será tanto más notable cuanto mayor sea la altura de la ola incidente. El efecto generado consiste en un incremento del peralte del oleaje, y una ligera variación en su dirección de propagación, concentrando el oleaje hacia el mismo, y dispersándolo de nuevo una vez superado el montículo. Sin embargo, este efecto es un efecto local, que se extiende, aproximadamente, una distancia de 3 veces la extensión del montículo, es decir, unos 2 km, por lo que, dado que el vaciadero se encuentra a unos 10 km, de la costa, no afectará significativamente a la zona de rompientes en playa ni a la dinámica litoral.

Además, como ha quedado constatado en el estudio de dispersión, la mayor parte de la modificación del fondo es anterior a 2015, y, desde entonces, la cantidad de material aportado al vaciadero ha sido mucho menor, provocando modificaciones de la profundidad del orden de 10-20 cm, despreciables para la propagación del oleaje. Cabe además destacar que cualquier modificación batimétrica en fondos sedimentarios capaz de alterar localmente los patrones de oleaje es rápidamente modificada a su vez por el propio oleaje, resultando en un retorno progresivo a la posición de equilibrio del perfil de playa sumergida en su entorno.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre las modificaciones hidrodinámicas con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por todo ello, el impacto sobre la dinámica litoral del vertido del sedimento al vaciadero marino se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

En cuanto al aporte a la playa, éste no representa una alteración significativa de la dinámica, considerando la rápida evolución del sistema sedimentario, pudiéndose considerar como un aporte de sedimento adicional al sistema, que la propia dinámica litoral se encarga de redistribuir de forma natural como haría con un aporte sedimentario natural del estuario.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

Tan sólo el desmantelamiento de la estructura de muelle pilotada cabría considerarse en esta fase, pero, como se ha comentado, al ser una estructura flotante no habrá generado cambios hidrodinámicos por lo que su desinstalación tampoco.

7.2.2.2 MEDIO BIÓTICO

7.2.2.2.1 Elemento receptor VEGETACIÓN

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Alteración de la vegetación derivada del reacondicionamiento de los vaciaderos terrestres. Durante esta fase, el elemento generador de impacto que puede tener algún efecto sobre la vegetación son los trabajos de reacondicionamiento de los vaciaderos. Estos trabajos incluyen algún movimiento de tierras, con el fin de acondicionar y adecuar la mota de los vaciaderos. Para ello se generará el paso de maquinaria y la ubicación de algún elemento o infraestructura necesario en la zona. Esta alteración sólo se llevará a

cabo en los lugares especificados como vaciaderos terrestres dentro del proyecto. Estas localizaciones son las mismas desde que se iniciaron las operaciones de mantenimiento del calado del canal de navegación. Por lo que, las especies de vegetación que se encuentran en estos lugares no son especies clave, son de poca relevancia y de escaso interés, puesto que se encuentran en zonas en las que frecuentemente se realizan movimientos de tierras, son especies principalmente oportunistas.

No obstante, en el diagnóstico ambiental, en el apartado de Vegetación, Flora y Hábitats de Interés Comunitario se expone un inventario de las especies de flora encontradas en cada uno de los vaciaderos terrestres previstos, como son Butano, Tarfia, La Horcada y La Mata. En todos ellos, tras varias visitas para realizar muestreos in situ en los vaciaderos, se pudo constatar que no hay presencia de especies catalogadas como de importancia o que estén en un grado de amenaza relevante para su especie, porque ninguna de las plantas identificadas se encontraba en el listado y catálogo de flora silvestre amenazada en Andalucía. Por lo cual, no existen especies clave en este vaciadero.

Como ya se ha comentado, todas estas especies encontradas en los vaciaderos terrestres son especies principalmente oportunistas (debido a que las zonas son inestables y hay movimiento de tierras de manera periódica, debido al uso al que están destinados) y de escaso interés o relevancia.



Ilustración 196. Imágenes del vaciadero de La horcada actualmente. No se ha encontrado ninguna especie de importancia o especie clave en el.



Ilustración 197. Imágenes de vaciadero de La Horcada actualmente. No se ha encontrado ninguna especie de importancia o especie clave en ellos.



Ilustración 198. Imágenes de vaciadero de La Mata actualmente. No se ha encontrado ninguna especie de importancia o especie clave en ellos.



Ilustración 199. Imágenes de vaciadero de Tarfia actualmente. No se ha encontrado ninguna especie de importancia o especie clave en ellos.

Como puede verse en las anteriores ilustraciones, no hay vegetación terrestre de alto valor ni de interés en las zonas dedicadas a vaciadero terrestre. Por lo que la afección a la vegetación en lo referente al reacondicionamiento de los vaciaderos terrestres se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efectos de las alteraciones derivadas del reacondicionamiento de vaciaderos terrestres sobre la vegetación terrestre de los mismos con base a los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por todo ello, el impacto sobre la vegetación terrestre debido al reacondicionamiento de los vaciaderos se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

Alteración de la vegetación derivada del uso de los vaciaderos terrestres y de la colocación de las infraestructuras necesarias asociadas a su uso (impulsión y vertido). En esta fase de construcción, se verán afectadas aquellas zonas de vegetación que se encuentren en las zonas establecidas para la colocación de las infraestructuras asociadas al uso de los vaciaderos terrestres. Estas infraestructuras asociadas se refieren a los tramos de tubería que van desde la draga hasta la zona de vertido en vaciadero terrestre, así como aquellos elementos de impulsión del material a la zona de vaciadero.

Las zonas en las que se colocan las infraestructuras necesarias para el uso de los vaciaderos terrestres son siempre las mismas, cada vaciadero en uso tiene establecidas las zonas en las que se colocan los elementos necesarios para su uso, por lo que la vegetación que se encuentra en estas zonas establecidas es de escasa relevancia o interés puesto que son zonas inestables que frecuentemente (en cada episodio de dragado, ha sido utilizada y por tanto pisoteada tanto por maquinaria como por operarios).



Ilustración 200. Vegetación terrestre correspondiente a la zona de acopio y tendido de la tubería del vaciadero terrestre de Butano en la campaña de mantenimiento de 2021. Fuente: Tecnoambiente, 2021.

Al igual que en la acción anterior, las zonas en donde se ubican las infraestructuras asociadas al uso de los vaciaderos terrestres están totalmente establecidas y son siempre las mismas, por lo que la vegetación terrestre que hay en esas zonas es de escaso valor, dado que son zonas inestables debido al uso periódico de las mismas, por ello, atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las alteraciones derivadas del uso de los vaciaderos terrestres y la colocación de infraestructuras necesarias asociadas a su uso (impulsión y vertido) sobre la vegetación terrestre de los mismos con base a los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura

PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--
---------------------	-------	----------	-------------	------------	----

Por todo ello, el impacto sobre la vegetación terrestre debido al uso de los vaciaderos terrestres y de la colocación de las infraestructuras necesarias asociadas a su uso (Impulsión y vertido) se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

Alteración de la vegetación de ribera en la construcción/establecimiento de estructuras de defensa en márgenes y colocación en márgenes (erosivos o playas). En esta acción de la fase de construcción se podrá ver afectada la vegetación de los márgenes del río. No obstante, es de vital importancia saber en qué zonas se van a construir o establecer las estructuras de defensa de márgenes y en qué zonas se va a realizar la colocación de material en el margen.

Este hecho es importante para saber la afección a la vegetación de ribera, puesto que se va a actuar (ver apartado de defensa de márgenes) en aquellas zonas en la que la erosión es importante o significativa. En aquellas zonas en las que la erosión es importante, la vegetación de ribera que hay en ellas es de escaso valor o interés, puesto que son zonas que están tan degradadas que o bien no tienen ya vegetación de ribera (o incluso no tienen vegetación de ningún tipo) o bien la vegetación que hay son cañizos, eucaliptos (normalmente descalzados debido a la erosión) de poco valor o escaso interés. En algunos casos esa falta de vegetación de ribera es una de las partes del problema de la erosión de los márgenes.



Ilustración 201. Imagen de la vegetación de ribera encontrada a la zona de la Corta de los Jerónimos. Se puede observar, la margen muy erosionada (incluso con un bocado) y la escasa vegetación que existe en donde está el bocado.



Ilustración 202. Imagen de margen erosionada en la zona de la Corta de los Jerónimos. Se aprecia la escasa vegetación de la misma, así como la poca relevancia de las especies vegetales que tiene. Al fondo se pueden observar varios ejemplares de eucalipto.

Son pocos o escasos las zonas con vegetación de ribera que sea de alto valor ecológico (bosques de ribera de *Salix alba* o de *Populus alba*). Y en las zonas en dónde se encuentran este tipo de vegetación de ribera, son márgenes que no se encuentran erosionadas, principalmente debido a la existencia de esa vegetación, que hace de sostén a los márgenes impidiendo su erosión. Al ser márgenes en buen estado, no se realizará ninguna acción sobre ellas, por lo que no se verá afectada esa vegetación de ribera.

Principalmente, las márgenes que van a ser objeto de construcción o establecimiento de estructuras de defensa de márgenes o de colocación de material en márgenes, son márgenes con escasa vegetación o nula, debido a que son márgenes en mal estado, muy degradadas y son erosivas. Y si hay vegetación es de escaso valor o de escaso interés debido, principalmente, a su condición de margen degradada.

Es por ello, que atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efectos de las acciones de construcción y/o establecimiento de estructuras de defensa de márgenes y colocación de márgenes sobre la vegetación de márgenes con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por todo ello, el impacto sobre la vegetación de márgenes de la construcción y/o establecimiento de estructuras de defensa de márgenes y colocación de márgenes, se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Alteración de la cobertura vegetal en la gestión del material depositado en los vaciaderos terrestres.

Dentro de esta fase, las acciones generadoras de impacto que pueden afectar a la cobertura vegetal son las actividades que conlleve la gestión de los materiales depositados en los vaciaderos terrestres. Como ya se ha comentado anteriormente en los vaciaderos terrestres la cobertura vegetal es de escaso valor o relevancia, no cuentan con la presencia de especies catalogadas como de importancia o que tengan algún grado de protección.

Las actividades para gestionar los materiales depositados en los vaciaderos conllevan el uso de maquinaria para mover y transportar los materiales del vaciadero además de la ubicación de una clasificadora de áridos, por lo que las alteraciones de la cobertura vegetal serán las derivadas principalmente del pisoteo. No obstante, dado el uso periódico de los vaciaderos terrestres, el pisoteo, la ubicación de la clasificadora de áridos y el transporte del material se hace siempre en las mismas localizaciones y por los mismos caminos, por lo que las especies vegetales que pudieran ser afectadas son las que se encuentran en zonas inestables con pisoteo periódico. Son especies de alta tasa de renovación y de escaso interés.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad de los efectos de las acciones derivadas de la gestión del material depositado en los vaciaderos terrestres sobre la cobertura vegetal de los mismos, con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por todo ello, el impacto sobre la cobertura vegetal derivado de las actividades de gestión de material depositado en los vaciaderos terrestres se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

Alteración de la vegetación de ribera debida a la presencia y comportamiento de las estructuras de defensa de márgenes y cordón litoral. En esta fase del proyecto, en la que las estructuras de defensa de márgenes ya estarían colocadas y realizando su función, la vegetación de ribera se encontraría con un sustrato más estable o estabilizado, por lo que las condiciones serán más favorables para la proliferación de las especies vegetales. Teniendo en cuenta que además se constará con la plantación de especies vegetales autóctonas y adecuadas a la zona de ribera.

Además, al estabilizar los suelos de las márgenes, los árboles de mayor envergadura que se encontraban próximos a las márgenes y en situación precaria debido a la erosión, se encontrarán con una mayor

estabilidad y un suelo más estable, dejando atrás la precariedad en la que se encontraban al estar próximos a orillas erosivas.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad de los efectos de las acciones derivadas de la presencia y comportamiento de las estructuras de defensa de márgenes y cordón litoral sobre la vegetación de ribera, con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por todo ello, el impacto sobre la cobertura vegetal derivado de las actividades de gestión de material depositado en los vaciaderos terrestres se considera **SIGNIFICATIVO**.

Alteración de la vegetación de ribera debida a las operaciones de navegación, cruces y fondeos intermedios. En esta fase de explotación del proyecto, en la que se mide la alteración producida por la navegación de los buques sobre la vegetación de las márgenes, hay que discernir entre los tipos de márgenes que se tienen en el río. Hay zonas en las que la erosión de las márgenes es muy acusada y ello es debido a una combinación de factores que hace que los efectos sean mayores (véase Apdo. 6.1.3.4.1)..

Las zonas del río con una fuerte presión agrícola cerca de los márgenes, no disponen de vegetación de ribera y son márgenes con una fuerte erosión. Por lo que la afección que se pueda causar a la vegetación debido a las operaciones de navegación será mínima, principalmente por no tener nada de vegetación. Es precisamente por ello, por la falta de vegetación por lo que los márgenes están tan erosionados, por ello se propone la construcción o establecimiento de estructuras de defensa de márgenes (véase Apdo. 5).

Estas márgenes tan antropizadas, debido a la presión agrícola, paso de caminos muy próximos a la margen, se encuentran muy erosionadas y deterioradas. Las zonas de los salideros de las compuertas del arroz, son márgenes en mal estado, con escasa o nula vegetación, por lo que son márgenes en las que no se puede afectar debido a la escasa o nula existencia de vegetación de ribera. Al no tener una gran presencia de vegetación de ribera, la afección a la misma por las operaciones de navegación será de poca incidencia con respecto a la erosión.

Como ya se ha comentado, la zona de la desembocadura del río está sometida a una erosión no patológica, su erosión es la que conlleva cualquier evolución meándrica de un río.

Por lo que atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad de los efectos de las acciones derivadas de las operaciones de navegación, cruces y fondeos intermedios sobre la vegetación de ribera, con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por todo ello, el impacto sobre la vegetación de ribera derivado de las operaciones de navegación, cruces y fondeo intermedio se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

Alteración de la vegetación de márgenes y de la cobertura vegetal en la retirada de infraestructuras en márgenes no funcionales. Tan solo la retirada de estructuras en márgenes no funcionales se puede considerar en esta fase de desmantelamiento. No obstante, al ser la retirada de unas estructuras que no funcionan y que ya no realizan la labor para la que fueron puestas, y que se encuentran alejadas de la orilla, pues ésta ha seguido sufriendo erosiones, se retirarán por medio acuático, por lo que se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.2.2 Elemento receptor FAUNA TERRESTRE (anfibios, reptiles, mamíferos y quirópteros)

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Alteración de la fauna terrestre debido al reacondicionamiento de los vaciaderos terrestres. Durante esta fase, el elemento generador de impacto que puede tener algún efecto sobre la fauna terrestre son los trabajos de reacondicionamiento de los vaciaderos. Estos trabajos incluyen algún movimiento de tierras, con el fin de acondicionar y adecuar la mota de los vaciaderos. Para ello se generará el paso de maquinaria, ruido, polvo y la ubicación de algún elemento o infraestructura necesario en la zona. Esta alteración sólo se llevará a cabo en los lugares especificados como vaciaderos terrestres dentro del proyecto. Estas localizaciones son las mismas desde que se iniciaron las operaciones de mantenimiento del calado del canal de navegación.

La realización de estas actividades junto con la presencia de maquinaria y personal, conllevará molestias (polvo) y ruidos a las zonas definidas como vaciaderos terrestres. Este hecho, y dada la movilidad de la fauna terrestre, generará desplazamientos de las especies de fauna que allí se encuentren a zonas más alejadas y tranquilas.

Como ya se ha comentado, estos vaciaderos son parcelas destinadas al uso de depósito de materiales obtenidos del dragado de mantenimiento, por lo que son áreas con cierto movimiento periódico de tierras, es por ello que no son zonas en las que haya asentamiento estable de fauna terrestre. No obstante, en las sucesivas visitas para la realización del inventariado de especies vegetales de los vaciaderos terrestres no se ha realizado avistamiento de ningún ejemplar de fauna terrestre (anfibios, reptiles, mamíferos y

quirópteros). Eso no quiere decir que no haya presencia de alguna de estas especies por las zonas destinadas a vaciaderos terrestres, si bien son especies en movimiento y que normalmente evitan y huyen de la presencia humana.

Sin embargo, sabiendo de la presencia de estas especies por la zona en donde se ubican los vaciaderos terrestres, se tomarán medidas para evitar las épocas del año de apareamiento y cría. En todos los años en los que se ha venido haciendo dragados y usando los vaciaderos terrestres no ha habido ningún problema derivado de la fauna terrestre terrestres.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efectos de las alteraciones derivadas del reacondicionamiento de vaciaderos terrestres sobre la fauna terrestre con base a los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por todo ello, el impacto sobre la fauna terrestre debido al reacondicionamiento de los vaciaderos se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

Alteración de la fauna terrestre derivada de las operaciones de mantenimiento de la ría. En esta fase de construcción, se verán afectadas principalmente aquellas especies de fauna terrestre que tengan su hábitat en el lecho del río. Principalmente la nutria (*Lutra lutra*), es el mamífero que pasa la mayor parte del tiempo en el lecho del río, puesto que es donde se encuentra el alimento más habitual de esta especie (peces, cangrejos, anfibios, y culebras de agua). No obstante, también se mueve por zonas semiacuáticas o por las marismas en función de la disponibilidad de sus presas. El resto de fauna terrestre es habitual de las márgenes y orillas, por lo que las operaciones de mantenimiento de la Eurovía no afectarán a las mismas.

Sus hábitos de actividad son preferentemente crepusculares o nocturnos, por lo que este hecho se tendrá en cuenta a la hora de realizar las actividades relativas al mantenimiento de la ría. Además, se tiene en cuenta que el periodo habitual de cría es la primavera (no hay mucha constancia de ello, pero si se saben que hay más partos)

No obstante, al disponer de capacidad de movimiento, la nutria puede moverse libremente por el lecho del río hasta otra zona en la que se encuentre alejada de las operaciones de mantenimiento, del ruido y de las molestias que las pueda ocasionar la presencia de la maquinaria necesaria para dichas labores de

mantenimiento. Este hecho será puntual y durará poco en el tiempo, estableciéndose las condiciones normales al finalizar las actividades derivadas del mantenimiento de la Eurovía.

Por todo ello, atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las operaciones de mantenimiento de la Eurovía sobre la fauna terrestre con base a los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por todo ello, los impactos sobre la fauna terrestre debido a las operaciones de mantenimiento de la Eurovía se consideran **NO SIGNIFICATIVAS**.

Alteración de la fauna terrestre derivada del uso de los vaciaderos terrestres y de la colocación de las infraestructuras necesarias asociadas a su uso (impulsión y vertido). En esta fase de construcción, de verán afectadas aquellas especies de fauna terrestre que se encuentren en las zonas establecidas para la colocación de las infraestructuras asociadas al uso de los vaciaderos terrestres. Estas infraestructuras asociadas se refieren a los tramos de tubería que van desde la draga hasta la zona de vertido en vaciadero terrestre, así como aquellos elementos de impulsión del material a la zona de vaciadero.

Las zonas en las que se colocan las infraestructuras necesarias para el uso de los vaciaderos terrestres son siempre las mismas, cada vaciadero en uso tiene establecidas las zonas en las que se colocan los elementos necesarios para su uso, por lo que estas zonas están periódicamente sometidas a la presión ejercida por las maquinarias e instalaciones necesarias para el uso de los vaciaderos terrestres como zona de depósito de material. Es por ello por lo que no son zonas en las que haya asentamiento estable de fauna terrestre, puesto que en el momento que se realizan las acciones derivadas del uso de estos vaciaderos terrestres, las especies de fauna se mueven, desplazan o huyen de las alteraciones producidas a zonas alejadas del ruido y más tranquilas.

No obstante, en las sucesivas visitas para la realización del inventariado de especies vegetales de los vaciaderos terrestres no se ha realizado avistamiento de ningún ejemplar de fauna terrestre (anfibios, reptiles, mamíferos y quirópteros). Eso no quiere decir que no haya presencia de alguna de estas especies por las zonas destinadas a vaciaderos terrestres, si bien son especies en movimiento y que normalmente evitan y huyen de la presencia humana.

Sin embargo, sabiendo de la presencia de estas especies por la zona en donde se ubican los vaciaderos terrestres, se tomarán medidas para evitar las épocas del año de apareamiento y cría. En todos los años

en los que se ha venido haciendo dragados y usando los vaciaderos terrestres no ha habido ningún problema derivado de la fauna terrestre terrestres.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efectos de las alteraciones derivadas del uso de los vaciaderos terrestres y la colocación de infraestructuras necesarias asociadas a su uso (impulsión y vertido) sobre la fauna terrestre con base a los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por todo ello, el impacto sobre la fauna terrestre debido del uso de los vaciaderos terrestres y de la colocación de las infraestructuras necesarias asociadas a su uso (Impulsión y vertido) se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

Alteración de la fauna terrestre en la construcción/establecimiento de estructuras de defensa en márgenes y colocación en márgenes (erosivos o playas). En esta fase de construcción, se realizarán acciones en aquellas márgenes que se encuentran en un mal estado o en un proceso grave de erosión. Obviamente, son las márgenes que se encuentran en peor estado aquéllas que van a ser primeramente propuestas para la construcción o establecimiento de estructuras de defensa (véase Apdo. 5) y son este tipo de márgenes, que por estar en tan malas condiciones carecen de vegetación o de cobertura vegetal por lo que son zonas en las que no hay fauna terrestre en ellas, debido a la inestabilidad del terreno y lo desoladas de las orillas, sin vegetación no hay ningún tipo de protección para la fauna, por lo que no se encuentran en ellas.

Es por esto, por lo que la alteración de la fauna terrestre en estas zonas en las que se realizará la construcción o establecimiento de estructuras de defensa en márgenes va a ser mínima o nula. Y si por algún casual hay por la zona alguna especie de paso, en el momento de la presencia de maquinaria para la colocación o construcción de las estructuras de defensa, ésta se desplazará o moverá hacia zonas más tranquilas y alejadas del ruido y de las maquinarias.

Es por ello, que atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de la construcción o establecimiento de estructuras de defensa en márgenes y colocación en márgenes sobre la fauna terrestre con base a los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total

PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por todo ello, el impacto sobre la fauna terrestre debido a la construcción o establecimiento de estructuras de defensa en márgenes o colocación en márgenes se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Afección a la fauna terrestre derivada de la gestión del material depositado en vaciaderos terrestres. Durante esta fase, el elemento generador de impacto que puede tener algún efecto sobre la fauna terrestre son los trabajos derivados de la gestión del material depositado en los vaciaderos, aunque dependerá del uso al que destine. Por ejemplo, si se realizan operaciones de gestión para la valorización de los residuos para obra civil, los trabajos a realizar en las zonas de depósito incluirán: movimiento de tierras, presencia y tránsito de maquinaria pesada, generación de ruido, polvo, así como de la ubicación de algún elemento o infraestructura necesaria en la zona, como por ejemplo una clasificadora de áridos. Esta alteración sólo se producirá en lugares específicos de los vaciaderos terrestres al uso, en cada caso, y podrá producir molestias a la fauna terrestre, pero, dado su carácter móvil podrá desplazarse a otros lugares, por lo que el efecto se traducirá en desplazamiento. En otras ocasiones la fauna se acostumbra a la perturbación y no se ve alterada de ninguna forma.

Si las operaciones de gestión de material depositado en los vaciaderos terrestres se siguen diseñando y gestionando de forma integral y sostenible para proporcionar hábitats adecuados para el descanso, alimentación y reproducción de una variada comunidad de aves acuáticas, no solamente seguirá siendo positivo para la avifauna (véase evaluación en elemento receptor Avifauna), sino que también para la fauna, como ya se produce, por la diversidad de especies de aves y de posible alimento y/o cobijo en los vasos de los vaciaderos destinados a este tipo de gestión.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad de los efectos de las alteraciones derivadas de la gestión del material depositado en vaciaderos terrestres sobre la fauna terrestre con base a los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por todo ello, el impacto sobre la fauna terrestre debido a la gestión del material depositado en vaciaderos terrestres se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

Alteración de la fauna terrestre por la presencia y comportamiento de las estructuras de defensa de márgenes y cordón litoral. En esta fase, el elemento generador de impacto es la presencia y comportamiento de las estructuras de defensa de márgenes y cordón litoral sobre las especies de fauna terrestre.

Como ya se ha comentado anteriormente, estas estructuras se pretenden instalar para consolidar los márgenes y dotarlas de mayor estabilidad, impidiendo que colapsen y cedan, cayendo al lecho del río y formando los conocidos mordiscos de erosión. Esta acción, estará muy localizada, y una vez realizadas las obras, estas estructuras quedarán y no se realizará ninguna otra acción sobre ellas, por lo que las molestias a la fauna terrestre serán mínimas.

Además, el hecho de que se estabilicen los márgenes y se doten de vegetación, será algo muy positivo para la fauna terrestre, puesto que encontrará en ellas zonas nuevas de protección y establecer allí su hábitat, porque no solamente se estabilizarán los márgenes, sino que se dotará de la continuidad ecológica que tienen de por sí los márgenes y se restaurará la conectividad ecológica entre las zonas de marisma y el río, siendo esto un hecho importante que es objetivo de la ZEC Bajo Guadalquivir.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad de los efectos de las acciones de proyecto sobre la fauna terrestre derivadas de la presencia y funcionamiento de las estructuras de defensa de márgenes con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto de la presencia de estructuras de defensa de márgenes sobre la fauna terrestre se califica como **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

Alteración de la fauna terrestre en la retirada de infraestructuras en márgenes no funcionales. Tan solo la retirada de estructuras en márgenes no funcionales se puede considerar en esta fase de desmantelamiento. No obstante, al ser la retirada de unas estructuras que no funcionan y que ya no realizan la labor para la que fueron puestas, y que se encuentran alejadas de la orilla, pues ésta ha seguido sufriendo erosiones, se retirarán por medio acuático, por lo que se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.2.3 Elemento receptor AVIFAUNA

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Afección a la avifauna en las actividades de reacondicionamiento de los vaciaderos terrestres. En esta fase, el elemento generador de impacto son las diferentes actividades que desarrollar para el reacondicionamiento de los vaciaderos terrestres, reacondicionamiento de motas, instalación de tuberías, caseta de obras, área de acopios, etc. Este reacondicionamiento se llevará a cabo con maquinaria, la cual causará molestias a la avifauna debido a la presencia de maquinaria pesada, ruido, polvo y personal trabajador, no obstante, será un periodo corto de tiempo, muy puntual y fuera de las épocas de reproducción y cría. Además, cuando se reacondicionan los recintos la mayor parte de la lámina de agua ya ha sido desalojada por lo que se produce con menor densidad de aves.

Por lo que atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto sobre la avifauna de las acciones derivadas del reacondicionamiento de los vaciaderos terrestres con base a los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto de las actividades de reacondicionamiento de los vaciaderos sobre la avifauna se califica como **NO SIGNIFICATIVO**.

Afección a la avifauna derivada del uso de los vaciaderos terrestres y de la colocación de las infraestructuras necesarias asociadas a su uso (impulsión y vertido). En esta fase de construcción, de verán afectadas aquellas especies de avifauna que se encuentren en las zonas establecidas para la colocación de las infraestructuras asociadas al uso de los vaciaderos terrestres. Estas infraestructuras asociadas se refieren a los tramos de tubería que van desde la draga hasta la zona de vertido en vaciadero terrestre, así como aquellos elementos de impulsión del material a la zona de vaciadero.

Las zonas en las que se colocan las infraestructuras necesarias para el uso de los vaciaderos terrestres son siempre las mismas, cada vaciadero en uso tiene establecidas las zonas en las que se colocan los elementos necesarios para su uso, por lo que estas zonas están periódicamente sometidas a la presión ejercida por las maquinarias e instalaciones necesarias para el uso de los vaciaderos terrestres como zona de depósito de material. Es por ello por lo que no son zonas en las que se habitual encontrar nidificaciones de avifauna, puesto que periódicamente se instalan las infraestructuras necesarias para el uso de los vaciaderos terrestres.

No obstante, sabiendo de la sensibilidad de la zona por la presencia de avifauna importante, se tomarán medidas para evitar las épocas del año de apareamiento y cría. En todos los años en los que se ha venido

haciendo dragados y usando los vaciaderos terrestres no ha habido ningún problema derivado de la presencia de avifauna.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efectos de las alteraciones derivadas del uso de los vaciaderos terrestres y la colocación de infraestructuras necesarias asociadas a su uso (impulsión y vertido) sobre la avifauna con base a los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por todo ello, el impacto sobre la avifauna debido del uso de los vaciaderos terrestres y de la colocación de las infraestructuras necesarias asociadas a su uso (Impulsión y vertido) se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

Afección a la avifauna derivada de las operaciones de mantenimiento de la Eurovía. En esta fase del proyecto, se realizan las diferentes operaciones de dragado con los diferentes sistemas propuestos en función de la zona a dragar y de la granulometría del sedimento. Este hecho en sí, no conlleva ninguna afección directa a la avifauna.

En el proyecto de optimización se ha propuesto la combinación de dos tipos de técnicas de dragado. La utilización del WID conllevará que no se generen materiales para verter en vaciaderos terrestres, reduciéndose la cantidad de agua vertida en los recinto. La combinación de técnicas hace que en la programación de las actividades en el proyecto la succión en marcha opere 2 veces en 4 años, es decir, cada 18 meses. Con esta frecuencia, menor que la que se ha venido haciendo en los últimos años, debe estudiarse si la lámina de agua que quede en los vaciaderos será suficiente para mantener las operaciones de gestión adaptativa para la generación de zonas de nidificación y cría de aves acuáticas. En caso de que no sea así se producirá una afección sobre la avifauna, por lo que debe estudiarse este aspecto con más profundidad y atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de afección a la avifauna derivada de las operaciones de mantenimiento de la Eurovía sobre la avifauna con base a los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura

PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--
---------------------	-------	----------	-------------	------------	----

Y se califica como **SIGNIFICATIVA**.

Afección a la avifauna por el vertido de material en vaciadero marino. El uso del vaciadero marino ha ido disminuyendo a lo largo de los años, puesto que desde el Puerto de Sevilla se prioriza la valorización de los materiales de dragado, principalmente a partir del año 2015. Sin embargo, en esta fase del proyecto, no puede descartarse por completo que alguna carga de material dragado en los tramos bajos se tenga que depositar en el vaciadero marino, bien porque la granulometría no la haga apta para ningún otro uso o porque surjan problemas técnicos o impedancias del tiempo. El volumen de material a verter en el vaciadero será, en cualquier caso, escaso dado que se prioriza cualquier otro uso productivo del material.

Como se aprecia en la Ilustración 203, el vaciadero marino se encuentra al este de la ZEPA ES0000500 "Espacio Marino del Golfo de Cádiz", que destaca especialmente por las importantes concentraciones de pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) y de paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*) en otoño, así como de alcatraz atlántico (*Morus bassanus*) y págalo grande (*Stercorarius skua*) en otoño-invierno. La gaviota de Audouin (*Larus audouinii*) también es frecuente en la zona, particularmente en los meses de invierno.



Ilustración 203. Ubicación del vaciadero marino y zona de aporte a playa respecto a zonas sensibles.

Un efecto sobre las aves podría ser la pérdida de visión de las presas en la zona de la descarga, pero, y según los datos de las vigilancias de los dragados de mantenimiento, el contenido en finos del material vertido a vaciadero es bajo, no suele superar el 5%, vertiéndose allí principalmente material descartado

para regeneración de playas por su alto contenido en conchas. Esto hace que, y así lo indica el estudio de dispersión del vertido en vaciadero marino, véase el Anexo IX, que la suspensión de los sólidos por encima de 0,5 mg/l no duren más de 2 horas, por lo que, se produce un efecto temporal de corto plazo. Además, los sedimentos que se vierten al vaciadero marino son de escaso interés para las aves marinas puesto que, como ya se ha comentado anteriormente, los de los tramos de la desembocadura tienen menor contenido en materia orgánica que los de tramos superiores del río, por lo que, no solo están muy poco tiempo en suspensión, sino que también resultan poco atractivos para la avifauna que suele estar por la zona, es decir, no es traída a la zona de la descarga.

Por lo que atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 la significatividad del efecto de las acciones del proyecto sobre la avifauna derivada del vertido de material en el vaciadero marino con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto del vertido de material en el vaciadero marino sobre la avifauna se califica como **NO SIGNIFICATIVO**.

Afección a la avifauna por la construcción/establecimiento de estructuras de defensa de márgenes y colocación en márgenes erosivos o playas. En esta fase del proyecto se realizarán acciones en aquellas márgenes que se encuentran en un mal estado o en un proceso avanzado de erosión. Obviamente, las secciones que se encuentran en peor estado son las prioritarias para la construcción o establecimiento de estructuras de defensa y en ellas el cinturón vegetal está ya bastante degradado, poco atractivo para la avifauna, debido a la inestabilidad del terreno y desnudez de las orillas, sin vegetación no encuentran zonas de protección o de nidificación adecuadas. Por este motivo, en esta fase, la alteración de la avifauna asociada a la construcción o establecimiento de estructuras de defensa en márgenes va a ser mínima. Si hubiese alguna especie de paso, de presencia casual, durante las obras ésta se desplazará o moverá hacia zonas más tranquilas y alejadas del ruido y de las maquinarias, dado el amplio hábitat estuarino que se extiende a lo largo de los casi 90 km de tramo bajo del río..

Por lo que atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 la significatividad del efecto de las acciones del proyecto sobre la avifauna derivada de la construcción/establecimiento de estructuras de defensa de márgenes y colocación en márgenes erosivos o playas con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
------------------	---------	---------	---------	-------	---------

INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto de la construcción/establecimiento de estructuras de defensa de márgenes y colocación en márgenes erosivos o playas sobre la avifauna se califica como **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Gestión adaptativa de vaciaderos terrestres. Desde el año 2017 la APS, en colaboración con Estación Biológica de Doñana del Centro Superior de Investigaciones Científicas (en adelante EBD-CSIC), ha seguido un protocolo para favorecer el uso de los vaciaderos terrestres como zonas para la nidificación y la cría de avifauna acuáticas. Esta experiencia ha tenido un éxito incluso mayor de lo esperado, como muestran los datos de los censos ejecutados hasta la fecha. Merece por ello un análisis y consideración esta interacción y por ello, atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 la significatividad del efecto de las acciones del proyecto sobre la avifauna derivada de la gestión de los materiales depositados en los vaciaderos terrestres con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Se califica como **SIGNIFICATIVO**.

Afección a la avifauna debido a la presencia y comportamiento de las estructuras de defensa de márgenes y cordón litoral. Como ya se ha comentado anteriormente estas estructuras se pretenden instalar para consolidar las márgenes y dotarlas de mayor estabilidad, impidiendo que colapsen y cedan, cayendo al lecho del río y formando los conocidos mordiscos de erosión. Esta acción, estará muy localizada, y una vez realizadas las obras, estas estructuras quedarán y no se realizará ninguna otra acción sobre ellas, por lo que no existirán molestias a la avifauna.

Además, el hecho de que se estabilicen las márgenes (bien con la construcción de estructuras, bien con la colocación de material) y se doten de vegetación, podría ser positivo para la avifauna, puesto que se dotará al río de la continuidad ecológica que tienen de por sí las márgenes y se restaurará la conectividad ecológica entre las zonas de marisma y el río, objetivo de la ZEC Bajo Guadalquivir. Este proceso será, sin embargo, gradual y depende de que se alcance un marco colaborativo entre administraciones. Estará supeditado a que se produzcan los dragados de mantenimiento y la mejora se producirá en un plazo medio-

largo. Por ello, aunque al largo plazo pueda ser positivo para el conjunto del medio biótico, atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efectos de las acciones de proyecto sobre la avifauna derivadas de la presencia y funcionamiento de las estructuras de defensa de márgenes y cordón litoral con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto de la presencia de estructuras de defensa de márgenes sobre la avifauna se califica como **NO SIGNIFICATIVO**

FASE DE DESMANTELAMIENTO

Afección a la avifauna en la retirada de infraestructuras en márgenes no funcionales. Tan solo la retirada de estructuras en márgenes no funcionales se puede considerar en esta fase de desmantelamiento. No obstante, al ser la retirada de unas estructuras que no funcionan y que ya no realizan la labor para la que fueron puestas, y que se encuentran alejadas de la orilla, pues ésta ha seguido sufriendo erosiones, se retirarán por medio acuático, por lo que se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.2.4 Elemento receptor COMUNIDADES PLANCTÓNICAS

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Afección a las comunidades planctónicas por las actividades de instalación de la estructura intermedia. En cuanto a la tipología de la estructura, ésta será pilotada y constará de una plataforma de atraque que estará en contacto con el buque, y dos duques de alba de amarre. El acceso peatonal a los duques de alba se ha planteado mediante pasarelas metálicas fijas, de 1,5 m de ancho y 32 m de largo. Toda esta estructura intermedia se ha diseñado de tal modo que su construcción sea por medio acuático, realizando todas las operaciones de hincado de pilotes y colocación de plataforma de atraque desde el lecho del río. Esta estructura intermedia estará localizada en la parte alta del río, a la altura de Isla Mínima. Para conocer si se produce afección de esta actuación a las comunidades planctónicas de la zona se realizó la consulta al Departamento de Biología Marina de la Universidad de Sevilla, que estudia desde 2015 estructuras y dinámicas de la comunidad planctónica del Guadalquivir (zooplancton e ictioplancton) y sobre la distribución espacial y temporal de las especies presentes y su relación con las diferentes variables ambientales. En concreto, han realizado estudios en la parte baja y en la parte alta del estuario. La zona donde se situará la estructura de parada intermedia es la alta.

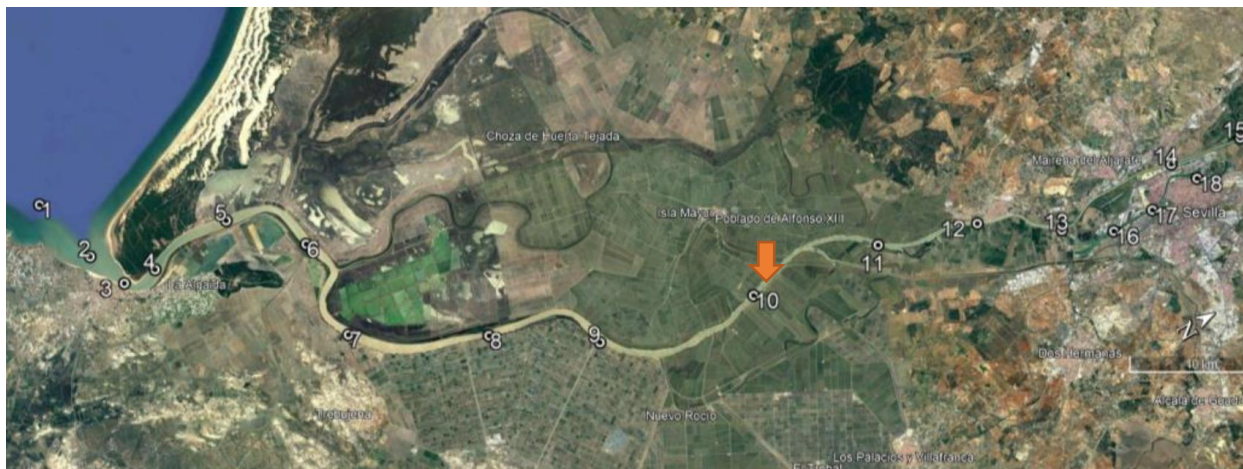


Ilustración 204. Estaciones de muestreo del monitoreo biológico y ambiental de 2021. 1-15: estaciones en el estuario; 16-18: estaciones dentro de la dársena. La estructura intermedia se encuentra aproximadamente localizada en dónde indica la flecha naranja, próximo al punto 10 del muestreo.

Los resultados del muestreo realizado por el Departamento de Biología Marina de la Universidad de Sevilla, han concluido que la zona alta del estuario es una zona con una muy baja diversidad y riqueza de especies, siendo las especies típicamente dulceacuícolas como el copépodo *Calanipeda aquedulcis* y el cladócero *Daphnia magna* las más habituales y las tipificadoras de la zona oligohalina intermedia. Por este motivo, atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la afección de la instalación de la estructura intermedia sobre las comunidades planctónicas con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Y se califica como **NO SIGNIFICATIVO**.

Afección de las comunidades planctónicas debido a las operaciones de mantenimiento de la Eurovía. Como ya se ha visto en el caso anterior, las zonas altas del estuario tienen una baja diversidad y riqueza de especies planctónicas, por lo que las operaciones de mantenimiento no tendrán un impacto significativo en la zona alta del estuario. En la parte baja, el Departamento de Biología Marina de la Universidad de Sevilla ha determinado que la riqueza de macrozooplancton e ictioplancton es mayor y por ello se han realizado estudios con diseños BACI (before after control impact) para conocer con detalle la afección de los dragados. Los efectos de los dragados de mantenimiento pueden deberse a la turbidez generada de forma local y a la propia succión debiendo profundizarse en estos aspectos.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la afección de las operaciones de mantenimiento de la Eurovía E.60.02 Guadalquivir sobre las comunidades planctónicas con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Calificándose como **SIGNIFICATIVO**.

Afección sobre las comunidades planctónicas por la colocación de material en fosa. En lo referente a las posibles afecciones sobre las comunidades planctónicas por la colocación del material en la fosa 7 por backfilling es fundamental conocer qué comunidades hay.

Como ya se ha comentado anteriormente, el Departamento de Biología Marina de la Universidad de Sevilla ha realizado recientemente un estudio a lo largo de toda la ría de las comunidades planctónicas y bentónicas. En la siguiente ilustración se muestra la localización de los puntos de muestreo y la ubicación de la fosa.



Ilustración 205. Estaciones de muestreo del monitoreo biológico y ambiental de 2021. 1-15: estaciones en el estuario; 16-18: estaciones dentro de la dársena. La fosa se encuentra aproximadamente localizada en dónde indica la flecha naranja, entre el punto 6 y 7 del muestreo.

Los resultados del punto de muestreo 6 y 7 muestran una zona con un escaso valor ecológico con muy poca diversidad de especies. En concreto en esa zona se encontraron copépodos en un porcentaje del 100% en lo que respecta a su composición taxonómica. Son los puntos en los que la riqueza fue más baja, ver Ilustración 206.

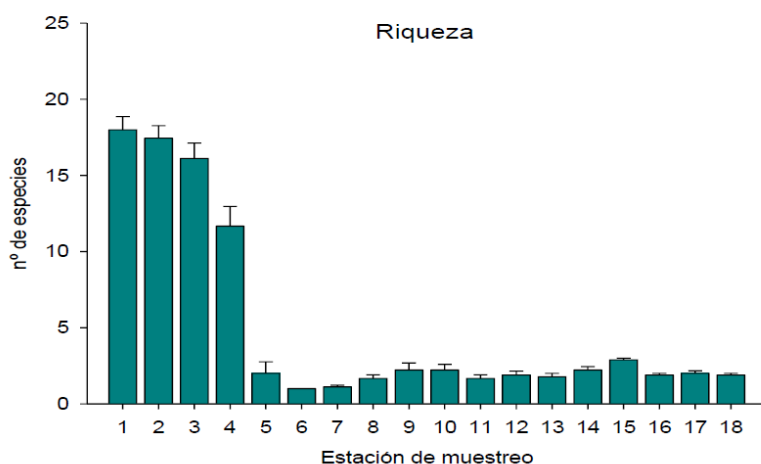


Ilustración 206. : Promedio del número de taxones de mesozooplankton encontrados en cada estación de muestreo para todo el periodo de estudio.

Este patrón es característico en muchos estuarios con un mínimo de especies asociadas a esas salinidades intermedias debido principalmente a los diferentes rangos de tolerancia y al umbral fisiológico soportado por las distintas especies marinas y dulceacuícolas que habitan los estuarios.

Por su parte, los valores de diversidad obtenidos mediante con el índice de Shannon-Wiener (Ilustración 207), presenta un patrón muy parecido, como se ha indicado, siendo la diversidad más elevada en las estaciones más cercanas a la desembocadura. En las estaciones mesohalinas (5-7), se observan valores cercanos a 0, debido a la gran dominancia de una única especie, el copépodo *Acartia tonsa*.

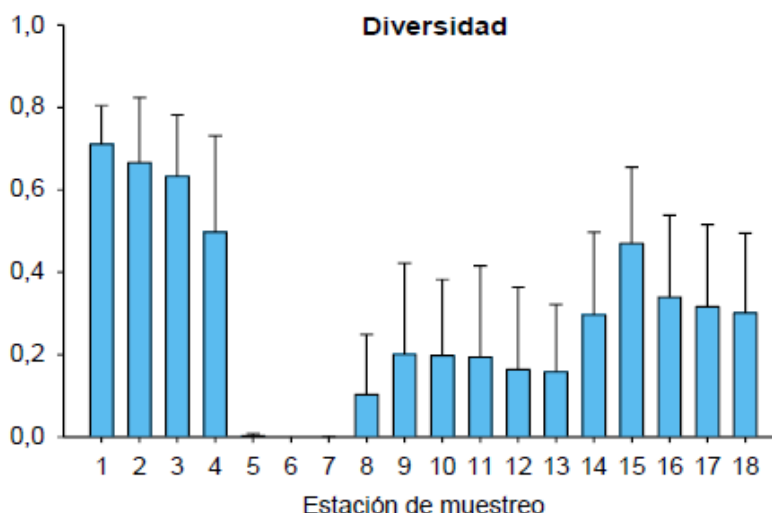


Ilustración 207. Promedio de la diversidad (índice de Shannon Wiener, H') del mesozooplankton en cada estación de muestreo para todo el periodo de estudio.

Como puede observarse, la diversidad y la riqueza que hay en la zona en la que se localiza la poza es mínima. Por todo ello, atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la afección de las operaciones

de colocación de material en fosas sobre las comunidades planctónicas con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto de las operaciones de colocación de material en fosas sobre las comunidades planctónicas se califica como **NO SIGNIFICATIVO**.

Afección a las comunidades planctónicas por las actividades del proyecto derivadas de la construcción/establecimiento de estructuras de defensa de márgenes y colocación en márgenes erosivos o playas. En esta fase del proyecto se realizarán acciones en aquellas márgenes que se encuentran en un mal estado o en un proceso notable de erosión (véase Apdo. 5). Obviamente, son las márgenes que se encuentran en peor estado aquéllas que van a ser prioritarias para la construcción o establecimiento de estructuras de defensa y son este tipo de márgenes las que, por sus malas condiciones, carecen de vegetación o presentan una débil cobertura vegetal, lo que las hace más inestables y sin resguardo o protección a las especies de ictioplancton o mesozooplancton ante depredadores. Las actividades de construcción y de restauración de márgenes conllevarán una alteración de la zona a restaurar, aunque por vía acuática, generarán alteraciones y molestias, pero el efecto será puntual y muy localizado por lo que el plancton del río no se verá alterado. Por todo ello, atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la afección de las actividades de construcción o establecimiento de estructuras de defensa de márgenes y colocación en márgenes erosivos o playas sobre las comunidades planctónicas con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Se califica como **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Efectos sobre las comunidades planctónicas por el comportamiento del material depositado en fosas/pozas. Este aspecto se considera porque el DA expone textualmente:

“Asimismo, de acuerdo con la Dirección General de Medio Natural, Biodiversidad y Espacios Protegidos en Andalucía se deberán medir los efectos de las actuaciones sobre los diferentes niveles de profundidad del río (en ocasiones se citan cotas con desniveles en el lecho del río que pueden llegar hasta los -20 m), ya que estas irregularidades sean posiblemente un gran valor ecológico del estuario; así como los efectos del llenado de esta zonas deprimidas con la remoción de sedimentos que se producen con las diferentes técnicas de dragado, en especial en los tramos donde se propone enrasado mediante plough”.

Para dar respuesta a esta inquietud se ha consultado al grupo al Dpto. de Zoología de la Universidad de Sevilla que, liderado por José Carlos García Gómez, ha estado estudiando durante varios años en el río el plancton y el bentos. El equipo científico ha estudiado la luz que llega a las fosas concluyéndose lo siguiente:

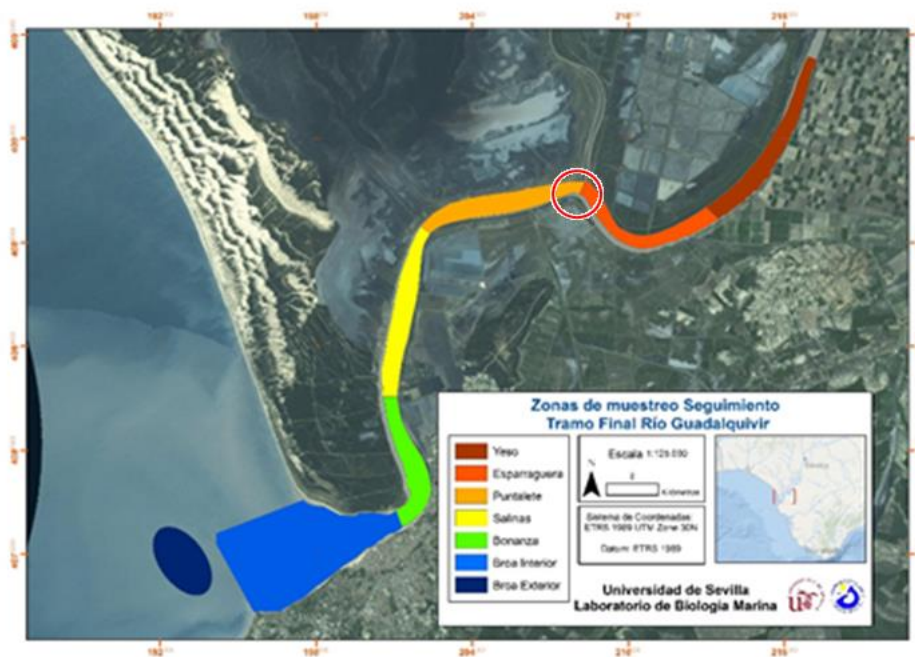


Ilustración 208. Localización de la fosa a -20 m. Fuente: Grupo zoología marina, US.

“En periodo con una turbidez de las consideradas en el rango de la normalidad en el río (junio 2018), es decir, unos 400 NTU de media, el perfil de penetración de luz es el siguiente:

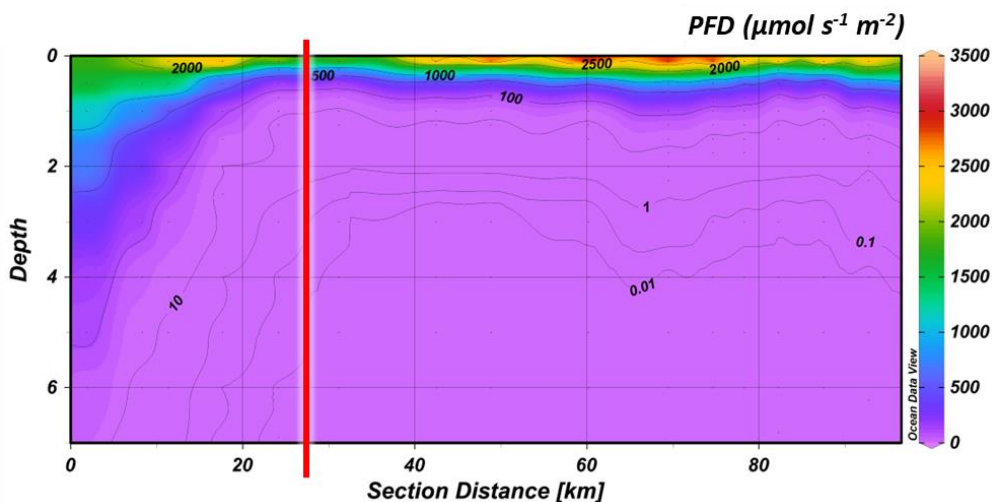


Ilustración 209. Medida bruta de la luz (se mide en densidad de flujo de fotones (Photon Flux Density [PFD] en $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$). Fuente: Grupo zoología marina, US.

La poza a -20 m estaría en la línea vertical roja. En ella, como se observa en la gráfica la luz no penetra más de 0,5 m. Con intensidades tan bajas no es posible la fotosíntesis.

Haciendo cálculos del coeficiente de extinción, la capa eufótica (donde se puede hacer fotosíntesis) sería la siguiente en todo el estuario:

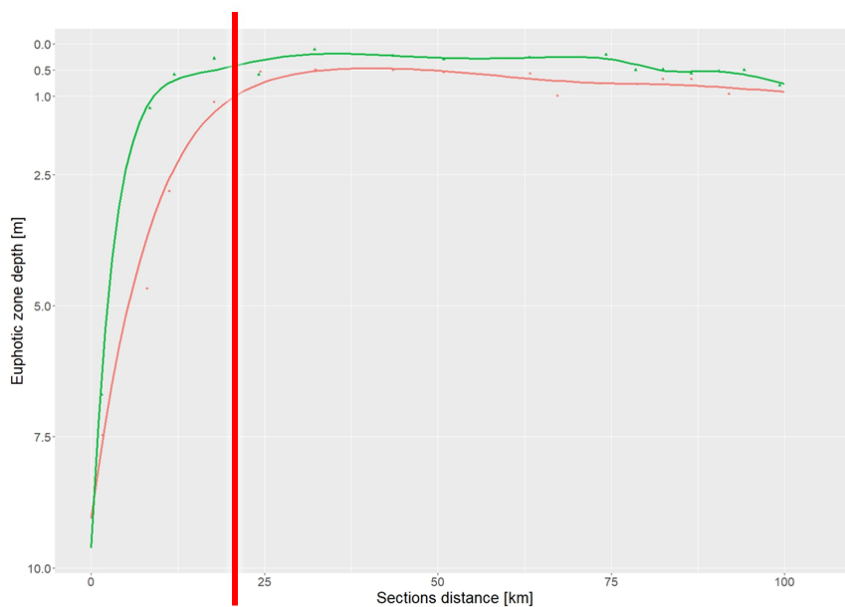


Ilustración 210. Coeficiente de extinción en junio 2018. Fuente: Grupo zoología marina, US.

La línea roja refleja después del llenado de las tablas de arroz, que clarifican bastante el estuario; y la verde es antes del llenado, más turbio, en mayo. Incluso cuando está más clara, en la poza la capa útil para la fotosíntesis es 1 m (antes del llenado es medio metro). Y en un periodo de turbidez elevada (por ejemplo, enero 2020), ni siquiera puede realizar un gráfico de luz porque ésta no penetra desde la

superficie. Frente de Bonanza fue posible medir a 10-15 cm de profundidad tomándose datos entre 0,00 y 0,01 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$. En definitiva, la luz no penetra, por lo que, a partir de 1 m desde la superficie, es todo homogéneo, no hay ninguna variación”.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre las fosas con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Es decir, en las fosas no hay ningún valor ecológico porque no hay penetración de luz, por lo que las posibles afecciones a las comunidades planctónicas por el comportamiento del material depositado en la fosa se califican como **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

Afección a las comunidades planctónicas por las actividades derivadas de la retirada de estructuras en márgenes no funcionales. Tan solo la retirada de estructuras en márgenes no funcionales se puede considerar en esta fase de desmantelamiento. No obstante, al ser la retirada de unas estructuras que no funcionan y que ya no realizan la labor para la que fueron puestas, además se encuentran alejadas de la orilla (pues ésta sigue sufriendo procesos erosivos). Se retirarán por medios acuáticos, el impacto será muy puntual y fugaz y de baja intensidad por lo que se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.2.5 Elemento receptor COMUNIDADES BENTÓNICAS

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Afección a las comunidades bentónicas por las actividades de instalación de la estructura intermedia. En lo referente a la afección de la instalación de la estructura de parada intermedia sobre el bentos, también se han utilizado los estudios sobre estructuras y dinámicas de la comunidad bentónica del río, sobre la distribución espacial y temporal de las especies presentes y su relación con las diferentes variables ambientales realizados por el Departamento de Biología Marina de la Universidad de Sevilla.

Se han realizado estudios en la parte baja y alta del estuario. Los últimos se llevaron a cabo durante el mes de mayo de 2022 y consistieron en la realización de un monitoreo de las comunidades bentónicas de todo el estuario, con 15 puntos de muestreo desde las zonas exteriores hasta la cabecera (ver Ilustración 216).

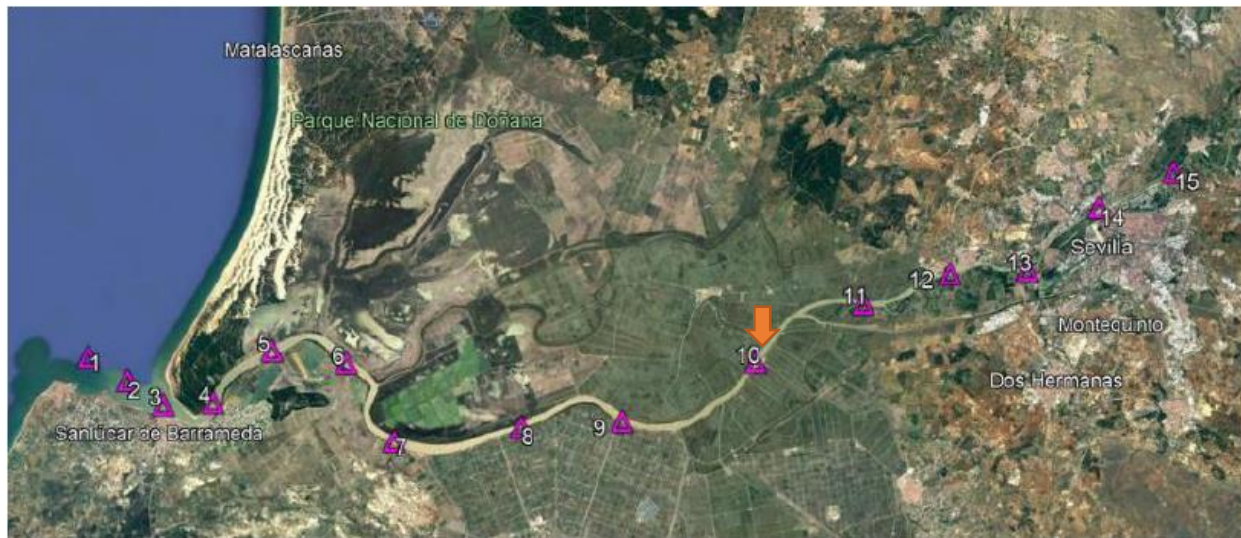


Ilustración 211. Estaciones de muestreo del monitoreo de comunidades bentónicas realizado en mayo 2022. 1-15: estaciones en el estuario; 16-18: estaciones dentro de la dársena. La estructura intermedia se encuentra aproximadamente localizada en dónde indica la flecha naranja, próximo al punto 10 del muestreo.

Los resultados de las muestras de la parte media-alta del estuario analizados, mostraron que prácticamente todas las muestras tomadas estaban dominadas por una única especie de anélido oligoqueto con una abundancia relativamente alta. Esta especie mostró su abundancia más alta (mayor de 2870 ind/m²) en la estación 15 en la desembocadura del Rivera del Huelva, disminuyendo hasta la estación 10 en la Corta de los Jerónimos (en dónde se ubica la instalación intermedia) con densidades algo inferiores a 600 ind/m². Por debajo de esta última estación esta especie no estaba presente. En las estaciones 11 y 10 se encontraron, además, algunos individuos del anfípodo *Corophium orientale* (Figura 38).



Ilustración 212. . Organismos encontrados en la parte alta del estuario.

La fauna bentónica de la zona media y alta del estuario del Guadalquivir, con las muestras analizadas hasta el momento, muestra una muy baja diversidad y abundancias altas. Esto es característico de zonas estresadas donde muy pocas especies (en este caso solo una) son capaces de desarrollarse con normalidad. En esta zona media y alta del estuario, la elevada turbidez, las grandes variaciones de las condiciones físico-químicas o las elevadas concentraciones de nutrientes podrían explicar, al menos en parte, estos resultados. Para ver el estudio completo realizado por el Departamento de Biología Marina de la Universidad de Sevilla, ver el anexo XVIII.

Por lo que atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de la instalación de una estructura intermedia sobre las comunidades bentónicas con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto de la instalación de la estructura intermedia sobre las comunidades bentónicas se califica como **NO SIGNIFICATIVO**.

Afección de las operaciones de mantenimiento de la Eurovía sobre las comunidades bentónicas del estuario. Como ya se ha comentado en el caso anterior, la zona media-alta del estuario tiene una baja diversidad y riqueza de especies bentónicas, por lo que las operaciones de mantenimiento no tendrán un impacto significativo en la zona alta del estuario.

La macrofauna de los sedimentos es uno de los elementos más importantes en la estructura de las redes tróficas estuarinas y son consideradas como un elemento clave en los programas de vigilancia marinos y estuarinos. Las especiales características de estas comunidades que viven asentadas en los fondos, con nula o escasa capacidad de movimiento, pero con ciclos suficientemente largos para ser testigos de los posibles cambios que acontecen en el medio, tanto de forma natural como inducida por la actividad humana, las hacen elementos clave en los planes de gestión.

El Departamento de Biología Marina de la Universidad de Sevilla, ha realizado múltiples estudios para conocer las comunidades que se encuentran en esta zona y cómo afectan las operaciones de mantenimiento a las mismas (véase Apdo. 6.2.3 y Anexo XVIII).

La respuesta de los estuarios a perturbaciones tanto naturales como de origen antropogénico es a veces difícil de evaluar debido al comportamiento dinámico natural de estos hábitats naturalmente estresados, lo que se denomina la paradoja de la calidad estuarina. En ese sentido en el estuario del Guadalquivir se desarrolla un programa de seguimiento de las comunidades del bentos (y del plancton, como se ha expuesto anteriormente) y, como parte de este seguimiento se han evaluado las actividades de dragado.

En general, en los resultados de los diferentes estudios realizados no se han podido encontrar impactos claros. Dado que el objetivo es tratar de identificar de qué forma es posible mejorar la gestión de estas operaciones, se han ido desarrollando diversos estudios con distintos enfoques para tratar de abordar aspectos que cubran de forma completa toda la casuística ambiental y las posibles afecciones a la comunidad biológica. Estos estudios se han realizado en los tramos dragados que se situaban en el curso bajo del estuario, que es la zona biológicamente más compleja y diversa, la más sensible, y donde, por tanto, es esperable obtener una información ambiental más relevante sobre el efecto de estas actividades. Las conclusiones fueron:

- En lo relativo a las comunidades del bentos, no se han podido detectar impactos significativos, directos o indirectos, sobre la estructura, diversidad y riqueza de la comunidad bentónica, observándose una rápida recuperación de las afecciones puntuales por recolonización de organismos de zonas cercanas, tanto en los estudios a corto como a medio y largo plazo.
- Tampoco se han podido observar afecciones significativas evidentes de los dragados en la estructura de la red trófica. El pobre estado de la comunidad bentónica en todas las zonas estudiadas del estuario del Guadalquivir explica la ausencia de efectos detectables.
- Las presiones actuales sobre el estuario del Guadalquivir, más allá de los dragados de mantenimiento, son diversas: por ejemplo, la elevada y permanente turbidez, con procesos

recurrentes de turbidez extrema que en ocasiones son también persistentes y pueden durar varios meses o la elevada regulación del caudal natural por las presas aguas arriba, limitando la salida de agua hacia el océano y reduciendo la capacidad de exportación del sistema (entre otros efectos, puede cronificar la turbidez, o limitar el alcance de las señales que utilizan las larvas de especies marinas para detectar y dirigirse hacia el estuario), o el exceso de canalización y el casi completo aislamiento del cauce principal con las marismas y llanuras mareales, lo que amplifica el efecto de las mareas y reduce los hábitats y las zonas de refugio para las comunidades biológicas estuarinas.

- En el estudio a corto plazo de los dragados de mantenimiento de 2019, una avenida procedente de la presa de Alcalá del Río, antes del último periodo de muestreo, tuvo un mayor impacto en todos los parámetros medidos y en la comunidad biológica que los dragados. Estas elevadas descargas son procesos naturales, pero que podrían intensificarse debido a los cambios climáticos en curso (las predicciones apuntan a menor pluviometría, pero con más intensidad y mayor frecuencia de fenómenos extremos).

Por lo que atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las operaciones de mantenimiento de la Eurovía sobre las comunidades bentónicas con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto de las operaciones de mantenimiento de la Eurovía sobre las comunidades bentónicas se puede calificar como **NO SIGNIFICATIVO**.

Afección de la colocación en fosa por backfilling. Como ya se ha comentado anteriormente, el Departamento de Biología Marina, de la Universidad de Sevilla, ha realizado un estudio sobre la cantidad de luz que llega al fondo en la zona en donde se ubica la fosa concluyendo que la luz no penetra por lo que, a partir de 1 m desde la superficie todo es homogéneo, sin ninguna variación. Por ello, el efecto de una descarga de fondo en la fosa no tendrá efectos sobre las comunidades bentónicas.

Afección a las comunidades bentónicas derivadas de la colocación del material de dragado en el vaciadero marino. Las deposiciones históricas de sedimento dragado del estuario del Guadalquivir en la zona del vaciadero marino, que se han producido periódicamente desde 2010, han modificado de forma permanente las características del sedimento y la estructura de las comunidades bentónicas. Estas modificaciones incluyen una transformación hacia una granulometría más gruesa en la zona del vaciadero

en comparación con las zonas de referencia. Este sedimento más grueso posee un menor contenido en materia orgánica.

La modificación de las características del sedimento se asocia a las modificaciones permanentes observadas en la estructura de las comunidades biológicas que presentan, en contra de lo esperado, una mayor diversidad y riqueza que las zonas control (Departamento de Biología Marina, US). Por otro lado, la comunidad del vaciadero marino no muestra la estacionalidad natural que se observa en las zonas de referencia, principalmente debidas al aumento de abundancia de algunas especies. A pesar de los cambios estructurales observados en la comunidad bentónica, no se detectaron impactos en la red trófica del sistema. Igualmente, la zona del vaciadero mostró mayores valores en los índices de riqueza y diversidad, aunque los eventos recurrentes y/o el último evento de deposición en 2015, podrían haber reducido la estacionalidad natural en el vaciadero marino, reduciendo los picos poblacionales de algunas especies que sí se observaron en las zonas control. Por otro lado, no se detectó un impacto en la red trófica.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto del vertido de material obtenido por las operaciones de mantenimiento en el vaciadero marino sobre las comunidades bentónicas con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto del vertido de los materiales obtenido por las operaciones de mantenimiento de la Eurovía en el vaciadero marino sobre las comunidades bentónicas se califica como **NO SIGNIFICATIVO**.

Afección a las comunidades bentónicas por las actividades derivadas de la construcción/establecimiento de estructuras de defensa de márgenes y colocación en márgenes erosivos o playas. Las principales y prioritarias zonas de actuación en lo relativo a defensa de márgenes se encuentran fuera de la zona de cría del estuario o fuera de la zona de la desembocadura. Por esto, no se producirán efectos sobre el bentos derivados de esta acción.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Afección a las comunidades bentónicas debido al comportamiento del material depositado en fosas. En las fosas no hay ningún valor ecológico porque no hay penetración de luz, por lo que las posibles afecciones a las comunidades bentónicas por el comportamiento del material depositado se califican como **NO SIGNIFICATIVAS**.

Afección al microfítobentos por la estabilización/restauración de los márgenes. Este efecto se considera al ser una cuestión expuesta por el IFAPA tras la exposición del proyecto básico y EsIA en las terceras jornadas de participación con la comunidad científica, celebradas en el mes de enero de 2023. En concreto, el IFAPA expresa su interés en conocer si las actuaciones de estabilización y/o restauración de márgenes pueden reducir la superficie del intermareal, hábitat del microfítobentos, elemento fundamental en la producción primaria del estuario. Dado que el bentos del Guadalquivir es una variable que la US ha estado estudiando durante varios años, se ha contado con su participación para esgrimir una respuesta a la solicitud del IFAPA. Ésta se integra en el Anexo XIX del EsIA, pero en síntesis expresa que:

“a) En las zonas de Doñana y la Punta de los Cepillos, se tiene previsto realizar rellenos con arena y estabilización con geotubos respectivamente, técnicas que no cambian significativamente la superficie intermareal. El principal cambio que se prevé será un aumento de la superficie en una franja más alta del intermareal y una disminución en la franja más baja. La información existente indica que la biomasa del microfítobentos va aumentando hacia la zona superior de intermareal (Underwood, 2001; van der Wal et al., 2010), incluso alcanzando su máximo en la zona de inicio de la vegetación de marisma (Yong et al., 2022). Esto es particularmente acusado en ecosistemas de aguas turbias, como el estuario del Guadalquivir, dado que esta turbidez dificulta el desarrollo normal de la fotosíntesis en periodos de inmersión, y es por tanto en la franja que más tiempo pasa emergida donde se desarrolla un tapete de microfítobentos con más biomasa (Yong et al., 2022). No se conoce con detalle el funcionamiento del microfítobentos en el estuario del Guadalquivir, pero si se produjera algún cambio en la dirección explicada, este debería ser, previsiblemente, hacia un aumento de la biomasa de microfítobentos en esta zona.

En la zona de Doñana, en todo caso, esto debe ser poco significativo ya que el sedimento arenoso, poco cohesivo y más inestable, suele soportar una menor biomasa de microfítobentos (Underwood 2001; Yong et al., 2022).

En la zona de La Punta de los Cepillos, el sedimento es fangoso y cohesivo y presenta una importante biomasa de microfítobentos. Como se ha explicado, el aumento de la proporción de superficie en la franja alta del intermareal tendería a aumentar la biomasa total de microfítobentos. Esta es, además, una de las zonas más importantes para la producción primaria del sistema, ya que los organismos fototróficos que se desarrollan en los tramos del estuario con mayor influencia marina presentan una mayor calidad nutricional, aspecto fundamental para la función de cría de especies marinas que presenta este estuario (Cañavate et al., 2021). Si este cambio fuera significativo, podría suponer una cierta mejora para la función de cría y las pesquerías que dependen de esta función. No obstante, como se ha comentado, la superficie afectada es proporcionalmente pequeña y no creemos que vaya a producirse ningún cambio importante.

b) En las zonas medias y altas del estuario, las actuaciones previstas consisten en un relleno y restauración de concavidades en las márgenes generadas por su derrumbe. En esta zona sí puede producirse cierta pérdida neta de superficie intermareal, muy poco pronunciada en los tramos más bajos, y más acusada a medida que se asciende en el estuario. En estas zonas, al igual que en los tramos más bajos comentados

anteriormente, la superficie afectada es, en todo caso, pequeña en proporción a la superficie total disponible y no es previsible un cambio significativo. Por otro lado, en estas zonas medias y altas del estuario se desarrolla una comunidad de organismos autótrofos dominada por clorofitas y cianobacterias (Cañavate et al., 2019), cuya composición nutricional es de menor calidad para alimentar las redes tróficas del ecosistema que aquellas que se desarrollan en la zona de mayor influencia marina (Cañavate et al., 2021).

De hecho, la parte alta del estuario presenta procesos crónicos de eutrofización debido a la excesiva carga de nutrientes del estuario y a que muestra una menor turbidez que las zonas intermedias. Esto genera una excesiva proliferación del fitoplancton que no puede ser consumida por el zooplancton (a pesar de que el zooplancton de esta zona presenta las densidades más elevadas de todo el estuario), y, por tanto, los consiguientes procesos de hipoxia asociados. En esta zona no solo sería innecesario potenciar la producción primaria, sino que podría ser contraproducente.

La zona media está protegida de estos fenómenos de excesiva proliferación del fitoplancton porque es la zona de mayor turbidez de todo el estuario (lo que se conoce como la Zona de Máxima Turbidez Estuarina). Sin embargo, posiblemente tampoco sea particularmente beneficioso potenciar la producción primaria en esta parte del estuario, como sí podría serlo en la parte más baja del mismo.

El potencial aumento de la biomasa del microfitobentos en las zonas más marinas del estuario, y su posible reducción en las partes medias y altas podrían tener un efecto positivo. No obstante, como se ha ido comentando en distintos puntos de este informe, no prevemos un cambio significativo y, probablemente, no sea detectable ningún cambio en la concentración de clorofila en la columna de agua en el estuario causado por las actuaciones propuestas en las márgenes. En todo caso, la estrategia óptima sería continuar el monitoreo de esta variable para comprobar estas predicciones y, en su caso, establecer medidas correctoras si fueran necesarias”.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de estabilización o restauración de márgenes sobre el microfitobentos con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Y se califica como **NO SIGNIFICATIVO**, aunque puede llegar incluso, como se expone anteriormente, a ser positivo.

Afección a las comunidades bentónicas derivadas de la presencia y estabilidad del material depositado en el vaciadero marino. El Departamento de Biología Marina de la Universidad de Sevilla lleva varios años realizando estudios y campañas de muestreo para conocer las implicaciones y afecciones que puedan causar los dragados de mantenimiento y su vertido en vaciadero marino sobre las comunidades bentónicas, planctónicas y la cadena trófica del estuario, centrándose en la zona de cría, la desembocadura (véase Anexo XVIII). Las conclusiones derivadas del estudio realizado en la zona del vaciadero marino son las siguientes:

- Las modificaciones derivadas del vertido de material en el vaciadero marino incluyen una transformación hacia una granulometría más gruesa en la zona del vaciadero en comparación con las zonas de referencia. Este sedimento más grueso posee un menor contenido en materia orgánica.
- La modificación de las características del sedimento se asocia a las modificaciones permanentes observadas en la estructura de las comunidades biológicas que presentan, en contra de lo esperado, una mayor diversidad y riqueza que las zonas control. Por otro lado, la comunidad del vaciadero marino no muestra la estacionalidad natural que se observa en las zonas de referencia, principalmente debidas al aumento de abundancia de algunas especies. A pesar de los cambios estructurales observados en la comunidad bentónica, no se detectaron impactos en la red trófica del sistema.
- La zona del vaciadero mostró mayores valores en los índices de riqueza y diversidad, aunque los eventos recurrentes y/o el último evento de deposición en 2015, podrían haber reducido la estacionalidad natural en el vaciadero marino, reduciendo los picos poblacionales de algunas especies que sí se observaron en las zonas control. Por otro lado, no se detectó un impacto en la red trófica. Por lo que no solamente no ha habido ningún impacto, sino que el cambio granulométrico ha mejorado los índices de riqueza y diversidad en la zona del vaciadero marino.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de la presencia y estabilidad del material depositado en el vaciadero marino sobre las comunidades bentónicas con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto de la presencia y estabilidad del material depositado en el vaciadero marino sobre las comunidades bentónicas se califica como **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

Afección a las comunidades bentónicas por la eliminación de la estructura de fondeo intermedia.

Como se ha comentado anteriormente, la zona en la que se encuentra la estructura intermedia, es en la zona media – alta del estuario. La fauna bentónica de la zona media y alta del estuario del Guadalquivir, con las muestras analizadas hasta el momento, muestra una muy baja diversidad y abundancias altas. Esto es característico de zonas estresadas donde muy pocas especies (en este caso solo una) son capaces de desarrollarse con normalidad. En esta zona media y alta del estuario, la elevada turbidez, las grandes variaciones de las condiciones físico-químicas o las elevadas concentraciones de nutrientes podrían explicar, al menos en parte, estos resultados.

Por ello, el impacto será muy puntual, fugaz y de baja intensidad, por lo que se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

Afección a las comunidades bentónicas por la retirada de estructuras de márgenes no funcionales.

La retirada de las estructuras no funcionales puede afectar puntualmente a las comunidades bentónicas que hayan podido establecerse en esas zonas en las que no se ha podido frenar la erosión de los márgenes. Como ya se ha comentado anteriormente, estos márgenes son erosivos e inestables, carecen de vegetación y son zonas muy expuestas a procesos erosivos, lo que hace que no sean zonas adecuadas para que se asienten comunidades bentónicas.

No obstante, al ser la retirada de unas estructuras que no funcionan y que ya no realizan la labor para la que fueron puestas, además se encuentran alejadas de la orilla (pues ésta sigue sufriendo procesos erosivos). Se retirarán por medios acuáticos, el impacto será muy puntual y fugaz y de baja intensidad por lo que se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.2.6 Elemento receptor FAUNA MARINA (mamíferos marinos y quelonios)

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Afección a la fauna marina (mamíferos marinos y quelonios) debido al vertido en el vaciadero marino. El vaciadero marino se encuentra próximo a la ZEPA ES0000500 “Espacio Marino del Golfo de Cádiz”. El área determinada como vaciadero marino se encuentra bastante alejada de la zona de avistamientos realizada por el Proyecto LIFE+INDEMARES, pero el DA expone que en las cercanías ha habido avistamientos y varamientos del delfín mular (*Tursiops truncatus*), delfín listado (*Stenella coeruleolba*), marsopa común (*Phocoena phocoena*), tortuga boba (*Caretta caretta*) y tortuga verde (*Chelonia mydas*).

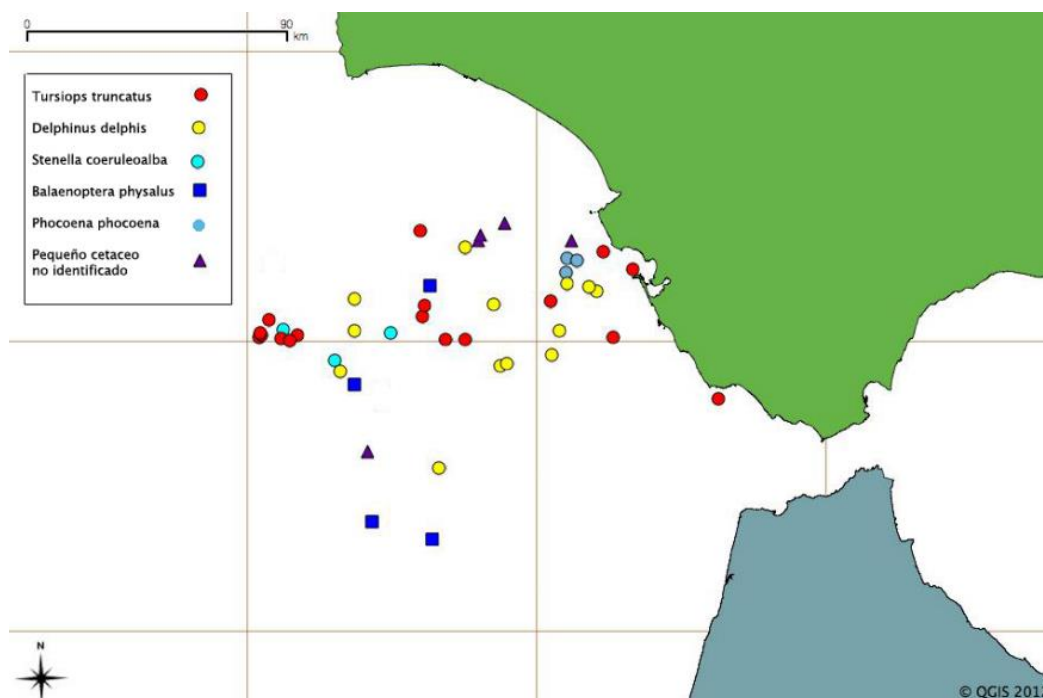


Ilustración 213. Avistamientos efectuados en la zona de estudio desde el inicio del proyecto LIFE+INDEMARES.

Fuente: Informe Final Acción A3.1d. "Identificación de áreas de especial interés para cetáceos en el marco de la Red Natura 2000 – Zona Sur Chimeneas de Cádiz". Avistamientos realizados entre junio 2009 y mayo 2012.

Aunque los vertidos en el vaciadero marino se han reducido notablemente desde 2015 por la nueva gestión que se hace del material por parte de la APS, no puede descartarse que, por algún motivo, como aptitud por granulometría o dificultadas técnicas, tenga que producirse alguna descarga en mar. En este sentido, el efecto que tendrían estas descargas sobre la fauna marina sería insignificante. Así lo muestra el estudio de dispersión del vertido en vaciadero marino (véase Anexo IX) y los resultados de las vigilancias de los dragados. El contenido en finos del material vertido a vaciadero es bajo, no suele superar el 5%, vertiéndose allí principalmente material descartado para playa por su alto contenido en conchas, lo que hace que la pluma se diluya rápido. Es más, la duración de los sólidos en suspensión, superiores a 0,5 mg/l no supera las 2 horas, por lo que, se produce un efecto temporal de corto plazo.

En referencia a las molestias por ruido que puedan ocasionar las descargas y las travesías de la draga, en la actualidad no existe en España ninguna norma legal que establezca umbrales cuantitativos de ruido subacuático, ni continuo ni impulsivo, como criterios de evaluación de impactos. No obstante, se ha atendido a varias fuentes de información para poder determinar los umbrales de afección. El sistema auditivo de los mamíferos marinos es sensible a bandas de un ancho determinado muy cercano al tercio de octava. El Documento Técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica (Ministerio para la Transición Ecológica, 2012), en adelante DTIMCA, recoge la siguiente tabla que muestra un resumen de niveles sonoros que provocan afecciones sobre cetáceos y quelonios.

Tabla 100. Resumen de niveles sonoros que provocan afecciones sobre cetáceos y quelonios. Fuente MITECO, 2012. Elaboración propia.

Especies	Indicador	Nivel límite	Efecto
Cetáceos	Nivel sonoro RMS (SPL)	180 dB re 1 µPa	Trastornos temporales (TTS)
	Nivel sonoro RMS (SPL)	160 dB re 1 µPa	Comportamiento de huida (zonas de exclusión)
Quelonios	Nivel sonoro RMS (SPL)	166-175 dB re 1 µPa	Cambios en comportamientos natatorios

Como referencia se puede considerar el nivel sonoro que, según la Organización de Gestión Marina (MMO), emite un mercante, el cual se encuentra en la horquilla 160-191 dB re1µPa. Ello generaría, según los umbrales vistos, una huida de los cetáceos o quelonios del lugar. No obstante, para el caso que nos ocupa, estas circunstancias son muy improbables que sucedan debido, por un lado, a lo comentado anteriormente, es decir, el uso casi nulo del vaciadero marino y, por otro, a la presencia de en la zona de otros buques al ser una ruta de paso de relativa importancia, ver Ilustración 214. Esto hace que esta afección, de llegar a producirse, deba considerarse puntual y de escasa importancia.

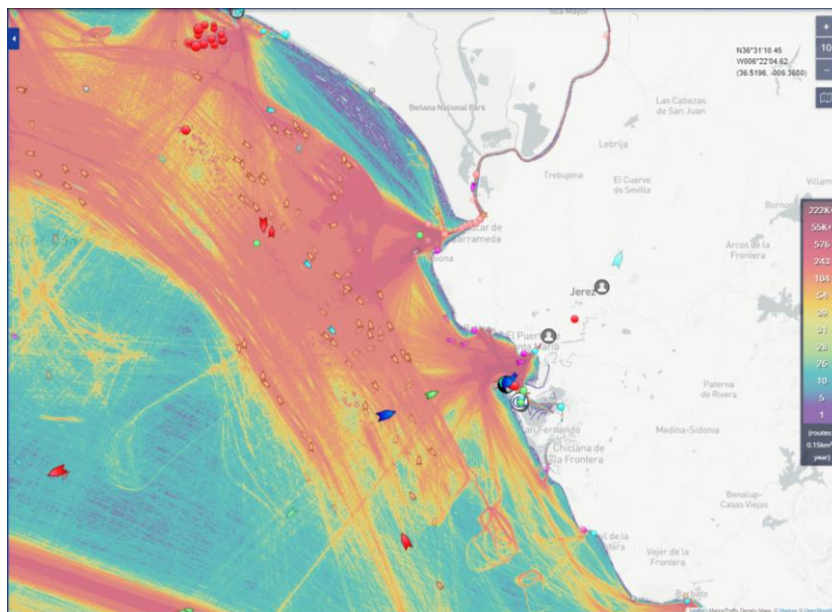


Ilustración 214. Tráfico de buques en el entorno del Golfo de Cádiz. Fuente: <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:-6.7/centery:36.6/zoom:10>

Por lo que atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto del vertido en vaciadero marino sobre la fauna marina (mamíferos marinos y quelonios) con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
------------------	---------	---------	---------	-------	---------

INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto del vertido en el vaciadero marino sobre la fauna marina (mamíferos marinos y quelonios) se califica como **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Afección a la fauna marina (mamíferos marinos y quelonios) por la presencia y estabilidad del material depositado en el vaciadero marino. En esta fase del proyecto se evalúa si el material depositado en el vaciadero marino será estable y si puede afectar o no a la fauna marina que se encuentre por la zona del vaciadero marino. Como ya se ha comentado, la zona del vaciadero marino está relativamente alejada de las zonas de avistamiento de cetáceos, no obstante, al ser especies con una amplia movilidad, pueden acercarse más a costa y avistarse por el área.

En el estudio de dispersión del material vertido en el vaciadero marino, (véase Anexo IX) se realiza una comprobación de la batimetría de la zona del vaciadero y de los cambios ocasionados en el mismo a lo largo de los años y especialmente en la última campaña de mantenimiento del canal de navegación, 2021. En la Ilustración 215 se muestra la batimetría del vaciadero marino en 2021, en ella se aprecia que la forma es ovalada, con una longitud de unos 700 metros en el eje más largo y de unos 540 en el más corto. Su base está sobre los 18 metros de profundidad y su coronación alcanza los 13 metros de profundidad.

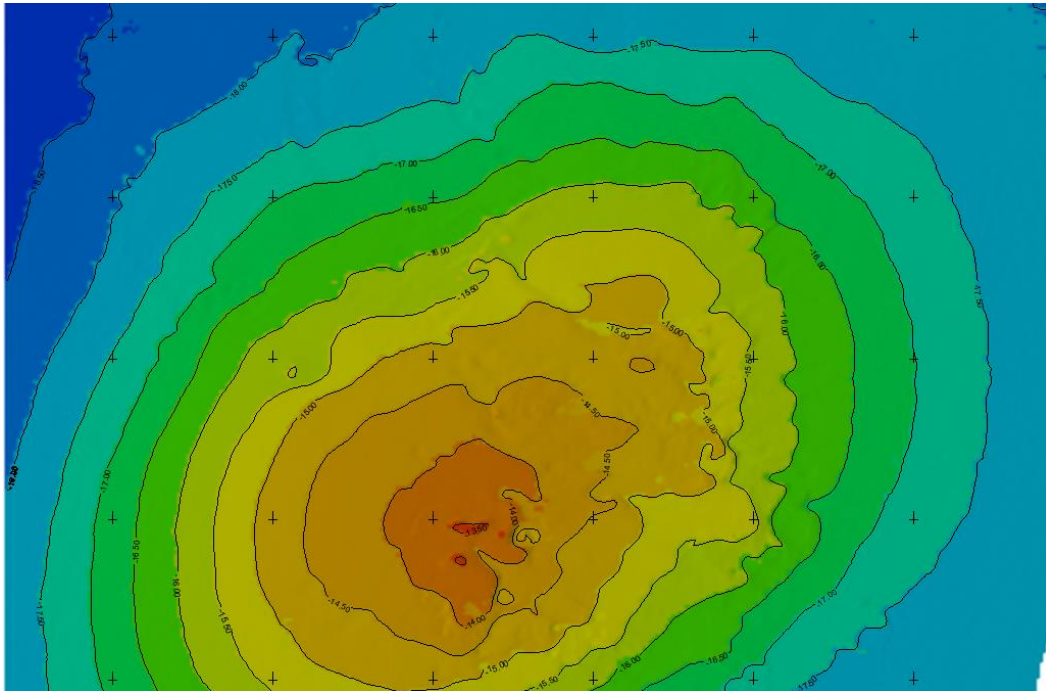


Ilustración 215. Batimetría del vaciado tras vertido de 2021.

Para un mayor detalle de la variación de la profundidad en el vaciado, se muestra el plano de diferencias de cota en el mismo, tras el vertido de 2021.

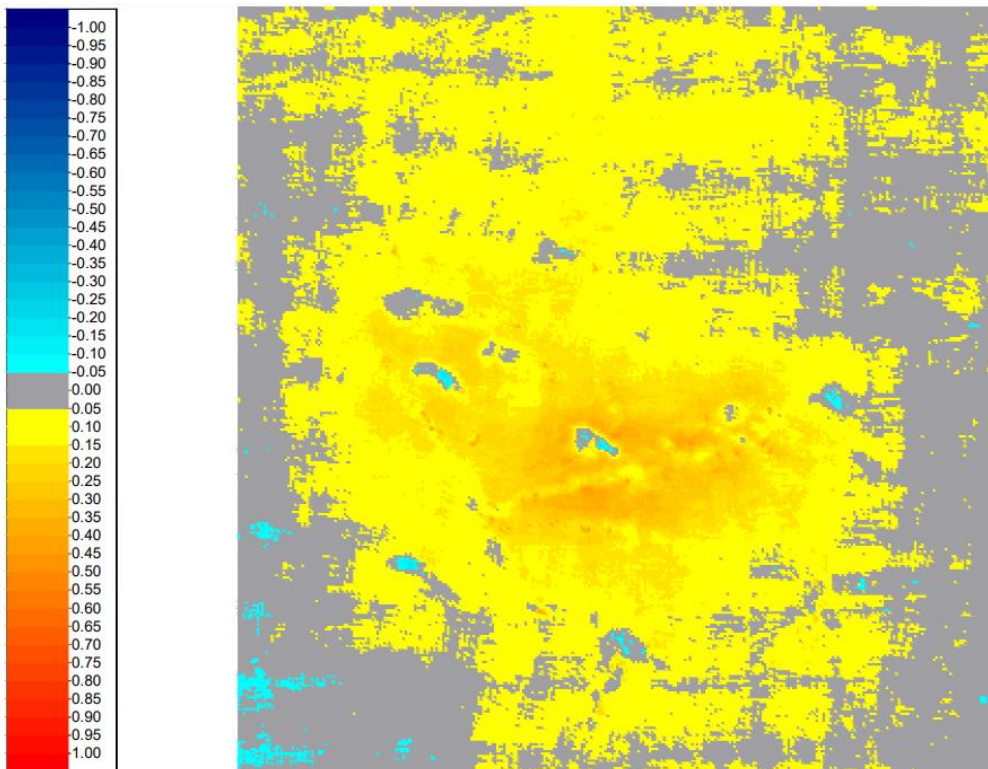


Ilustración 216. Variación de cota entre antes y después del vertido de 2021.

Como se aprecia en la Ilustración 216, las variaciones en la zona central, donde más se acumula el material, es de unos 20-30 cm, y de unos 10 cm en el resto. La estimación de la variación de volumen arroja un resultado de 30.338 m³, valor superior a los 21.417 m³ realmente vertidos. Estas cifras muestran que el material queda claramente dentro del área del vaciadero, puesto que éste tiene un radio de media milla náutica, y que la principal variación de la batimetría se produjo con anterioridad a 2015, cuando se vertieron los mayores volúmenes. Los vertidos más recientes han supuesto variaciones mínimas en la profundidad y orografía del fondo. Por tanto, si el material vertido es estable y se queda dentro del área definida como tal no generará ningún impacto a la fauna marina (mamíferos marinos y quelonios) puesto que una vez vertido y sedimentado el material no se moverá ni interactuará con la fauna marina que se desplace por la masa de agua.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efectos de la presencia del material depositado en el vaciadero marino sobre la fauna marina (mamíferos marinos y quelonios) con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto de la presencia y estabilidad del material depositado en el vaciadero marino sobre la fauna marina (mamíferos marinos y quelonios) se califica como **NO SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.2.7 Elemento receptor ICTIOFAUNA

FASE DE CONTRUCCIÓN

Afección derivada de la instalación de una estructura intermedia sobre la ictiofauna. Como ya se ha comentado son las especies típicamente dulceacuícolas las que se encuentran en este tramo del río (véase Apdo. 6.2.4), como por ejemplo el barbo, perca sol, pez gato, alburno, saboga, blackbass y boga de río. De todas ellas sólo el barbo se adentra en zonas más salobres (se acerca a la parte baja del estuario).

Dado que se tiene previsto que la operativa de construcción sea desde medios acuáticos, se generarán molestias por las maquinarias y ruido por el hincado de los pilotes. Si bien, será un impacto muy puntual y en un área muy pequeña y fugaz, puesto que las molestias serán exclusivamente en el momento de su construcción. Además, para minimizar los impactos que se pudieran generar sobre el cauce del río, las obras deberán realizarse fuera de las épocas de freza o de reproducción.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad de los efectos de la instalación de la estructura intermedia sobre la ictiofauna con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por lo que el efecto de la instalación de la estructura intermedia sobre la ictiofauna se califica como **NO SIGNIFICATIVO**.

Afección de las operaciones de mantenimiento de la Eurovía sobre la ictiofauna. Sobre todo, en la desembocadura, la diversidad y la riqueza de especies es elevada y esta parte del estuario está considerada como zona de cría de muchas especies de ictiofauna. Como, por ejemplo, el boquerón (*Engraulis encrasicolus*), especie clave en las pesquerías del Golfo de Cádiz y el gobio (*Pomatoschistus sp.*), ambas presentando densidades especialmente altas en la zona de la desembocadura.

Los tramos bajos del río también son objeto de dragados periódicos por lo que es relevante conocer el efecto sobre la ictiofauna del cauce. Las posibles alteraciones se producirán por incremento de turbidez, puntual y difícilmente apreciable al sumarse a la que trae el río en suspensión, muy elevada, y por las propias operaciones de succión e inyección de agua.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad de los efectos de las operaciones de mantenimiento de la Eurovía sobre la ictiofauna con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Se califica como **SIGNIFICATIVO**.

Afección de la colocación en fosa de los materiales obtenidos en las operaciones de mantenimiento de la Eurovía. Independientemente de que el vertido en la fosa genere turbidez, el IH establece que 12 hora después del vertido la concentración de sólidos suspendidos en la columna de agua es inferior a 0,5 mg/l, es decir, despreciable, no se producirá ninguna afección a ningún organismo en la fosa dado que, al no haber penetración de luz no hay valor ecológico.

Afección a la ictiofauna debido al vertido de materiales obtenidos en las operaciones de mantenimiento de la Eurovía en el vaciadero marino. En este sentido, es de aplicación todo lo expuesto

para el elemento receptor fauna marina, al ser las mismas las acciones que podrían generar impactos y de comportamiento similar el receptor. El efecto se califica, por los mismos motivos, de **NO SIGNIFICATIVO**.

Afección derivada de la construcción/establecimiento de estructuras de defensa de márgenes y colocación en márgenes erosivos y playas a la ictiofauna. Las actividades de construcción y de restauración de márgenes conllevará una alteración exclusivamente de la zona a restaurar y su entorno, y afectarán al intermareal que se queda descubierto de agua en las bajamares. En este sentido, no habrá interacción con la ictiofauna principal del cauce.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

Afección a la ictiofauna por eliminación de la estructura de fondeo intermedia. Tal y como ya se ha comentado anteriormente, esta estructura intermedia será pilotada, de escasa envergadura y tamaño, se encuentra en la zona media alta de la ría, por lo que, en el caso de desmantelamiento de las obras, se realizarán por medios acuáticos, generando ciertas molestias debidas al ruido y a la maquinaria de retirada, no obstante, el impacto generado será muy puntual, fugaz y de muy baja intensidad, por lo que se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

Afección a la ictiofauna por las actividades derivadas de la retirada de estructuras en márgenes no funcionales. Al ser la retirada de unas estructuras que no funcionan y que ya no realizan la labor para la que fueron puestas, además se encuentran alejadas de la orilla (pues ésta sigue sufriendo procesos erosivos). Se retirarán por medios acuáticos, el impacto será muy puntual y fugaz y de baja intensidad, al igual que sería la retirada de la estructura de fondeo intermedia, por lo que se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.2.8 Elemento receptor ESPECIES EXÓTICAS

FASE DE EXPLOTACIÓN

Incremento de la aparición de especies exóticas en el Guadalquivir por las operaciones de navegación. En relación con la presencia de especies exóticas en el Guadalquivir debido a las operaciones de navegación cabe decir que España ratificó el Convenio Internacional de Aguas de Lastre en base al “Instrumento de ratificación del Convenio Internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques, 2004”, ratificado en Londres el 13 de febrero de 2004.

Debido a esto y considerando lo dispuesto en el artículo 2.1., “Las Partes se comprometen a hacer plena y totalmente efectivas las disposiciones del presente Convenio y de su anexo con objeto de prevenir, reducir al mínimo y, en último término, eliminar la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos mediante el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques”. El obligado cumplimiento de estas disposiciones y el exhaustivo control que se lleva a cabo por las

administraciones competentes debería garantizar la nula afección de la navegación respecto a la introducción de especies exóticas.

El intercambio de aguas de lastre está prohibido en la canal de navegación y zonas de fondeos, siendo sólo posible en el interior de la dársena en una dársena controlada. El agua de la dársena es de dulce y la que procede de los buques salada, en este sentido, el choque osmótico que se produciría entre ambas masas de agua hace inviable al proliferación de cualquier organismo exógeno. Además, el intercambio se produce en una zona confinada y con nivel de agua regulado y represado por una esclusa, lo cual dificultaría más aún la llegada de una especie exótica a las aguas del río.

Por lo que atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las operaciones de navegación sobre la presencia de especies exóticas en la ría del Guadalquivir, cabe decir que, en base a los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto de las operaciones de navegación en la Eurovía sobre la presencia de especies exóticas se califica como **NO SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.3 MEDIO PERCEPTUAL

7.2.2.3.1 *Elemento receptor RUIDO*

Incremento de los niveles sonoros. La Ley 37/2003, de 17 de noviembre, de Ruido, define, en su artículo 3, la contaminación acústica como la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente. Asimismo, en su artículo 12 establece que las infraestructuras portuarias se consideran emisores acústicos, esto es, cualquier actividad, infraestructura, equipo, maquinaria o comportamiento que genere contaminación acústica.

Durante la fase de obras la maquinaria, sobre todo terrestre, producirá un aumento en los niveles de ruido, pero será temporal y percibida por muy pocos receptores, ya que no existen núcleos poblados cercanos a donde se emplazan las obras. Este efecto desaparecerá en el corto plazo y no generará efectos relevantes.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el incremento de los niveles sonoros con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Esta interacción se califica de **NO SIGNIFICATIVA**.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Incremento de los niveles sonoros. El DA solicita “una modelización en situación de explotación en el ámbito de los elementos ruidosos del proyecto extendido 500 m. Cartografía de áreas e identificación de las circunstancias en que se superarán los umbrales legales de ruido y cartografía de áreas e identificación de circunstancias en que se incrementará significativamente el nivel de ruido respecto a la situación actual”.

Los indicadores y los niveles límites de referencia que permiten evaluar la afección al ruido se fijan en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Concretamente en este caso son de aplicación los objetivos de calidad acústica para áreas urbanizadas existentes definidos en la tabla A del Anexo II del RD 1367/2007, modificada por el RD 1038/2012.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_n	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	(2)	(2)	(2)

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

(2) En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas colindantes con ellos.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.»

Como se puede observar los valores límite se establecen para los índices de ruido, L_d , L_e y L_n , cuya definición según el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, es:

4. L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.
5. L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.
6. L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

Una vez establecido el marco legal, en la fase de funcionamiento del proyecto los elementos susceptibles de generar ruido son los barcos. Para dar respuesta al DA se ha realizado un estudio acústico del paso de buques en las zonas pobladas, Sanlúcar de Barrameda, Puebla del Río y Coria del Río, tomando las siguientes premisas como marco del modelo:

- Buque de 199 m de eslora, situación más desfavorable, dado que el porcentaje de buques que navegan por el Guadalquivir con más de 160 m de eslora supone menos del 2% del total de la flota de entrada al puerto.
- Circula por el río un buque por marea, es decir, dos buques diarios de 200 m de eslora.
- Se toma una velocidad media de navegación de 10 nudos.

El valor de la potencia acústica media utilizada parte de las fuentes citadas en el estudio específico de ruido. El estudio evalúa dos situaciones diferenciadas:

1. Nivel máximo (Indicador L_{max}) que se corresponde con el momento del paso del buque a una velocidad de 10 nudos.
2. Niveles promedio anuales del ruido del paso de buques por el río Guadalquivir.

Los resultados obtenidos de las simulaciones para todos los índices de ruido se recogen en el Anexo I del estudio acústico. A continuación, se presentan las simulaciones para el indicador L_{max} al paso de los buques por los núcleos poblados:



Ilustración 217. Indicador L_{max} al paso del buque por Sanlúcar de Barrameda. Fuente: SINCOSUR, 2022.

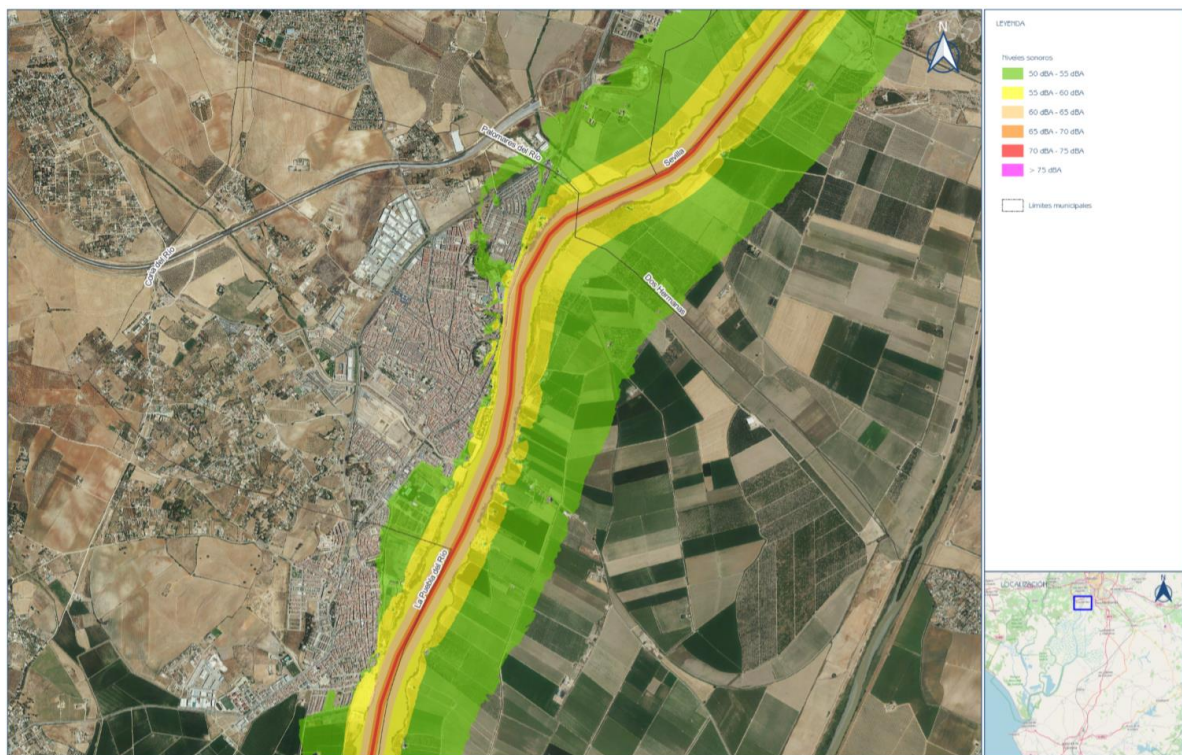


Ilustración 218. Indicador L_{max} al paso del buque por La Puebla del Río y Coria del Río. Fuente: SINCOSUR, 2022.

Y las conclusiones del estudio acústico son las siguiente:

- No existe población afectada por el ruido que genera o generará el tránsito de buques por el río Guadalquivir por encima de los objetivos de calidad acústica establecidos en la normativa aplicable para los indicadores L_d , L_e y L_n .
- No existen centros docentes afectados por el ruido que genera o generará el tránsito de buques por el río Guadalquivir por encima de los objetivos de calidad acústica establecidos en la normativa aplicable para los indicadores L_d , L_e y L_n .
- No existen centros sanitarios afectados por el ruido que genera o generará el tránsito de buques por el río Guadalquivir por encima de los objetivos de calidad acústica establecidos en la normativa aplicable para los indicadores L_d , L_e y L_n .
- No existe perturbación ni aumento significativo de los niveles sonoros existentes en las áreas rurales originariamente tranquilas.
- No existe ningún área en la que se supere o se superará el objetivo de calidad acústica establecido en la legislación vigente.
- Respecto al cálculo del nivel máximo de emisión por el paso de un buque se indica que no existe en la normativa vigente un valor límite concreto. El resultado obtenido no implica niveles altos para la población ribereña, siendo totalmente asumibles los valores calculados.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el incremento de los niveles sonoros con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por todo lo expuesto, el efecto del incremento de los niveles sonoros en la fase de funcionamiento del proyecto, teniendo en cuenta el tipo de navegación que se producirá en las proximidades de los núcleos poblados, y habiéndose simulado la situación más desfavorable, se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.3.2 Elemento receptor PAISAJE

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Modificación de los componentes del paisaje. En esta fase la modificación de los componentes del paisaje vendrá asociada a la presencia de maquinaria pesada y materiales de obra necesarios para los acondicionamientos de los vaciaderos terrestres, la instalación de la estructura intermedia, los dragados de mantenimiento y el depósito del material.

En la zona de obras de los vaciaderos terrestres se generará un aspecto similar al mostrado en la Ilustración 219:



Ilustración 219. Acondicionamiento del vaciadero de Butano en una de las campañas de dragado de mantenimiento. Fuente: DRAVO, S.A., 2021.

En cuanto a las operaciones de mantenimiento de la vía navegable, éstas implicarán de forma temporal y secuencial en el espacio, dependiendo del tramo de trabajo, la presencia de buques, la draga de succión en marcha, el plough y el water injection, en su caso, en la canal de navegación, elementos asimilables a los buques que navegan por la Eurovía y el mar.

La presencia de estos elementos es temporal, sólo durante las obras, y desaparecen por completo a su finalización recuperando el medio su aspecto original y sin vestigio algún de alteración.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el paisaje con base en los siguientes criterios:

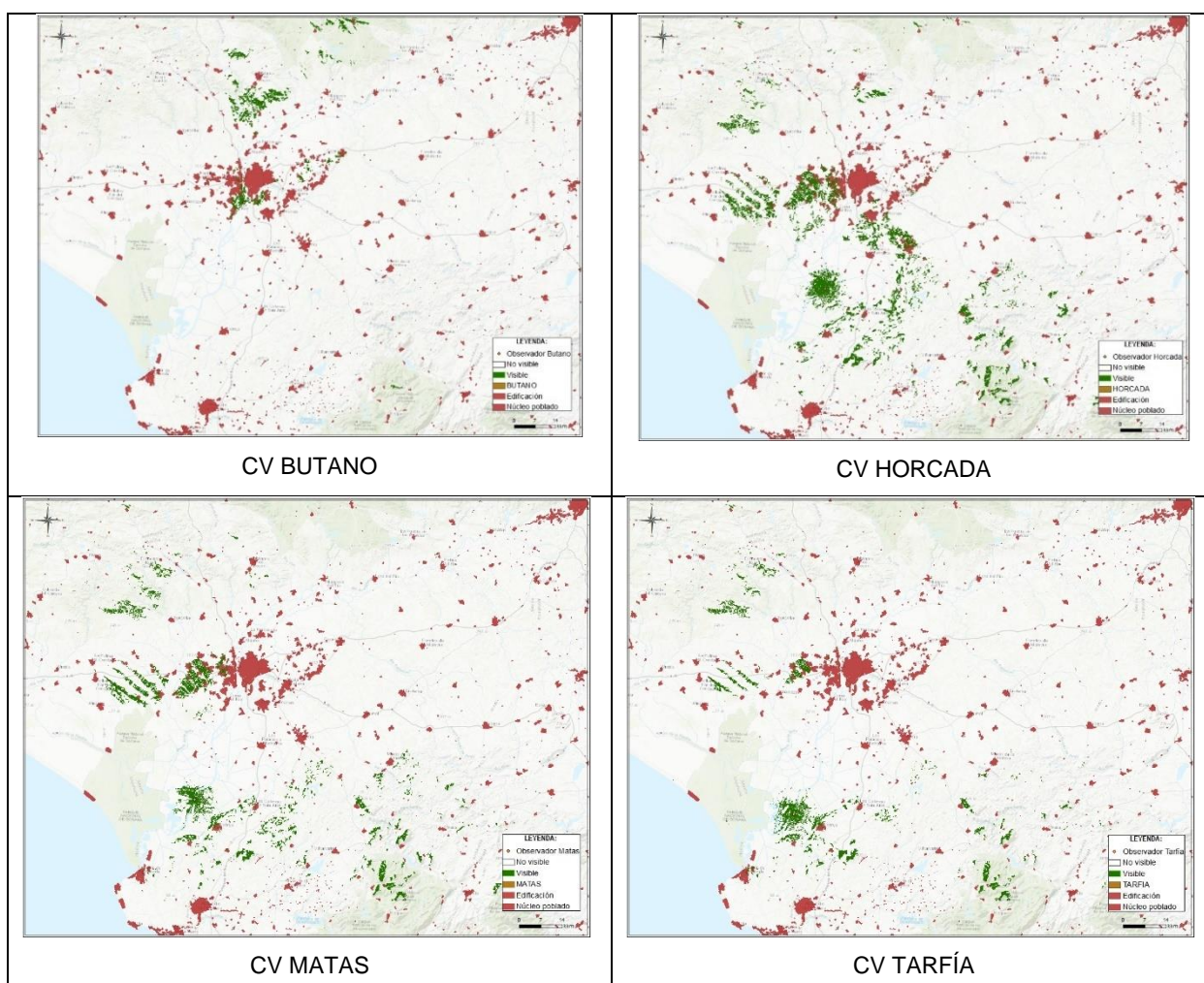
EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

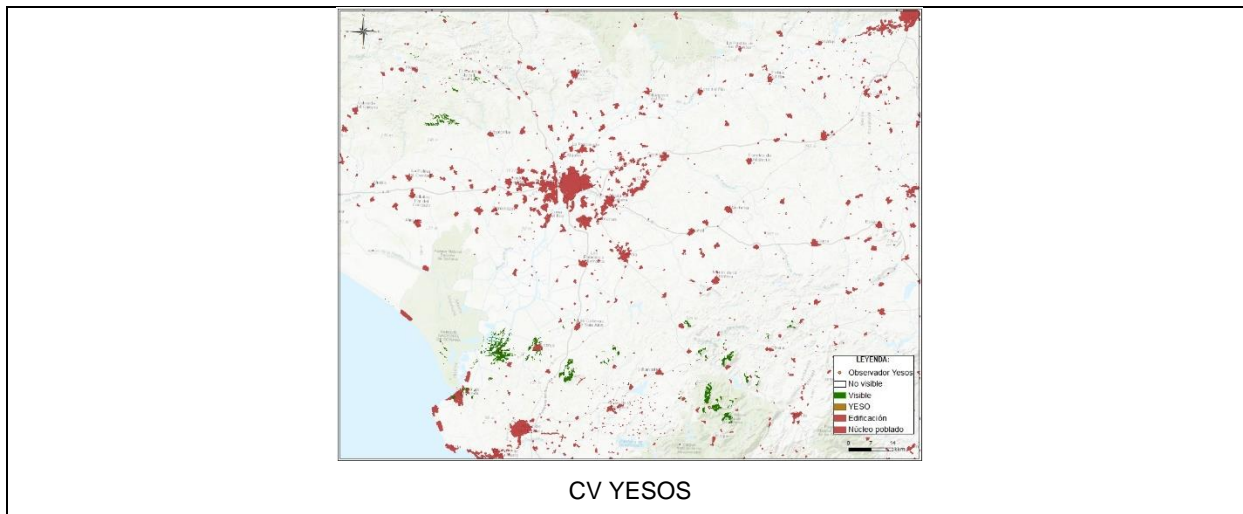
En conclusión, no se identifican en esta fase elementos causantes de impacto sobre el paisaje, por ello, el efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Modificación de los componentes del paisaje. El proyecto de optimización de la navegación no supondrá la intrusión de ningún nuevo elemento en el paisaje, dado que uno de los ejes principales de aquél es seguir manteniendo la rasante actual del lecho lo cual se traduce en seguir realizando dragados de mantenimiento de la canal, es decir, la retirada de lo que se deposite en el lecho de un año a otro. Estos trabajos no tienen una representación física e intrusiva en el paisaje, si no que se traduce en la presencia durante un par de meses al año de un equipo de dragado en el río, hasta ahora una draga de succión en marcha. Su presencia pasa totalmente desapercibida al tratarse de una canal navegable por la que transitan a diario buques de alto tonelaje.

En los vaciaderos terrestre, por su parte, las estructuras de la fase de construcción se retiran y quedan incluso mejorados respecto al estado de partida ya que se mantiene la lámina de agua para favorecer la presencia de la avifauna. En cualquier caso, atendiendo a lo indicado en el DA, se han calculado las cuencas visuales para un observador de 1,8 m de altura que se situase en una de las motas de cada uno de los vaciaderos considerados en el proyecto, ya sean al uso o en reserva, resultando lo siguiente:





Como se observa, no se ha incluido en el cálculo la variable radio que limita el ámbito espacial del análisis por lo que se muestra un escenario en cada caso que debe interpretarse. Butano puede ser visible, según resultados, desde Sevilla, Puebla y Coria del Río, pero la realidad muestra que no hay visión del vaciadero o es muy limitada. La Horcada, como se ve, tiene alta visualización a su alrededor, pero no es visible desde ningún núcleo poblados, sí desde la otra margen, pero no está habitada, salvo naves agrícolas asociadas a cultivos que no sirven de residencia. Yesos no es visible desde Lebrija. Por la distancia ni desde Sanlúcar de Barrameda. El potencial de visualización desde Tarfía y Matas lógicamente también se concentran en las cercanías de su alrededor. No es posible la visual desde los núcleos urbanos cercanos, ni hay viviendas en las alrededores.

En el caso de la estructura intermedia de parada en la fosa 6, a la altura aproximada del pk 57 se dispondrá un muelle continuo pilotado de 110,50 m de longitud, con cota de coronación a la +7,90 m, dotado de 8 sistemas de defensas dobles y el mismo número de bolardos, de 100 t, que actuará como elemento de atraque y amarre, y dos duques de alba, también pilotados, con coronación a la +7,00 m y dotados de un bolardo de 100 t cada uno. Cada sistema de defensas se compone de 2 defensas separadas verticalmente 4,5 m entre ejes y unidas a escudos de 8,5 m de alto y 5,5 m de ancho. Estas defensas irán situadas a lo largo de la viga cantil del muelle, con una separación entre unidades de entre 15 y 17,25 m. El muelle se cimentará sobre 60 pilotes metálicos de 1,6 m de diámetro, hincados hasta la cota -30 m y distribuidos homogéneamente en una malla de 15 x 4. Los duques de alba se cimentarán sobre 4 pilotes de 1,0 m de diámetro hincados también a la cota -30. Este tipo de estructura ya existen en el río, por ejemplo, el pantalán de Trebujena y no es visible desde los núcleos poblados más cercanos, pero, aunque lo fuese se trata de un muelle con un barco atracado, elementos habituales en canales de navegación y zonas portuarias. De noche, la estructura llevará balizamiento luminoso pero la visual serán luces intermitentes tipo las que se sitúan en las boyas para señalizar la canal de navegación, es decir, sin incidencia relevante. Más la fosa 6 se sitúa en una zona despoblada.

En cuanto a las estructuras de defensa y restauración de márgenes éstas se proyectan con el mismo material dragado del río. Su aparición será progresiva y en 4 años sectorizada a los tramos del río más prioritarios. El impacto visual será muy localizado, sin potenciales localizadores y a futuro con un efecto positivo por la recuperación. En cualquier caso, se ha calculado la cuenca visual total desde el río, siendo el potencial de visualización de toda la vía el siguiente:

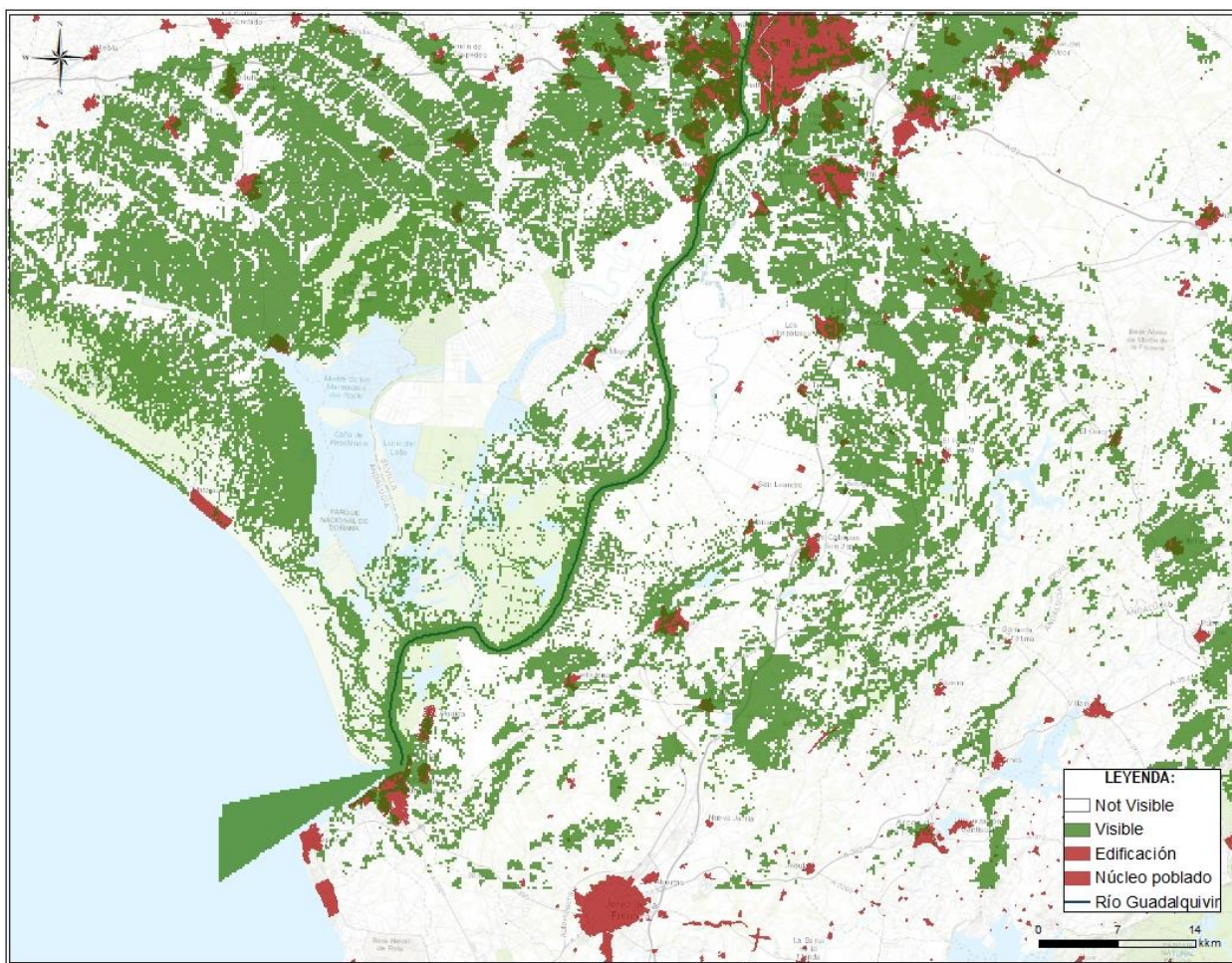


Ilustración 220. Cuenca visual desde el río. Fuente: MDT200, cnig. Elaboración propia, 2022.

Como se observa, el color verde, con potencial de visualización se extiende en zonas despobladas mayormente y en bien conocido que desde el interior de los núcleos urbanos no es posible la visual. Lo localizado de las restauraciones y el bajo número de pobladores en el entorno hace que este efecto no sea relevante. La medida de restauración o estabilización, de todas formas, contribuirá a mejorar el paisaje y estará integrada en el entorno porque así se planifica.

Por último, se han calculado las cuencas visuales desde los miradores más cercanos a la zona de estudio, en un área de influencia de más de 25 km, para conocer también qué superficie del terreno es visible desde los puntos más elevados del territorio o con mayor notabilidad, obteniéndose el siguiente resultados:

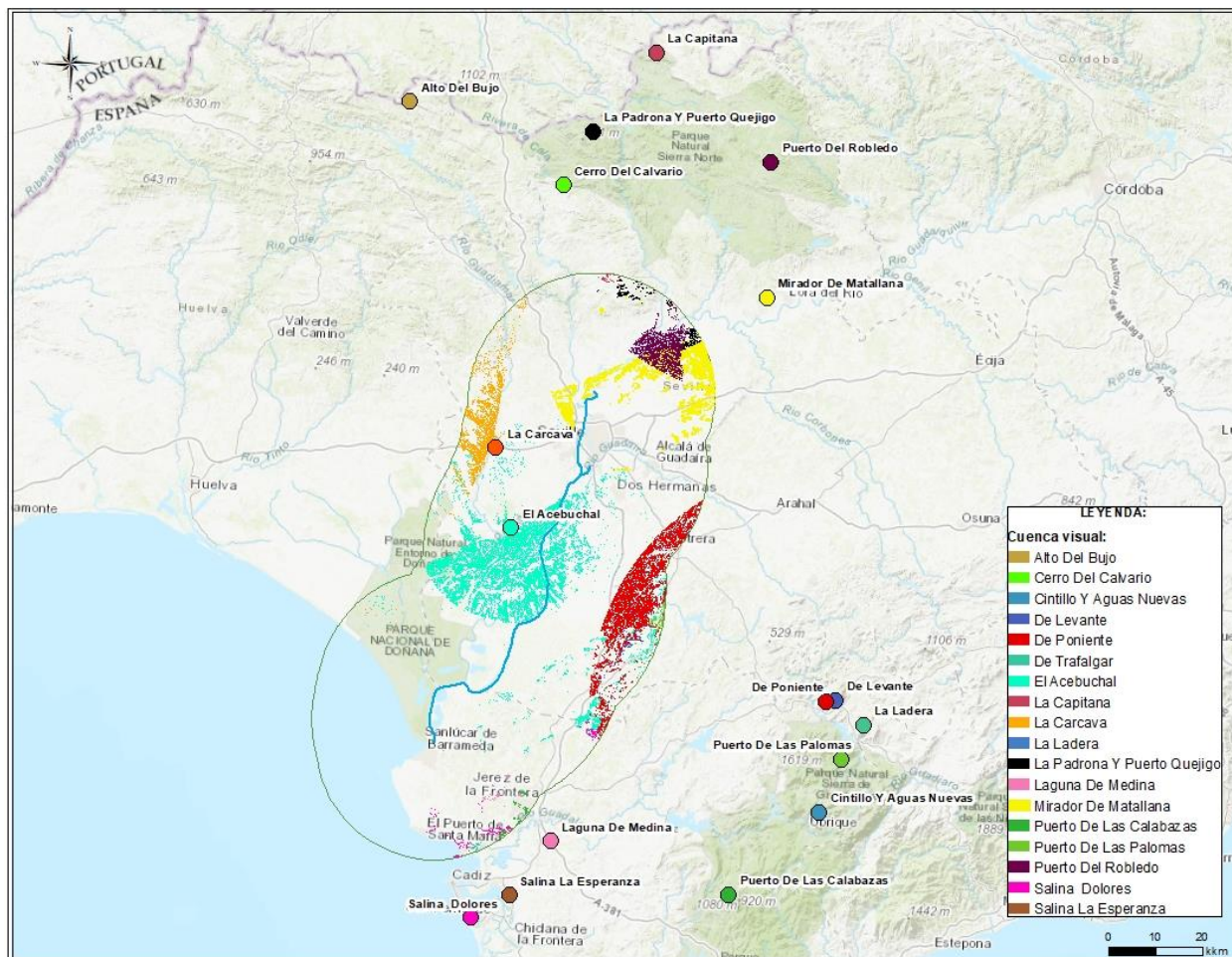


Ilustración 221. Cuencas visuales desde los miradores del entorno del Bajo Guadalquivir. Fuente: REDIAM. Elaboración propia, 2022.

Únicamente desde el Acebuchal se tiene visión del tramo intermedio del río, desde la Corta de la Isleta hasta Trebujena, pero no hay observadores permanentes en esa sección. Desde otros emplazamientos no es posible la visión por lo que ni la draga ni las actuaciones de restauración serán visibles desde los miradores.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el paisaje con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Con todo ello, con base en la escasa incorporación de elementos del proyecto en esta fase, el escaso potencial de visualización desde los puntos analizados y la despoblación en la zona el efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

En esta fase las alteraciones sobre el paisaje vendrán dada por la maquinaria precisa para desmantelar la estructura flotante intermedia (donuts) que únicamente operará en el medio acuático y aquellas actuaciones de restauración/defensa de márgenes que no hayan resultado efectivas. La modificación será temporal y muy localizada a los tramos de trabajo, siendo el potencial de observadores muy escaso, dada la baja densidad de población en los márgenes, con excepción de los núcleos de Puebla y Coria del Río y Sanlúcar de Barrameda en la desembocadura, pero, en estos tramos no se proponen actuaciones.

El efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

7.2.2.4.1 Elemento receptor ESPACIOS NATURALES Y ÁREAS PROTEGIDAS

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Afección sobre los HICs. En esta variable ambiental, teniendo en cuenta que el proyecto se realiza en el ZEC Bajo Guadalquivir, son varios los HICs que pueden verse afectados por las obras. Las operaciones de mantenimiento de la Eurovía, la colocación en fosas del material dragado y el vertido en vaciadero marino son las operaciones que generan mayor afección al cauce del río. Otras, como la instalación de la estructura flotante intermedia o la construcción y colocación de obras de defensa de márgenes, también producirán alteraciones, pero de forma más localizada en el espacio y de mucha menos entidad. Se centrará el análisis detallado a las primeras acciones citadas y se considera de poca significatividad el resto de las mencionadas.

El dragado de mantenimiento y el vertido, depósito o recolocación del material extraído en vaciaderos terrestres, playas, márgenes del río o el vaciadero marino generarán plumas de turbidez en el medio. En el caso del dragado, lógicamente la turbidez más elevada se dará en el punto de dragado y la dispersión se producirá aguas arriba o abajo del río en función de las condiciones de la marea, llenante o vaciante. Esta turbidez pudiera afectar al HIC localizado en el cauce del río, pero afecta a áreas de dragado puntuales, puesto que no se draga en todo el cauce, sino solamente en aquellas zonas que es requerido para el mantenimiento de la rasante. Efectivamente, se producirá una alteración del hábitat debido a la turbidez, pero será de escasa magnitud, temporal y se integra con la que lleva naturalmente el río.

Para el depósito del material también la mayor turbidez se produce en el punto de vertido o reubicación. En el vaciadero marino el vertido se produce por apertura de cántara, formándose una pluma superficial que se desplaza también en el sentido de la corriente. La suspensión de este material en la capa superficial dura minutos, y la alteración deja de percibirse, al menos en superficie, una vez parado ese periodo de

tiempo. Por su parte, con la colocación en playa la turbidez se genera en la orilla, por el remanente de agua que llega desde el punto de descarga, que se produce mediante tubería en la playa seca. Esta turbidez es de escasa magnitud y se integra que la que lleva el río en la desembocadura. Este mismo efecto ha tenido lugar durante la campaña de dragado de mantenimiento 2021 con el aporte de material en el margen erosionado de Doñana.

En cuanto al depósito en fosas esta operación no se ha realizado en el río, siendo una opción que se contempla y evalúa en este EsIA, pero es evidente que la operativa genera una turbidez en el punto de depósito que se eleva en la columna de agua y se desplaza dependiendo de las condiciones de la marea, por lo que modificará las condiciones del hábitat.

Las acciones para instalar las estructuras de restauración o estabilización tendrán una afección puntual y temporal en esta fase y no son significativas.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el deterioro de bienes de dominio o uso público e infraestructura verde con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

La afección a los hábitats de interés comunitario que tiene lugar durante las operaciones consideradas está relacionada con el incremento de turbidez en la columna de agua, debiendo estudiarse aquél en mayor profundidad, y se califica como **SIGNIFICATIVO**.

Afección sobre especies protegidas. En esta fase de construcción, las principales especies protegidas que se pueden ver afectadas serán aquellas que se encuentran en el ZEC Bajo Guadalquivir. Dentro de las especies que se encuentran en el ZEC Bajo Guadalquivir, se diferencian entre las aves, mamíferos y peces.

En lo relativo a la avifauna, son varias las especies protegidas que se encuentran en el ZEC Bajo Guadalquivir y que se pueden ver afectadas por las actividades del proyecto de optimización. En este caso, las labores de vertido, depósito o recolocación del material extraído en vaciaderos terrestres, playas y/o márgenes del río, pueden generar algún tipo de afección y molestia a las aves de la zona.

En cuanto a la ictiofauna, son las actividades a realizar en la canal de navegación, como por ejemplo las operaciones de mantenimiento de la Eurovía, la colocación en fosas del material de dragado y el vertido en el vaciadero marino las que generan mayor afección al cauce del río, pues son las que generan mayor

turbidez y por ende afectan a las especies de peces que en el habitan. Muchas de las especies de ictiofauna son especies protegidas, tal y como ha quedado reflejado en la descripción del medio biótico.

En lo relativo a las especies de mamíferos, dentro del ZEC Bajo Guadalquivir se encuentra la nutria, que además su hábitat natural es el cauce del río, por lo que todas las actividades que se han descrito anteriormente para las especies de peces, afectarán en igual medida a la nutria.

Además, las acciones derivadas de instalar una estructura intermedia en el cauce del río, en la fase de construcción, generarán una afección tanto a los peces como a la nutria, no obstante, esta afección será puntual y temporal, por lo que será no significativa.

Lo mismo ocurre con la instalación de estructuras de restauración o estabilización de los márgenes más erosivos, que tendrán una afección puntual, temporal y de escasa duración, solamente en la fase de construcción, por lo que su afección será no significativa.

No obstante, atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2., se evalúa la significatividad del efecto de las acciones del proyecto sobre las especies protegidas que se encuentran en la zona en la que se va a realizar el proyecto de optimización de la navegación y estabilización de márgenes con base a los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Las afecciones a las especies protegidas durante las actividades a realizar en el cauce del río en la fase de construcción son calificadas como **SIGNIFICATIVAS** y deberán tomarse medidas para minimizar dichos impactos.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Mejora de conectividad ecológica y cinturón vegetal por actuaciones de restauración y/o estabilización de márgenes. Las actuaciones de restauración y/o estabilización de márgenes, si llegasen a ejecutarse en el marco de colaboración administrativa, en las secciones en las que se proponen, es decir, las que sufren mayores procesos de regresión donde el cinturón vegetal se encuentran más deteriorado, darán continuidad a las márgenes del río. En este sentido, se reforzará la vegetación con especies autóctonas, dando mayor estabilidad a los taludes, lo cual se traduciría en continuidad de la vía de conectividad ecológica. Incrementará la superficie de terreno disponible para la avifauna y dará estabilidad a trasdós de las actuaciones. Este efecto se califica como **SIGNIFICATIVO** y se analiza como impacto residual.

Deterioro del HIC debido al tráfico de buques. En esta fase, tan solo el tránsito de barcos puede movilizar el sedimento y generar turbidez que afecte a los hábitats del cauce y márgenes del río. El IH ha estudiado que en el centro de la canal los forzamientos ambientales tienen capacidad de iniciar el movimiento del sedimento, por lo que la marea y la corriente del río son capaces, de forma natural, de generar movimiento, lo que conlleva turbidez y a su vez alteraciones en el hábitat. Por su parte, COMPLUTIG ha llevado a cabo un análisis de turbidez mediante imágenes satélites y las mayores variaciones de este parámetro en la columna se asocia a periodos de lluvia.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre las alteraciones de los hábitats de interés comunitario derivadas del tráfico de buques con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto de la navegación es de una magnitud imperceptible en relación con los fenómenos naturales y los dragados de mantenimiento. El efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

Interacción con los objetivos de conservación de los espacios protegidos y la integridad de los lugares. Los espacios protegidos del entorno tienen objetivos comunes consistentes en conseguir y mantener un estado favorable de los HICs que contienen y de las especies. El efecto de las acciones del proyecto sobre HICs y especies ya ha sido evaluado. En este sentido, la afección sobre la variable se hace desde un ámbito más holístico, considerando la integridad e importancia de los lugares.

Los dragados de mantenimiento se producen en una ZEC, Bajo Guadalquivir, pero esto ha sido así desde siempre. También las operaciones de colocación del material. La ejecución de estas acciones no ha generado ningún efecto sobre HICs ni especies que se hayan traducido en un empeoramiento de las condiciones de las zonas protegidas. De hecho, en la campaña 2021 se realizó un aporte de material en una margen de Doñana que dotó al ecosistema lacustre a trasdós de un protección, a la vez que rehabilitó la superficie de playa, perdida por el comportamiento meándrico natural. Esto es una prueba de que el proyecto contiene acciones que no sólo no van en detrimento de la integridad de los lugares, sino que puede contribuir al mantenimiento por el que abogan los objetivos de los planes de conservación. En concreto, el Anexo III del Plan de Gestión del espacio establece en su Apdo. 6.1. los objetivos y medidas para las prioridades de conservación. De ellos, los siguientes se verían favorecidos por una restauración de márgenes:

- C.1.1.2. Se priorizará el mantenimiento y recuperación de los hábitats de interés comunitario en las ZEC, fomentando la restauración de las márgenes del río, evitando la remoción del suelo.
- C.1.1.3. Se promoverá que las repoblaciones y regeneraciones forestales se realicen con especies autóctonas y características de los HIC de ribera presentes en la zona. Del mismo modo, se potenciará la sustitución de las especies alóctonas e invasoras que pudiera haber.
- A.1.1.1. Se mejorará la información existente en relación con la superficie y localización, estado de la estructura y funciones, amenazas y posible evolución de los HIC 1310, 1320, 1420, 3140, 3270, 5110, 6420, 6430, 91B0, 92A0, 92D0, para establecer su grado de conservación. A este objetivo ya se ha contribuido a través de los estudios que la APS ha llevado a cabo de los usos del suelo en las márgenes y relación con los HICs, trabajo desarrollado por complutig.
- A.1.1.5. Se priorizarán las ZEC en las acciones que se determinen en futuros documentos en materia de restauración de riberas.
- C.2.1.3. En el marco del Plan de mejora de la Conectividad Ecológica en Andalucía, se promoverán aquellas actuaciones que contribuyan a reforzar la función de conectividad en el ámbito de este Plan.
- A.2.1.6. Se priorizará la limpieza del cauce y las riberas de las ZEC de escombros y residuos. Esas actuaciones se deberán realizar mediante buenas prácticas, evitando el uso de maquinaria pesada, sin eliminar la vegetación de ribera y regenerando las zonas afectadas. Además, deberá realizarse un análisis previo de las causas y afrontarlas previamente a las acciones de restauración para garantizar el éxito de las mismas.

En el caso de la ZEC Doñana Norte y Oeste los objetivos de conservación cuya consecución se vería favorecida por la mejora de márgenes son los siguientes:

- A.3.1.2. Se fomentará la realización de estudios sobre determinados procesos erosivos y edafogeomorfológicos e hídricos que reconozcan la dinámica evolutiva o generen situaciones de deterioro en el estado de conservación de los HIC.
- A.3.1.4. Se favorecerán actuaciones encaminadas a la recuperación de espacios degradados que favorezcan la conexión de áreas de hábitat fragmentadas.
- A.3.2.3. Se impulsará la restauración de una banda continua de vegetación de ribera con objeto de mejorar la conectividad ecológica de los cauces.

La ZEC Brazo del Este debe su importancia a la avifauna que está presente en el espacio y a ello se dirigen los objetivos de conservación. Sobre este espacio no se proyectan actuaciones específicas y dada su alta regulación no se producirán afecciones. En cualquier caso, la mejora de los lugares aledaños repercutirá de forma positiva en el conjunto.

Es preciso para la mejora de los márgenes una puesta en común y coordinación entre administraciones implicadas. Si se produce este escenario, algunas acciones tendrán efecto positivo sobre los espacios protegidos, ZEC Bajo Guadalquivir y Doñana, por ende, sus HICs y especies relevantes, que otorgan la

importancia a estos lugares, a la vez que se contribuye a la participación de estos espacios en la red de conectividad ecológica de Andalucía.

En todo caso, el efecto positivo sólo se dará si se alcanza ese consenso entre implicados, debe pasar por fases de pruebas y planificación, de forma que se producirá en un plazo medio, dudosamente en los 4 años para los que la DIA dará cobertura, el efecto será local, aunque puede ir expandiéndose cada año que se produzca obra de dragado. A largo plazo el efecto sería relevante y positivo para HICs, especies, espacios protegidos y paisaje.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 si se evaluase la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre los espacios y áreas protegidas con base en los siguientes criterios resultaría lo siguiente:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

En el plazo de 4 años de cobertura de la DIA, considerando la baja probabilidad de que las acciones puedan ejecutarse, se califica el efecto de **NO SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.4.2 Elemento receptor PESCA MARÍTIMA

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Impactos sobre las especies de interés comercial que forman parte de las capturas de la flota pesquera del Golfo de Cádiz, especialmente sobre zonas de puesta y alevinaje. Como se ha analizado la actividad pesquera en los tramos altos de la zona de estudio es marginal y no está regulada. Las especies que se capturan, principalmente albures, tienen escaso valor comercial y no pueden explotarse. Los camarones se capturan hasta la altura de Coria del Río, aguas arriba no están presentes porque no ascienden tanto en el río su presencia es vestigial.

En el pasado se producía una actividad pesquera ligada a la captura de especies como sábalos, saboga, anguilas e incluso esturión. La construcción de la presa de Alcalá y la sobreexplotación de sus individuos dieron lugar a recursos impedidos y esquilados y esas especies, que fueron una vez explotadas, pasaron a estar altamente reguladas, con prohibiciones y protegidas hoy en día. Del esturión no hay evidencias de presencia en el Guadalquivir desde hace casi 50 años y la anguila sigue estando presente en el río, dado que puede evitar el obstáculo impuesto por la presa, pero no puede capturarse, de acuerdo con lo establecido en el plan de recuperación de la especie. Sábalos y saboga son especies protegidas que no pueden capturarse o comercializarse.

En la zona de la desembocadura, a unas 12 millas se captura el langostino principalmente con arte de arrastre, mientras que en la Reserva de pesca se captura en menor proporción con artes de enmalle. En cuanto a especies como chirla y corvina se obtienen buenos rendimientos de su captura y comercialización.

En relación con especies exóticas en el Guadalquivir en los últimos años se permite la captura y explotación del cangrejo rojo, y más recientemente el cangrejo azul, a pesar de estar propuesto por el comité técnico del MITERD para su inclusión en el catálogo español de especies exóticas invasoras. Su presencia en marismas, arrozales y caños del río ha favorecido el nacimiento de una actividad económica relevante. El plan de control del cangrejo rojo reguló la práctica comentada. En cualquier caso, esta actividad se produce fuera de la canal de navegación y no se verá afectada.

En la canal de navegación no pueden calarse artes, por lo que las acciones de proyecto no tendrán incidencia directa sobre actividad pesquera, marisquera o acuícola. En cuanto a la turbidez producida durante los dragados el equipo de Zoología Marina de la US, estudió que **“la alta turbidez provoca una mayor disponibilidad de alimento en la cadena trófica, incrementando su alta productividad y, por tanto, su capacidad como área de cría para muchas especies”**. Esto se evidenció en el caso del boquerón (*Engraulis encrasicolus*), una de las especies pesqueras de mayor relevancia económica, con representación importante en el estuario del Guadalquivir, tal que su productividad de boquerones resulta cuatro veces superior a la del Guadiana. Los estudios de la US hallaron una densidad promedio en el interior de cada estuario de 761 larvas y juveniles de boquerón por cada 1.000 m³ en el Guadalquivir; 162 en el Guadiana; 25 en bahía de Cádiz; y 10 en Tinto-Odiel. Así mismo, Boesch & Eugene, 1984 y Elliot & Hemingway, 2002, indicaron que estos ecosistemas gracias a sus condiciones de alta turbidez y diferentes niveles de salinidad generalmente proporcionan una alta disponibilidad de alimentos y un buen refugio de depredadores para las primeras etapas de la vida de estos peces.

En el caso del WID, éste operará en los tramos altos, Antesclusa y Huertas, y allí no se registra una actividad pesquera reglada, no estando reconocida la venta de los productos, como se ha referido. En cuanto a la turbidez que genera esta técnica, en la prueba realizada en el mes de noviembre de 2022 se determinó que la pluma generada en fondo no asciende más de 40-50 cm en la columna de agua en ningún caso, independientemente de coeficientes de marea y velocidades de corriente, y no se desplaza aguas abajo más de 950 m desde el punto de inyección de agua a baja presión. La remoción que produce en comparación con los sólidos suspendidos en la columna de agua del Guadalquivir es insignificante y la alteración de la remoción no se deja notar 1 hora después de la finalización del barrido. En este sentido, nunca alcanzará la sección del río donde se localizan las instalaciones acuícolas, en la Punta de los Cepillos, de forma que tomas de agua no se verán afectadas respecto a la situación actual. Es más, periodos pluviométricos agudos o descargas de la presa son los fenómenos más desfavorables para la actividad porque aumentan notablemente en corto plazo la cantidad sólidos suspendidos en el agua. El hecho de que los dragados con succión en marcha se espacien en el tiempo, ahora cada 18 meses, hará que la turbidez asociada a esta actividad también lo haga, siendo menos impactante que en la situación

actual, con operaciones anales. El WID, por su parte, aunque con mayor frecuencia y novedad, no tendrá ninguna incidencia, aunque el material no se extraiga. Además, a todo esto, se añade que las tomas de agua de las instalaciones acuícolas no se sitúan a ras del fondo, sino más próximas a la superficie y ni la succión ni el WID dejan notar los efectos del incremento de la turbidez en la superficie de la columna. Por todo ello, el efecto sobre la acuicultura no se produce.

En cuanto a la inquietud manifestada por la Cofradía de Pescadores de Sanlúcar como parte del proceso participativo, en la exposición de enero de 2023, en lo relativo al efecto de las descargas en vaciadero marino sobre la actividad pesquera, en concreto la captura de la chirla, debe comentarse que:

El vaciadero marino tiene una superficie de algo más 380.000 m², siendo un cuadrado de 600 m de lado, que queda, como se aprecia en la Ilustración 34, fuera de los caladeros de arrastre, situados a más de 6 millas de costa, situándose, concretamente, a 540 m del contorno del más cercano. Estos caladeros son también empleados por la flota de cerco, cuyas capturas no dependen del bentos y por tanto, ninguna de estas flotas (arrastrea y cerquera), se verán afectadas por las actividades de vertido llevadas a cabo en el vaciadero marítimo.

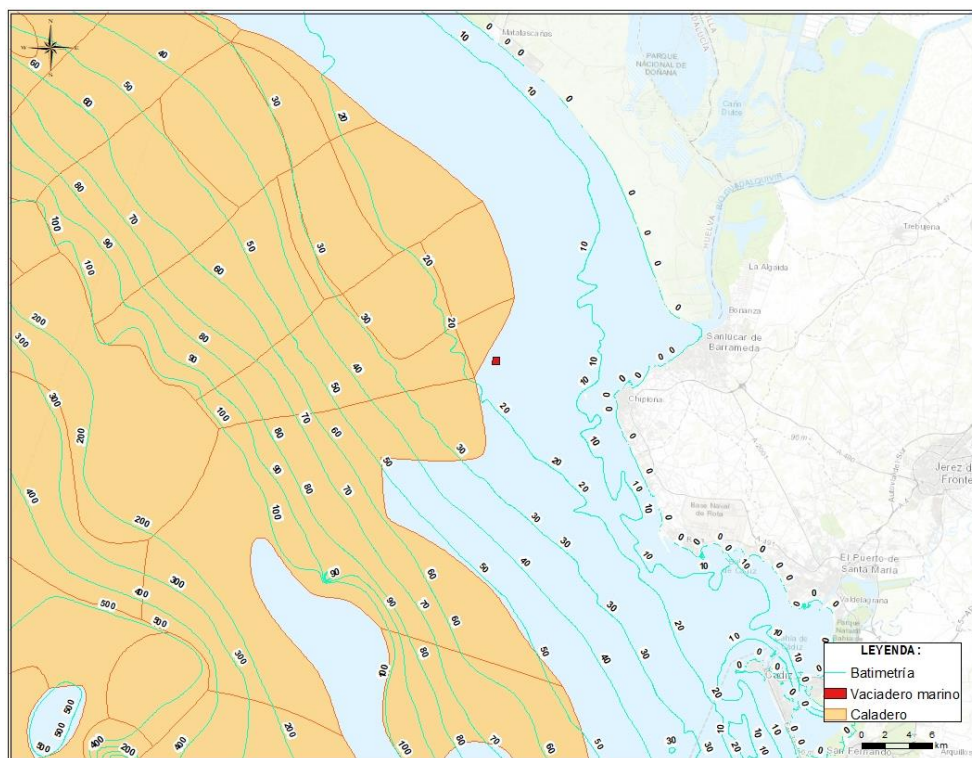


Ilustración 222. Caladeros y vaciadero marino. Fuente: DERA. Elaboración propia, 2023.

- A continuación, se muestran los caladeros para el resto de los artes empleados por las cofradías de la zona:

Draga hidráulica y rastro

La Orden de 27 de abril de 2018, por la que se adaptan las zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y se establecen disposiciones relativas a los controles oficiales de las mismas, determina que... En el caso particular de los moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos, la reglamentación comunitaria prevé el establecimiento de zonas de producción (y en su caso, zonas de reinstalación) delimitadas por la autoridad competente, como **únicas zonas autorizadas para la recolección de estos grupos de especies con destino al consumo humano**, es decir, fuera de las zonas establecidas en esta orden y sus posteriores modificaciones está prohibida la captura de moluscos bivalvos.

A continuación, se muestran los caladeros de draga hidráulica y rastro (Zonas AND 106 y AND 107), que quedan definidos por la Resolución de 31 de marzo de 2022, de la Dirección General de Pesca y Acuicultura, por la que se modifica el anexo de la Orden de 27 de abril de 2018, por la que se adaptan las zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos de la Comunidad Autónoma de Andalucía, y se establecen disposiciones relativas a los controles oficiales de las mismas.

La principal especie objeto de captura para estas artes en la zona de estudio es la chirla (*Chamelea gallina*).

En esta ilustración puede observarse que el vaciadero marino quedaría a mucha distancia de las zonas de producción más cercana (9 millas) y, por tanto, las operaciones que allí se realizan difícilmente podrían afectar a la pesca de chirla mediante rastro o draga.



Ilustración 223. Caladeros de draga hidráulica y rastro

Respecto a los posibles recursos presentes en dicho caladero y a los efectos indirectos, la APS viene realizando una serie de trabajos dirigidos al seguimiento de los efectos del vertido en el vaciadero marítimo sobre los recursos pesqueros (concretamente sobre la chirla), en los últimos años.

Las conclusiones obtenidas en el último seguimiento (2021), son las siguientes:

Se han llevado a cabo 2 campañas de muestreo, una pre-operacional y otra post-operacional, para determinar el estado de desarrollo de uno de los principales recursos bentónicos presentes en la reserva pesquera del Guadalquivir, la chirla. Los resultados obtenidos en ambas campañas han permitido llevar a cabo un análisis comparativo, determinándose así si el vertido de materiales de dragado en el vaciadero marino ha supuesto una merma en las poblaciones del citado bivalvo.

En ambas campañas de muestreo de chirla las tallas obtenidas han sido similares (20 mm). Existen pocos ejemplares de pequeña talla o de tallas comerciales, indicando la ausencia de reclutamiento en periodos previos a ambos muestreos y la presión pesquera existente sobre los ejemplares de tallas comerciales.

La biomasa de chirla promedio se ha visto incrementada de forma notoria en la campaña post-operacional, la densidad también ha aumentado en 36 individuos.

Los valores máximos de biomasa y número de individuos se han obtenido en el punto más cercano a la zona de vertido. Este hecho, unido a la estabilidad en el número de individuos de chirla en las zonas de muestreo tras el vertido (campaña post-operacional), muestran claramente la ausencia de afecciones derivadas de dicho vertido de material en vaciadero marino sobre los recursos pesqueros analizados. Resultados esperables, ya que el punto de vertido se sitúa muy alejado del punto más cercano de muestreo (9 km).

Por otro lado, hay que indicar que la densidad de chirlas obtenidas en el vaciadero marino está comprendida entre 10 y 20 individuos por m² frente a los 70-100 individuos m² obtenida en la reserva de pesca. Es decir, el vaciadero marino no presenta una densidad de recurso significativa o explotable en comparación con la reserva marina de pesca.

Por todo lo expuesto se puede decir que, dado que los vertidos llevados a cabo en el vaciadero marino en trabajos previos, no han producido efectos indirectos sobre los recursos explotados por las flotas de rastro y draga en la Reserva de Pesca o directos sobre los recursos pesqueros del vaciadero (escasa presencia), se puede decir que los futuros trabajos tampoco incidirán sobre la actividad o recursos objeto de estas modalidades de pesca.

Artes menores

Los caladeros de artes menores, en la zona de estudio, vienen definidos por la Reserva de Pesca de la desembocadura del río Guadalquivir:

En las zonas B y C estaría permitida la pesca con artes de enmalle con objeto de capturar acedías, merluza, espáridos, corvinas, chovas, bonito del sur, lubinas, bailas, mugíldos, chocos, calamares, pulpos y langostinos.

En la zona D y fuera de la reserva, se emplearían también artes de anzuelo dedicadas a la captura de peces de mayor porte y alcatruces para la captura del pulpo.

El límite exterior de los caladeros de artes menores lo marca el límite interior de los de arrastre (6 millas), ya que el fondeo de estas artes es incompatible con las maniobras del arrastre de fondo.

Estos caladeros son los únicos que coincidirían con la zona de vertido empleada como vaciadero marino.

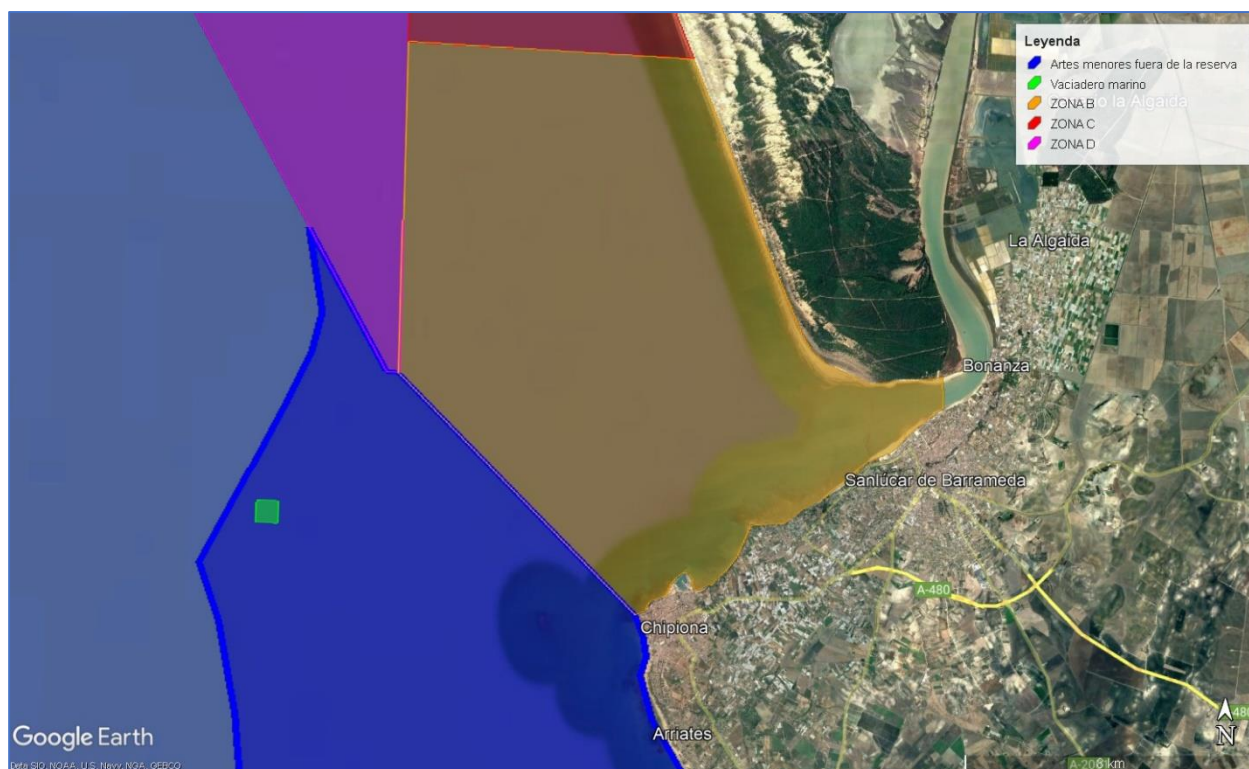


Ilustración 224. Caladeros de arte menor

En este sentido hay que indicar que los caladeros de artes menores son muy extensos, por lo que la superficie afectada por el vaciadero se puede considerar despreciable frente al total y por tanto, los efectos de las operaciones de vertido en este, dada la temporalidad de las operaciones y la ausencia de sustrato rocoso en las inmediaciones (zonas de atracción de la ictiofauna), sobre la actividad pesquera desarrollada con artes menores, se pueden considerar poco significativos.

En el estudio de dispersión se han analizado, por un lado, la dispersión de los finos que quedan en suspensión en el vertido y por otro la acumulación de sedimentos en el fondo.

El resultado de la dispersión de los finos que quedan en suspensión, que según la bibliografía (Van Rijn, 2019: TURBIDITY DUE TO DREDGING AND DUMPING OF SEDIMENTS) es del 5%, refleja, para las distintas condiciones simuladas, una envolvente como la que se muestra en la Ilustración 35, que, se adentra en el caladero, sin embargo, se trata de la zona a la que los sólidos en suspensión en la columna de agua tienen un incremento de al menos 0,5 mg/l. Estos incrementos de sólidos en suspensión en la columna de agua no tienen interacción alguna con la pesca.

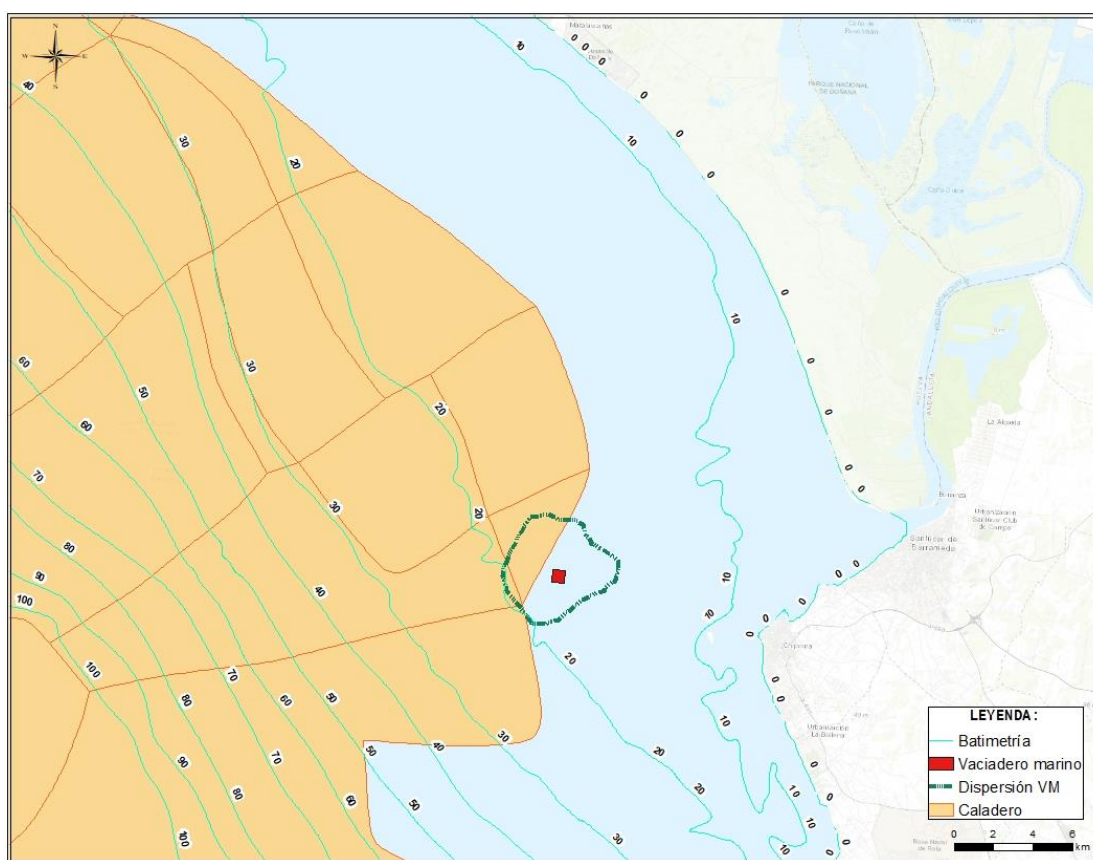


Ilustración 225. Envolvente de dispersión en torno al vaciadero marino. Fuente: estudio de dispersión. Elaboración propia, 2023.

El análisis de la acumulación de sedimentos en el fondo del vaciadero marino (véase Ilustración 20 e Ilustración 21) a partir de las batimetrías realizadas en 2015 y 2021, muestran que los sedimentos se han acumulado en el fondo formando una elevación con forma ovalada con el eje más largo alineado con la dirección NE-SW, y unos 700 m en el eje mayor, y 540 en el menor. Esto queda por lo tanto prácticamente en el interior del cuadrado del vaciadero, y se han acumulado además alejándose del caladero, no acercándose a él, por lo que se descarta cualquier afección al caladero.

Aunando todo lo expuesto, y atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre la actividad pesquera, acuícola, marisquera y la extracción de especies objeto de explotación comercial con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.4.3 Variable ambiental INFRAESTRUCTURAS

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Habilitación de los vaciaderos terrestres para el vertido. Es indispensable para poder utilizar los vaciaderos terrestres realizar una habilitación previa y dotarlos de las infraestructuras que son necesarias para el uso: tuberías, cajas de agua, refuerzo de motas, retroexcavadora y las casetas de obra para el personal.

Los vaciaderos de Butano y Horcada son terreno portuario. Tarfía y Matas están incluidos en la DEUP. Son considerados, por tanto, parte del área de servicio del puerto y su tenencia y uso positivos para las infra y estructuras portuarias.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto el paisaje con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto se califica de **SIGNIFICATIVO**.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Optimización de la navegación. Los dragados de mantenimiento, la instalación de la estructura flotante intermedia y la habilitación de los vaciaderos actuales y posibles de reserva repercute positivamente en

los servicios e infraestructuras que el puerto de Sevilla ofrece a sus cliente. Es evidente el efecto positivo directo, pero también se despresen uno indirecto e inducido.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto el paisaje con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Este impacto se califica de **SIGNIFICATIVO** y se analiza con más detalles como residual.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

Retirada de estructuras de los vaciaderos. Una vez finalizado el ciclo de dragado todas las estructuras de obra, excepto las cajas de agua, se desmantelan y los vaciaderos quedan expeditos. Tan sólo permanece la lámina de agua para la gestión adaptativa y su uso por la avifauna. La zona de obras queda limpia y devuelta al estado y paisaje actual. El efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

7.2.2.4.4 Variable ambiental POBLACIÓN Y SALUD HUMANA

Se ha redactado un informe específico de evaluación de impacto en la salud que se presenta como anexo al EsIA (Anexo XI). A continuación, se exponen las principales conclusiones del documento que recoge todos los detalles de la evaluación realizada.

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Molestias a la población por tráfico, ruido, contaminación y polvo. Estos impactos sobre la población se asocian a la presencia de la maquinaria de obra. En este sentido, entre la misma están la draga de succión en marcha o WID con el apoyo del plough y la embarcación auxiliar de control batimétrico. También el barco de control ambiental de forma intermitente. En el caso de la instalación de la estructura de fondeo intermedia en la fosa 6 la maquinaria será, en todo caso, marítima, es decir, embarcaciones de trabajo e igual para el establecimiento de estructura de defensa de márgenes.

En cuanto a maquinaria terrestre, la precisa para la habilitación de los vaciaderos, básicamente una retroexcavadora y algunos vehículos auxiliares.

Además de que los trabajos serán temporales y el efecto desaparecerá por completo cuando finalicen las operaciones, parece evidente que el ruido, contaminación y polvo que puedan generar las embarcaciones asociadas a la obra no supondrán molestias para la población ni riesgo para la salud humana. El

Guadalquivir actúa de canal de navegación en 86 km, lo cual implica la presencia diaria de buques de medio a gran tonelaje que transitan por el río y sus emisiones asociadas.

En el caso de la maquinaria terrestre, además de ser de poca entidad, ésta se limita a actuar en los vaciaderos y en las cercanías de éstos o proximidades no hay habitantes que puedan percibir ninguna alteración.

De hecho, asociado a lo anterior, salvo los núcleos de Sanlúcar de Barrameda en la desembocadura y Coria y Puebla del Río, las márgenes y llanuras del río, dedicados a otros usos, presentan una baja densidad de población. Tan sólo cuando se draga en huertas puede estar la draga cerca de Puebla y Coria, pero se ha calculado la huella acústica del paso de un barco cerca de estos pueblos y la afección es nula. El ruido generado por la navegación no es relevante, ni tampoco el que produce la maquinaria considerada para evaluar este efecto.

Por parte de la contaminación atmosférica, las emisiones derivadas de las operaciones de los buques marítimos dependen, entre otras consideraciones, del tipo de motor y combustible usado. Las dragas se encuadran, entre los buques que desarrollan operaciones en los puertos españoles, dentro del grupo denominado *“otros buques mercantes junto con buques mercantes que entran a puerto para su reparación, salvación marítima, artefactos flotantes y otras actividades”*. El estudio de Guevara, M. en el año 2008, exponía que, para el total de operaciones realizadas ese año por tipo de buque, el de *“otros buques mercantes”* realizaba el 3,5% de las operaciones totales, frente al 28,8% de los ferries, el 13,7% de ro-ro mixto, el 12,3% de los cargueros generales y otros tráficos más relevantes. Tan solo quedaba por debajo el de cruceros, el de buques de guerra y el de remolcadores. El grupo en el que se encuadran las dragas suponía tan solo el 1,6% del GT respecto del total.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre las molestias a la población por tráfico, ruido, contaminación y polvo con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Dada la reducida magnitud de las emisiones derivadas de estas actividades, así como las condiciones favorables para la dispersión de contaminantes por el viento, el nivel de deterioro previsible de la calidad del aire debido a la actuación se estima como muy bajo se determina que el impacto del proyecto en la salud por alteración de la calidad atmosférica es **NO SIGNIFICATIVO**.

Riesgo de accidente para la población. Se ha efectuado un análisis de vulnerabilidad que recoge, entre otros aspectos, las situaciones de peligro que puedan producirse en el proyecto, siendo éstas:

Tabla 101. Fuentes de peligro identificadas

FUENTE DE PELIGRO	
Fase de construcción/desmantelamiento	
Dragado	Fuga/derrame/vertido de sustancias
Vertido a vaciadero terrestre	Fuga/derrame/vertido de sustancias
Vertido a vaciadero marino	Fuga/derrame/vertido de sustancias
Instalación de equipos eléctricos	Incendio
Zona de almacenamiento de sustancias peligrosas	Incendio/explosión
Zona de acopios temporales	Vertido de inertes
Embarcación para hincado y ensamblaje	Fuga/derrame/vertido de sustancias
Fase de explotación	
Tráfico de embarcaciones	Fuga/derrame/vertido de sustancias
Atraque de embarcaciones	Fuga/derrame/vertido de sustancias

De estas situaciones de peligro directamente ninguna comportaría riesgo para la población, dado que se producirán en secciones despobladas (río, vaciaderos terrestres, marino y márgenes). Además, puede minimizarse el riesgo si las embarcaciones o instalaciones de obra se dotan de medios de contingencia (absorbentes, barreras, etc.).

La accidentalidad con medios terrestres podría verse incrementada si el terreno en márgenes está tan debilitado que puede hundirse bajo el peso de la maquinaria. Para evitarlo se propone el acceso a las zonas a restaurar o estabilizar por medios marítimos.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre riesgos de accidentes para la población con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Dado que pueden aplicarse medidas que reduzcan el riesgo, ya de por sí de baja probabilidad, de que estos sucesos se produzcan el efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Exposición al ruido. Este efecto se ha calificado de **NO SIGNIFICATIVO** (véase Apdo. 7.2.2.3.1).

Incremento del riesgo de expansión o de aparición de vectores de enfermedades como el virus del Nilo, y cuantificación de la población afectada. No es esperable un incremento en el riesgo de expansión o de aparición de vectores de enfermedades como el virus del Nilo. De acuerdo con el programa de vigilancia y control integral de vectores de la fiebre del Nilo, elaborado por la Dirección General de Salud Pública y Ordenación Farmacéutica de la Consejería de Salud y Familias, los factores favorecedores de la presencia de mosquitos en la zona son el agua estancada y temperaturas elevadas.

Así mismo indican que las distintas especies de mosquitos presentes en Andalucía tienen actividad preferentemente nocturna y en espacios cerrados. Viven en el entorno de sus zonas de cría, es decir lugares donde hay agua, sin flujo y estancada, de forma temporal o permanente. Las primeras larvas aparecen en los meses de febrero y marzo, ya que es en estas fechas cuando las hembras que han resistido el invierno (hembras invernantes) hacen su aparición y comienzan las puestas, aunque en estos meses son poco abundantes. En este sentido, no es esperable este tipo de impacto, ya que no existen actividades que generen condiciones de estancamiento de agua, por el contrario, las diversas acciones favorecen la recirculación y movimiento del agua en el estuario. Así mismo en el programa de vigilancia indican que las larvas no toleran cuerpos de agua con salinidad importante, teniendo en cuenta que el estuario del Guadalquivir presenta un gradiente de salinidad que se mantiene a lo largo del mismo, es posible indicar que no es esperable un incremento.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el incremento del riesgo de expansión o de aparición de vectores de enfermedades como el virus del Nilo, y cuantificación de la población afectada con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Por tanto, el impacto es **NO SIGNIFICATIVO**.

Impacto por deterioro en la calidad o disponibilidad de agua para riego agrícola y acuicultura. Como se indicó en la fase de construcción, no es esperable que el proyecto interfiera sobre la calidad o disponibilidad del agua para el uso agrícola y acuicultura. Como se evidenció en las modelaciones realizadas las distintas actividades relacionadas con el funcionamiento del puerto, no influyen

significativamente en la turbidez del estuario y tampoco interfieren con los distintos usos de la zona del proyecto, por tanto, es posible estimar el impacto como **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

No se detectan en esta fase impactos relevantes sobre la población o la salud.

7.2.2.4.5 Variable ambiental ACTIVIDADES ECONÓMICAS

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Deterioro en calidad o disponibilidad de agua de riego para agricultura y acuicultura. El Anexo XIII del EsIA, evaluación del proyecto sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y zonas protegidas, ha determinado que ninguna de las acciones de proyecto en ninguna de sus fases producirá un detrimento sobre los objetivos establecidos, ni sobre la calidad de las masas de agua, en sus estados físicos, químicos o/y ecológicos, ni sobre las zonas protegidas.

El estuario del río Guadalquivir se caracteriza por su elevada turbidez y la que infieren los dragados de mantenimiento sólo altera temporal y localmente la columna de agua. El estudio efectuado por complutig ha demostrado que los episodios de turbidez más elevados se asocian a las lluvias y son independientes de los dragados (véase Apdo. ·), es decir, no lleva el río más materia en suspensión cuando se draga con una succión en marcha. Igualmente, la técnica WID, que ha resultado ser eficiente en Antescclusa y norte de Huertas genera una pluma de turbidez elevada en fondo, 30-50 cm desde el fondo del río, pero no asciende en la columna de agua y se desplaza, en máximo recorrido unos 950 m cuando en el centro de la canal se han registrado velocidades de corrientes en torno a 1 m/s. En la estación blanco se han tomado registros durante los días de control de magnitud similar a los generados durante la prueba. Esto es lógico dado que se viene diciendo que el río es uno de los más turbios del mundo, de forma que estos resultados no deben sorprender.

En cualquier caso, asumiéndose lo anterior, no hay afección entre actividades si éstas no se solapan en el tiempo, siendo esto así desde que la APS optó por ejecutar las operaciones de mantenimiento fuera de la temporada de la captura de agua para los cultivos, entre mayo y septiembre. Desde 2018 los dragados se ejecutan a finales de año, a partir de noviembre, lo cual garantiza que no se produzca ninguna incidencia entre actividades. Lo mismo ocurre con la acuicultura, una actividad que se desarrolla en Veta La Palma desde hace décadas, lo cual muestra que todos los usos son compatibles.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el deterioro en calidad o disponibilidad de agua de riego para agricultura o acuicultura con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
------------------	---------	---------	---------	-------	---------

INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Efectos del proyecto sobre las demás actividades económicas y sociales del territorio, entre ellas, la pesca o extracción de especies objeto de explotación comercial, el turismo rural, deportivo o de naturaleza los deportes acuáticos. Se consideran, según lo indicado en el DA:

Pesca o extracción de especies objeto de explotación comercial. Analizado en el elemento receptor Pesca Marítima.

Abastecimiento para la agricultura. El proyecto no interfiere de ninguna forma sobre la aptitud del agua o riego para el uso agrícola. Es más, como está indicado en el EsIA, incluso durante la fase de construcción, en la que se identifican mayor número de elementos generadores de impacto, principalmente por la maquinaria asociada, no existe solape ni alteración en las actividades normales de la región. Un ejemplo de la no interferencia se evidencia en los dragados. El puerto ha adaptado las fechas de ejecución de los dragados de mantenimiento, seleccionado los meses del año en los que no existe demanda de agua por los agricultores (noviembre-enero), garantizando así la no afección. Teniendo en cuenta lo previamente expuesto, el posible efecto es **NO SIGNIFICATIVO**.

Turismo. El turismo de cruceros fluvial presenta mayor tránsito de pasajeros en los meses de abril, mayo, septiembre y octubre. El Puerto Delicias es el espacio idóneo para el tráfico de cruceros. Contando con infraestructuras totalmente renovadas, se ha convertido en un complejo de ocio. Otro tipo de turismo que se desarrolla en el entorno del río Guadalquivir es el que tiene lugar en las playas de su desembocadura, pertenecientes a Sanlúcar de Barrameda. Este tipo de turismo tiene lugar mayoritariamente en los meses de primavera/verano y es de tipo local y/o residencial (Ayuntamiento de Sanlúcar de Barrameda, 2016).

Desde la campaña de dragado de mantenimiento de 2015, periódicamente la APS ha realizado regeneraciones de las playas de Sanlúcar de Barrameda. Los procesos de regeneración de las playas de Sanlúcar de Barrameda se llevan a cabo fuera del periodo estival para evitar interferencias con el uso lúdico de las playas. Al igual que en el caso anterior, las diversas actividades consideradas en el proyecto no interfieren con el turismo, por tanto, su posible impacto es **NO SIGNIFICATIVO**.

Mejora de la actividad portuaria. Aunque el DA no considera este aspecto, aludiendo sólo a los efectos negativos que pueden desprenderse del proyecto, no debe obviarse que es la razón de que el mismo se

haya concebido. Se pretende, con base en el incremento del conocimiento del funcionamiento del río mejorar y optimizar la navegación que se produce en el río, en la medida de lo posible, sin interferir con otras actividades que tiene lugar en el cauce.

Es indudable que el Puerto de Sevilla, como cualquier otro, genera empleos y actividad económica directamente ligada al mismo, también indirecta e inducida. Aunque no tenga, ni pretenda, tener el volumen de actividad ni entidad de otros puertos estratégicos litorales, actúa como nodo de conexión entre éstos y los destinos interiores. Soporta actividad asociada principalmente a la industria metálica y agroalimentaria y puede servir de plataforma para el transporte de estructuras de nueva implantación en el territorio, por ejemplo, la energía eólica marina.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efectos de las acciones de proyecto sobre la mejora de la actividad portuaria con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

Este efecto merece ser considerado, por su entidad, entre los impactos residuales por lo que se califica de **SIGNIFICATIVO**.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

No se detectan efectos sobre las actividades económicas ya que básicamente se desmantelan estructuras no funcionales.

7.2.2.5 MEDIO CULTURAL

7.2.2.5.1 Variable ambiental BIENES MATERIALES Y PATRIMONIO CULTURAL

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Deterioro de bienes de dominio o uso público e infraestructura verde. En esta fase ningún elemento o bien de dominio público, monte o infraestructura verde se verá alterado. Es cierto que los dragados de mantenimiento se producirán en el lecho del río, pero esta actuación ya tiene lugar casi cada año para restituir el calado, sus efectos son conocidos y no alteran el efecto de conexión ecológica del río.

Las actuaciones de restauración o estabilización en márgenes serán muy localizadas en unas centenas de metros de secciones erosivas y supondrán una mejora. El elemento perturbador será la maquinaria

precisa para efectuar los trabajos, pero el acceso se propone vía marítima. Su presencia será temporal, limitada y no supondrá deterioro, sino restitución, lo cual repercutirá positivamente.

En cuanto a las actuaciones sobre vaciaderos terrestre en éstos y su entorno no se catalogan elementos de interés por lo que no se produce afección.

No se producirá deterioro alguno sobre redes viarias autonómicas o municipales.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre el deterioro de bienes de dominio o uso público e infraestructura verde con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

Afección a elementos del patrimonio cultural. A pesar de que el DA alude a que el hecho de que no se produzca profundización del cauce y sí la restauración de la costa rasante no implica que no puede verse afectado patrimonio desconocido o descontextualizado, en el caso del Guadalquivir puede descartarse efectos sobre el patrimonio cultural. Esto es así porque, tal y como se expuso en el Apdo. 6.6.1.2, en el año 2013 se llevó a cabo una exhaustiva prospección arqueológica subacuática, con técnicas geofísicas, sonar de barrido lateral y magnetómetro, a lo largo del todo el río y no apareció ningún elemento de interés. Todas las anomalías detectadas resultaron ser basuras metálicas y aparecieron incluso unos santones hundidos en la botadura de un buque.

Los dragados de mantenimiento se producen cada año sobre los mismos tramos, extrayéndose el sedimento reciente depositado, no se profundiza por lo que no es posible afectar al patrimonio arqueológico por esta acción del proyecto.

Los vaciaderos terrestres, al uso y de reserva, no suponen nuevas aperturas sino adaptaciones y ya sirvieron para recibir el material dragado, con lo cual fueron debidamente autorizados y contaron con las autorizaciones sectoriales pertinentes, incluidas las de Cultura. Esto garantiza que no existan restos de interés cultural en estos recintos. Horacada y Butano se utilizan periódicamente.

En las márgenes que vayan a restaurarse o estabilizarse se puede constatar a simple vista la ausencia de elementos de interés cultural. Las márgenes quedan descubiertas durante las bajamares. En cualquier

caso, los propios proyectos al efecto contemplarán una inspección previa por técnico competente para certificar la no existencia de restos lo cual permitirá que el efecto sea nulo.

En cuanto al vaciadero marino éste se encuentra habilitado como recinto de depósito lo cual garantiza, al igual que en el caso de los terrestres, ausencia de elementos de interés cultural.

Atendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre la afección a elementos del patrimonio cultural con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

El efecto se califica de **NO SIGNIFICATIVO**.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Pérdida de funcionalidad de bienes de dominio o uso público y elementos de infraestructura verde.

En esta fase no se detecta ninguna acción del proyecto (véase matriz de elementos generadores de impacto) que pueda producir este efecto. Al contrario, la restauración de márgenes o su estabilización será positivo para aumentar la funcionalidad de la infraestructura verde y contribuir a la conectividad ecológica. De hecho, tendiendo a lo expuesto en el Apdo. 7.2.2 se evalúa la significatividad del efecto de las acciones de proyecto sobre la pérdida de funcionalidad de bienes de dominio o uso público y elementos de infraestructura verde con base en los siguientes criterios:

EXTENSIÓN	Puntual	Parcial	Extensa	Total	Crítica
INTENSIDAD	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total
PROBABILIDAD	Muy baja	Baja	Media	Alta	Segura
PRESISTENCIA	Fugaz	Temporal	Persistente	Permanente	--

para profundizar posteriormente en este concepto se califica el efecto de **SIGNIFICATIVO**.

Alteración del patrimonio cultural. En esta fase no hay acciones de proyectos que puedan interacciones con elementos del patrimonio cultural. Habrá sido comprobado y certificado en la fase de construcción la inexistencia de afecciones sobre esta variable.

FASE DE DESMANTELAMIENTO

No se detectan impactos en esta fase, ya que todas las actuaciones habrán constatado previamente a su materialización en el territorio que no afectan a bienes materiales o de patrimonio cultural.

7.3 MATRIZ DE SIGNIFICANCIA DE IMPACTOS

Tabla 102. Significatividad de impactos

MATRIZ DE SIGNIFICATIVIDAD DE IMPACTOS			ELEMENTOS RECEPTORES DE IMPACTO																					
			MEDIO FÍSICO						MEDIO BIÓTICO								MEDIO PERCEPTUAL		MEDIO SOCIOECONÓMICO					MEDIO CULTURAL
ELEMENTOS GENERADORES DE IMPACTO			ERI1	ERI2	ERI3	ERI4	ERI5	ERI6	ERI7	ERI8	ERI9	ERI10	ERI11	ERI12	ERI13	ERI14	ERI15	ERI16	ERI17	ERI18	ERI19	ERI20	ERI21	ERI22
			AIR	AG	SE	REL	LIT	HMCF	VGT	FAUT	AVIF	CPLA	CBEN	FAUM	ICT	EXOT	RUI	PAI	ENP	PM	INF	POB	ACTEC	CUL
FC	EG11	Instalación estructura intermedia	NS	NS	NS							NS	NS		NS		NS	NS	NS	NS				NS
	EG12	Reacondicionamiento de vaciaderos terrestres	NS			S			NS	NS	NS						NS	NS				NS	NS	
	EG13	Operaciones de mantenimiento de la Eurovía	NS	S	S		NS	NS		NS	S	S	NS		S		NS	NS	S	NS		NS	NS	NS
	EG14	Vaciaderos terrestres. Infraestructuras asociadas	NS			NS			NS	NS	NS						NS	NS			S			
	EG15	Colocación en fosas	NS	S	NS							NS	NS	NS	NS		NS		S	NS				
	EG16	Vertido en el vaciadero marino	NS	S	NS						NS		NS		NS		NS	NS	NS	NS				
	EG17	Construcción/establecimiento de estructuras de defensa de márgenes y colocación en márgenes y playas	NS	S	NS	S	NS		NS	NS	NS	NS	NS		NS		NS	NS	NS				NS	
FF	EG18	Gestión del material depositado en vaciaderos terrestres		NS					NS	NS	S							NS						
	EG19	Comportamiento del material depositado en fosas		S				NS				NS	NS						NS	NS				
	EG110	Presencia y estabilidad del material depositado en el VM						NS					NS	NS										
	EG111	Presencia y comportamiento de las estructuras de defensa de márgenes y cordón litoral y material colocado en márgenes y playas				S	S		S	NS	NS		NS					NS	S				NS	
	EG112	Operaciones de navegación, cruces y fondeos intermedios		NS		NS			NS							NS			NS					S
	EG113	Presencia y funcionamiento de la estructura flotante intermedia						NS										NS	NS				NS	S
	EG114	Optimización de la navegación																				S	NS	S
FD	EG115	Eliminación de la estructura de fondeo intermedia	NS	NS				NS		NS		NS		NS		NS	NS	NS					NS	
	EG116	Retirada de estructuras en márgenes no funcionales	NS	NS		NS			NS	NS		NS	NS		NS		NS	NS	NS					

Como se observa, la mayoría de las interacciones se han calificado como no significativas. Éstas no serán analizadas como impactos residuales. Para establecer esas no significancias se ha argumentado en los apartados anteriores con datos y estudios específicos, técnicos y científicos el motivo.

En los casos en los que las interacciones son significativas se analizan los impactos en mayor profundidad y se cuantifican. Se entiende que estos impactos son los residuales, por tanto, se producen después de la aplicación de las medidas correctoras y preventivas que se exponen a continuación.

8 MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

En los epígrafes anteriores ha quedado demostrado que el impacto ambiental que genera la ejecución del proyecto de optimización de navegación de la Eurovía E.60.02 no supondrá alteración significativa respecto a la situación actual del medio, en la que ya se desarrollan periódicamente dragados de mantenimiento y navegación en la canal de acceso al puerto. Este EsIA, nutrido por diversos estudios específicos llevados a cabo *ad hoc* y la recopilación de todos los datos que la APS lleva recopilando de fuentes directas, a través de convenios con diferentes Universidades y grupos de investigación, ha permitido, sin embargo, proponer nuevas técnicas de dragado en el río, menos impactantes que las habituales, eficientes y que reducen la producción de residuos, como es el caso del water injection dredging (WID). Además, se han detectado aquellos tramos de los márgenes en los que es prioritario actuar, supeditado lógicamente a que se extraiga material con la succión en marcha y siempre contando con el consentimiento de los organismos competentes.

Todo el conocimiento levantado a lo largo de meses de estudio y el conocimiento de la operativa que tiene lugar durante los dragados de mantenimiento, permite diseñar una medidas correctoras y preventivas muy dirigidas a lo que se pretende prevenir o corregir. En este caso, sin de aplicación dos tipos de medidas:

- **Preventivas:** son aquéllas que pueden ir integradas en el proyecto y el EsIA. Aplican ante de que se produzca un impacto esperado con una acción, es decir, como su nombre indican lo previenen. Se denotan por MP. Se añade la inicial de la variable a la que aplica y el número de la medida, por ejemplo, el aire se denotará con A, el agua con AG, etc.
- **Correctoras:** son aquéllas que se ejecutan una vez que se ha producido un impacto. Actúan sobre los impactos significativos dando lugar a los residuales. Son las inherentes al proyecto y que no pueden prevenirse. Se asume que se producirán, pero el EsIA recoge sobre que elemento receptor se produce, en qué ámbito y con qué magnitud por lo que las correctoras pueden diseñarse y dimensionarse de forma que reduzcan el impacto a la mínima expresión. Se denotan con MC. Se añade la inicial de la variable a la que aplica y el número de la medida, por ejemplo, el aire se denotará con A, el agua con AG, etc.

El DA solicita que para las medidas se detalle la fase del proyecto en la que aplica, el presupuesto, la programación o cronograma, la cartografía de detalle, forma de aplicación de la medida, efectividad esperada, grado de seguridad de su eficacia, efectos ambientales colaterales negativos, aunque también, de algunas se producirán de signo positivo, aunque esto no se contemple en el DA. Sin embargo, en el

listado de medidas que se propone pocas tendrán una representación física en el territorio que, por ejemplo, pueda cartografiarse o programarse. En otros casos no hay una forma de aplicación de la aplicación de una medida que sea, por ejemplo, que la maquinaria se apague durante la inactividad. Por ello, se aportará una información detallada de la medida cuando pueda darse respuesta con el grado de detalle solicitado en el DA. La medida que se reduzca a acciones concretas o de carácter documental se entiende que queda bien definida y no requiere mayor detalle para su entendimiento.

8.1 MEDIDAS DE CARÁCTER GENERAL

8.1.1 Medidas adoptadas respecto al Aire (A)

- MPA-1: La maquinaria se apagará durante los periodos de inactividad.
- MPA-2: En caso de avituallamiento, los buques permanecerán sólo con los motores auxiliares encendidos.
- MPA-3: Los camiones o volquetes que transporten material pulverulento irán cubiertos con una lona.
- MPA-4: Realizar las operaciones de mantenimiento de la maquinaria para que las emisiones de la misma no superen los criterios establecidos en la Directiva 70/220/CEE del Consejo, de 20 de marzo de 1970, o la que esté vigente en el momento de la obra.
- MPA-5: Queda prohibida la quema de materiales o hacer fuego para cualquier fin.
- MPA-6: Utilización de maquinaria de obra homologada según Real Decreto 212/2002 de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre²³.
- MPA-7: Se primará el uso de energía fotovoltaica para el funcionamiento de las instalaciones.
- MPA-8: Se humedecerán periódicamente las motas de los vaciaderos por donde circule la maquinaria pesada para evitar la resuspensión de polvo.

8.1.2 Medidas adoptadas respecto al Agua (AG)

- MPAG-1: Las aguas residuales se recogerán en WC químicos habilitados en las casetas de obra.
- MPAG-2: Se evitará la mezcla de líquidos de distinta procedencia.
- MPAG-3: Queda prohibido cualquier tipo de vertido al mar, que no sea el material previsto a depositar en el vaciadero marino.
- MPAG-4: La utilización de embarcaciones y de medios auxiliares para las operaciones de dragado han de cumplir la normativa vigente en cuanto al vertido al mar de sustancias peligrosas desde buques (MARPOL).

²³ BOE núm. 52 de 01/03/02.

- MPAG-5: En caso de vertido al medio acuático se activará el Plan de Emergencia de la draga que corresponda y, si es preciso, los medios de contención de la APS asociados al PIM. El suceso se pondrá en conocimiento de la dirección de la asistencia técnica ambiental y de la APS.
- MPAG-6: Se planificará la duración de las operaciones de dragado para reducir, en la medida de lo posible, el tiempo de intervención de las embarcaciones y la maquinaria sobre el medio.
- MPAG-7: Se utilizarán los medios adecuados (sistema de dragado y extracción del material), que provoquen la menor resuspensión posible de sedimentos al medio. La técnica water injection se aplicará en los tramos donde predomine el fango, Antescclusa y Huertas, y se combinará con la succión cuando sea necesario para mantener la rasante actual. En los tramos arenosos se usará la succión en marcha y enrasado mediante plough, pudiendo usarse este medio en todos los tramos cuando sea necesario para mantener la rasante actual, tal y como establece el proyecto de optimización.

8.1.3 Medidas adoptadas respecto a los Residuos (R)

- MPR-1: Los pertrechos que la draga extraiga en cada cántara se acopiarán hasta su retirada y gestión apropiada. Servirán como registro de esta actuación los albaranes de recogida de los gestores. En ningún caso este tipo de residuos podrán ser devueltos al agua.
- MPR-2: Se prohíbe el arrojado de residuos al agua.
- MPR-3: Se establecerá un punto limpio en cada vaciadero operativo tal y como se refiere en el PVA del EsIA.
- MPR-4: Se realizará la declaración anual de residuos por parte de la APS.
- MPR-5: No se mezclarán los residuos y se dispondrán distintos tipos de contenedores para los producidos en la obra. A modo de ejemplo podrían usarse los siguientes:

Tabla 103. Tipos de contenedores para los residuos de obra

Tipos de contenedores para cada tipo de residuos			
Tipo de residuos	Tipo de contenedor	Código cromático	Destino final de los residuos
Escombros y otros residuos inertes	Abierto	Gris	Vertedero de inertes
Residuos de origen urbano (orgánicos)	Estando	Blanco	Vertedero de R.S.U.
Papel y cartón	Estando	Azul	Reciclaje
Plásticos	Estando	Amarillo	Reciclaje
Vidrio	Estando	Verde	Reciclaje
Pilas alcalinas y pilas botón	Abierto	Morado	Tratamiento por gestor autorizado
Madera	Abierto	Marrón	Reciclaje
Metales	Estando	Gris	Reciclaje
Neumáticos	Abierto	Negro	Reciclaje
Derivados del petróleo	Estando	Rojo	Tratamiento por gestor autorizado

- MPR-6: Se dispondrá de un registro donde se anote la trazabilidad de los residuos producidos: producción, cantidad, clasificación, tipo de opción de eliminación (entrega al gestor autorizado, día de entrega, cantidad, etc.).
- MPR-7: Se comprobará que los puntos limpios se hayan desmantelado a la finalización de las obras.
- MCR-1: En caso de vertido al suelo éste se recogerá con paños absorbentes, sepiolita y similar. Una vez contenido el vertido el suelo contaminado se extraerá con retroexcavadora y acopiado en el punto limpio en función del tipo de vertido producido. Si es peligroso quedará estando hasta su retirada por gestor autorizado.
- MPR-8: La asistencia ambiental recogerá a la finalización de la obra los albaranes y la evidencia documental de la gestión de residuos producida.

8.1.4 Medidas adoptadas respecto a la Vegetación Terrestre (VT)

- MPVT-1: Se señalarán mediante cinta de balizar las zonas de paso y maniobra de la maquinaria, evitando que se realice trasiego de vehículos fuera de dichas zonas. Se protegerá, sobre todo, la orla de vegetación existente en la mota de los vaciaderos, protección para la avifauna, y la vía de acceso de la tubería a través de la margen hasta el río. También se balizará la zona de acopio de tuberías.
- MPVT-2: Se protegerá la orla de vegetación de los vaciaderos en las operaciones posteriores de valorización del material.

8.1.5 Medidas adoptadas respecto a la Fauna Terrestre (FT)

- MPFT-1: En la medida de lo posible, se intentará adaptar las acciones más molestas de la obra, en especial el pilotado de la estructura de parada intermedia, para respetar el ciclo de vigilia de los ejemplares de fauna asentados en el entorno. Esta medida favorece también a la avifauna e ictiofauna. Esas operaciones más ruidosas deberán adaptarse, en lo posible, a los periodos libres de restricciones o con condicionantes, es decir, de septiembre a marzo (véase medidas aplicadas a las operaciones de dragado y gestión del material).

8.1.6 Medidas adoptadas respecto a la Avifauna (AV)

- MPAV-1: Se prestará especial cuidado en no verter basuras en las inmediaciones de la zona que pudiesen atraer la atención de las aves.
- MPAV-2: Se prohíbe la captura o muerte de la avifauna o cualquier otro animal presente en los vaciaderos. Queda prohibido instalar trampas.
- MPAV-3: Las motas donde se haya instalado avifauna, como el caso de los nidos de abejaruco en Butano y Horcada no serán objeto de ningún tipo de actuación.
- MPAV-4: Se evitará, en cualquier caso, que la avifauna tenga acceso a los residuos orgánicos que se generen.

- MPAV-5: Si como resultado de la introducción de la técnica del WID en Antesclusa y Huertas y con la programación para el dragado de succión en marcha establecida en el proyecto, 2 dragados de succión en 4 años, se viese que la altura de lámina de agua que queda en los vaciaderos de Butano y La Horcada no es suficiente, llegada la primavera, para permitir la reproducción de las aves y dar continuidad al programa de gestión adaptativa de vaciaderos, la APS, buscará alternativas para mantener el nivel de agua necesario. Una forma podría ser bombeo directo desde el río a los vaciaderos, debiendo Confederación Hidrográfica del Guadalquivir emitir la concesión de aprovechamiento del caudal público para restablecer los niveles de lámina de agua para este uso.

8.1.7 Medidas adoptadas respecto a las Comunidades Pelágicas (CP)

- MPCP-1: Se pondrá especial atención ante la presencia de cetáceos o quelonios marinos en el vaciadero marino si tuviera que realizarse alguna descarga. En caso de detectarse algún ejemplar por el vigilante ambiental se garantizará una distancia mínima antes del vertido de 500 m del espacio móvil de protección de cetáceos, establecido en el art. 2 del Real Decreto 1727/2007, de 21 de diciembre, por el que se establecen medidas de protección de los cetáceos (BOE núm. 11 de 12/0108).
- MCPC-2: si el vigilante ambiental detecta la presencia de algún individuo de mamífero marino, quelonio o elasmobranquio establecerá cambio de rumbo de la draga, cese puntual o disminución del rendimiento de la operativa de dragado en los tramos bajos o descargas en el vaciadero marino.

8.1.8 Medidas adoptadas respecto a los Espacios Naturales Protegidos (ENP)

- MCENP-1: Si se llegase a un acuerdo y cooperación entre administraciones que permita ejecutar las acciones de restauración de márgenes, la APS pondrá el material y la operativa asociada al dragado a disposición de las administraciones para las regeneraciones. Asimismo, las técnicas de dragado, en concreto la draga de succión en marcha realizará los aportes donde indiquen los agentes interesados. La zona de aporte será consensuada entre las administraciones implicadas, Espacio Natural Doñana, Demarcación de Costas y APS, dado que las prioridades pueden varias dependiendo de condiciones meteorológicas cada año, por ejemplo, periodo e intensidad de lluvias, temporales, etc.

8.1.9 Medidas adoptadas respecto a los Recursos Pesqueros (RP)

- MPRP-1: Se planificarán las operaciones de dragado en función de los ciclos de las especies pesqueras más sensibles.

8.1.10 Medidas adoptadas respecto al Patrimonio Histórico (PH)

- MPPH-1: para evitar cualquier afección al patrimonio arqueológico se propone realizar un control de cada carga de la draga de succión en marcha y de las zonas de depósito por arqueólogo competente. Las especificidades de este control se recogen con detalle en el PVA.

8.1.11 Medidas Protectoras y Correctoras Ante Situaciones de Riesgo o Emergencia (EM)

- MPEM-1: Se redactará un Plan de Seguridad y Salud por parte del contratista al que deberán adscribirse los subcontratistas.
- MCEM-1: Se redactará un libro de todas las incidencias que se produzcan durante los trabajos. Las incidencias serán abiertas por el técnico ambiental que las detecte, reportadas al responsable de la asistencia ambiental, que deberá firmarlas, y trasmitirla al jefe de la obra del contratista, si es responsabilidad de algún tajo de la obra, y a la APS, para su conocimiento y firma. La incidencia recogerá datos de su naturaleza, fecha, hechos ocurridos, causas, medidas que se toman para corregir la situación y eficacia de las medidas propuestas.
- MPEM-3: El contratista estará en contacto permanente con la asistencia ambiental y ésta con la APS debiendo notificarse situaciones de emergencia de forma inmediata.
- MPEM-4: Todos los productos considerados como peligrosos deben ser custodiados en armarios estancos bajo llave por el responsable designado, protegidos del sol y de cualquier agente exterior que pudiera provocar una reacción no deseada.
- MCEM-2: Ante situaciones de emergencia en los vaciaderos terrestres, tales como posibles roturas de motas, desbordamientos o incumplimientos, se pondrá en marcha el Plan de Emergencia de Vaciaderos.
- MPEM-5: Ante situaciones de riesgo se pondrá en marcha el PE a bordo de las dragas, teniendo como referencia el PIM del Puerto de Sevilla.

8.2 MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS PARA LA NAVEGACIÓN (NA)

- MPNA-1: El intercambio de aguas de lastre se producirá exclusivamente, y como hasta ahora, en la dársena del puerto de Sevilla.
- MPNA-2: Se seguirán los protocolos internacionales y normativa que se publique al respecto con relación a las aguas de lastre.

8.3 MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS PARA LA ESTRUCTURA DE PARADA INTERMEDIA EN FOSA 6 (EPAR)

Las siguientes medidas actuarán durante la fase de construcción, operación y desmantelamiento (aunque en el plazo de autorización del proyecto -4 años en caso de obtener la DIA favorable- no es previsible que la estructura se desmantele, estas medidas pueden servir de referencia en un futuro proyecto de desmantelamiento):

- EPAR-1: El acceso a la zona durante las obras se realizará vía marítima, evitándose cualquier alteración a la margen.
- EPAR-2: Los materiales de construcción serán inertes.
- EPAR-3: Las obras se planificarán de manera que se realicen los trabajos de mayor impacto sonoro fuera de las épocas reproductivas de las principales especies presentes en el ámbito de estudio.
- EPAR-4: Se limitarán las obras al horario diurno, para minimizar las molestias.
- EPAR-5: En la medida de lo posible se utilizará maquinaria y medios de construcción que se suministren con biodiésel.
- EPAR-6: Las embarcaciones de trabajo estarán dotadas de medios para evitar la contaminación marina.
- EPAR-7: La estructura estará adecuadamente balizada para garantizar la seguridad de la navegación en la canal, mediante balizas autónomas de alimentación fotovoltaica.

8.4 MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS PARA LOS DRAGADOS DE MANTENIMIENTO (DM)

Las siguientes medidas aplican a las operaciones de dragado de mantenimiento y operativa asociada a la extracción del material

8.4.1 En relación a las operaciones de dragado y material extraído (D)

- MPDM-1: Se prohíbe el *overflow* o rebose de la cántara durante el dragado y los tránsitos para evitar generación de turbidez en superficie.
- MPDM-2: Se prohíbe efectuar extracciones que puedan afectar a praderas de fanerógamas o zonas cubiertas por algas invasoras como *Caulerpa taxifolia* o *Caulerpa racemosa*, a efectos de evitar la propagación de éstas.
- MPDM-3: Se dragará exclusivamente en cada periodo el material depositado en los tramos del río que pongan el riesgo la navegación, es decir, lo que sea preciso para mantener la rasante actual en cada tramo.
- MPDM-6: Se utilizará, cuando sea posible y operativo, en los tramos de Antesclosa y Huertas la técnica de inyección de agua para movilizar el material fangoso. Cuando esta técnica no resulte suficiente para mantener el calado operativo de estos tramos podrá emplearse el dragado de succión en marcha, tal y como se recoge en el proyecto de optimización.
- MPDM-7: Teniendo en cuenta los periodos sensibles de especies del río y otros usos que se producen en el entorno, atendiendo a lo dispuesto en el DA, se establecen las siguientes restricciones temporales:
 - Periodos críticos: serían los meses del año en los que no es aconsejable realizar dragado, ni con la técnica de succión en marcha ni con inyección de agua (WID). Se relaciona con

los periodos reproductivos de las especies más sensibles presentes o potencialmente presentes en el río.

- Periodos condicionados: son los meses del año en el que los condicionantes no son restrictivos. Se relacionan con otros usos del estuario. En este caso el WID podría operar sin problema, dado que se localiza en dos tramos muy concretos, Antesclusa y Huertas, cercanos a la esclusa donde no hay interacción con otros usos. El dragado de succión podría producirse pero, en el caso de tener que coincidir con el periodo de captación de agua para el cultivo de arroz, por ejemplo, comenzaría por los tramos altos o bajos a dragar, donde no coincidiese con los cultivos, evitándose así la interferencia, siempre y cuando sea posible.
- Periodos libres: son los meses del año donde ni las especies ni otros usos, principalmente el de toma de agua para el cultivo del arroz, condicionan el dragado en la forma en que éste se produzca.

La representación de estas restricciones de forma gráfica sería la siguiente:

	Periodos críticos		Periodos condicionados		Periodos libres
--	-------------------	--	------------------------	--	-----------------

Elementos	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Fauna												
Ictiofauna												
<i>Alosa fallax</i> (Saboga) (migración y desove)												
<i>Anguilla</i> (Anguila) (Fase de angula, ascenso)												
<i>Chondrostoma willkommii</i> (boga del Guadiana) (desove)												
Esturión (<i>Acipenser sturio</i>) (fase migración y reproducción)												
Avifauna (periodos de cría en la zona)												
<i>Ardea purpurea</i> (Garza imperial)												
<i>Ciconia nigra</i> (Cigüeña negra)												
<i>Larus genei</i> (Gaviota picofina)												
<i>Chlidonias hybridus</i> (Fumarel cariblanco)												
<i>Sterna hirundo</i> (Charrán común)												
<i>Ardeola ralloides</i> (Garcilla cangrejera)												
Mamíferos (periodo de cría en la zona)												
<i>Lutra lutra</i> (Nutria)												
Periodos de demandas de agua												
Consumo de agua arrozeros												
Actividades estivales												

Elementos	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Uso de playas												
Actividad pesquera												
<i>Argyrosomus regius</i> (Corvina) (reproducción y veda)												
<i>Discoglosa cuneata</i> (Acedía) (huevos y alevines)												
<i>Chamalea gallina</i> (Chirla) (máxima emisión de gametos y veda)												
<i>Donax trunculus</i> (Coquina) (máxima emisión de gametos y veda)												

Dado que, como se ha comentado, las técnicas de dragado no se someten a las mismas restricciones, tanto por la forma de operar y sus efectos como por los tramos en los que se plantean para el río (el WID sólo en Antesclusa y Huertas), se adapta el calendario anterior a cada una de ellas, resultando:

TSHD	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
		TRAMOS BAJOS										
WID	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.

- MPDM-9: Se realizará un control diario del área que se draga, cargas, rumbo y velocidad de la draga, diagrama de la carga, sistema de medida de la cántara de vigilancia del proceso de llenado, etc.
- MPDM-10: un operario de la draga de succión en marcha recogerá una muestra por cada cántara. Estas muestras se entregarán a la asistencia ambiental que hará una ficha generando un registro de todas las cargas indicando, al menos, fecha, coordenadas de la carga, tramo de dragado, lugar de depósito, número de carga y aspecto del material. Cuando se draguen Puntalete, Salinas, Sanlúcar y Broa, es decir, se embarcará un técnico ambiental que decidirá el destino de cada carga: playa, margen, en su caso, o vaciadero marino. Las muestras serán almacenadas y custodiadas durante 3 meses después del dragado.
- MPDM-12: A todas las muestras se les realizará la granulometría, a fin de conocer la aceptabilidad para el vertido.
- MCDM-1: El material dragado se destinará a los siguientes usos por orden de prioridad (C):
 - Si se alcanza un acuerdo entre administraciones y en un marco de cooperación en los tramos altos el fango o material más fino se destinará a las márgenes erosionadas más cercanas al punto de dragado, no más de 12 mn, aplicándose las soluciones para fallos

patológicas diseñadas por la UPC, dirigidas por el catedrático Juan Pedro Martín Vide. En los tramos bajos, a saber, Broa, Sanlúcar, Salinas y Puntalete el destino podrá ser márgenes, prioritariamente Doñana, o playas en función de las necesidades que planteen las administraciones.

- Sólo cuando no sea posible una reutilización del material en los destinos anteriores se realizará una descarga en el vaciadero marino. Alto contenido en bioclastos o $D_{50} < 0,10$ mm.

NOTA: Dado que el tiempo entre carga y descarga no permitirá analizar muestras en laboratorio se realizará una granulometría a bordo de las cántaras que se destinen a playa para determinar el menos la D_{50} predominante.

- MPDM-13: Se cumplirá con las prohibiciones establecidas en los arts. 54.5 y 57 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad²⁴.

8.4.2 En relación al uso de vaciaderos terrestres (VAT)

- MPVAT-1: Se realizará un acta de replanteo por técnico ambiental de los vaciaderos que vayan a utilizarse. Dicha acta será la situación de referencia.
- MPVAT-2: La tubería de conexión del punto de enganche de la draga de succión en marcha y el vaciadero se situará zonas desprovistas de vegetación o lo menos vegetadas posible.
- MPVAT-3: Se realizará una prospección previa de las zonas que vayan a ocuparse durante las obras garantizándose la ausencia de nidos, en caso de realizarse la actuación en época reproductora. En todo caso, se protegerán aquellas zonas de nidificación habituales, como el caso del abejaruco en Butano y La Horcada.
- MCVAT-1: En cada vaciadero se instalará y hará uso del sistema de cajas de agua, permitiendo el cierre de la misma y la disminución o cese de flujo de salida del agua desde el recinto hasta el río, si fuese necesario.
- MCVAT-2: El movimiento de tierras en el interior del vaciadero, antes de la puesta en marcha, se diseñará de forma que favorezca la permanencia del agua en el interior favoreciendo la decantación. La distancia desde el punto de vertido hasta la caja de aguas será la máxima posible. Si es preciso se instalarán fingers para aumentar el recorrido del agua y así disminuir la turbidez.
- MCVAT-3: El interior de los vaciaderos que vayan a utilizarse se adaptará al modelo de gestión adaptativa que favorece la presencia y reproducción de la avifauna, dando continuidad al trabajo desarrollado entre la APS y el CSIC y que dio lugar a que la APS recibiera el premio de Medio

²⁴ BOE núm. 299 de 14/12/07.

Ambiente en el año 2020. Se incluirán todas las medidas que recoge el protocolo del CSIC, tanto en cuanto a estructuras como de funcionamiento.

- MCVAT-4: El material depositado en los vaciaderos terrestres deberá gestionarse, conforme a lo dispuesto en la Ley 7/2022²⁵ en un máximo de 2 años, teniendo en cuenta que se deben destinar prioritariamente a operaciones de reutilización u otro tipo de valorización.
- MPVAT-1: En cada vaciadero que se encuentre operativo se dispondrá un punto limpio de almacenamiento de los residuos que se produzcan en la obra. Éste permitirá segregarlos, almacenarlos y disponer en depósitos estancos los peligrosos que puedan generarse. El punto limpio no quedará a la intemperie.
- MCVAT-6: El contratista dispondrá de sepiolita o paños absorbentes para recoger cualquier vertido accidental que pueda producirse al suelo. El vertido se recogerá inmediatamente y depositado en el contenedor del punto limpio que corresponda según la naturaleza del vertido que se haya producido.
- MCVAT-7: Los residuos serán gestionados conforme a la normativa vigente. En caso de recogida por gestor autorizado, se registrarán los albaranes que muestren la correcta gestión y recogida.
- MCVAT-8: Una vez finalizada la obra todas las instalaciones serán desmanteladas y la zona limpia.
- MPVAT-2: Queda prohibido durante las obras el paso a toda persona ajena a la misma, tanto en horario diurno como nocturno. Tras las obras la APS cerrará los recintos para evitar el acceso de personas ajenas al puerto.

8.4.3 En relación al flujo de salida de los vaciaderos (FV)

- MPFV-1: Los canales de desagüe desde la caja de agua al río serán limpiados del fango que se haya depositado en ellos desde el último uso. Este fango será reutilizado en la propia obra para el refuerzo de motas o de caminos.
- MCFV-1: Una vez finalizada la obra se cerrarán mediante un cordón de arena las cajas de agua en el interior de los vaciaderos que se hayan utilizado.

8.4.4 En relación a la restauración en playas o, en su caso, márgenes de Doñana (REST)

- MPREST-1: Se balizará la zona de obras, quedando prohibido el acceso a cualquier persona no autorizada.

²⁵ Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (BOE núm. 85 de 09/04/22).

- MPREST-2: Durante el replanteo se consensuará con la asistencia técnica ambiental el trazado de la tubería desde el punto de descarga hasta la zona a regenerar. Deberá tenerse en cuenta los usos y actividades existentes, náuticos o turísticos, por ejemplo, o la vegetación de la zona. Se seleccionarán los trazados menos sensibles.
- MPREST-3: El acceso a los márgenes se realizará preferentemente vía marítima, dado que la estabilidad de los márgenes no garantiza seguridad antes circulación y presencia de maquinaria pesada. Sólo si existe un camino habilitado para el acceso se podrá hacer uso del mismo.
- MPREST-4: durante los vertidos a playas o márgenes habrá un arqueólogo que revise todas las descargas.

8.4.5 En relación al depósito en vaciadero marino (VM)

- MPVM-1: Se verterá, en la medida de lo posible, por backfilling.
- MPVM-2: No se verterá en el mismo punto en cada carga, evitando alteraciones puntuales de la morfología y batimetría del vaciadero.
- MPVM-3: Durante el tránsito de la draga hasta el VM el vigilante ambiental garantizará la ausencia de quelonios, mamíferos marinos y elasmobranquios para evitar colisiones. Previo a la apertura de la cántara se comprobará la ausencia en el radio establecido de 500 m de quelonios, mamíferos marinos y elasmobranquios.
- MPVM-4: la selección del punto de la descarga dependerá de las condiciones hidrodinámicas del momento con el objetivo de que la pluma de dispersión quede dentro de los límites del vaciadero. Lo establecerá el vigilante ambiental con base en los 500 m de recorrido de la pluma que establece el estudio de dispersión de una descarga en vaciadero marino (anexo al EsIA). En este sentido, la descargas no se producirán a menos de 500 m del límite exterior del vaciadero, garantizándose así que la turbidez que se produzca no saldrá de la zona habilitada para el vertido. Se anotarán las coordenadas de cada punto de descarga y esa información será representada cartográficamente.

9 EVALUACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES

Como resultado del Apdo.7 se obtuvieron los impactos considerados en las fases de proyecto, construcción, funcionamiento y desmantelamiento como significativos. Tras la aplicación de las medidas preventivas y correctoras se procede para aquéllos a evaluar con profundidad, semi-cualitativamente, los impactos residuales.

MEDIO FÍSICO

A) Descripción básica del impacto:

9.1 ELEMENTO RECEPTOR AGUA

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Incremento de turbidez en la columna de agua. Tal y como se expuso en el Apdo. 7 las operaciones de dragado de mantenimiento de la Eurovía, la colocación en fosas del material dragado y el vertido en el vaciadero marino son las operaciones que generarán mayor turbidez en la columna de agua. A continuación, se analiza específicamente cada una de ellas:

Operaciones de mantenimiento en la Eurovía

La empresa Complutum Tecnologías de la Información Geográfica, S.L. (en adelante Complutig, una empresa de base tecnológica de la Universidad de Alcalá) ha realizado un estudio de la turbidez del río a partir de imágenes de teledetección por satélite del Sentinel 2 que permite transformar las imágenes en datos de turbidez en TSM (Total Suspended Matter, en mg/l), mediante el uso de algoritmos ampliamente utilizados para este fin.

Este análisis ha permitido obtener datos de la turbidez del río durante periodos continuos y relacionarlos con los fenómenos externos que se producen en él, tales como, los dragados de mantenimiento, las descargas de la presa de Alcalá o las precipitaciones. La siguiente ilustración muestra para el periodo 2019-2020, cuando el dragado se ejecutó entre los meses de septiembre a noviembre como, en todos los tramos del Guadalquivir, la turbidez más elevada se registró entre los meses de enero y abril, lo cual independiza este suceso de los dragados de mantenimiento

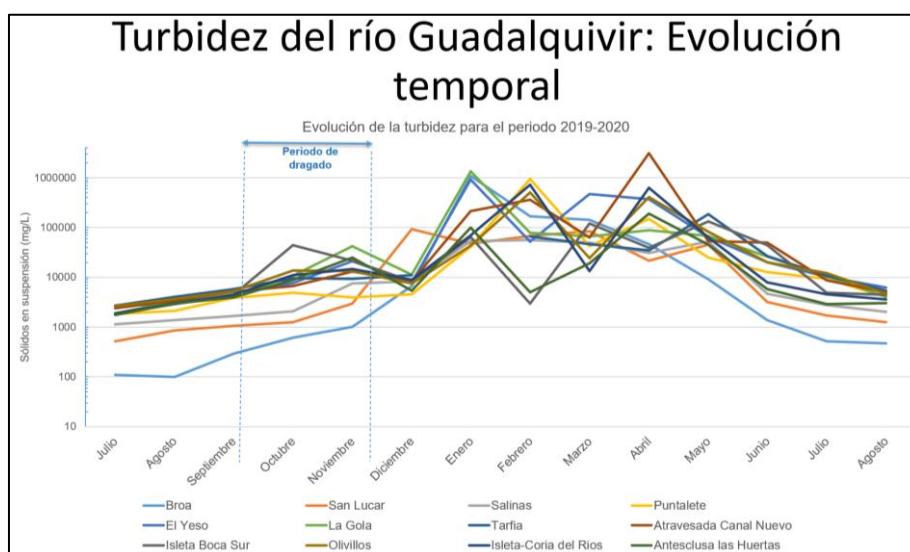


Ilustración 226. Evolución temporal de la turbidez en el Guadalquivir. Fuente: complutig, 2022.

Pero este comportamiento no se dio de forma puntual un año, sino que la representación del fenómeno desde 2016 a 2021 muestra lo mismo:

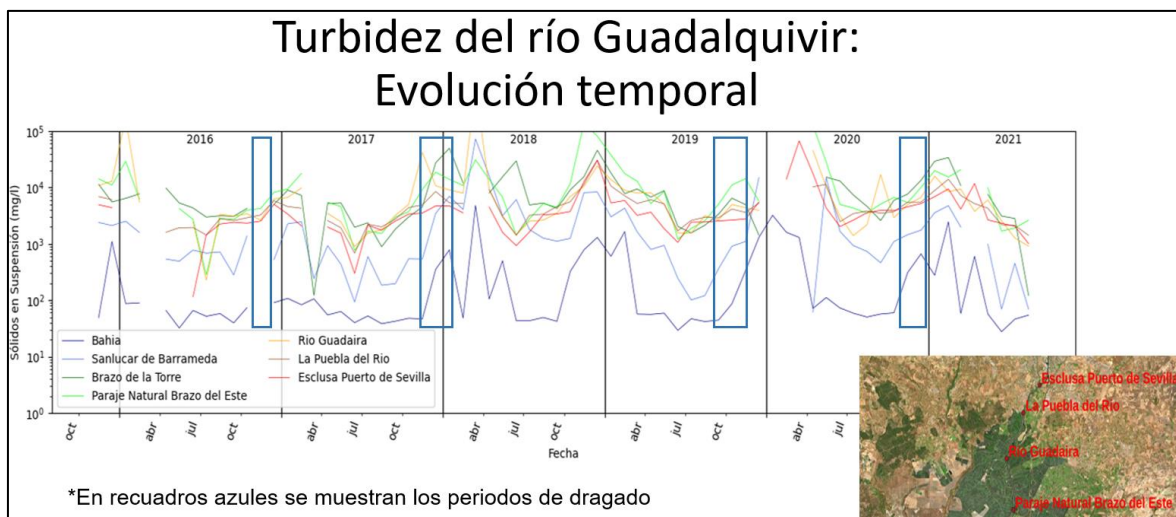


Ilustración 227. Evolución temporal, 2016 a 2021 de la turbidez en el Guadalquivir. Fuente: complutig, 2022.

De hecho, el estudio concluye que cuando se registran los episodios de mayor turbidez en el río es tras periodos de lluvias de algunos días continuados.

No obstante, con el fin de conocer cuál es el aumento de turbidez que se produce en el río durante el dragado de succión en marcha, el IH Cantabria ha analizado, con modelización 3D, la dispersión en la columna de agua del material sólido puesto en suspensión durante el llenado de una cántara en el tramo de Olivillos. Se ha simulado en un periodo coincidente con marea viva llenante y marea viva vaciante respectivamente, es decir, con las situaciones más desfavorables de potencial de transporte, máximas velocidades, y en un tramo recto del río. De esta forma esta situación puede ser representativa de lo que podría ocurrir en otros tramos de la canal. Los resultados obtenidos muestran lo siguiente:

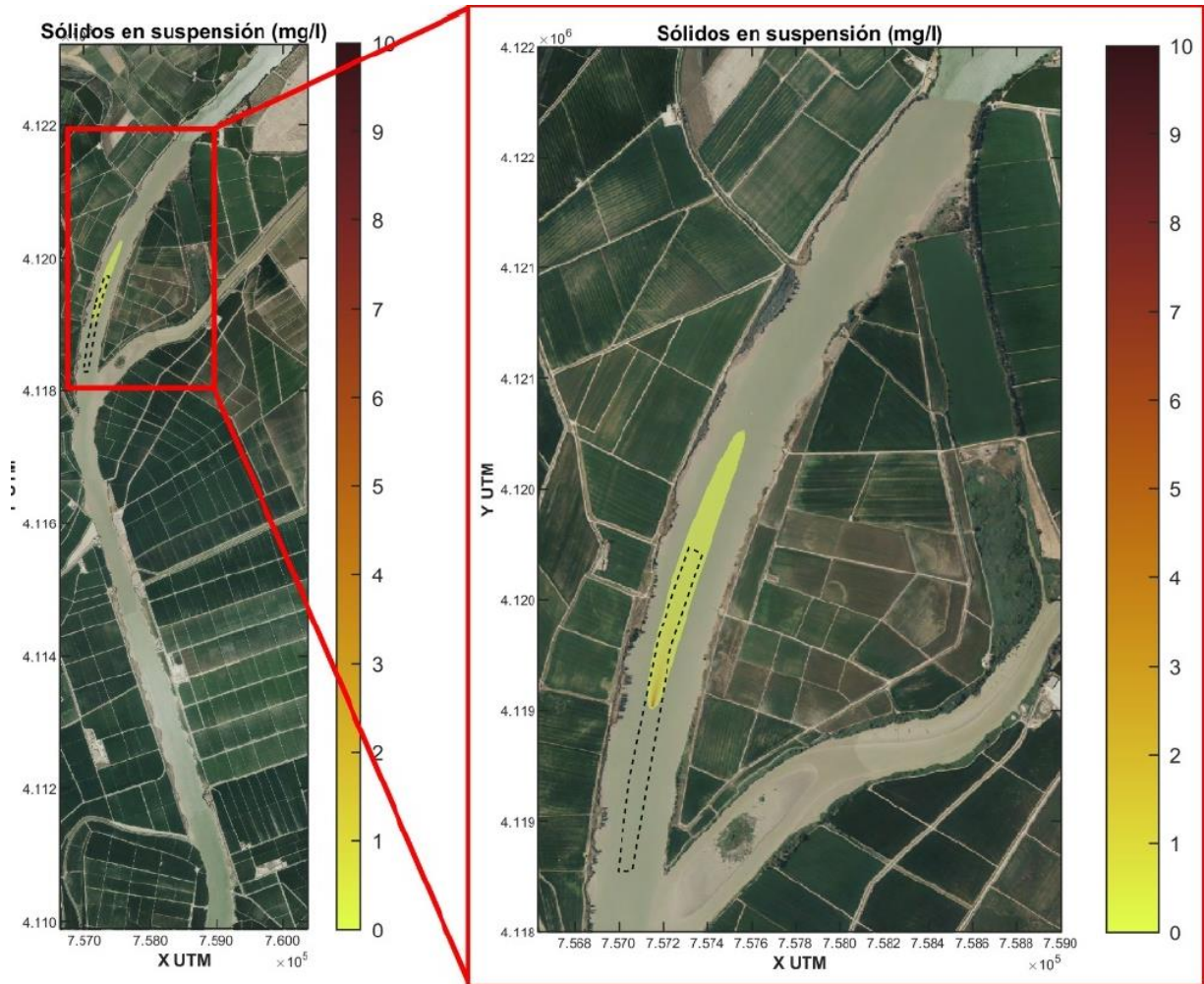


Ilustración 228. Concentración promedio de sólidos en suspensión en la columna de agua (mg/l) generada por el material puesto en suspensión durante el proceso de dragado hasta llenar la cántara en el área de dragado de Los Olivillos en un periodo de marea viva llenante. Fuente: IH Cantabria, 2023.

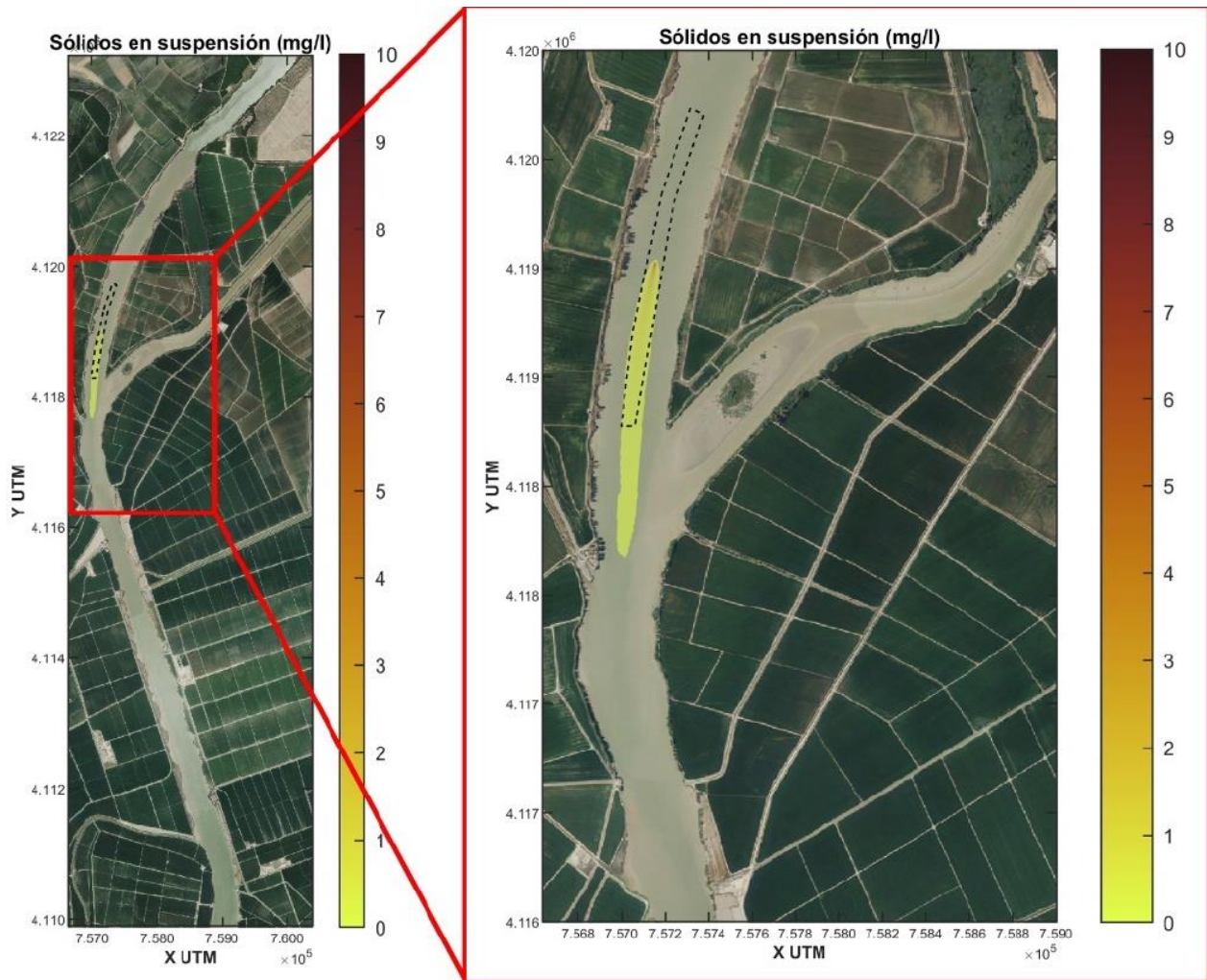


Ilustración 229. Concentración promedio de sólidos en suspensión en la columna de agua (mg/l) generada por el material puesto en suspensión durante el proceso de dragado hasta llenar la cántara en el área de dragado de la zona Los Olivillos en un periodo de marea viva vaciante. Fuente: IH Cantabria, 2023.

En estas figuras se observa que la pluma generada durante el proceso de dragado afecta a una extensión del área de estudio de 1,5 Km en llenante y 1,35 Km en vaciante, alcanzándose los valores más elevados en la localización de la propia cántara (≈ 10 mg/l), ya que el material sedimenta rápidamente.

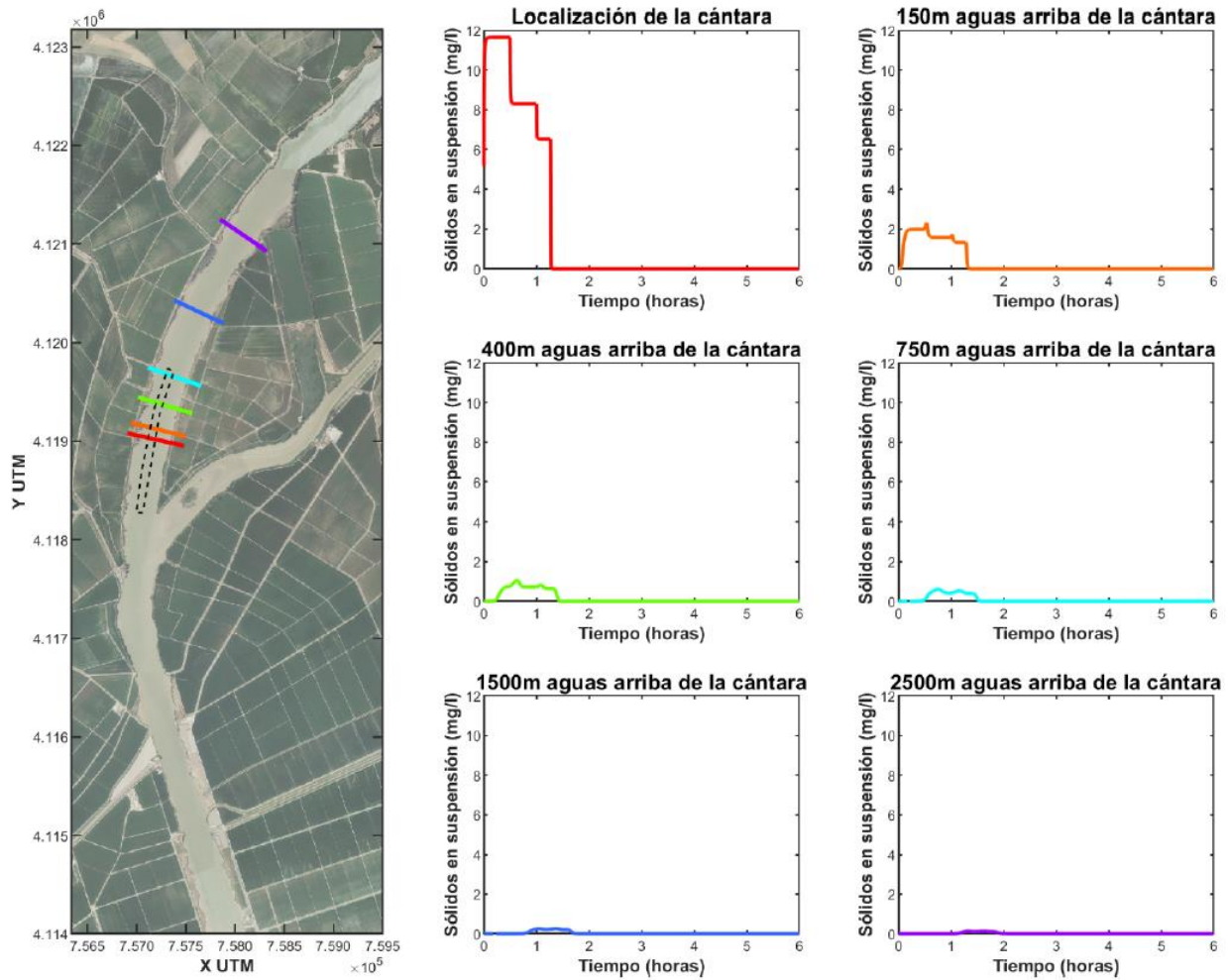


Ilustración 230. Evolución temporal de la concentración de sólidos en suspensión de la columna de agua (mg/l) puestos en suspensión durante llenado de la cántara en el área de dragado de Los Olivillos en un periodo de marea viva llénate. Fuente: IH Cantabria, 2023.

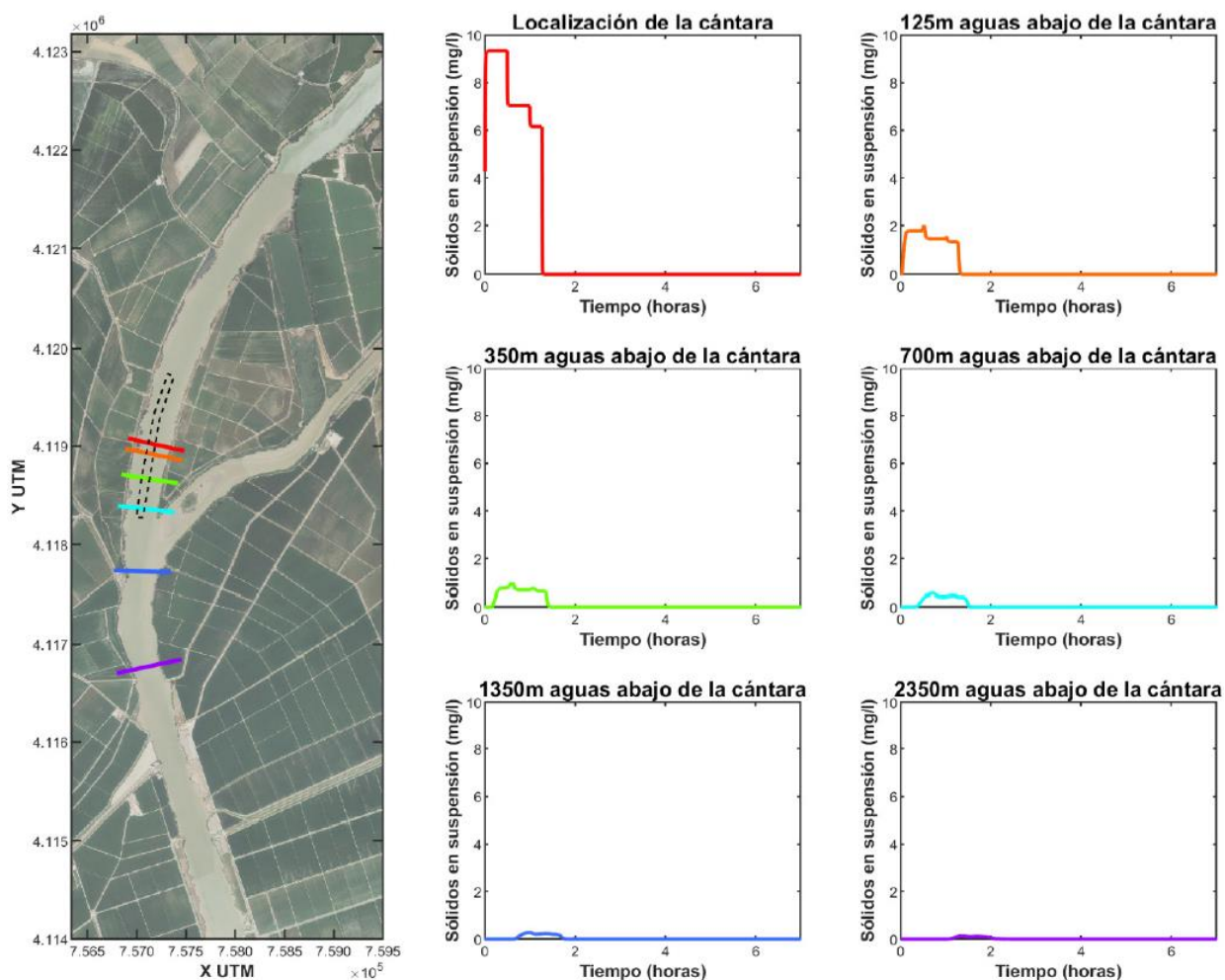


Ilustración 231. Evolución temporal de la concentración de sólidos en suspensión en la columna de agua (mg/l) puestos en suspensión durante el llenado de la cántara en el área de dragado de Los Olivillos en un periodo de marea viva vaciante. Fuente: IH Cantabria, 2023.

Por otro lado, la evolución temporal de la concentración de sólidos en suspensión en secciones aguas arriba de la cántara en un periodo de marea viva llenante y aguas abajo en un periodo de marea viva vaciante se muestra en la Ilustración 230 e Ilustración 231, respectivamente. Como puede apreciarse en ambas figuras, la concentración de sólidos en suspensión debida a las pérdidas durante el llenado de la cántara alcanza los valores más elevados, de en torno a 10 mg/l, en las proximidades de la propia cántara, reduciéndose rápidamente hacia aguas abajo. A las 2 horas del inicio de la puesta en suspensión del material debido al proceso de dragado, los valores adicionales de concentración son menores de 1 mg/l. Cabe mencionar que tanto dicho valor como los valores máximos pueden considerarse despreciables respecto de típicas concentraciones de sedimentos en suspensión en dicho tramo de la ría del Guadalquivir (≈ 200 mg/l, de acuerdo con los datos recogidos en las figuras 26 y 28 del informe E1 “Diagnóstico inicial de los procesos de erosión/sedimentación y sus agentes causantes” recogido en el estudio “Desarrollo de un sistema experto de erosión en las márgenes de la Eurovía del Guadalquivir, IHCantabria 2022”). En

definitiva, el llenado de una cántara se succión en marcha produce un aumento de turbidez muy localizado, temporal y con valores de sólidos suspendidos que son despreciables respecto a la carga contabilizada en el río de base.

Por otro lado, considerando la técnica de WID durante la prueba efectuada en noviembre de 2022 en Antesclusa, se ha llevado a cabo un control ambiental para conocer la turbidez y su comportamiento. El objetivo, durante los 15 días de control, fue determinar la concentración de sólidos en el fondo, en la columna de agua y ver su desplazamiento. El resultado de todas las medidas tomadas fue que en Antesclusa la pluma de turbidez que se genera se sitúa unos 30-50 cm sobre el fondo, con valores que superan las 1000 NTU en el punto de inyección de agua (muy cerca del WID). Esta turbidez elevada se desplaza unos 120 m como máximo en el sentido de la débil corriente. En Antesclusa se han medido velocidades de corriente de entre 0,1-0,2 m/s, lo cual da lugar al poco desplazamiento de la pluma. El propio WID ha tenido que arrastrar el material hasta el canal de salida habilitado hasta Huertas para que entrase en la dinámica de la corriente.

En el tramo de inicio de Huertas y entre éste y Antesclusa, donde se dejan notar las corrientes, dependiendo su intensidad del coeficiente de mareas (se han registrado valores desde 0,4 m/s a 1,1 m/s), la pluma de turbidez también se ha detectado en los últimos 30-50 cm del fondo y ésta se ha desplazado como máximo, desde el punto de inyección de agua, unos 950 m. No se ha percibido alteración más allá de esa distancia desde el punto donde se encontraba el WID trabajando, ni en la columna de agua por encima de los 50 cm de fondo, es decir, no hay alteración en la media y superficie de la columna. De hecho, estos valores han quedado por debajo del blanco (una estación por encima de la Punta del Verde fuera de la zona de influencia de la obra) en la mayoría de los casos.

Para comparar la turbidez generada en la columna de agua por ambas técnicas se recogen a continuación los resultados de una prueba que se ejecutó a la altura de Antesclusa-Huertas en el mes de octubre de 2019. Se establecieron una serie de estaciones de control, aguas abajo, de la draga de succión en marcha (la Costa Dorada en aquella campaña) y el WID (la ODIN). Los perfiles de turbidez mostraron el siguiente comportamiento del parámetro en la columna de agua:

- Día 03/10 (con las 2 dragas funcionando simultáneamente)

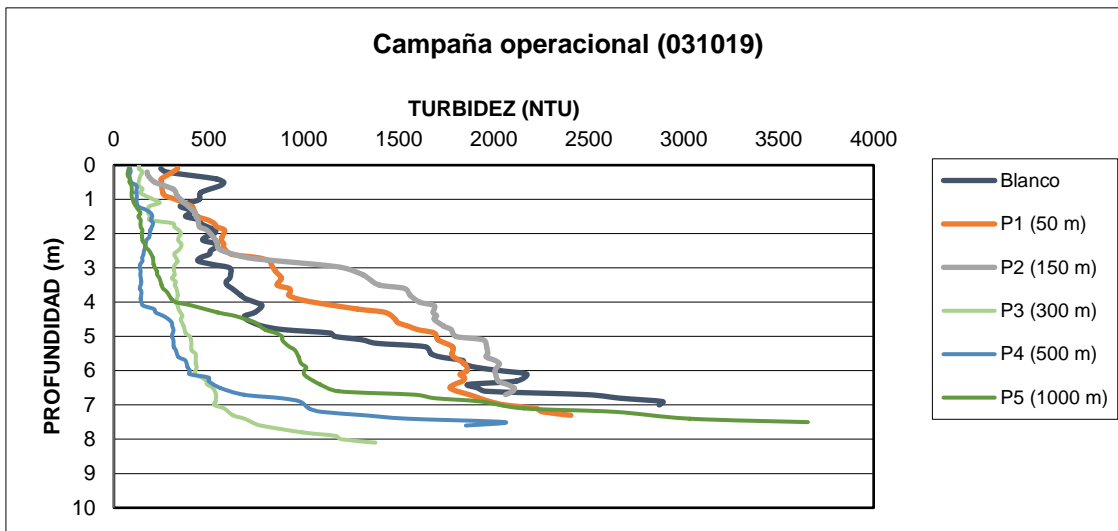


Ilustración 232. Perfiles de turbidez (NTU) de la ODIN (water injection). Fuente: Tecnoambiente, 2020.

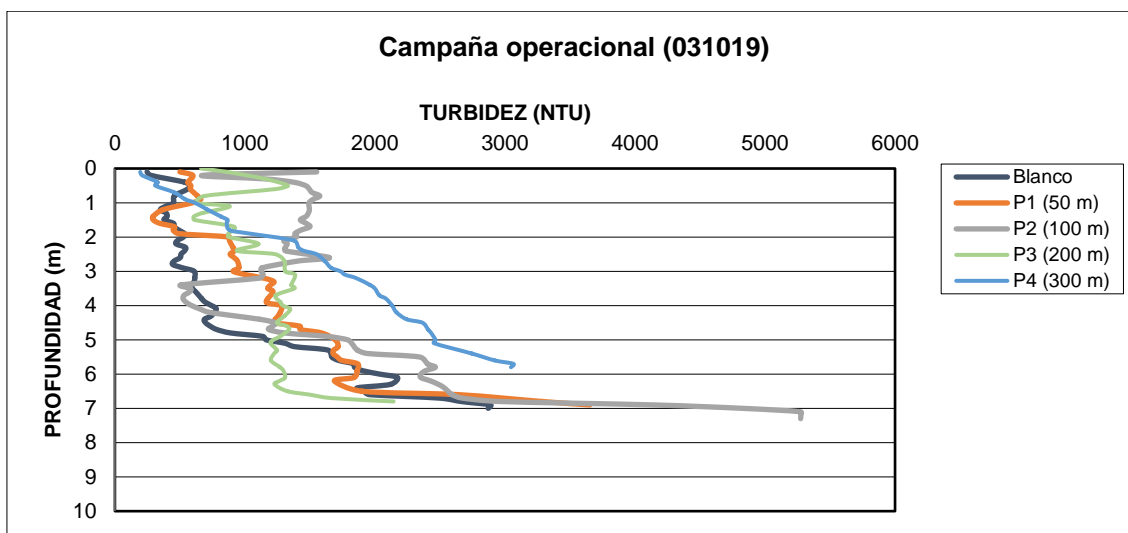


Ilustración 233. Perfiles de turbidez (NTU) de la Costa Dorada (succión en marcha). Fuente: Tecnoambiente, 2020.

Concluyéndose:

- Haciendo una lectura general de los datos obtenidos se ve que el patrón espacial en la vertical de la turbidez es diferente en las 2 técnicas de dragado. En el caso de la técnica de inyección de agua, la nube de dispersión alcanza menor altura y tiene una mayor concentración en el fondo, alcanzándose valores de 1.000 NTU en torno a los 3-4 metros. El dragado de succión en marcha produce una nube de mayor altura, alcanzando prácticamente la superficie en los puntos más cercanos al dragado, y los valores de turbidez en el fondo también son mayores que en el caso de la inyección (las 1.000 NTU se registran en todas las estaciones entre los 0-1 metro).
- La alta turbidez del medio (ajena a las labores de dragado como demuestran los valores registrados en las estaciones blanco) dificulta la interpretación de los resultados y las conclusiones

consecuentes, ya que, en algunos casos, se han medido valores mayores en el blanco que en las estaciones afectadas por el dragado.

Es decir, la turbidez generada por ambas técnicas fue similar en magnitud, pero la de WID quedaba en el fondo, tal y como se ha mostrado en la prueba de este año (30-50 cm en capa de fondo). La turbidez del medio fue alta los días de la prueba y hace despreciable o muy poco significativa la generada durante el dragado, con independencia de la técnica que se utilice.

Colocación en fosas

El IHC ha estudiado el gradiente de sedimentos en suspensión generado por el vertido del material dragado en las fosas 2 y 7. La concentración promedio introducida en el río en este depósito en cada una de las fosas es:

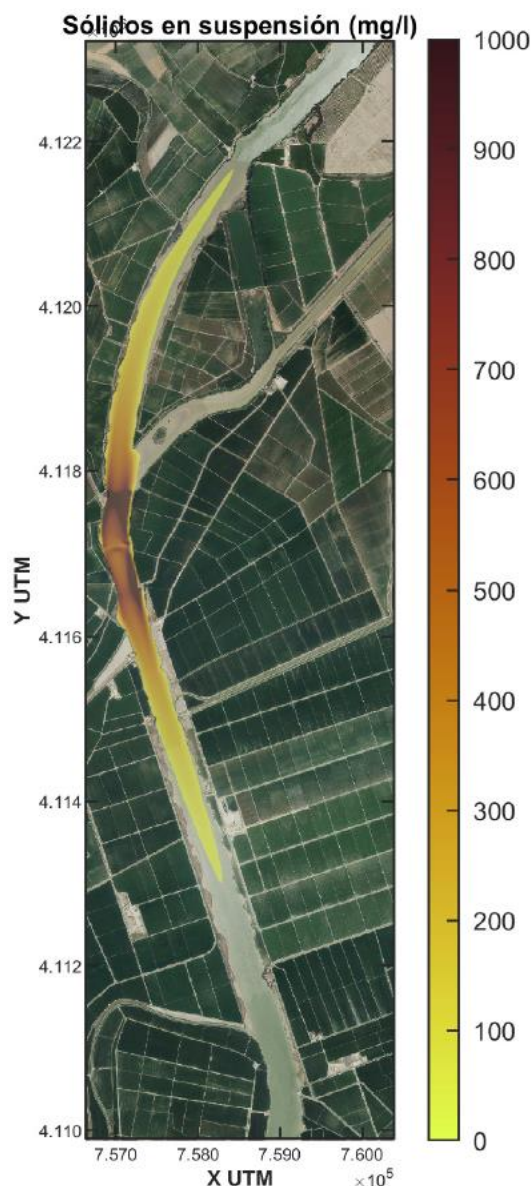


Ilustración 234. Concentración promedio de sólidos en suspensión en la columna de agua (mg/l) generada durante el proceso de vertido del material de dragado en la fosa de vertido 2. Fuente: IHC, 2022.

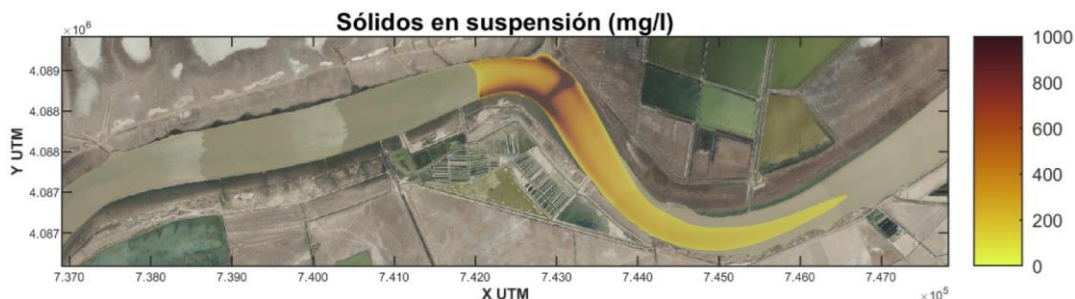


Ilustración 235. Concentración promedio de sólidos en suspensión en la columna de agua (mg/l) generada durante el proceso de vertido del material dragado en la fosa de vertido 7. Fuente: IHC, 2022.

En las figuras se observa que la pluma generada durante el vertido afecta a gran parte de la extensión de la zona de estudio (9 km en la fosa 2 y 4 km en la 7), pero sólo alcanza valores especialmente elevados en la ubicación de las propias fosas, tendiendo el material a sedimentar rápidamente.

Por otro lado, la evolución temporal de las concentración de sólidos en suspensión en 3 puntos de cada zona de estudio muestra que el gradiente de concentración introducido por la dispersión del vertido del material en ambas fosas se reduce rápidamente, alcanzándose a las 12 horas valores adicionales de concentración sobre el medio menores de 1 mg/l en los dos casos, valor despreciable respecto de las concentraciones habituales de sedimentos suspendidos en el Guadalquivir (en torno a 200 mg/l, según informe de diagnóstico inicial del IHC, 2022).

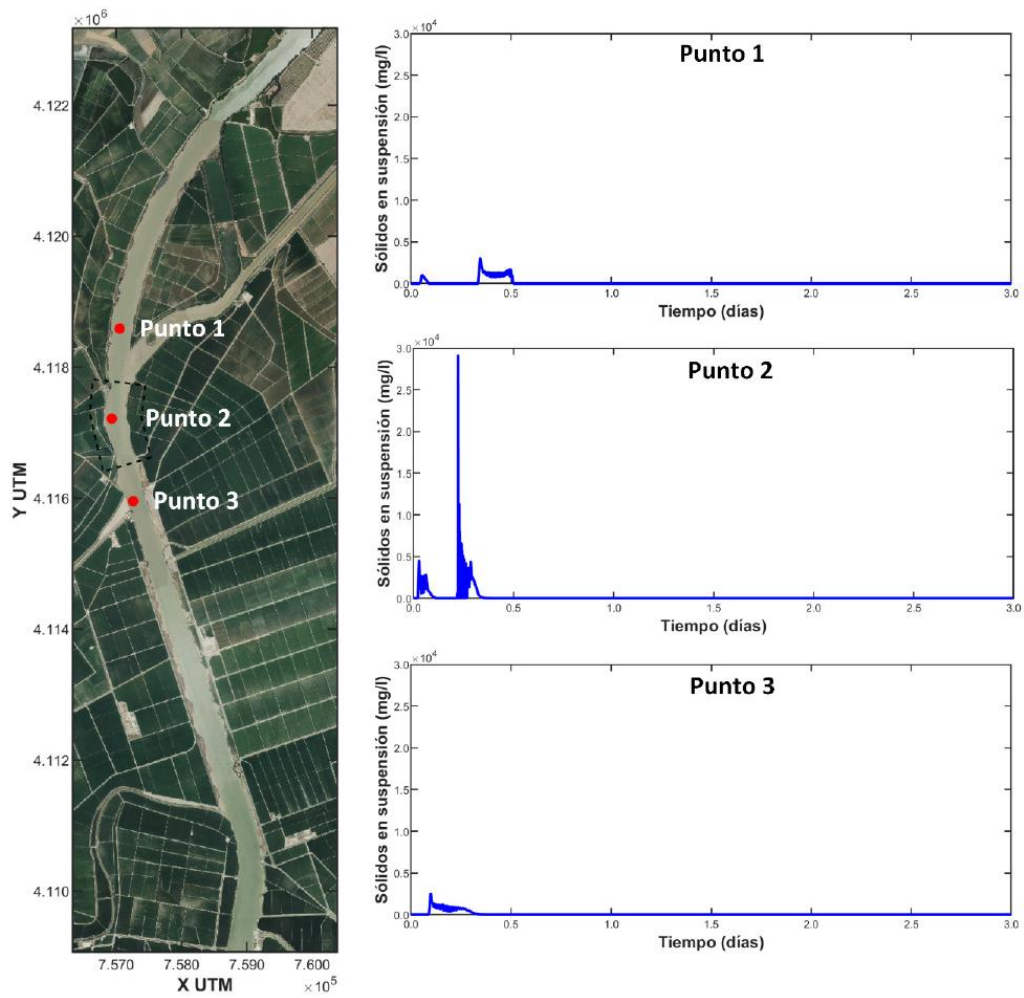


Ilustración 236. Evolución temporal de la concentración de sólidos en suspensión en la columna de agua (mg/l) en fosa 2. Fuente: IHC, 2022.

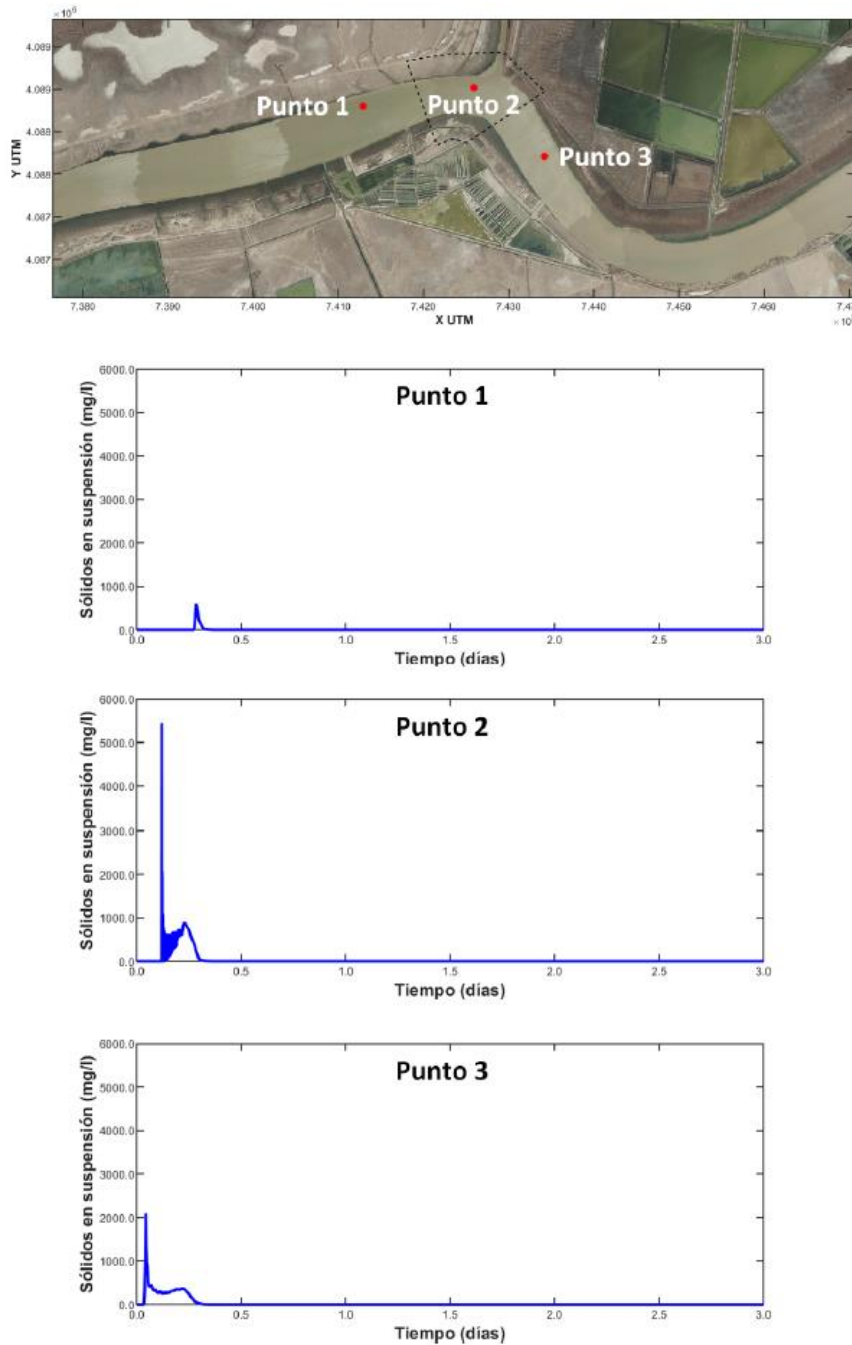


Ilustración 237. Evolución temporal de la concentración de sólidos en suspensión en la columna de agua (mg/l) en la fosa de vertido 7. Fuente: IHC, 2022.

La estabilidad de las fosas indica tendencia erosiva en la 2 que se vacía al cabo de 1 año y acumulativa en la 7, lo que lleva a analizar un vertido por backfilling en la fosa 2 para ver si sería una opción adecuada en el río. Se descarta el uso de la fosa 7.

Colocación en playas

Con relación al vertido en la playa de la margen izquierda, principalmente en Bajo de Guía, el modelo de dispersión ejecutado muestra que, los valores en la zona de aporte de playa, apenas superan los 5 mg/l, y el ámbito en que los valores son superior a 0,5 mg/l no se extienden en un radio mayor a unos 300 m, al este y oeste de la orilla, en función de la marea.

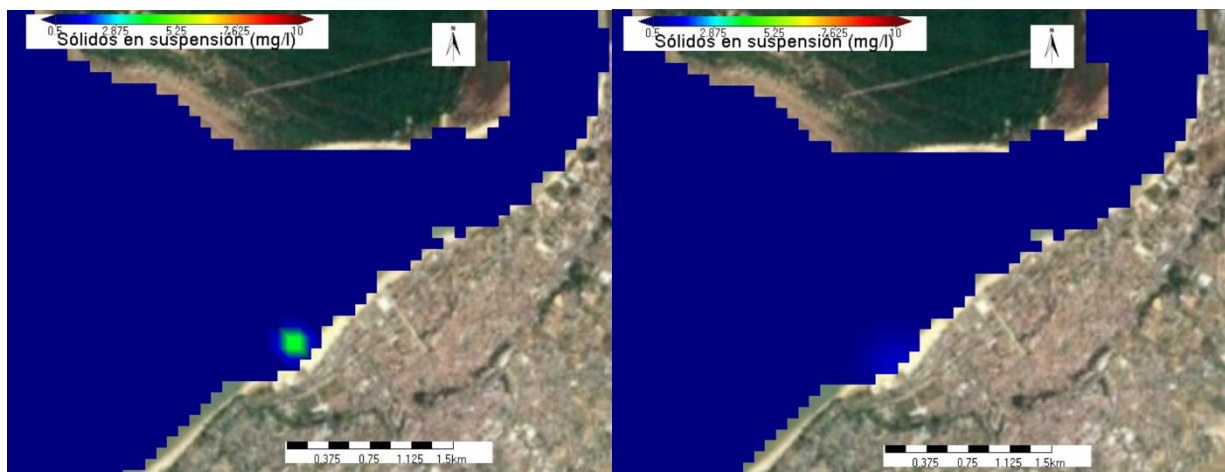


Ilustración 238. Sólidos en suspensión al finalizar el primer aporte a la playa (iz) y una hora después de finalizar el primer aporte a la playa (dcha). Fuente: Tecnoambiente, 2022.



Ilustración 239. Sólidos en suspensión dos horas después de finalizar el primer aporte a la playa (iz) y al finalizar el segundo aporte a la playa (dcha). Fuente: Tecnoambiente, 2022.

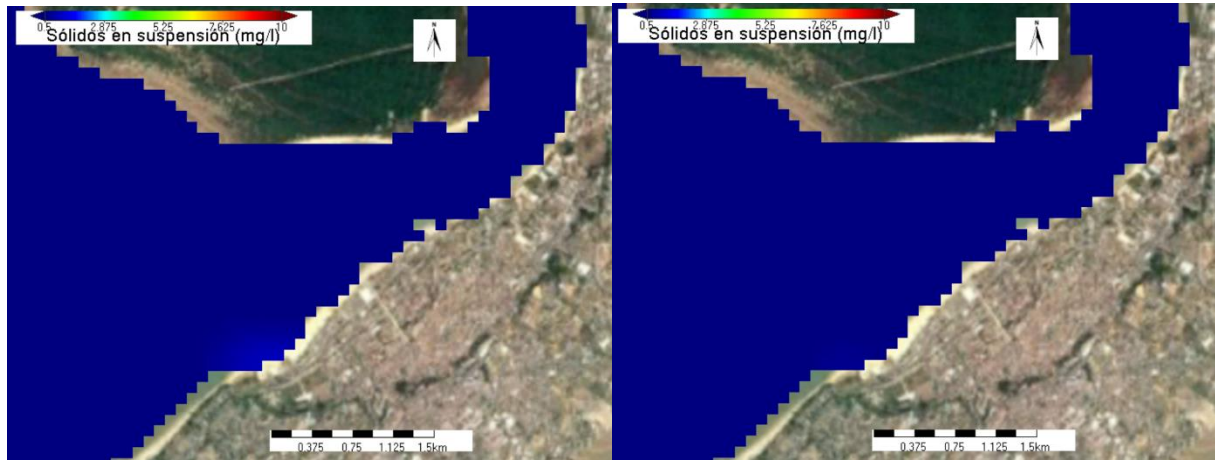


Ilustración 240. Sólidos en suspensión una hora después de finalizar el segundo aporte a la playa (iz.) y dos horas después de finalizar el segundo aporte a la playa (dcha). Fuente: Tecnoambiente, 2022.

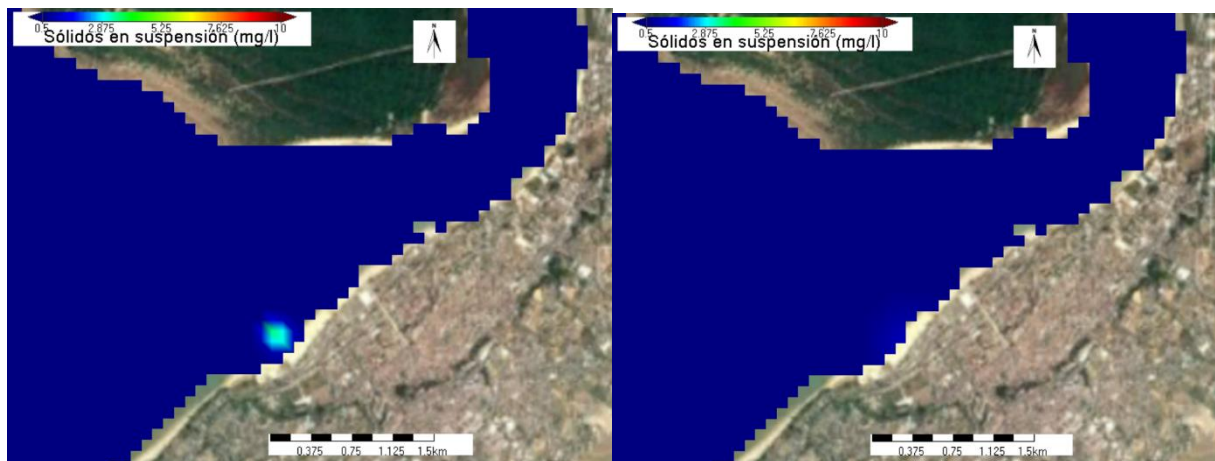


Ilustración 241. Sólidos en suspensión al finalizar el cuarto aporte a la playa (iz.) y una hora después de finalizar el cuarto aporte a la playa (dcha). Fuente: Tecnoambiente, 2022.



Ilustración 242. Sólidos en suspensión al finalizar el sexto aporte a la playa (iz.) y al finalizar el decimoterter aporte a la playa (dcha). Fuente: Tecnoambiente, 2022.

Es decir, el aporte a playa supone incrementos máximos de sólidos en suspensión de unos 5 mg/l, resultado que, dado que el valor medio en la zona es de 221,5 mg/l, se considera de muy baja intensidad.

Vertido en el vaciadero marino

Se ha realizado un estudio de dispersión de vertidos (anexado al EsIA) que ha considerado los siguientes criterios para definir los dos escenarios que se estudian en el vaciadero marino:

- Variabilidad de la marea: dado que se trata de una zona mesomareal, en la que las corrientes de marea varían mucho en función de si se trata de mareas muertas o vivas, se ha optado por seleccionar la situación que más dispersión del sedimento provoca, que es la situación de mareas vivas.
- Ubicación de los principales receptores (zonas protegidas): tal y como se ha mostrado en el apartado de descripción del medio, en el vaciadero marino, la zona sensible más cercana es la ZEPA Golfo de Cádiz, al oeste. En la zona de aportación a playas, las zonas más sensibles están al noroeste, en la otra margen de la desembocadura, pues se encuentra la ZEC Doñana, y la zona de producción de moluscos AND108.
- Sólidos puestos en suspensión: en cuanto a la cantidad de sólidos puestos en suspensión, en el vertido en el vaciadero, se ha considerado que queda en suspensión el 5% de los finos, y que el resto desciende en colapso al fondo (Van Rijn, 2020). En el aporte a playa, se ha considerado que son menos del 2%.
- Patrón de vientos: dada la distribución de vientos (con vientos más frecuentes e intensos del W-NW y SE) y la ubicación de las zonas sensibles, se han considerado vientos del W y E, con intensidades entre 4 y 12 m/s.
- Ubicación de zona de vertido: en la zona de vertido, se ha considerado que el vertido se realiza en la zona central del vaciadero, situada a unos 3.500 m del límite de la ZEPA "Golfo de Cádiz".
- Características del sedimento: según los datos de los seguimientos de los dragados de mantenimiento del Guadalquivir, el contenido en finos del material vertido a vaciadero es bajo, no suele superar el 5%, vertiéndose allí principalmente material descartado para playa por su alto contenido en conchas. El material vertido en la playa tiene, por norma, un contenido en finos inferior al 5%. Para todos los casos se ha considerado una densidad de 2.650 kg/m³. En cuanto al tamaño de los finos, se ha tomado un valor de 0,005 mm.
- Duración de la simulación: se simulan 48 horas seguidas, con ciclos de 2,5 horas. El primer ciclo comienza a las 3 horas, y el último se realiza 36 horas después del inicio de la simulación, transcurriendo las últimas 12 horas sin dragado.

Atendiendo a estos criterios, se han simulado las siguientes condiciones, que contemplan el peor escenario posible:

- En el vaciadero marino se han simulado 2 escenarios, mareas vivas con viento del W y del E.

Todos los resultados gráficos se recogen en el citado anexo. A continuación, se presentan los resultados más desfavorables de todas las modelizaciones realizadas:

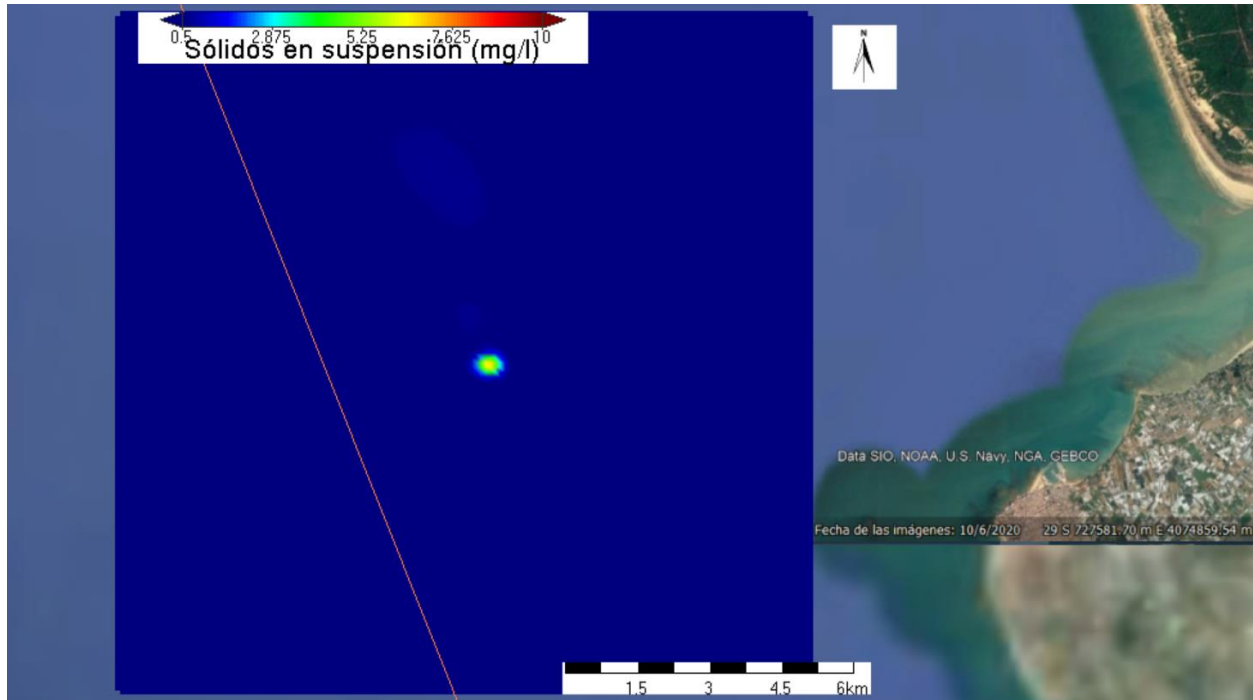


Ilustración 243. Sólidos en suspensión en superficie tras el vertido 13 con viento del E. Fuente: Tecnoambiente, 2022.

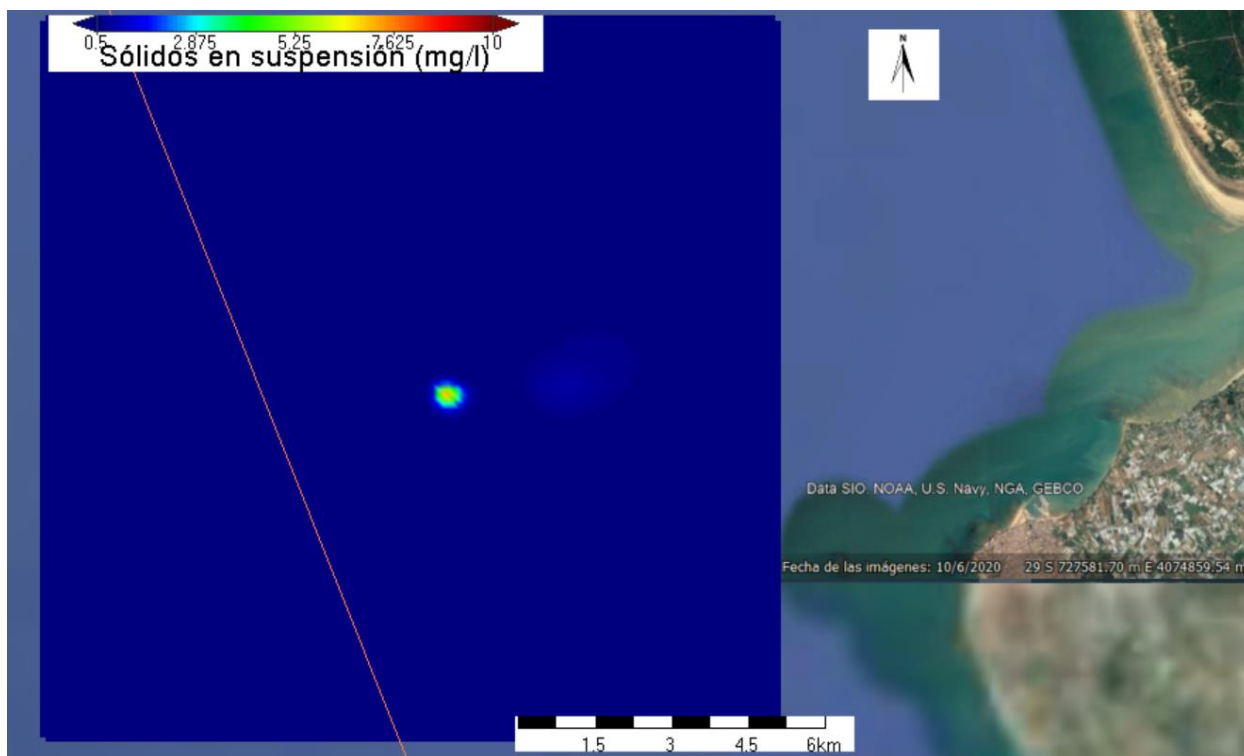


Ilustración 244. Sólidos en suspensión en superficie al finalizar el vertido 13 con viento del W. Fuente: Tecnoambiente, 2022.

Y se concluye que:

- Los incrementos de sólidos en suspensión provocados por el vertido en el vaciadero marino suponen incrementos máximos inferiores a los 10 mg/l en el punto de vertido, e incrementos inferiores a los 5 NTU en un radio de unos 500 m. Dado que el valor medio de sólidos en suspensión en la zona es de 27,45 mg/l, estos incrementos se consideran despreciables, y no suponen una afección significativa a la calidad del agua.
- En cuanto a su duración, los valores de sólidos en suspensión superiores a 0,5 mg/l no duran más de 2 horas, por lo que, se trata de un efecto temporal de corto plazo.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Estabilidad y comportamiento del material depositado en la fosa 2. El IH ha analizado la turbidez adicional generada en la columna de agua debido al material sólido introducido por un vertido por tubería de fondo en la fosa 2 mediante una modelización 3D, con el fin de simular una descarga de este tipo. La turbidez adicional introducida en la columna de agua se contabiliza en forma de sólidos en suspensión (mg/l). El efecto de la turbidez introducida en la columna de agua se ha analizado en un escenario hidrodinámico correspondiente a un rango de marea medio obtenido de la información hidrodinámica recogida en el capítulo de datos de partida.

El modelado de la descarga del material de dragado se ha llevado a cabo a través del acople del modelo morfodinámico de la suite Delft3D y el sistema IH-Dredge desde un punto de vista tridimensional con 10 capas sigma (equiespaciadas en función de la profundidad de cada celda) utilizadas para la discretización vertical. Con el fin de representar de la manera más fidedigna posible la descarga del material dragado, éste se ha introducido como un vertido en la capa de fondo, simulando la suelta de material a través de la tubería de la draga de succión en las cercanías del lecho estuarino. Por otra parte, cabe señalar que, a través de este acople mencionado anteriormente, se ha simulado el vertido del volumen de material de dragado correspondiente a lo largo de la fosa 2 (Ilustración 245) con un caudal sólido constante de $2 \text{ m}^3/\text{s}$, valor asumible de acuerdo con IHCantabria (2013), hasta alcanzar una cota constante máxima (valor recogido en el capítulo de datos de partida) en todo el área de la fosa. A su vez, debe ser mencionado que el material de vertido presenta un D50 de 63 micras, de acuerdo con la información proporcionada por la APS.

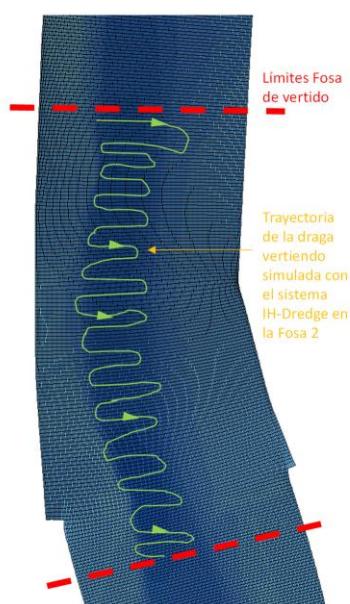


Ilustración 245. Esquema de la simulación del vertido del material de dragado en la capa de fondo en la fosa 2 con el acople del sistema IH-Dredge y el modelo morfodinámico de la suite Delft3D a través de modelización 3D.

Fuente: IHC, 2022:9.

Los resultados del modelado del proceso de vertido han sido procesados con el fin de obtener la distribución espacial de la concentración media de sólidos en suspensión en la columna de agua generada durante la descarga del material de dragado en la fosa 2, así como la evolución temporal de la concentración de sólidos en suspensión en 3 puntos: aguas arriba de la fosa, en la fosa y aguas abajo de la fosa.

Los resultados muestran que la concentración promedio introducida en la ría del Guadalquivir por la pluma de sedimentos generada durante el proceso de vertido del material de dragado en la fosa de vertido 2,

afecta a una parte de la extensión de la zona de estudio (3,5 Km), alcanzándose valores relativamente elevados en la ubicación de la propia fosa, ya que el material vertido tiende a sedimentar rápidamente.

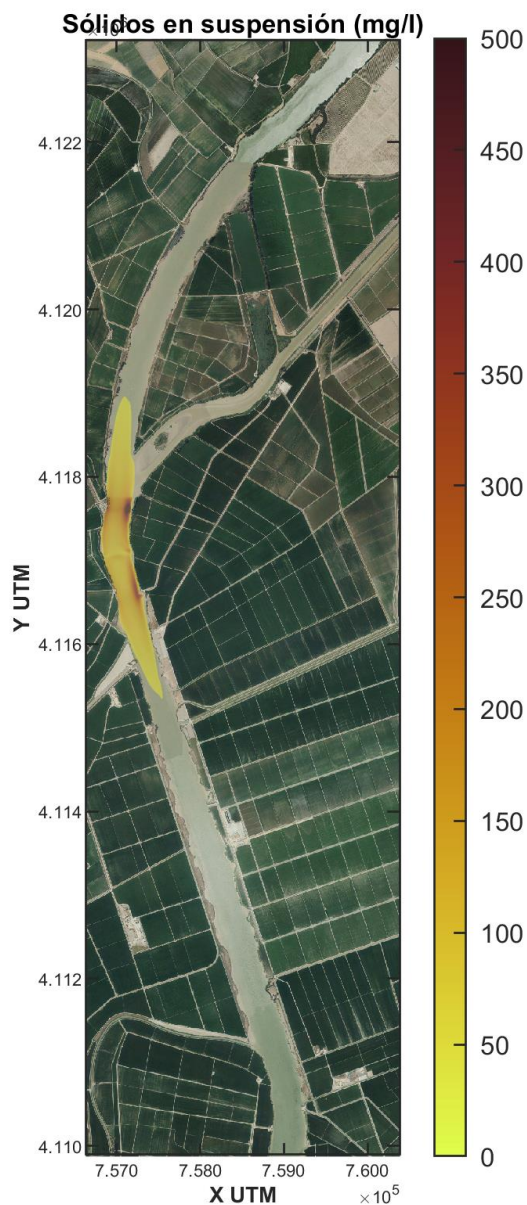


Ilustración 246. Concentración promedio de sólidos en suspensión en la columna de agua (mg/l) generada durante el proceso de vertido del material de dragado en la fosa de vertido 2. Fuente: IHC, 2022:10.

Por otro lado, la evolución temporal de la concentración de sólidos en suspensión en 3 puntos de la zona de estudio, como puede apreciarse en la figura siguiente, el gradiente de concentración introducido por la dispersión del vertido del material de dragado en la fosa se reduce rápidamente, alcanzándose a las 12 horas valores adicionales de concentración sobre el medio menores de 1 mg/l, valor despreciable respecto de típicas concentraciones de sedimentos en suspensión en dicho tramo de la ría del Guadalquivir (≈ 200

mg/l, de acuerdo con los datos recogidos en las figuras 26 y 28 del informe E1 “Diagnóstico inicial de los procesos de erosión/sedimentación y sus agentes causantes”).

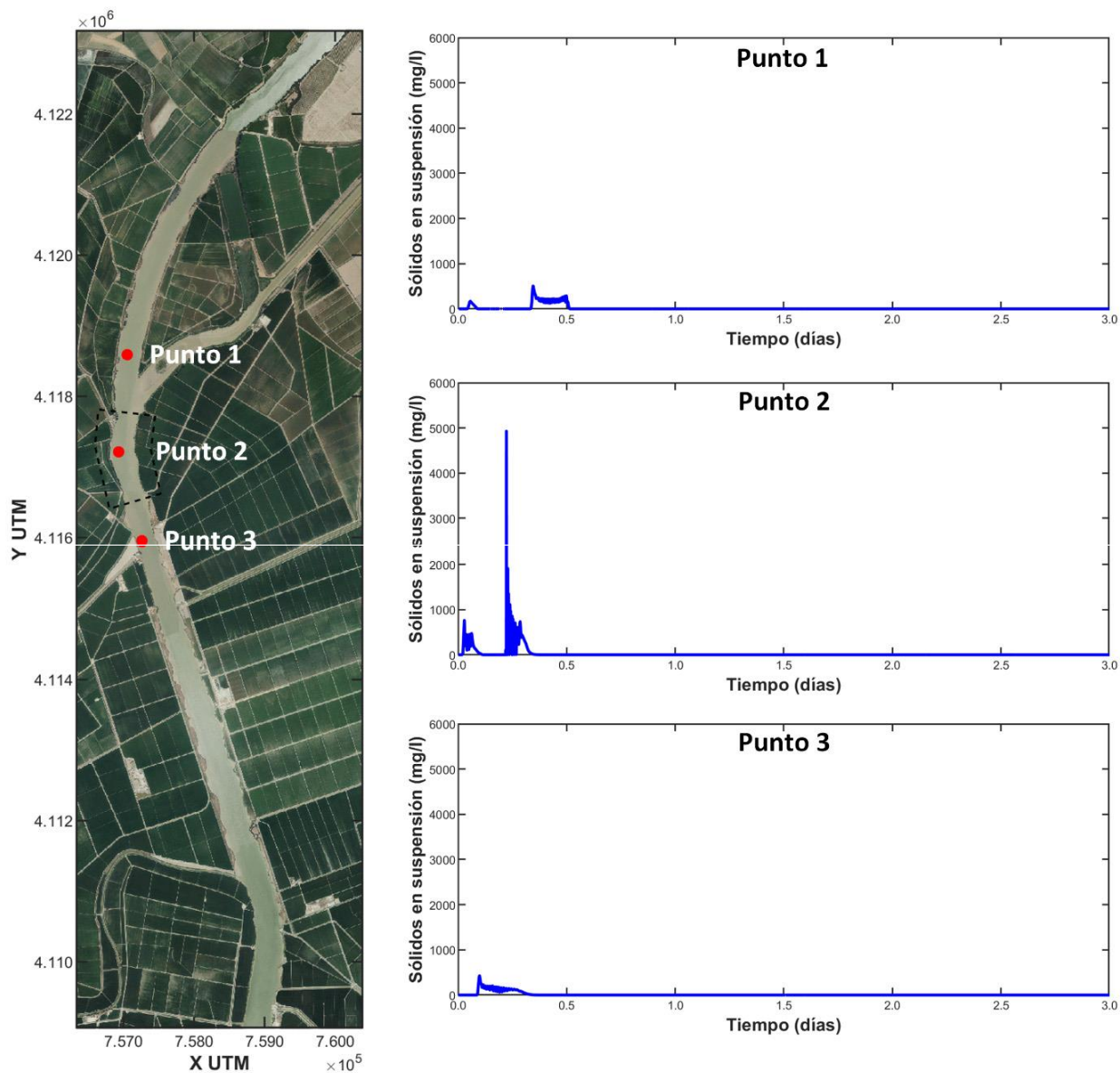


Ilustración 247. Evolución temporal de la concentración de sólidos en suspensión en la columna de agua (mg/l) en la fosa de vertido 2. Fuente: IHC, 2022:11.

9.2 ELEMENTO RECEPTOR SEDIMENTO

FASE DE EXPLOTACIÓN

Impactos por los residuos generados (gestión) .se ha indicado a lo largo del EsIA cómo ha cambiado el destino del material dragado desde el año 2010. En los primeros de esta década gran parte del material, en concreto, el de los tramos bajos, se depositaba en vaciadero marino y el resto en los vaciaderos

terrestres, principalmente Yesos, Horcada y Butano. No se daba un uso productivo al material más que el indicado en la Ley de residuos, valorización en 2 años del material depositado en los vaciaderos. Este escenario hacía que sólo se aprovechara una parte del material dragado, gestionado por un gestor de residuos.

El nuevo paradigma de *working with nature* al que la APS se ha adscrito ha abierto nuevas líneas de uso del material dragado, con ello ha aumentado la eficiencia de los procesos de dragado de mantenimiento y se dan distintos tipos de usos del sedimento. Entre ellos:

- Regeneración de playas: evaluado posteriormente con las aportaciones que desde 2015 se han realizado por parte de la APS a las playas de Sanlúcar de Barrameda.
- Generación de zonas de nidificación para avifauna: desde 2017 se han venido desarrollando labores de investigación impulsadas por el convenio firmado entre la APS y la Estación Biológica de Doñana del Centro Superior de Investigaciones Científicas (en adelante EBD-CSIC) para el uso de los vaciaderos terrestres como zonas para la nidificación y la cría de avifauna acuáticas. Las experiencias llevadas a cabo en los vaciaderos de Butano y La Horcada han sido satisfactorias gracias a una planificación estructural del diseño de los diferentes recintos en los que se dividen cada uno de ellos, diversificando los hábitats, y al manejo de la lámina de agua, adaptado al hidropereodo efectivo de la avifauna (véase Ilustración 48 e Ilustración 49). El resultado de los censos de aves a lo largo de los diferentes ciclos muestra el éxito de esta experiencia, tal y como se ha mostrada en el Apdo. 6.2.7.
- Usos en contexto de Economía circular: entre ellos se han evaluado y se estudian los usos cerámicos, los agrícolas y en obra pública. Éstos dos últimos ya se producen, pero no descartan otras líneas que puedan ser viables. El objetivo de la APS es tener excedente 0 de residuos, es decir, poder aprovechar todo el material que tenga que dragarse en el río. Precisamente en esta línea se redactan algunas de las medidas contempladas en el EslA y se dirigen a la restauración o estabilización de márgenes.
- Restauración o estabilización de márgenes erosionadas: independientemente del origen y causa, una de las propuestas recogidas en el este EslA es el aporte de material para corregir la erosión de algunas secciones de márgenes del río. Esta experiencia ya tuvo lugar durante los dragados de mantenimiento de 2021 cuando se regeneraron 275 m lineales en el Espacio Natural Doñana. Esta experiencia exitosa, hasta la fecha, un año después, ha suscitado el interés, no sólo de la APS, sino de otras administraciones en estudiar este uso del material. En esta línea, la UTE junto el asesoramiento de la UPC, dirigido por Martín Vide, J.P., propone una serie de actuaciones de mejora.

Esta gestión de los sedimentos dragados es positiva y como tal se evalúa en el proceso de cuantificación de impactos.

9.3 ELEMENTO RECEPTOR RELIEVE/MORFOLOGÍA DEL CAUCE

Erosión de márgenes. El riesgo de erosión en las márgenes del río se estima, tal y como solicita el DA, partiendo de dos índices cuyo producto dará lugar a una priorización de los tramos de los márgenes en los que es más necesario actuar, es decir:

VULNERABILIDAD x TASAS DE EROSIÓN OBSERVADA

Estos criterios se definen como:

9.3.1 Vulnerabilidad

Basado en actividades y usos del suelo: se otorga una valoración a los usos del suelo localizados a trasdós de las márgenes, estableciendo cuáles son los prioritarios a proteger o más vulnerables. Para ello se utiliza la cartografía generada al efecto de este proyecto de usos por Complutig, mediante interpretación de ortofotografía del año 2019, más actual que la disponible en SIOSE o Corine Land Cover y específica de las márgenes del río.

En concreto, las valoraciones que se otorgan son las siguientes (10 mayor prioridad, 1 menor):

Tabla 104. Priorizaciones de usos en función de la vulnerabilidad en las márgenes del Guadalquivir. Fuente: complutig, 2021. Elaboración propia, 2022.

USOS	VALORACIÓN
Área quemada	2
Bosque de coníferas	6
Bosque de ribera	9
Formaciones de matorral denso	6
Franja árida	5
Matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos	6
Playas, dunas y arenales	10
Roquedos y suelos desnudos	5
Salinas	4
Superficies de agua	1
Vegetación de ribera	8
Zonas agrícolas:	De 4 a 8
Parcelas de cítricos y sector B12	8
Parcelas de arroz y algodón de tramo medio-bajo (más salinas)	6
Cultivos particulares	4
Zonas artificiales	1
Espacio Natural Doñana (con diferentes usos)	10

Como se observa, el uso prioritario se otorga, independientemente del uso del suelo, al Espacio Natural de Doñana, al igual que a las playas, dunas y arenales. Sigue el bosque de ribera, más representado en los tramos medios y altos del río. En cuanto a cultivos se establece una clasificación que va del valor

4, otorgado a los cultivos particulares del núcleo de Sanlúcar de Barrameda, alejados de las márgenes, al 6, a la zona de arrozales y algodonales, y 8 a las parcelas de cítricos y el sector B12. La vegetación de ribera también adquiere un valor medio-alto, quedando el resto de los usos en rangos medios o bajos (lógicamente zonas industriales, la lámina de agua o las áreas quemadas entran en esta categoría). La representación cartográfica de esta clasificación es la siguiente:

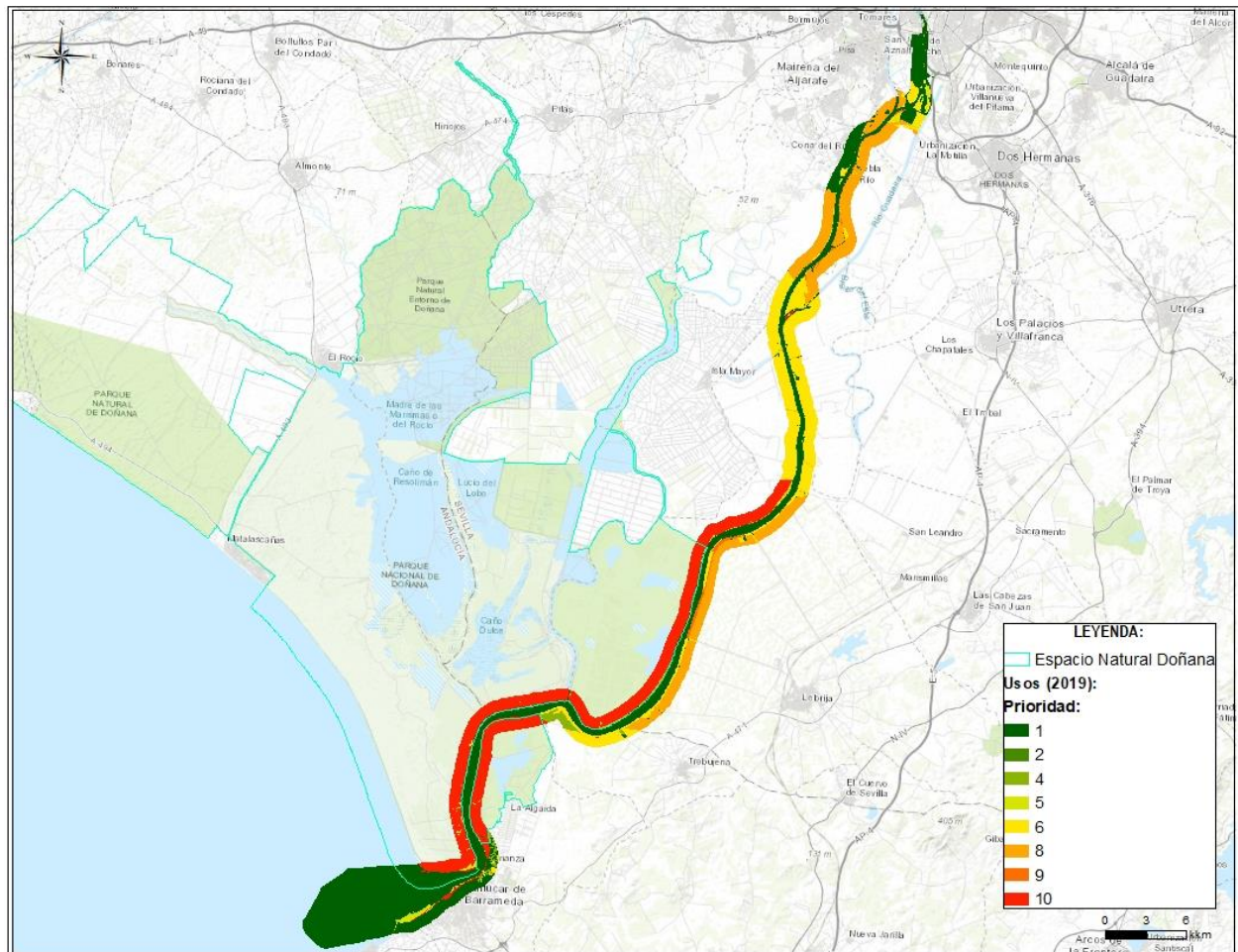


Tabla 105. Representación cartográfica de priorización de usos del suelo según su vulnerabilidad. Fuente: UTE con base en usos del suelo Complutrig. Elaboración propia, 2022.

9.3.2 Tasa de erosión observada

La tasa de erosión observada de las márgenes del río se ha calculado a partir de la cobertura de la lámina de agua desde el año 1983 a 2022, procesada por el IHC a partir de imágenes satelitales. En concreto, se ha calculado la superficie de suelo que pasa a ser lámina de agua en los 38 años analizados. Se establecen 4 categorías para la tasa de erosión tomando como criterio los percentiles, resultando lo siguiente:

- Bajo: de 0 a percentil 50. El percentil 50 establece que, de la muestra, el 50% de los valores se encuentran por encima de ese valor. En este caso es 23,68 m²/año.

- Medio: de percentil 50 a percentil 75. El percentil 75 es 71 m²/año.
- Alto: de percentil 75 a percentil 90. El percentil 90 es 151,47 m²/año.
- Muy alto: de percentil hasta 1.207,06 m²/año.

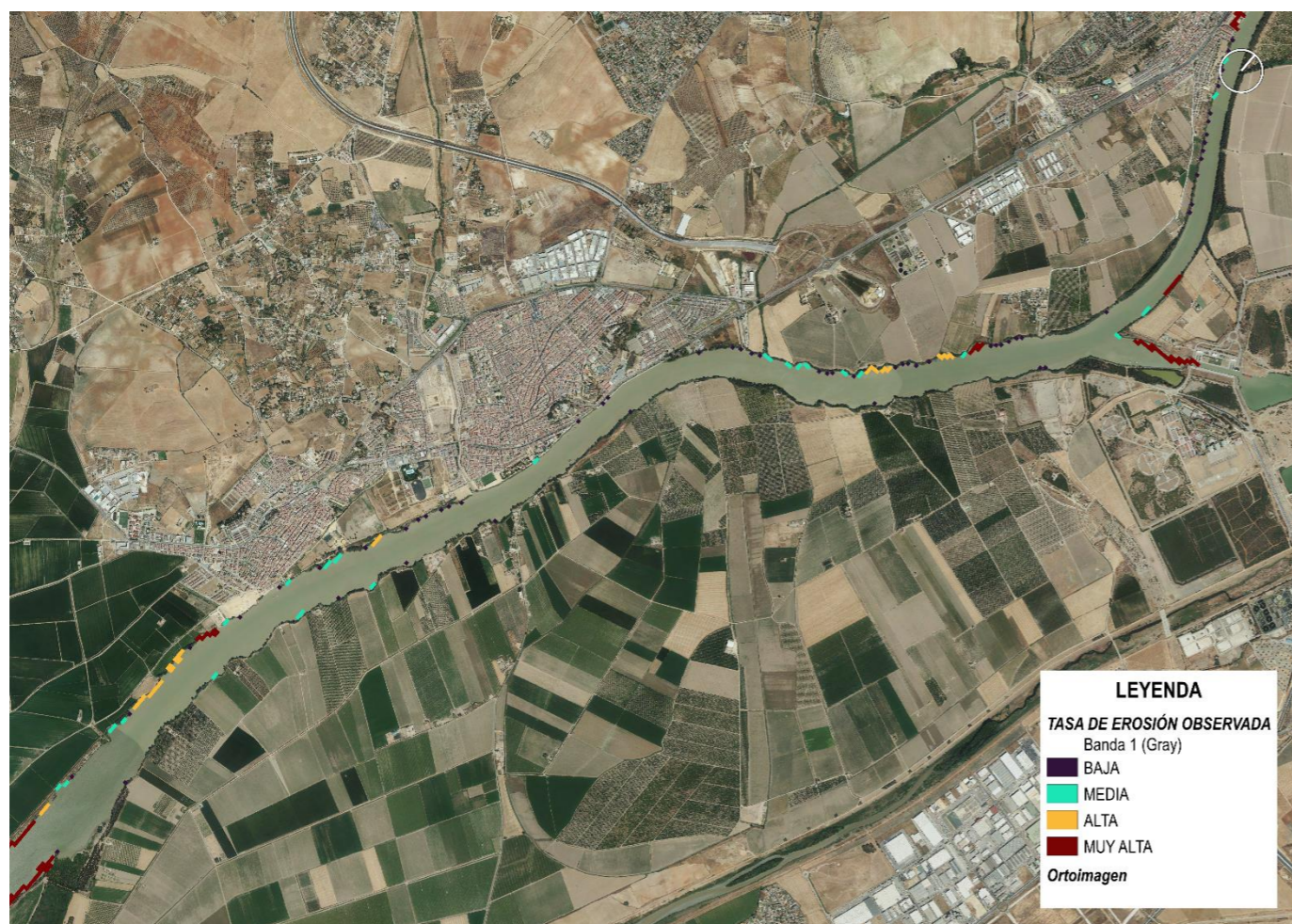


Figura 1. Tasa de erosión observada en el tramo Antescusa-Huertas-Coria del Río. Fuente: Elaboración propia con base IH Cantabria, 2022

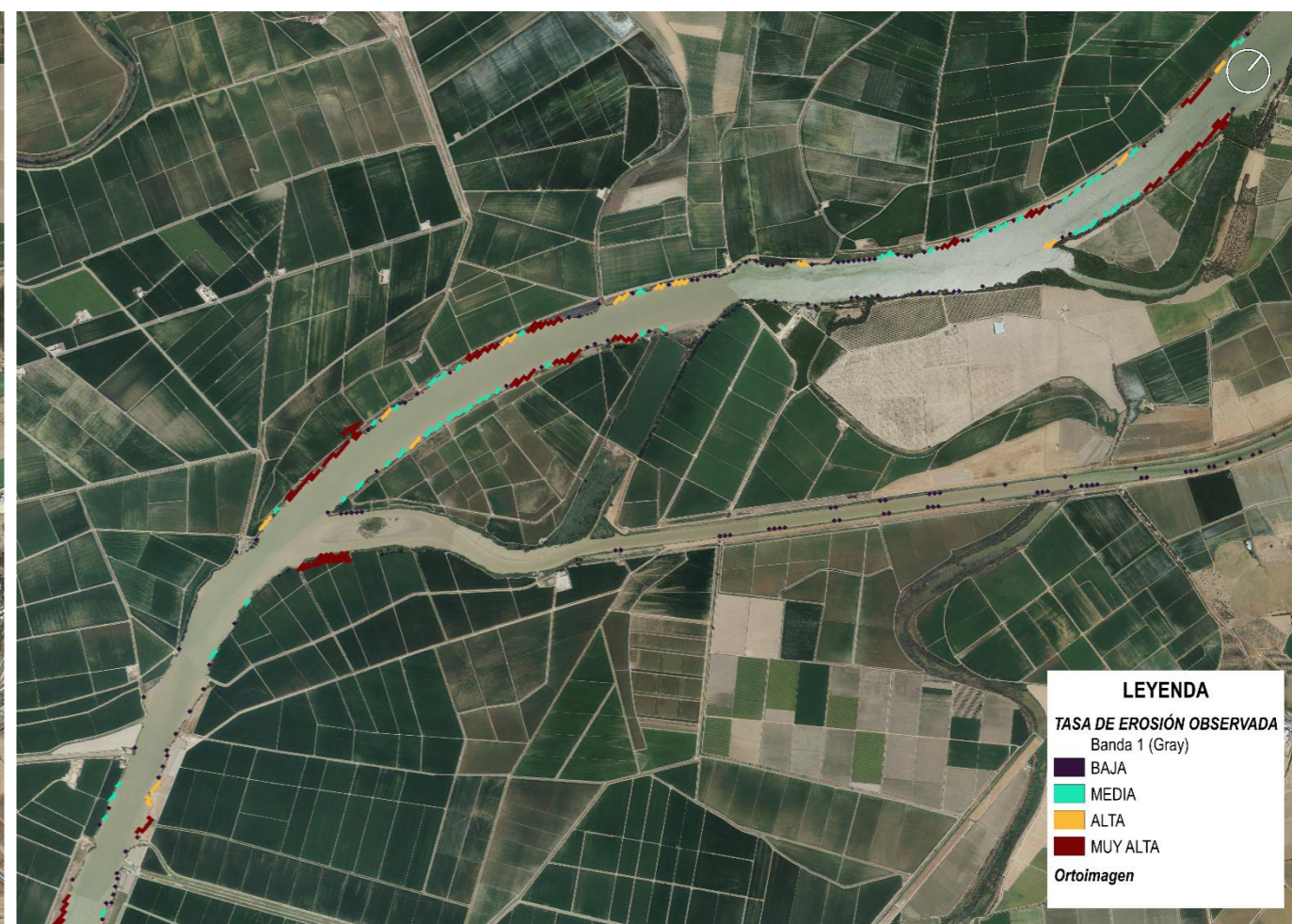


Figura 2. Tasa de erosión observada en el tramo Boca Sur Isleta-Olivillos-Corta de los Jerónimos. Fuente: Elaboración propia con base IH Cantabria, 2022

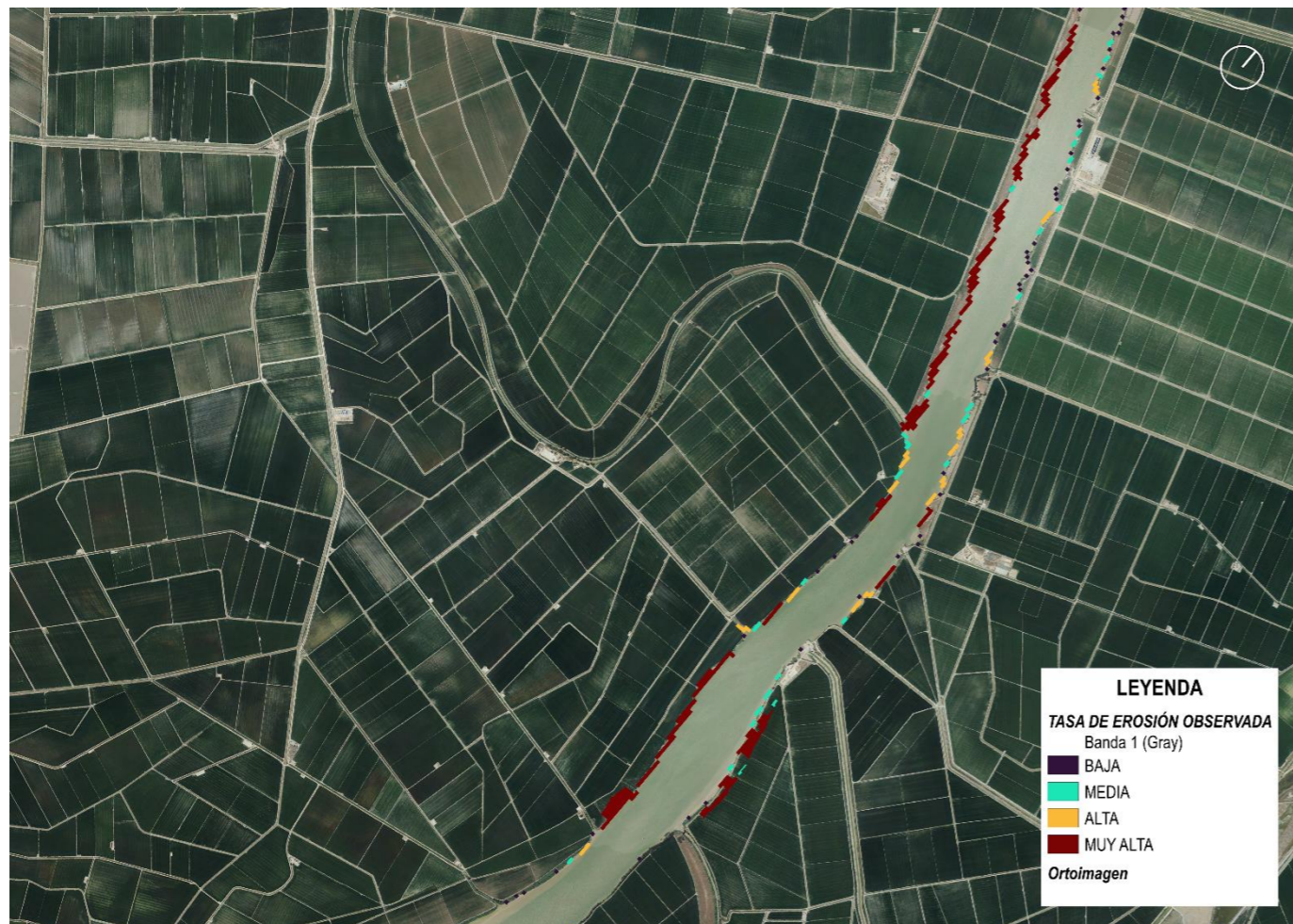


Figura 3. Tasa de erosión observada en el tramo Corta de los Jerónimos-La Lisa. Fuente: Elaboración propia con base IH Cantabria, 2022



Figura 4. Tasa de erosión observada en el tramo La Horcada - La Mata. Fuente: Elaboración propia con base IH Cantabria, 2022



Figura 5. Tasa de erosión observada en el tramo Tarfía – La Gola. Fuente: Elaboración propia con base IH Cantabria, 2022



Figura 6. Tasa de erosión observada en el tramo El Yeso - Puntalete. Fuente: Elaboración propia con base IH Cantabria, 2022

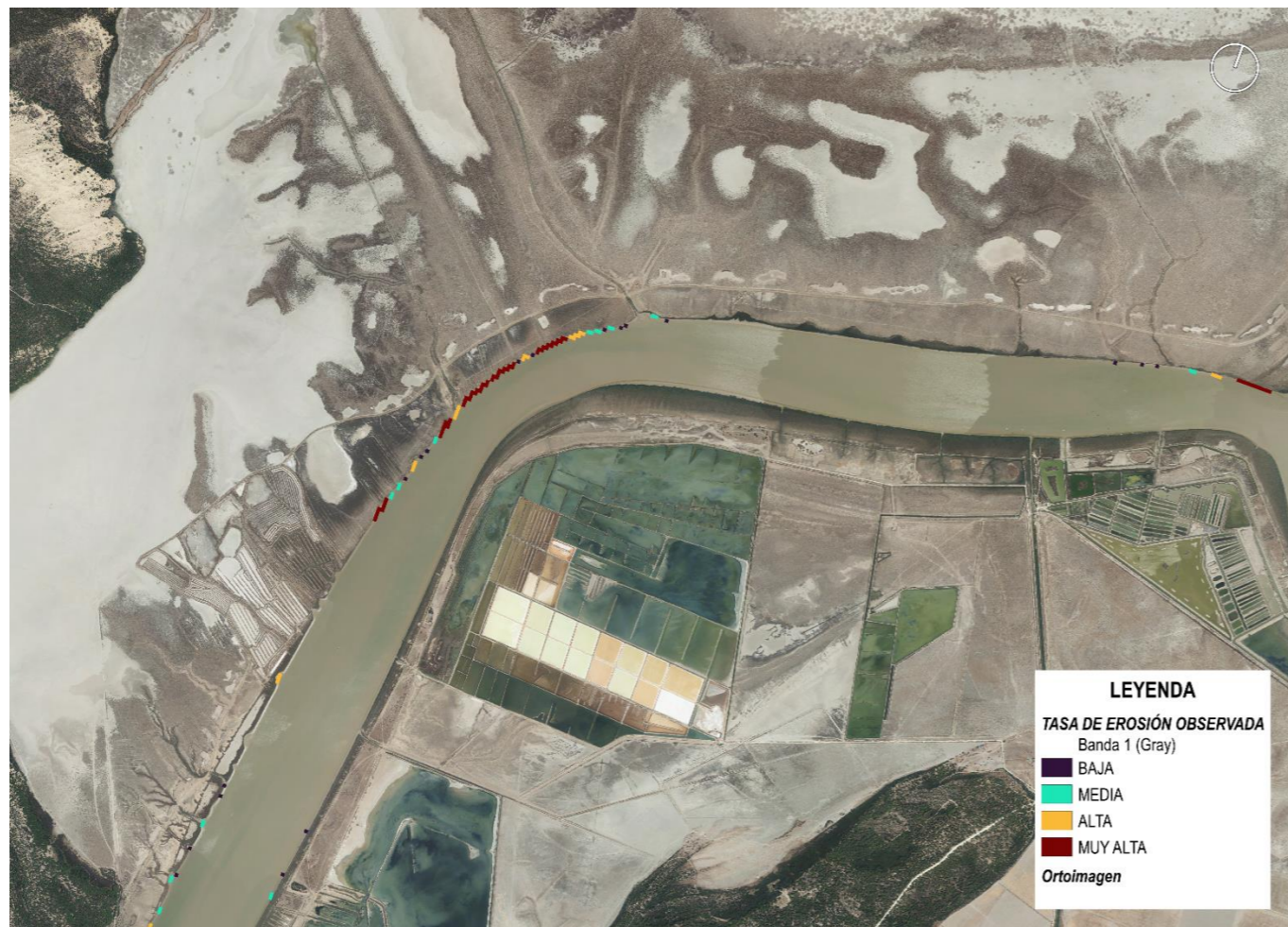


Figura 7. Tasa de erosión observada en el tramo Puntalete – Punta de los Cepillos. Fuente: Elaboración propia con base IH Cantabria, 2022



Figura 8. Tasa de erosión observada en el tramo Puntalete – Punta de los Cepillos. Fuente: Elaboración propia con base IH Cantabria, 2022

9.3.3 Priorización

El producto de las 2 variables consideradas, ambas ponderadas con el mismo peso, da lugar a una priorización de las zonas de las márgenes del río en términos de necesidad de restauración o estabilización. Se han establecido 4 categorías: baja, media, alta y muy alta. Las dos últimas se darán cuando la vulnerabilidad de usos y la tasa de erosión se encuentren lógicamente en rangos de medios a altos, conforme a los criterios establecidos. Los resultados obtenidos se sitúan entre el 1 y el 40, siendo el 1 una zona con vulnerabilidad por uso de suelo muy baja y una tasa de erosión muy baja y, por el contrario, el 40 corresponde a una zona con vulnerabilidad por uso de suelo de 10 y una tasa de erosión muy alta. Se ha realizado la siguiente reclasificación:

- **Prioridad BAJA.** De 1 a 8.
- **Prioridad MEDIA.** De 9 a 16
- **Prioridad ALTA.** De 17 a 29
- **Prioridad MUY ALTA.** De 30 a 40.



Figura 9. Priorización en el tramo Antesclosa-Huertas-Coria del Río. Fuente: Elaboración propia, 2022



Figura 10. Priorización en el tramo en el tramo Boca Sur Isleta-Olivillos-Corta de los Jerónimos. Fuente: Elaboración propia



Figura 11. Priorización en el tramo Corta de los Jerónimos-La Lisa. Fuente: Elaboración propia,2022



Figura 12. Priorización en el tramo La Horcada – La Mata. Fuente: Elaboración propia, 2022



Figura 13. Priorización en el tramo Tarfía – La Gola. Fuente: Elaboración propia, 2022



Figura 14. Priorización en el tramo El Yeso -Puntalete. Fuente: Elaboración propia, 2022



Figura 15. Priorización en el tramo Puntalete – Punta de los Cepillos. Fuente: Elaboración propia, 2022

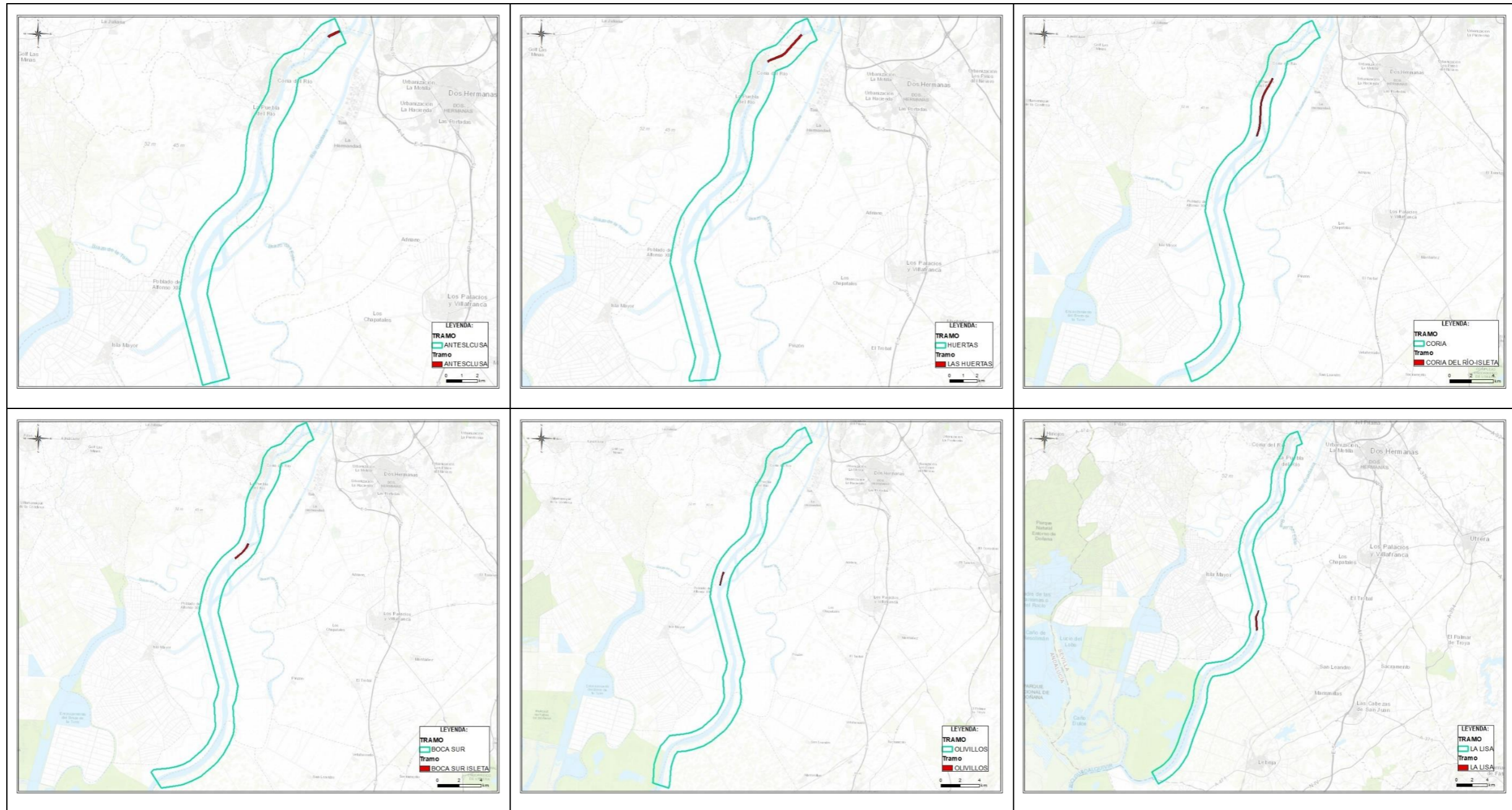


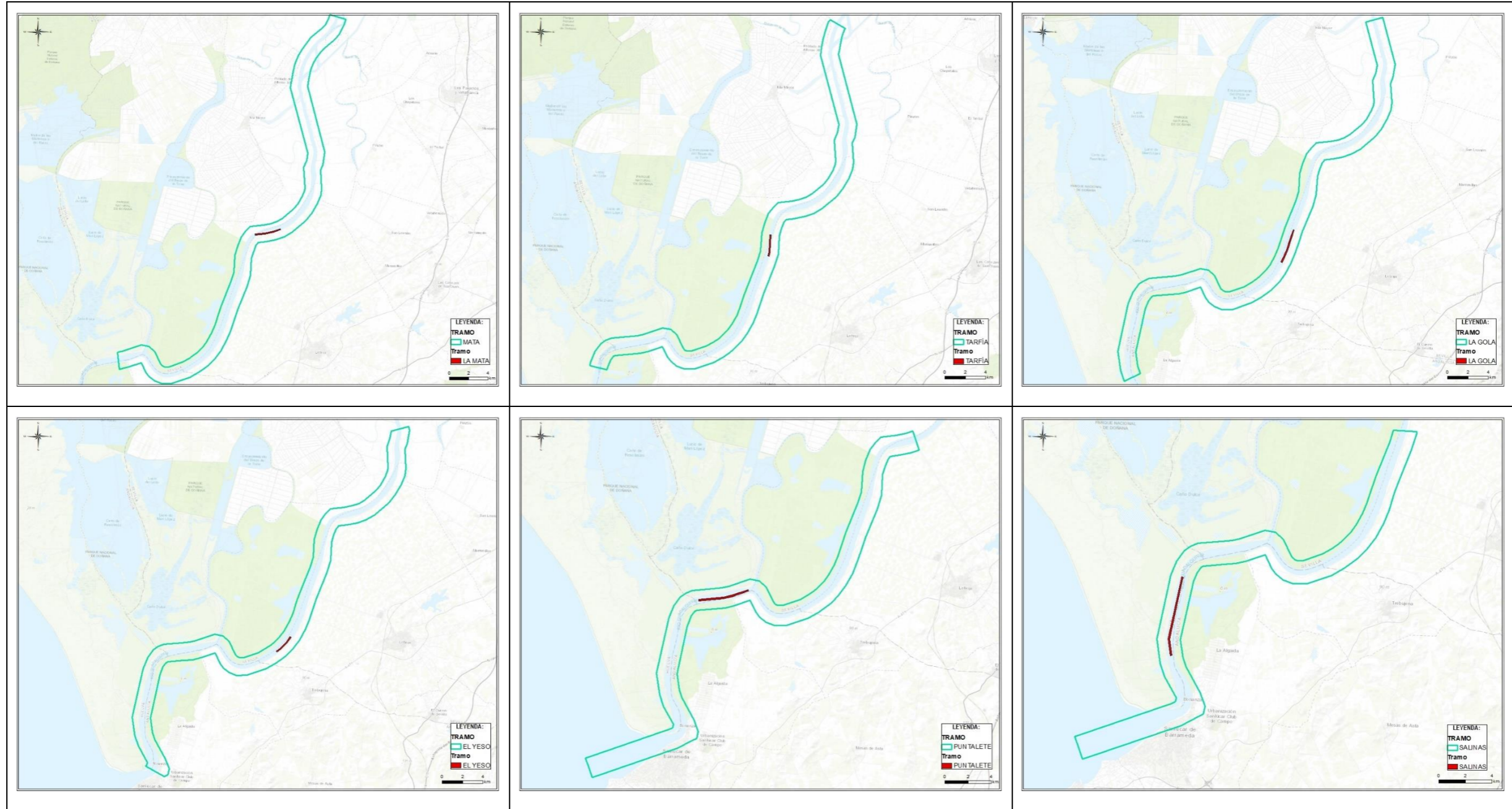
Figura 16. Priorización en el tramo Salinas – Broa. Fuente: Elaboración propia, 2022

9.3.4 Disponibilidad del material

Con los criterios establecidos, vulnerabilidad y tasas observada de erosión, se obtiene las zonas anteriores donde sería más prioritario actuar restaurando o estabilizando las márgenes. No obstante, aunque de compleja representación cartográfica, hay otros condicionantes a tener presente para la formulación de soluciones. Entre ellas se han considerado las siguientes:

- Disponibilidad del material: no resulta operativo trasladar el material desde el punto de dragado más de 25 km ya que los costes económicos y ambientales harían inviable las actuaciones. Este criterio de distancia, mostrado para cada tramo en las siguientes ilustraciones, es, por tanto, limitante.





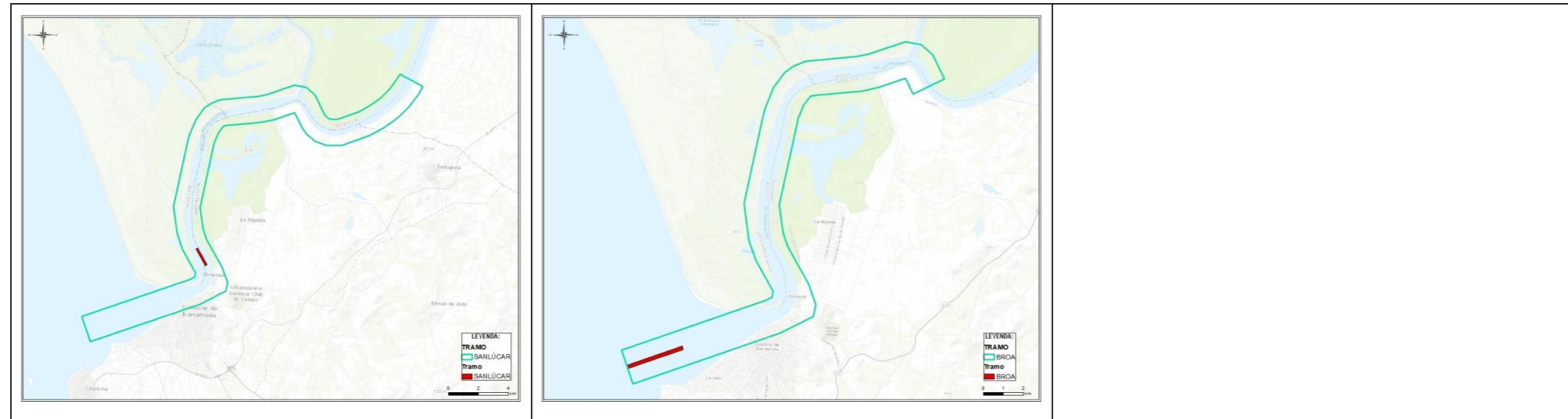


Ilustración 248. Distancia de 25 km calculada desde cada tramo de dragado viable para aporte de material a márgenes erosionadas. Fuente: UTE. Elaboración propia, 2022.

9.3.5 Tipos de erosión

En las siguientes figuras se muestran los tramos de erosión con prioridad MUY ALTA y ALTA, así como el tipo de erosión por el que se ven afectadas. Se ha restringido a estas dos prioridades, debido a que se trata de un proyecto con un plazo de ejecución de 4 años, estimándose que deben ser esos tramos los primeros en ser objeto de las actuaciones que se proponen.



Figura 17. Zonas por tipo de erosión en el tramo Antescusa-Huertas-Coria del Río. Fuente: Elaboración propia, 2022



Figura 18. Zonas por tipo de erosión en el tramo Boca Sur Isleta-Olivillos-Corta de los Jerónimos. Fuente: Elaboración propia, 2022



Figura 19. Zonas por tipo de erosión en el tramo Corta de los Jerónimos-La Lisa. Fuente: Elaboración propia, 2022



Figura 20. Zonas por tipo de erosión en el tramo La Horcada - La Mata. Fuente: Elaboración propia, 2022



Figura 21. Zonas por tipo de erosión en el tramo Tarfía – La Gola. Fuente: Elaboración propia, 2022



Figura 22. Zonas por tipo de erosión en el tramo El Yeso - Puntalete. Fuente: Elaboración propia, 2022



Figura 23. Zonas por tipo de erosión en el tramo Puntalete – Punta de los Cepillos. Fuente: Elaboración propia, 2022



Figura 24. Zonas por tipo de erosión en el tramo Salinas – Broa. Fuente: Elaboración propia, 2022

9.4 ELEMENTO RECEPTOR LITORAL

Regeneración de playas. El estudio de las playas que acompaña al proyecto establece que, en términos generales, en la desembocadura del río se genera una erosión en la margen de Doñana y una acumulación en la margen de Sanlúcar. Se puede observar como a lo largo del año hidrodinámico promedio en la situación actual en la costa de Sanlúcar se genera una acumulación de sedimentos prácticamente lineal, disminuyendo su intensidad a medida que se avanza por la salida de la desembocadura, la cual genera un avance de la línea de costa de aproximadamente 0,25 metros en la playa de Bonanza y prácticamente despreciable en la playa de Sanlúcar (0,007 metros). También se genera acumulación en la playa de Malandar (se produce un avance de 0,016 metros), la cual ya se encuentra fuera de la desembocadura del río, en una zona más alejada de la influencia de este.

Por tanto, cuando se producen temporales es cuando se produce regresión en la playa de Sanlúcar. Ello ha hecho que durante los dragados de mantenimiento de 2021 la playa contase con material suficiente y fuese prioritario el vertido en Doñana. Desde 2015 el material de Broa, Salinas y Puntalete, con una aceptabilidad adecuada, se ha vertido en las playas de Sanlúcar de Barrameda. Los volúmenes y tamaño medio de grano de los vertidos han sido los siguientes:

Tabla 106. Trabajos de regeneración de las playas de Sanlúcar de Barrameda con material procedente de los dragados de mantenimiento de la Eurovía E.60.02. Guadalquivir. Fuente: Tecnoambiente, 2015-2021. Elaboración propia, 2021.

ANUALIDAD	2015	2016	2017	2019	2020
PLAYA RECEPTORA	Bajo de Guía	Bajo de Guía, La Calzada y Las Piletas	Bajo de Guía y La Calzada	La Calzada	Bajo de Guía
PROCEDENCIA DEL MATERIAL DE APORTE	Salinas	Salinas y Puntalete	Salinas y Puntalete	Broa, Salinas y Puntalete	Salinas y Puntalete
VOLUMEN VERTIDO EN PLAYA ²⁶ (m ³)	62.689	55.108	40.200	112.000	43.017
D50 (mm)	0,26	0,38	0,41	0,28	0,42

Con anterioridad a 2015 este material era depositado en el vaciadero marino en gran parte y de Puntalete en La Horcada. Su uso para el aporte a playa es un efecto positivo de la gestión del dragado y, sobre todo, en los años hidrodinámicos más duros, como se ha comentado, mantiene la superficie seca de las playas de la desembocadura, lo cual repercute de forma directa positiva en el disfrute de los ciudadanos, a la vez que proporciona protección a los usos a trasdós de las zonas alimentadas.

B) **Ámbito espacial de la expresión:**

²⁶ Volúmenes estimados por mediciones de cántara.

El impacto sobre el Medio Inerte, a través de las variables Agua, Suelo e Hidrodinámica, tendrá una manifestación localizada, dado que las actuaciones se producen de forma secuencial en el espacio.

C) Caracterización del impacto. Matriz de interacciones:

FASE DE CONSTRUCCIÓN

FASE DE CONSTRUCCIÓN										
	EGI3-ERI2		EGI5-ERI2		EGI6-ERI2		EGI7-ERI2		EGI3-ERI3	
Signo	Perjudicial	-1	Perjudicial	-1	Perjudicial	-1	Perjudicial	-1	Beneficioso	1
Intensidad	Media	2	Baja	1	Baja	1	Baja	1	Media	2
Extensión	Puntual	1	Puntual	1	Puntual	1	Puntual	1	Puntual	1
Momento	Inmediato	4	Inmediato	4	Inmediato	4	Inmediato	4	Inmediato	4
Persistencia	<1 año	1	<1 año	1	<1 año	1	<1 año	1	1-10 año	2
Reversibilidad	<1 año	1	<1 año	1	<1 año	1	<1 año	1	1-10 año	2
Sinergia	Sin Sinergia	1	Sin Sinergia	1	Sin Sinergia	1	Sin Sinergia	1	Moderado	2
Acumulación	Simple	1	Simple	1	Simple	1	Simple	1	Simple	1
Efecto	Directo	4	Directo	4	Directo	4	Directo	4	Directo	4
Periodicidad	Irregular	1	Irregular	1	Irregular	1	Irregular	1	Periódico	2
Recuperabilidad	Recup Inmed	1	Recup Inmed	1	Recup Inmed	1	Recup Inmed	1	Recup Inmed	1
IMPORTANCIA	-22		-19		-19		-19		26	
VALORACIÓN	Comp. Neg.		Comp. Neg.		Comp. Neg.		Comp. Neg.		Mod. Pos.	

FASE DE CONSTRUCCIÓN				
	EGI2-ERI4		EGI3-ERI5	
Signo	Perjudicial	-1	Perjudicial	-1
Intensidad	Baja	1	Baja	1
Extensión	Puntual	1	Puntual	1
Momento	Inmediato	4	Inmediato	4
Persistencia	<1 año	1	<1 año	1
Reversibilidad	<1 año	1	<1 año	1
Sinergia	Sin Sinergia	1	Sin Sinergia	1
Acumulación	Simple	1	Simple	1
Efecto	Directo	4	Directo	4
Periodicidad	Irregular	1	Irregular	1
Recuperabilidad	Recup Inmed	1	Recup Inmed	1
IMPORTANCIA	-19		-19	
VALORACIÓN	Comp. Neg.		Comp. Neg.	

FASE DE FUNCIONAMIENTO

FASE DE FUNCIONAMIENTO						
	EGI9-ERI2		EGI11-ERI4		EGI11-ERI5	
Signo	Perjudicial	-1	Beneficioso	1	Beneficioso	1
Intensidad	Baja	1	Media	2	Alta	4
Extensión	Parcial	2	Parcial	2	Puntual	1
Momento	Inmediato	4	Inmediato	4	Inmediato	4
Persistencia	1-10 año	2	1-10 año	2	1-10 año	2
Reversibilidad	1-10 año	2	1-10 año	2	1-10 año	2
Sinergia	Sin Sinergia	1	Moderado	2	Moderado	2
Acumulación	Simple	1	Simple	1	Simple	1
Efecto	Directo	4	Indirecto	1	Directo	4
Periodicidad	Periódico	2	Periódico	2	Periódico	2
Recuperabilidad	Recup Medio	2	Recup Medio	2	Recup Medio	2
IMPORTANCIA	-25		26		33	
VALORACIÓN	Comp. Neg.		Mod. Pos.		Mod. Pos.	

D) Cuantificación de los efectos

En el proyecto se han identificado y valorado los siguientes efectos sobre el Medio Inerte:

FASE DE CONSTRUCCIÓN

- Compatibles negativos: 6.
- Moderados positivos: 1.

FASE DE FUNCIONAMIENTO

- Compatibles negativos: 1.
- Moderados positivos: 2.

E) Medidas mitigadoras

El Apdo. 8 recoge las medidas de aplicación a los impactos residuales. Casi todas ellas tendrán efecto de reducción sobre alguna de las variables del Medio Biótico. Se recogen a continuación las que se consideran relevantes y son específicas para la evaluación realizada anteriormente:

- MPAG-3: Queda prohibido cualquier tipo de vertido al mar, que no sea el material previsto a depositar en el vaciadero marino.
- MPR-2: Se prohíbe el arrojado de residuos al agua.
- MPDM-1: Se prohíbe el *overflow* o rebose de la cántara durante el dragado y los tránsitos para evitar generación de turbidez en superficie.

- PDM-6: Se utilizará, cuando sea posible y operativo, en los tramos de Antesclusa y Huertas la técnica de inyección de agua para movilizar el material fangoso. Cuando esta técnica no resulte suficiente para mantener el calado operativo de estos tramos podrá emplearse el dragado de succión en marcha, tal y como se recoge en el proyecto de optimización.
- MPDM-10: un operario de la draga de succión en marcha recogerá una muestra por cada cántara. Estas muestras se entregarán a la asistencia ambiental que hará una ficha generando un registro de todas las cargas indicando, al menos, fecha, coordenadas de la carga, tramo de dragado, lugar de depósito, número de carga y aspecto del material. Cuando se draguen Puntalete, Salinas, Sanlúcar y Broa, es decir, se embarcará un técnico ambiental que decidirá el destino de cada carga: playa, margen, en su caso, o vaciadero marino. Las muestras serán almacenadas y custodiadas durante 3 meses después del dragado.
- MPDM-12: A todas las muestras se les realizará la granulometría, a fin de conocer la aceptabilidad para el vertido.
- MCDM-1: El material dragado se destinará a los siguientes usos por orden de prioridad (C):
 - Si se alcanza un acuerdo entre administraciones y en un marco de cooperación en los tramos altos el fango o material más fino se destinará a las márgenes erosionadas más cercanas al punto de dragado, no más de 12 mn, aplicándose las soluciones para fallos patológicos diseñadas por la UPC, dirigidas por el catedrático Juan Pedro Martín Vide. En los tramos bajos, a saber, Broa, Sanlúcar, Salinas y Puntalete el destino podrá ser márgenes, prioritariamente Doñana, o playas en función de las necesidades que planteen las administraciones.
 - Sólo cuando no sea posible una reutilización del material en los destinos anteriores se realizará una descarga en el vaciadero marino. Alto contenido en bioclastos o $D_{50} < 0,10$ mm.
- MPFV-1: Los canales de desagüe desde la caja de agua al río serán limpiados del fango que se haya depositado en ellos desde el último uso. Este fango será reutilizado en la propia obra para el refuerzo de motas o de caminos.
- MCFV-1: Una vez finalizada la obra se cerrarán mediante un cordón de arena las cajas de agua en el interior de los vaciaderos que se hayan utilizado. PFV-1: Los canales de desagüe desde la caja de agua al río serán limpiados del fango que se haya depositado en ellos desde el último uso. Este fango será reutilizado en la propia obra para el refuerzo de motas o de caminos.
- MPVM-6: Se verterá, en la medida de lo posible, por backfilling.
- MPVM-2: No se verterá en el mismo punto en cada carga, evitando alteraciones puntuales de la morfología y batimetría del vaciadero.
- MPVM-4: la selección del punto de la descarga dependerá de las condiciones hidrodinámicas del momento con el objetivo de que la pluma de dispersión quede dentro de los límites del vaciadero.

Lo establecerá el vigilante ambiental con base en los 500 m de recorrido de la pluma que establece el estudio de dispersión de una descarga en vaciadero marino (anexo al EsIA). En este sentido, la descargas no se producirán a menos de 500 m del límite exterior del vaciadero, garantizándose así que la turbidez que se produzca no saldrá de la zona habilitada para el vertido. Se anotarán las coordenadas de cada punto de descarga y esa información será representada cartográficamente.

F) Tipificación o importancia del impacto

La importancia del impacto en la Fase de Construcción del proyecto se sitúa por debajo de -25 por lo que se considerada **IMPACTO COMPATIBLE NEGATIVO** sobre el **MEDIO INERTE**.

La importancia del impacto en la Fase de Funcionamiento del proyecto se sitúa por debajo de +25 por lo que se considerada **IMPACTO COMPATIBLE POSITIVO** sobre el **MEDIO INERTE**.

En la Fase de Desmantelamiento las interacciones se calificaron como no significativas.

MEDIO BIÓTICO

A) Descripción básica del impacto

9.5 ELEMENTO RECEPTOR VEGETACIÓN

FASE DE EXPLOTACIÓN

Alteración de la vegetación de ribera debida a la presencia y comportamiento de las estructuras de defensa de márgenes y cordón litoral. De cara a dotar a las estructuras que se dispongan en las márgenes de una mayor integración con el entorno en el que se ubican, se plantea la necesidad de proponer una revegetación de éstas, en la medida de lo posible. Esta revegetación tendrá una doble funcionalidad, ya que su disposición tanto en el trasdós, como en las posibles protecciones realizadas con elementos vegetales dotará a la solución de restauración de una mayor estabilidad debido a la disipación de energía que inducen ante las acciones de los agentes fluviales.

El desarrollo de la medida de acompañamiento de mejora de márgenes realiza un estudio de las especies más relevantes en las márgenes del Guadalquivir en función del tipo de sedimentos predominante en cada tramo y la salinidad. También se ha tenido en cuenta el tipo de vegetación existente en cada sección y sus características principales. Resultado de ello se obtiene la siguiente propuesta:

Tabla 107. Especies vegetales propuestas para la restauración en función de tipo de sustrato y salinidad. Fuente: Elaboración propia, 2023.

PKS	TRAMOS	SALINIDAD	SEDIMENTOS	ESPECIES
0 a 10	Antesclusa y Las Huertas (1, 2, 3 y 4) Coria-Isleta (7, 8, 9 y 10)	Varía desde 0,8 psu en pk 0 a 0,5 psu en pk5 y en pk10.	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Populus alba</i> <i>Nerium oleander</i> <i>Salix atrocinerea</i>
11 a 20	Final de Coria Isleta (11 y 12) Isleta Boca Sur (13 y 14) Olivillos (18 y 19)	Varía entre 0,6 psu y 0,7 psu.	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Populus alba</i> <i>Ulmus minor</i> <i>Smilax aspera</i> <i>Salix atrocinerea</i>
21 a 30	Atravesada-La Lisa (28, 29 y 30)	Varía entre 0,7 psu y 0,8 psu.	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Salix atrocinerea</i> <i>Typha latifolia</i>
31 a 40	La Mata (37,38 y 39)	Varía entre 0,8 psu y 2,3 psu en las profundidades de pk40, tomando valores de 1,1 psu en superficie.	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Salix atrocinerea</i> <i>Rubus ulmifolius</i>
41 a 50	Tarfía (42,43 y 44)	La salinidad toma valores desde 2,3 psu en la	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1	<i>Juncus maritimus</i>

PKS	TRAMOS	SALINIDAD	SEDIMENTOS	ESPECIES
	La Gola (48, 49 y 50)	superficie de pk 42 hasta 7 psu en el fondo de pk 50, siendo 5,5 psu en la superficie de este.	Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Phragmites australis</i>
51 a 60	Final de La Gola (51) Yeso (52,53 y 54)	Varía entre 8,1 psu y 14,2 psu	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Juncus maritimus Phragmites australis</i>
61 a 70	Puntalete (62, 63, 64, 65 y 66) Inicio de Salinas (69 y 70)	Varía entre 13,4 psu y 32,6.	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Spartina maritima</i>
71 a 80	Salinas (71, 72, 73 y 74)	Varía entre 19,6 psu a 31,5 psu.	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Marino/fluviol (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Spartina maritima</i>
80 a 87	Broa (85,86 y 87)	Agua marina	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Marino/fluviol (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Spartina maritima</i>

Dado que la restauración se propone en los tramos más afectados por la erosión, la vegetación en éstos está bastante degradada. La revegetación con especies de la zona afectará, por tanto, de forma positiva a la variable. A su vez, se producen otros efectos como la mejora en el paisaje, aunque puntual, en el tramo que se trabaje y de refuerzo de la función de la conectividad ecológica del río.

9.6 ELEMENTO RECEPTOR AVIFAUNA

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Afección a la avifauna derivada de las operaciones de mantenimiento de la Eurovía. La introducción de nuevas técnicas de dragado, el WID, espaciará la frecuencia con la que será preciso un dragado de mantenimiento. De hecho, tal y como recoge la planificación del proyecto en 4 años se dragará con succión en 2 ocasiones y 4 veces se utilizará el WID. Esto, que comporta efectos positivos, también podría tener efectos de carácter negativo en relación con la avifauna. En este sentido, el espaciar el dragado de succión hará que el volumen de agua vertida a los vaciaderos disminuya y con ello su disponibilidad para las aves. Esta preocupación, ha sido puesta de manifiesto por el grupo del CSIC que está dirigiendo esta experiencia, y es recogida como tal en el EsIA. La APS, consciente de la importancia de la gestión adaptativa, asume el mantenimiento de un mínimo de altura de lámina de agua, la que sea precisa para la avifauna, en los vaciaderos de Butano y La Horcada llegado el mes de marzo-abril de cada año. De esta

forma, si llegada esa fecha se comprueba que el dragado anterior no ha dejado el suficiente volumen de agua en los recintos se procederá a realizar un bombeo desde el río, siempre y cuando Confederación Hidrográfica emita la concesión de aprovechamiento del caudal público necesaria y sea así explicitado en la DIA, tal y como se ha expuesto en el Apdo. correspondiente a las medidas. Por este motivo, la afección de esta acción del proyecto sobre la avifauna es positiva.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Gestión adaptativa de vaciaderos terrestres. Desde 2017 se han venido desarrollando labores de investigación impulsadas por el convenio firmado entre la APS y la Estación Biológica de Doñana del Centro Superior de Investigaciones Científicas (en adelante EBD-CSIC) para el uso de los vaciaderos terrestres como zonas para la nidificación y la cría de avifauna acuáticas. Las experiencias llevadas a cabo en los vaciaderos de Butano y La Horcada han sido satisfactorias gracias a una planificación estructural del diseño de los diferentes recintos en los que se dividen cada uno de ellos, diversificando los hábitats, y al manejo de la lámina de agua, adaptado al hidropериodo efectivo de la avifauna.

Las siguientes ilustraciones muestran algunas secuencias de los trabajos de adecuación y de los censos efectuados:



Ilustración 249. Secuencia de los trabajos realizados en los vaciaderos de Butano y La Horcada. Fuente: APS



Ilustración 250. Especies identificadas en los hábitats generados en Butano y La Horcada. Fuente: APS

Actualmente existen tres vaciaderos activos a lo largo del estuario, desde la ciudad de Sevilla hasta su desembocadura en Sanlúcar de Barrameda. Cada uno de ellos está formado por entre dos y cuatro recintos de 5-9 ha de superficie, que suman un total de cerca de 50 ha. Los recintos están delimitados por una mota perimetral rectilínea sobreelevada, de 4-5 m de ancho, construida con materiales nativos y de dragado, y con una forma entre rectangular y triangular.

Desde el año 2019, los vaciaderos se diseñan y gestionan de forma integral, rotatoria y sostenible, según la filosofía Trabajando con la Naturaleza (WwN) y en colaboración la Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), de forma que proporcionen hábitats adecuados para el descanso, alimentación y reproducción de una variada comunidad de aves acuáticas, sin poner el riesgo la función primaria de depósito, contención temporal y disposición de los sedimentos dragados. La gestión rotatoria permite la disponibilidad cíclica de recintos inundados durante la primavera con actuaciones específicas para las aves acuáticas, al tiempo que se vacían y preparan otros sectores de cara a recibir nuevos materiales procedentes de los dragos de otoño-invierno.

Las actuaciones de diseño realizadas en colaboración con la EBD-CSIC tratan de diversificar los microhábitats disponibles para las aves, mediante la disposición de penínsulas que incrementen la sinuosidad de orillas y la superficie de aguas someras, la construcción de islas y desconexión de diques para crear zonas seguras de refugio y reproducción, o la formación de fondos con perfiles de profundidad variable. Por otro lado, la gestión del agua busca prolongar el hidroperiodo para favorecer la disponibilidad de recursos a lo largo del ciclo anual y en particular la reproducción con éxito de las especies nidificantes.

El seguimiento regular de los vaciaderos permite recopilar información sobre la abundancia, riqueza y diversidad de especies que los utilizan directamente, así como la fenología, nidificación, éxito reproductor y patrones espacio-temporales de uso en la comunidad de aves acuáticas, de gran utilidad para la evaluación de las actuaciones y la gestión adaptativa de los vaciaderos.

La información recogida durante 14 meses correspondientes a dos ciclos diferentes (i.e. noviembre 2019 a junio 2020, y enero a julio 2022) reporta el registro de 65 especies de aves ligadas a medios acuáticos de 9 órdenes diferentes que utilizan los vaciaderos para descansar, alimentarse y/o reproducirse.

El orden Charadriiformes (limícolas, charranes y gaviotas, entre otros) fue el más representado con un 41.5% de las especies registradas y el 64.3% de la abundancia total, seguido de los Anseriformes (anátidas) y Pelecaniformes (ardeidas y moritos) que supusieron un 20.0% y 13.6% de la riqueza específica, y un 15.1% y 5.2% de la abundancia, respectivamente.

El reparto de la abundancia entre especies fue igualmente desigual, siendo dos limícolas, la cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) y la avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) con un 35.2% y 12.4%, las dos especies más abundantes, respectivamente. Otras especies con más de un 4% de abundancia relativa fueron: focha común (*Fulica atra*; 5.9%), ánade azulón (*Anas platyrhynchos*; 5.7%), gaviota reidora (*Chroicocephalus ridibundus*; 4.7%), y morito común (*Plegadis falcinellus*; 4.2%).

Entre las especies detectadas se observaron al menos cinco listadas bajo algún grado de amenaza en los catálogos nacional y andaluz de especies amenazadas. La cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*; categoría: EN; abundancia relativa: 0.50%) y el porrón pardo (*Aythya nyroca*; EN; 0.49%) fueron las dos más abundantes y regulares, aunque con cifras muy modestas, y las únicas que se reprodujeron en los vaciaderos. Las otras tres, águila pescadora (*Pandion haliaetus*; VU), garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*; EN) y focha moruna (*Fulica cristata*; EN), fueron de presencia más escasa e irregular (< 0.1%), particularmente esta última, observada en una sola ocasión.

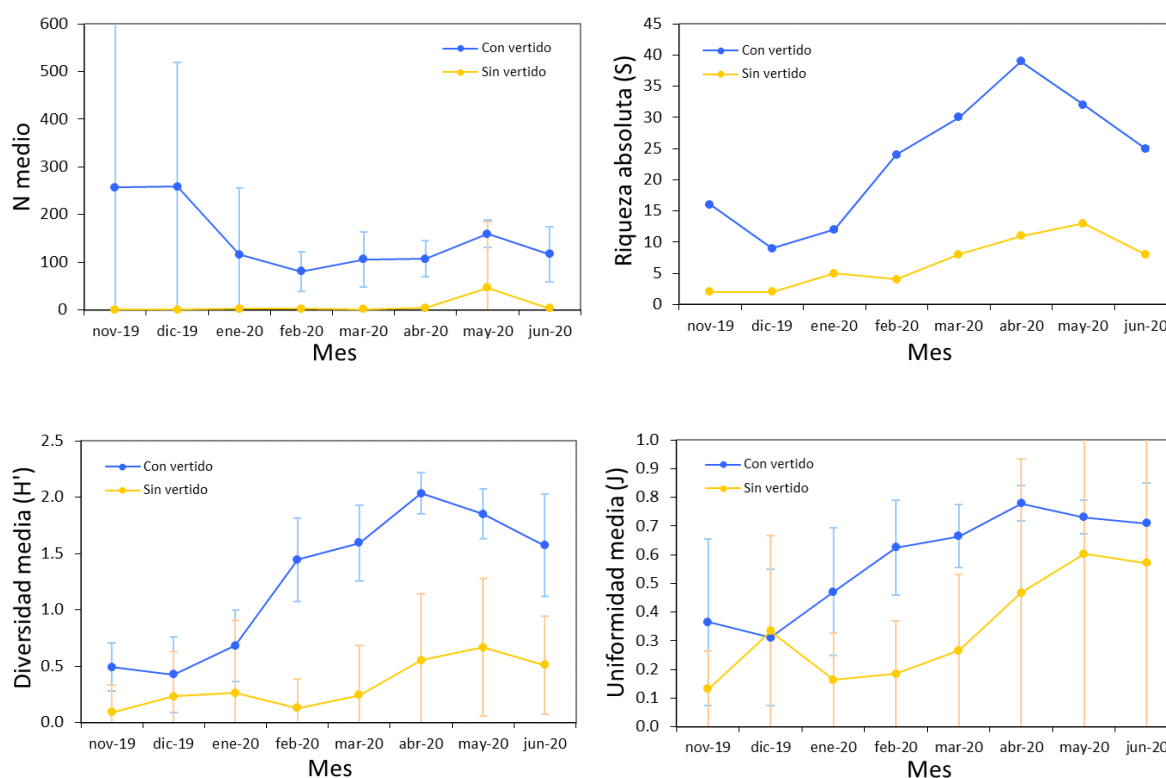


Ilustración 251. Evolución mensual de la abundancia media (N), riqueza absoluta (S), diversidad media (índice Shannon, H') y uniformidad media (índice Pielou, J), de la comunidad de aves acuáticas en los sectores con (azul) y sin vertido (naranja) de dragados en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante la campaña 2019-2020

Los recintos con vertido de dragados mostraron una mayor abundancia, riqueza y diversidad de especies que los recintos no inundados, dependientes únicamente de las precipitaciones y, por tanto, básicamente secos a lo largo del año. En general, la abundancia presentó dos picos anuales en los recintos inundados (Ilustración 138). Uno más elevado y con mayores fluctuaciones durante el otoño-invierno, debido a la presencia de grandes bandos de moritos y/o limícolas (ej. cigüeñuela común, avoceta común) en dispersión post-reproductora o invernantes. El segundo pico, algo menor, tuvo lugar durante el periodo reproductor primaveral, con máximos entre abril y mayo, cuando la comunidad fue mucho más rica, diversa y homogénea (Ilustración 138). A partir del verano se observó una reducción de la abundancia, riqueza y diversidad a medida que los sectores se fueron secando, la reproducción finalizaba y las aves podían abandonar la zona una vez desarrollados los pollos.

Durante los dos ciclos de seguimiento se detectaron al menos 15 especies de aves acuáticas no paseriformes que nidificaron en los vaciaderos (Tabla 78), incluyendo cinco anátidas (ánade azulón, pato colorado, porrón europeo, porrón pardo y cerceta pardilla), cuatro limícolas (cigüeñuela común, avoceta común, chorlitejo chico y chorlitejo patinegro), dos gruiformes (focha común, gallineta común), un estérnido (charrancito común), un lárido (gaviota reidora), una ardeida (garza imperial) y un podicipediforme (zampullín chico). Además, habría que sumar la muy probable reproducción de cuatro paseriformes ligados

a medios húmedos: lavandera boyera (*Motacilla flava*), carricero común (*Scrocephalus scirpaceus*), carricero tordal (*Acrocephalus arundinaceus*) y cetia ruiseñor (*Cettia cetti*) y la de una especie no acuática de interés en los vaciaderos, el abejaruco europeo (*Merops apiaster*).

La cigüeñuela común fue, con gran diferencia, la especie con mayor número de parejas reproductoras y mayor producción de pollos, con más del 40% de la abundancia acumulada de pollos de todas las especies con éxito reproductor confirmado en los vaciaderos. Entre las especies catalogadas, el porrón pardo se reprodujo en Butano2 en ambos ciclos con un total de tres grupos familiares, de ellos al menos uno con éxito confirmado en 2020, mientras que, en el caso de la cerceta pardilla, sólo se registró un grupo en Horcada1 en 2022.

La APS recibió por esta práctica el premio de Medio Ambiente en el año 2020.

Esta acción del proyecto sobre la avifauna es positiva.

9.7 ELEMENTO RECEPTOR COMUNIDADES PLANCTÓNICAS

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Afección de las comunidades planctónicas debido a las operaciones de mantenimiento de la Eurovía. Como ya se ha visto, las zonas altas del estuario tienen una baja diversidad y riqueza de especies planctónicas, por lo que las operaciones de mantenimiento no tendrán un impacto significativo en la zona alta del estuario.

No obstante, la zona baja del estuario, en donde también se realizan operaciones de mantenimiento, la diversidad de especies es alta, y son especies con alto valor ecológico, pues esta parte del estuario es considerada como zona de cría de muchas especies de ictioplancton. El Departamento de Biología Marina de la Universidad de Sevilla, ha realizado múltiples estudios para saber las comunidades que se encuentran en esta zona y cómo afectan las operaciones de mantenimiento a las mismas.

Los estudios han sido realizados en la parte baja del estuario, hasta la zona con una salinidad de 5 PSU, ya que esta es la zona de mayor interés biológico y donde se concentra la función de cría del estuario. Se llevaron a cabo muestreos en varias zonas distintas del estuario, tal y como se muestra en la siguiente ilustración.



Ilustración 252. Localización de las distintas áreas de muestreo de la zona exterior (Doñana, Faro y Canal) y situación aproximada de las distintas masas de agua muestreadas en el interior de la ría.

Los resultados de este estudio en cuanto a la dinámica temporal de la riqueza, mostraron un descenso del número de especies de ictioplancton durante los meses de verano y, por el contrario, en los meses de invierno y sobre todo en primavera, la riqueza aumenta considerablemente. En lo relativo al macrozooplancton parece alcanzar el máximo número de especies durante el verano, con un descenso progresivo posterior (ver Ilustración 124). En lo referente a las especies dominantes en el estuario, entre el ictioplancton destacan el boquerón (*Engraulis encrasicolus*), con un 50% del total de individuos muestreados, y el gobio (*Pomatoschistus sp.*) con un 35%, mientras que en el macrozooplancton existe una clara dominancia de los misidáceos *Mesopodopsis slabberi* (87%) y *Rhopalophthalmus tartessicus* (12%).

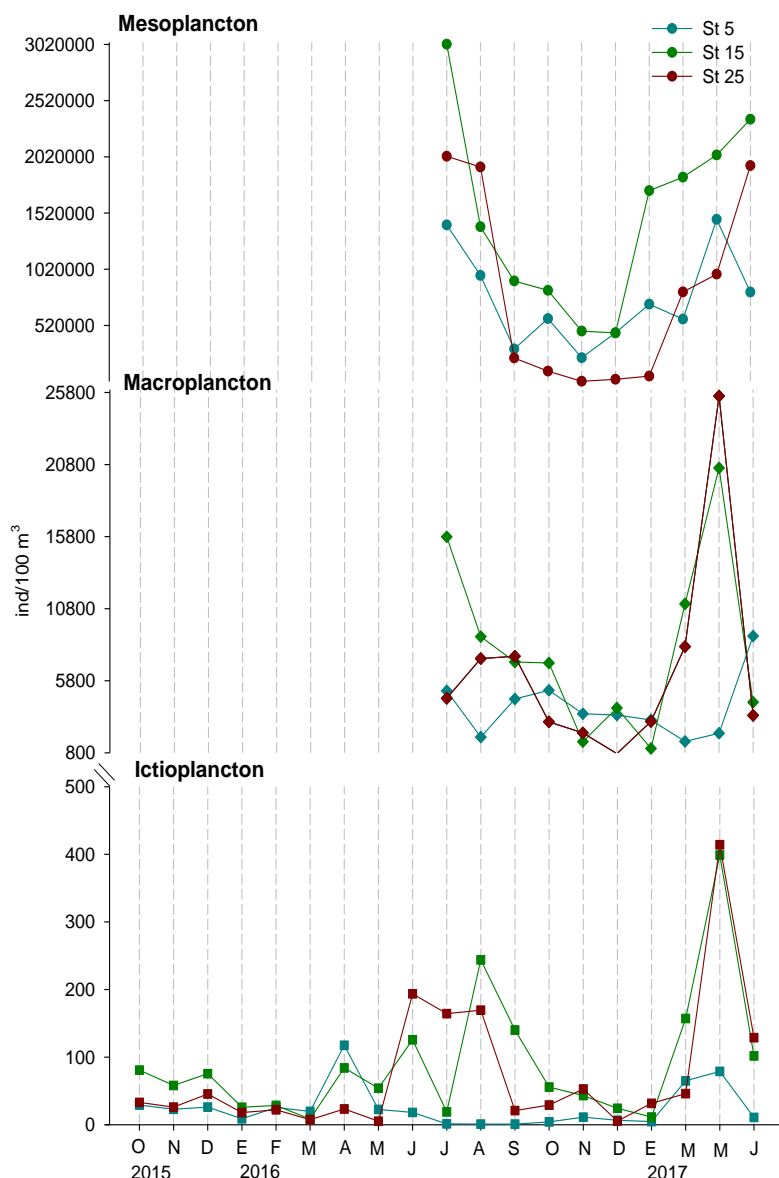


Ilustración 253. Evolución mensual de la densidad por salinidad por cada 100 m3 en la zona interior del estuario durante los meses de octubre de 2015 a junio de 2017.

La US realizó muestreos y diseños experimentales BACI (Before After Control Impact), en el que se comparan zonas control e impactadas antes y después de una intervención humana en el medio, en este caso los dragados de los años 2013, 2015, 2017 y 2019 sobre el macrozooplancton y larvas y juveniles de peces concluyendo lo siguiente:

- Globalmente, las modificaciones observadas de las variables fisicoquímicas de la columna de agua por las operaciones de dragado fueron de escasa magnitud en comparación con otros cambios naturales. Las importantes fluctuaciones naturales de este sistema dificultan identificar posibles impactos que permitan diseñar medidas de mejora de estas operaciones. El análisis comparativo

de las variaciones temporales de la comunidad con otros años sin dragados, tampoco permiten asignar un impacto significativo a la operación de dragado estudiada.

- Durante los dragados, como efecto inmediato, la mayoría de las variables fisicoquímicas de la columna de agua se homogeneizan verticalmente justo después del paso por la draga, incluyendo la concentración de sedimento en suspensión²⁷ (hay que tener en cuenta que, a diferencia del fondo, que sufre el efecto directo de la draga, las masas de agua se van moviendo con la marea y son éstas las que pasan por la zona dragada). Sin embargo, este proceso pareció ser transitorio, ya que no se observaron incrementos significativos en los niveles de turbidez promediados por profundidad a corto y medio plazo.
- No se observaron aumentos claros en la concentración de metales disueltos en la columna de agua, salvo en Cr, Fe y Zn en la estación polihalina, que mostraron una tendencia a aumentar hasta 40 días después del final de los dragados. A pesar de ello, las concentraciones finales alcanzadas están por debajo los valores que se consideran tóxicos para la macrofauna analizada.
- Globalmente entre los nutrientes inorgánicos analizados, no se observan variaciones claramente asociadas a los dragados, y estas variaciones parecen haber sido generadas por los picos de descarga de agua dulce ocurridos durante el estudio. El único caso en el que se observan valores ligeramente más elevados específicamente durante los dragados fue el de los fosfatos en la zona polihalina, el cual mostró una recuperación parcial posterior. Las concentraciones alcanzadas de este nutriente, no obstante, fueron inferiores a los niveles encontrados en la zona mesohalina.
- Como efecto inmediato, justo en el momento del dragado, se observó una cierta disminución en algunas especies hiperbénticas, como los gobios *Pomatoshcistus spp.* o los decápodos. Esto es esperable como efecto mecánico directo debido a la succión del brazo de la draga. Algunas especies más pelágicas, como el boquerón *Engraulis encrasicolus*, o las de misidáceos, no sufrieron un cambio claro en sus densidades. Esto indica que algunos organismos más asociados al fondo pueden ser más susceptibles al arrastre/succión generado por la draga.
- Por otro lado, los efectos observados de estas operaciones de dragado fueron de menor orden que los observados durante otros procesos naturales, como un aumento de descargas de agua desde la presa de Alcalá del Río, durante el periodo de dragado y antes del último muestreo. Estas descargas también resuspenden y aportan sedimentos a la columna de agua, al mismo tiempo que generan modificaciones en las comunidades biológicas en esta columna. Esto es coincidente con lo observado para las comunidades bentónicas.

²⁷ La variable medida fue la turbidez que presenta una relación directa con la concentración de material particulado en suspensión.

Es decir, la magnitud del efecto es muy leve e insignificante comparado con otros agentes externos o incluso naturales que se producen en el río. En cualquier caso, con el fin de minimizar los efectos se ha propuesto un calendario de actuaciones.

9.8 ELEMENTO RECEPTOR ICTIOFAUNA

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Afección de las operaciones de mantenimiento de la Eurovía sobre la ictiofauna. Como ya se ha visto, son las especies típicamente dulceacuícolas las que se encuentran en este tramo del río, como por ejemplo son el barbo, perca sol, pez gato, alburno, saboga, blackbass y boga de río. De todas ellas solo el barbo se adentra en zonas más salobres (se acerca a la parte baja del estuario). Además, hay zonas próximas a la desembocadura en las que se realizan labores de mantenimiento y, en este caso, se verán afectadas muchas de las especies de ictiofauna que se encuentran en la zona, pues a medida que nos acercamos a la desembocadura, la diversidad y la riqueza de especies es mucho mayor, esta parte del estuario está considerada como zona de cría de muchas especies de ictiofauna. Como, por ejemplo, el boquerón (*Engraulis encrasicolus*), especie clave en las pesquerías del Golfo de Cádiz y el gobio (*Pomatoschistus sp.*), ambas presentando densidades especialmente altas en la zona de la desembocadura.

El Departamento de Biología Marina de la Universidad de Sevilla, ha realizado múltiples estudios para saber las comunidades que se encuentran en esta zona y cómo afectan las operaciones de mantenimiento a las mismas. Los resultados a los que llegaron fueron los siguientes:

“1 - Globalmente, las modificaciones observadas de las variables fisicoquímicas de la columna de agua por las operaciones de dragado fueron de escasa magnitud en comparación con otros cambios naturales. Las importantes fluctuaciones naturales de este sistema dificultan identificar posibles impactos que permitan diseñar medidas de mejora de estas operaciones. El análisis comparativo de las variaciones temporales de la comunidad con otros años sin dragados, tampoco permiten asignar un impacto significativo a la operación de dragado estudiada.

2- Durante los dragados, como efecto inmediato, la mayoría de las variables fisicoquímicas de la columna de agua se homogeneizan verticalmente justo después del paso por la draga, incluyendo la concentración de sedimento en suspensión (hay que tener en cuenta que, a diferencia del fondo, que sufre el efecto directo de la draga, las masas de agua se van moviendo con la marea y son estas las que pasan por la zona dragada). Sin embargo, este proceso pareció ser transitorio, ya que no se observaron incrementos significativos en los niveles de turbidez promediados por profundidad a corto y medio plazo.

3- Entre los nutrientes inorgánicos analizados, no se observan variaciones claramente asociadas a los dragados, y estas variaciones parecen haber sido generadas por los picos de descarga de agua dulce ocurridos durante el estudio. El único caso en el que se observan valores ligeramente más elevados específicamente durante los dragados fue el de los fosfatos en la zona polihalina, el cual mostró una

recuperación parcial posterior. Las concentraciones alcanzadas de este nutriente, no obstante, fueron inferiores a los niveles encontrados en la zona mesohalina.

4- Como efecto inmediato, justo en el momento del dragado, se observó una cierta disminución en algunas especies hiperbénticas, como los gobios *Pomatoschistus spp.* o los decápodos. Esto es esperable como efecto mecánico directo debido a la succión del brazo de la draga. Algunas especies más pelágicas, como el boquerón *Engraulis encrasicolus*, o las de misidáceos, no sufrieron un cambio claro en sus densidades. Esto indica que algunos organismos más asociados al fondo pueden ser más susceptibles al arrastre/succión generado por la draga.

5- Por otro lado, los efectos observados de estas operaciones de dragado fueron de menor orden que los observados durante otros procesos naturales, como un aumento de descargas de agua desde la presa de Alcalá del Río, durante el periodo de dragado y antes del último muestreo. Estas descargas también resuspenden y aportan sedimentos a la columna de agua, al mismo tiempo que generan modificaciones en las comunidades biológicas en esta columna. Esto es coincidente con lo observado para las comunidades bentónicas”.

Por lo que, a la vista de los resultados se produce un efecto de baja entidad, muy localizado y sobre especies concretas de fondo, pero de menor entidad que el producido por procesos naturales como las descargas de la presa de Alcalá.

A) **Ámbito espacial de la expresión:**

El impacto sobre el Medio Biótico, a través de las variables Avifauna, Flora Terrestre y Flora y Fauna Marina, tendrá una manifestación localizada, dado que las actuaciones se producen de forma secuencial en el espacio y relacionado con los tramos donde se drague y, en su caso, si se produce algún depósito en el vaciadero marino.

En las labores de restauración o estabilización de márgenes la manifestación del efecto tendrá lugar en el tramo que se restaure o habilite, pero el ámbito será mayor a medida que transcurran, en su caso, los 4 años de autorización y se vaya actuando en otros tramos.

B) **Caracterización del impacto. Matriz de interacciones:**

C) **FASE DE CONSTRUCCIÓN**

FASE DE CONSTRUCCIÓN						
	EG13-ER19		EG13-ER10		EG13-ER13	
Signo	Beneficioso	1	Perjudicial	-1	Perjudicial	-1
Intensidad	Media	2	Baja	1	Baja	1
Extensión	Parcial	2	Parcial	2	Puntual	1
Momento	Inmediato	4	Inmediato	4	Inmediato	4
Persistencia	<1 año	1	<1 año	1	<1 año	1
Reversibilidad	<1 año	1	<1 año	1	<1 año	1
Sinergia	Moderado	2	Sin Sinergia	1	Sin Sinergia	1

FASE DE CONSTRUCCIÓN						
	EGI3-ERI9		EGI3-ERI10		EGI3-ERI13	
Acumulación	Simple	1	Simple	1	Simple	1
Efecto	Directo	4	Directo	4	Directo	4
Periodicidad	Periódico	2	Irregular	1	Irregular	1
Recuperabilidad	Recup Medio	2	Recup Inmed	1	Recup Inmed	1
IMPORTANCIA	27		-21		-19	
VALORACIÓN	Mod. Pos.		Comp. Neg.		Comp. Neg.	

FASE DE FUNCIONAMIENTO

FASE DE FUNCIONAMIENTO				
	EGI8-ERI9		EGI11-ERI7	
Signo	Beneficioso	1	Beneficioso	1
Intensidad	Baja	1	Media	2
Extensión	Puntual	1	Parcial	2
Momento	Inmediato	4	Medio plazo	2
Persistencia	<1 año	1	1-10 año	2
Reversibilidad	<1 año	1	1-10 año	2
Sinergia	Moderado	2	Moderado	2
Acumulación	Acumulativo	4	Acumulativo	4
Efecto	Directo	4	Directo	4
Periodicidad	Irregular	1	Periódico	2
Recuperabilidad	Recup Medio	2	Recup Medio	2
IMPORTANCIA	24		30	
VALORACIÓN	Comp. Pos.		Mod. Pos.	

G) Cuantificación de los efectos

En el proyecto se han identificado y valorado los siguientes efectos sobre el Medio Biótico:

FASE DE CONSTRUCCIÓN

- Compatibles negativos: 2.
- Moderados positivos: 1.

FASE DE FUNCIONAMIENTO

- Compatibles positivos: 1.
- Moderados positivos: 1.

H) Medidas mitigadoras

El Apdo. 8 recoge las medidas de aplicación a los impactos residuales. Casi todas ellas tendrán efecto de reducción sobre alguna de las variables del Medio Biótico. Se recogen a continuación las que se consideran relevantes y son específicas para la evaluación realizada anteriormente:

- MPA-1: La maquinaria se apagará durante los periodos de inactividad.
- MPAV-1: Se prestará especial cuidado en no verter basuras en las inmediaciones de la zona que pudiesen atraer la atención de las aves.
- MPFT-1: En la medida de lo posible, se intentará adaptar las acciones más molestas de la obra, en este caso, de la maquinaria terrestre, para respetar el ciclo de vigilia de los ejemplares de fauna asentados en el entorno.
- MPAV-2: Se prohíbe la captura o muerte de la avifauna o cualquier otro animal presente en los vaciaderos. Queda prohibido instalar trampas.
- MPD-8: Se diseñará un seguimiento de la turbidez generada por el dragado, tanto de inyección de agua como de succión, en el fondo y la columna de agua, analizando la distribución espacial y temporal de la pluma. Se diseñará un control que permita distinguir la turbidez del río en el momento del control, elevada, y la generada por el dragado.
- MPCP-1: Se pondrá especial atención ante la presencia de cetáceos o quelonios marinos en el vaciadero marino si tuviera que realizarse alguna descarga. En caso de detectarse algún ejemplar se garantizará una distancia mínima antes del vertido de 500 m.
- MCENP-1: Reutilización del material dragado en los tramos bajos para restaurar márgenes del Espacio Natural de Doñana. Se consensuará esta medida y la forma en la que se lleve a cabo entre las administraciones implicadas.
- MPRP-1: Se planificarán las operaciones de dragado en función de los ciclos de las especies pesqueras más sensibles.
- MPRP-2: En el vaciadero marino, se realizará una campaña previa de recursos pesqueros consistente en tomar muestras de sedimento superficial para el conteo de los recursos pesqueros de tamaño comercial. Esta misma campaña se llevará a cabo tras la campaña de dragado, siempre y cuando se haya producido alguna descarga en el mar. Si fuese posible durante el replanteo, el contratista consensuará con la APS la parcela del vaciadero marino que vaya a ser utilizada durante las descargas, de esta forma se concentrará el esfuerzo de muestreo en esa área, siendo más representativo de la posible alteración.
- MPNA-1: El intercambio de aguas de lastre se producirá exclusivamente, y como hasta ahora, en la dársena del puerto de Sevilla.
- MPNA-2: Se seguirán los protocolos internacionales y normativa que se publique al respecto con relación a las aguas de lastre.

- MPD-7: Teniendo en cuenta los periodos sensibles de especies del río y otros usos que se producen en el entorno, atendiendo a los dispuesto en el DA, se establece con código colorimétrico un calendario mensual en el que las casillas en blanco indican cuándo sería más adecuado el dragado para la variable, en tonos amarillos un situación intermedia y en tonos marrones el periodo en el que los trabajos serían menos favorables.
- MPVAT-3: La tubería de conexión del punto de enganche de la draga de succión en marcha y el vaciadero se situará zonas desprovistas de vegetación o lo menos vegetadas posible.
- MPVT-1: Se señalarán mediante cinta de balizar las zonas de paso y maniobra de la maquinaria, evitando que se realice trasiego de vehículos fuera de dichas zonas de paso.
- MPVT-2: De cara a dotar a las estructuras que se dispongan en las márgenes de una mayor integración con el entorno en el que se ubican, se plantea la necesidad de proponer una revegetación de las mismas, en la medida de lo posible.
- CVAT-3: El interior de los vaciaderos que vayan a utilizarse se adaptará al modelo de gestión adaptativa que favorece la presencia y reproducción de la avifauna, dando continuidad al trabajo desarrollado entre la APS y el CSIC y que dio lugar a que la APS recibiera el premio de Medio Ambiente en el año 2020.
- MPVM-4: En el vaciadero marino se realizará, en la misma zona donde vaya a ejecutarse la batimetría una toma de muestras de sedimentos superficiales para realizarles las DCMD, teniendo así datos previos de la calidad del sedimento del fondo marino, y una taxonomía, para controlar las biocenosis.

I) Tipificación o importancia del impacto

La importancia del impacto en la fase de construcción se sitúa por debajo de -25 por lo que se considerada **IMPACTO COMPATIBLE NEGATIVO** sobre el **MEDIO BIÓTICO**. En la fase de funcionamiento se produce un **IMPACTO MODERADO POSITIVO** que viene dado por el efecto de la restauración o estabilización de tramos de márgenes sobre la vegetación terrestre, que a su vez incide positivamente sobre el paisaje y el papel de conectividad ecológica del río.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

A) Descripción básica del impacto

9.9 ELEMENTO RECEPTOR ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Incremento de turbidez en la columna de agua. Las operaciones de dragado de mantenimiento, ya sea con la técnica de inyección de agua a baja presión o la succión en marcha y la colocación en la fosa 2, generarán turbidez en la columna de agua. Este efecto recudirá temporalmente la calidad del agua de la ZEC Bajo Guadalquivir, lo cual podría repercutir sobre los HICs y las especies, es decir, los valores del espacio protegido que vienen listados en su Plan de Gestión. En este sentido, ya se ha analizado que el incremento de turbidez, en los casos citados, es localizado, a los tramos de trabajo y un entorno cercano y limitado y desaparece pocas horas después del tajo.

Los dragado de mantenimiento llevan realizándose desde hace décadas, incluso antes de la declaración de las ZECs, lo cual se traduce en que no han mermado los valores del estuario, ni los HICs, ni las especies.

El río Guadalquivir es uno de los más turbios del mundo, siendo, como ha sido estudiado en este proyecto y su evaluación, los episodios de lluvia y las descargas de la presa de Alcalá, más aún, los primeros episodios, lo que generan las plumas de turbidez mayores en el curso fluvial. Algunos de estos sucesos dejan notarse hasta la desembocadura incluso pero el sistema tiene resiliencia suficiente para seguir ostentando los valores naturales que lo designan espacio protegido. La magnitud de los fenómenos comentado hace que las alteraciones durante los dragados, además de concentradas espacio temporalmente, sean de mucha menor magnitud, negativas, en cualquier caso, pero compatibles con el medio.

FASE DE FUNCIONAMIENTO

Mejora de conectividad ecológica y cinturón vegetal por actuaciones de restauración y/o estabilización de márgenes. Las acciones de restauración y estabilización de márgenes llevan asociadas, sin duda, beneficios para los espacios protegidos, también para otras variables como la vegetación, fauna, conectividad, etc. En concreto, en caso de llevar a cabo en el Espacio Natural de Doñana es inconmensurable el efecto positivo social de proteger el Parque. Los dragados de mantenimiento de 2021 permitieron regenerar una sección erosionada de la margen, pero a su vez proteger el ecosistema lacustre a trasdós de aquélla. Asimismo, se proporcionó cobertura al camino, transitado durante la peregrinación de El Rocío, situado detrás del área regenerada.

La experiencia ha sido considerada exitosa por todos los agentes implicados, la APS, el Espacio Doñana y Costas, planteándose por ello su réplica en futuras ejecuciones de dragado de mantenimiento.

En el caso de restauraciones o estabilizaciones en las cortas, éstas protegerían principalmente terrenos de cultivos localizados a escasos metros de las márgenes. Se ha visto que la presión de poro que producen precisamente los cultivos y su riego hace que las márgenes se encuentren muy debilitada por lo que la solución pasa por filtrado y drenaje. El reforzamiento de secciones y estabilizaciones será positivo para los terrenos a trasdós de las actuaciones que queden protegidos. Asimismo, allá donde se produzcan las actuaciones darán cobertura a elementos que puedan encontrarse en el terreno, tales como caminos o postes eléctricos.

Las operaciones de restauración supondrían además un incremento de superficie intermareal en los tramos donde se plantean. A su vez, el frente de protección se propone revegetado con especies autóctonas definidas por las características predominantes de cada sección del río, al menos, tipo de sustrato y salinidad, lo cual mejorará el cordón de vegetación de los bordes de ribera. En concreto, las especies posibles a usar en cada tramo podrían ser las siguientes:

Tabla 108. Especies propuestas en las restauraciones para cada tramo del río. Fuente: Elaboración propia, 2023.

PKS	TRAMOS	SALINIDAD	SEDIMENTOS	ESPECIES
0 a 10	Antesclusa y Las Huertas (1, 2, 3 y 4) Coria-Isleta (7, 8, 9 y 10)	Varía desde 0,8 psu en pk 0 a 0,5 psu en pk5 y en pk10.	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Populus alba</i> <i>Nerium oleander</i> <i>Salix atrocinerea</i>
11 a 20	Final de Coria Isleta (11 y 12) Isleta Boca Sur (13 y 14) Olivillos (18 y 19)	Varía entre 0,6 psu y 0,7 psu.	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Populus alba</i> <i>Ulmus minor</i> <i>Smilax aspera</i> <i>Salix atrocinerea</i>
21 a 30	Atravesada-La Lisa (28, 29 y 30)	Varía entre 0,7 psu y 0,8 psu.	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Salix atrocinerea</i> <i>Typha latifolia</i>
31 a 40	La Mata (37,38 y 39)	Varía entre 0,8 psu y 2,3 psu en las profundidades de pk40, tomando valores de 1,1 psu en superficie.	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Salix atrocinerea</i> <i>Rubus ulmifolius</i>
41 a 50	Tarfía (42,43 y 44) La Gola (48, 49 y 50)	La salinidad toma valores desde 2,3 psu en la superficie de pk 42 hasta 7 psu en el fondo de pk 50, siendo 5,5 psu en la superficie de este	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Juncus maritimus</i> <i>Phragmites australis</i>
51 a 60	Final de La Gola (51) Yeso (52,53 y 54)	Varía entre 8,1 psu y 14,2 psu	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Juncus maritimus</i> <i>Phragmites australis</i>
61 a 70	Puntalete (62, 63, 64, 65 y 66) Inicio de Salinas	Varía entre 13,4 psu y 32,6.	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1	<i>Spartina maritima</i>

PKS	TRAMOS (69 y 70)	SALINIDAD	SEDIMENTOS	ESPECIES
			Fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	
71 a 80	Salinas (71, 72, 73 y 74)	Varía entre 19,6 psu a 31,5 psu.	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Marino/fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Spartina maritima</i>
80 a 87	Broa (85,86 y 87)	Agua marina	Finos Tipo 1/Gruesos Tipo1 Marino/fluvial (aportes directos, erosión y salidas de borde)	<i>Spartina maritima</i>

Además de la función de estabilización en sí y protección de los usos a trasdós, estas operaciones mejorarían el papel de corredor ecológico del río, en línea con los objetivos del Plan Director para la mejora de la Conectividad Ecológica en Andalucía (sept, 2016), aumentando la permeabilidad para la fauna, aunque esa mejora sería secuencial en función de las secciones en la que secuencialmente, tal y como establece, la planificación de la medida de acompañamiento del EsIA, se fueran ejecutando las actuaciones.

En el mismo contexto, tal y como se analizó para esta variable en los impactos significativos, la materialización de la medida, no sólo es coherente con los objetivos de las ZECs declaradas en el río, sino que contribuye a su consecución, especialmente el C.1.1.2., C.1.1.3., A 1.1.5. y C.2.1.3. del Bajo Guadalquivir, y A.3.1.2., A 3.1.4. y A 3.2.3. de la Doñana Norte y Oeste.

El catedrático Marín Vide, de la UPC, con base en el análisis de una vasta documentación existente en relación con la erosión de los márgenes del río y visitas efectuadas a una gran parte de los tramos, tanto en barco como a pie, ha propuesto, además de un diagnóstico del problema, una serie de posibles soluciones en función de si la erosión es patológica o fluvial. Todas ellas se han explicado en el Apdo. 8 y su implementación hace que el efecto pueda calificarse, sin duda, de positivo y de esta forma se evalúa el impacto residual.

9.10 ELEMENTO RECEPTOR INFRAESTRUCTURAS

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Habilitación de los vaciaderos terrestres. Consiste en la estabilización de las motas y la instalación de las tuberías, puestas a punto de las cajas de agua, casetas y suministradores eléctricos para garantizar la operatividad de los vaciaderos terrestres. En el proyecto se contempla la utilización habitual de Butano y, en menor medida, Horaca. Quedan como recintos de reserva Tarfía y La Mata y Yesos para reservorio de arena. En el caso de habilitar los últimos vaciaderos, que no se utilizan desde hace tiempo lo cual hace que se encuentren desconfigurados, serían necesarias más operaciones de reparación.

El uso de los vaciaderos terrestres durante los dragados de mantenimiento es fundamental para garantizar la operativa, por ello, se han considerado en la DEUP. A pesar de que se tiene a minimizar los residuos producidos y en este EsIA se están proponiendo usos para el material dragado, debe contarse con que existirá un excedente que deberá depositarse en los vaciaderos. Por esto, se valora como positivo para las infraestructuras portuarias disponer de estos recintos.

FASE DE EXPLOTACIÓN

Optimización de la navegación. Aunque en los últimos años, la APS ha emprendido acciones y estudios que han aumentado el conocimiento del río y por ende mejorado la navegación, los nuevos análisis efectuados para el proyecto y el EsIA permiten optimizar aún más la práctica en la Eurovía, sin interaccionar con otros usos de la misma.

Así, la instalación de la estructura intermedia en la fosa 6 permitirá una zona de parada segura para los buques que con calado superior al necesario para remontar el río o bajarlo en una marea hagan su estancia. Asimismo, la posibilidad de cruces entre barcos maximiza las posibilidades de entrada y salida a y de la esclusa. Esto es indudable que repercute positivamente entre los clientes del puerto y el personal asociado a las operaciones portuarias. El efecto es positivo.

La optimización en la navegación no sólo reduce sus efectos a la navegación en sí, sino que tiene efectos positivos para la industria portuaria y el tejido empresarial asociado a la existencia del Puerto de Sevilla. El hecho de que puedan entrar buques de gran tonelaje al interior de Andalucía, en un mismo tránsito, se traduce en mejora de eficiencia. Las cargas que se trasladan vía marítima reducen el impacto sobre emisiones de GEI, evitando traslado de camiones desde otros puntos de descarga y dando salida también al ferrocarril.

Este impacto residual tiene, por tanto, un signo positivo y es la razón de la concepción del proyecto de optimización que se evalúa.

9.11 ELEMENTO RECEPTOR ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Actividades económicas. Las principales unidades de negocio del Puerto de Sevilla son el tráfico de graneles sólidos agroalimentarios, el tráfico de contenedores import-export y el tráfico Ro-Ro.



Ilustración 254. Principales unidades de negocio del Puerto de Sevilla y las características de los buques de cada una de ellas. Fuente: Elaboración propia

El análisis realizado por la Universidad de Sevilla (2016) en el *Estudio de Impacto Socioeconómico del Puerto de Sevilla* indica que la actividad del Puerto de Sevilla supone un 3,28% del PIB de la Provincia de Sevilla, así como, un 2,52% sobre el empleo.

Figura 13. Impacto relativo agregado del Puerto de Sevilla sobre PIB de Sevilla y Andalucía

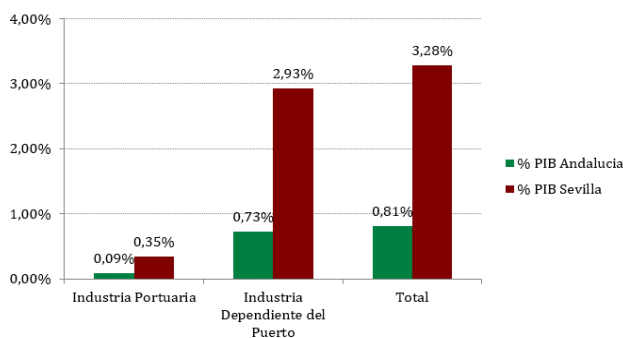


Figura 33. Impacto relativo del Puerto de Sevilla sobre el empleo de Andalucía y Sevilla (2014)

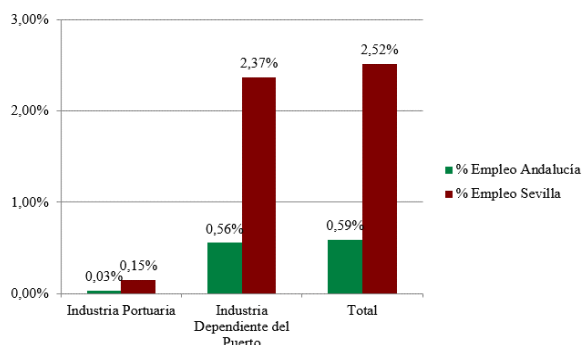


Ilustración 255. Impacto del Puerto de Sevilla sobre el PIB y el empleo. Fuente: Universidad de Sevilla

Asumiendo dichos resultados como constantes, en cuanto no se ha procedido a realizar otro tipo de estudio de estas características sobre la actividad del Puerto de Sevilla, se ha analizado dicho impacto sobre la

evolución de los parámetros socioeconómicos señalados (PIB y empleo) en relación con la actividad portuaria del Puerto de Sevilla, definida como toneladas totales anuales movilizadas (Ilustración 256).

Así, cruzando los valores anteriores de impacto y resultados históricos de los parámetros socioeconómicos señalados, se ha podido trasladar dicho impacto en un indicador homogéneo en la muestra temporal, que relacione la actividad portuaria (toneladas) y el PIB y empleos generados, resultando ser, a pesar de las variaciones del empleo y PIB, una relación aproximadamente constante (Ilustración 257).

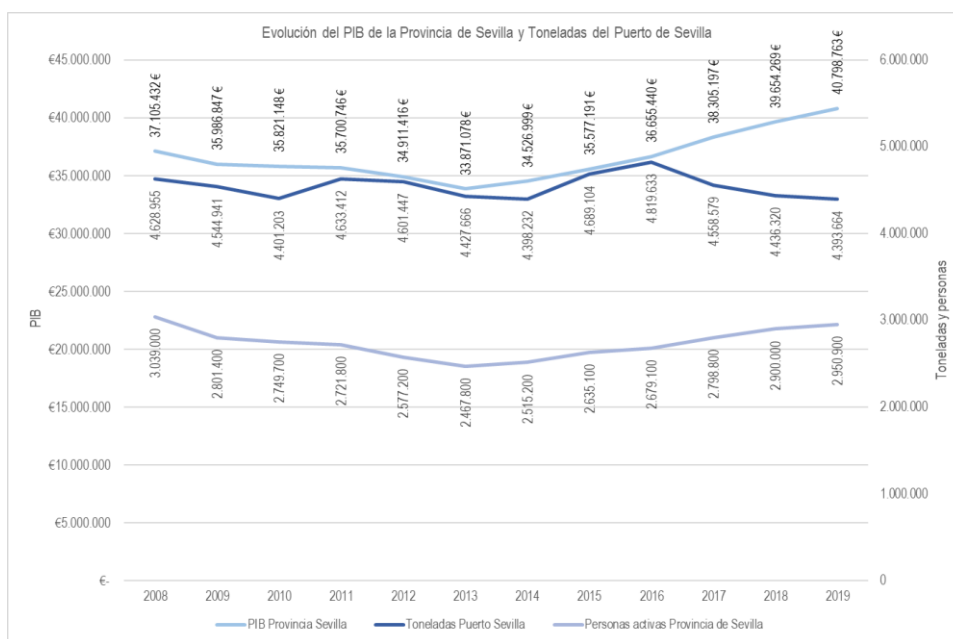


Ilustración 256. Evolución del tráfico del Puerto de Sevilla, PIB y nº de personas empleadas en la Provincia de Sevilla. Fuente: Elaboración propia

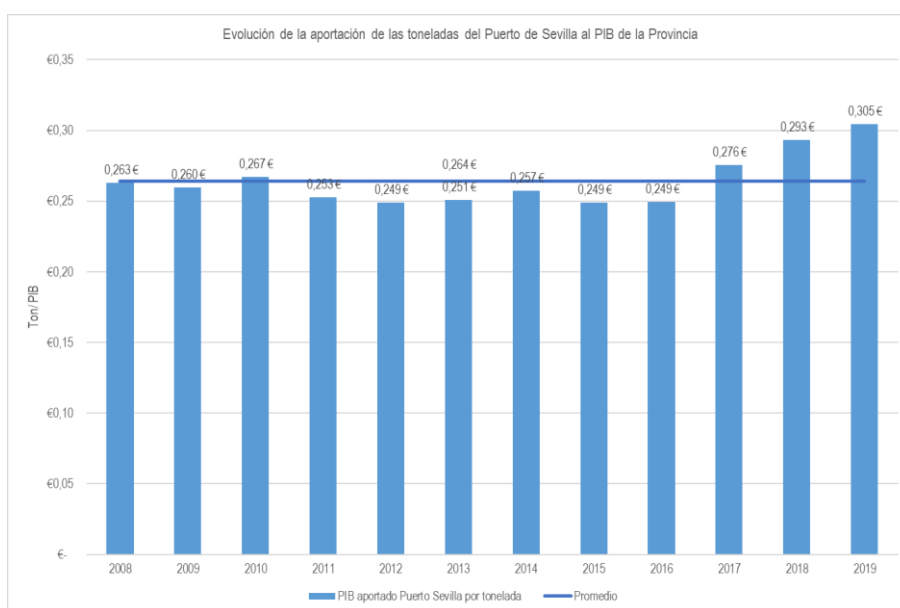


Ilustración 257. Evolución de la aportación de las toneladas del Puerto de Sevilla al PIB de la Provincia. Fuente: Elaboración propia

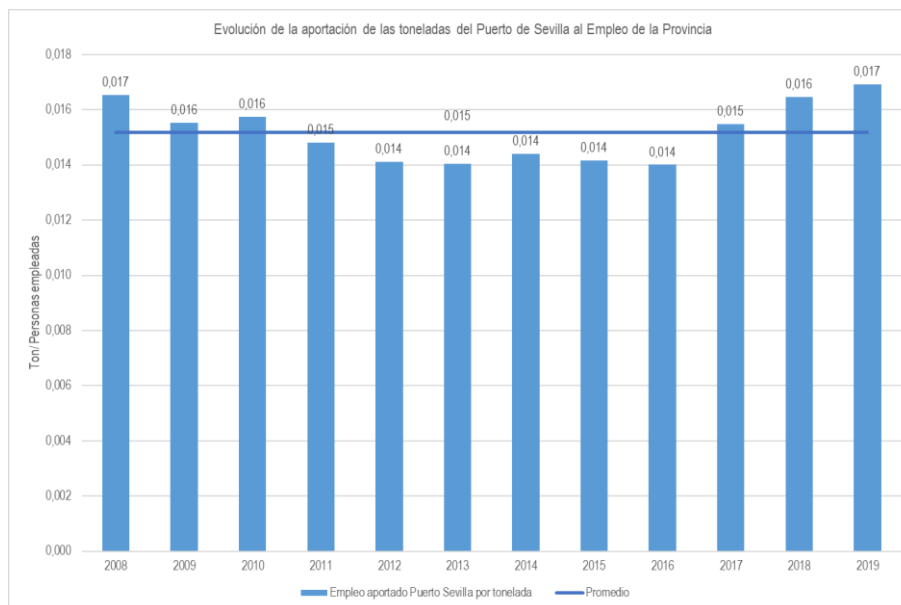


Ilustración 258. Evolución de la aportación de las toneladas del Puerto de Sevilla al Empleo de la Provincia. Fuente: Elaboración propia

La optimización de la navegación y presencia de nuevas estructuras que lo favorezcan, como el muelle de espera en la fosa 6, contribuirán a que el puerto de Sevilla siga sumando en el PIB, manteniendo y generando empleo, siendo el efecto positivo sobre esta variable.

FASE DE FUNCIONAMIENTO

Optimización de la navegación. Aunque en los últimos años, la APS ha emprendido acciones y estudios que han aumentado el conocimiento del río y por ende mejorado la navegación, los nuevos análisis efectuados para el proyecto y el EsIA permiten optimizar aún más la práctica en la Eurovía, sin interaccionar con otros usos de la misma.

Así, la instalación de la estructura intermedia en la fosa 6 permitirá una zona de parada segura para los buques que con calado superior al necesario para remontar el río o bajarlo en una marea hagan su estancia. Asimismo, la posibilidad de cruces entre barcos maximiza las posibilidades de entrada y salida a y de la esclusa. Esto es indudable que repercute positivamente entre los clientes del puerto y el personal asociado a las operaciones portuarias. El efecto es positivo.

La optimización en la navegación no sólo reduce sus efectos a la navegación en sí, sino que tiene efectos positivos para la industria portuaria y el tejido empresarial asociado a la existencia del Puerto de Sevilla. El hecho de que puedan entrar buques de gran tonelaje al interior de Andalucía, en un mismo tránsito, se traduce en mejora de eficiencia. Las cargas que se trasladan vía marítima reducen el impacto sobre emisiones de GEI, evitando traslado de camiones desde otros puntos de descarga y dando salida también al ferrocarril.

Este impacto residual tiene, por tanto, un signo positivo y es la razón de la concepción del proyecto de optimización que se evalúa.

B) **Ámbito espacial de la expresión:**

El impacto sobre el Medio Socioeconómico a través de las variables Espacios Naturales Protegidos, Infraestructuras, Población y Actividades Económicas tendrá una manifestación que excede el ámbito local, sobre todo en el caso de las dos últimas variables. Será más localizado en los espacios protegidos, manifestada donde se actúe en los márgenes o donde se drague, pero esta operación se produce casi anualmente en el río. En el caso del tejido portuario y la económica asociada, la mejora en la navegación y dotación de nuevas infraestructuras mejorará la actividad el puerto e industrias ligadas al mismo. Todo ello se traduce en mejora de la Calidad de Vida de la población, excediendo por ello el ámbito local.

C) **Caracterización del impacto. Matriz de interacciones:**

FASE DE CONSTRUCCIÓN

FASE DE CONSTRUCCIÓN						
	EG13-ERI17		EG15-ERI17		EG14-ERI19	
Signo	Perjudicial	-1	Perjudicial	-1	Beneficioso	1
Intensidad	Baja	1	Baja	1	Baja	1
Extensión	Puntual	1	Puntual	1	Puntual	1
Momento	Inmediato	4	Inmediato	4	Inmediato	4
Persistencia	<1 año	1	<1 año	1	<1 año	1
Reversibilidad	<1 año	1	<1 año	1	<1 año	1
Sinergia	Sin Sinergia	1	Sin Sinergia	1	Moderado	2
Acumulación	Simple	1	Simple	1	Simple	1
Efecto	Directo	4	Directo	4	Directo	4
Periodicidad	Irregular	1	Irregular	1	Periódico	2
Recuperabilidad	Recup Inmed	1	Recup Inmed	1	Recup Inmed	1
IMPORTANCIA	-19		-19		21	
VALORACIÓN	Comp. Neg.		Comp. Neg.		Comp. Pos.	

FASE DE FUNCIONAMIENTO

FASE DE FUNCIONAMIENTO										
	EG11-ERI17		EG12-ERI21		EG13-ERI21		EG14-ERI19		EG14-ERI21	
Signo	Beneficioso	1	Beneficioso	1	Beneficioso	1	Beneficioso	1	Beneficioso	1
Intensidad	Media	2	Media	2	Baja	1	Media	2	Alta	4
Extensión	Parcial	2	Parcial	2	Puntual	1	Extenso	4	Extenso	4
Momento	Medio plazo	2	Medio plazo	2	Inmediato	4	Medio plazo	2	Largo plazo	1
Persistencia	1-10 año	2	1-10 año	2	1-10 año	2	1-10 año	2	>10 años	4
Reversibilidad	1-10 año	2	1-10 año	2	1-10 año	2	1-10 año	2	>10 años	4
Sinergia	Moderado	2	Moderado	2	Sin Sinergia	1	Moderado	2	Moderado	2
Acumulación	Simple	1	Simple	1	Simple	1	Simple	1	Acumulativo	4
Efecto	Indirecto	1	Indirecto	1	Indirecto	1	Directo	4	Directo	4

FASE DE FUNCIONAMIENTO										
	EGI11-ERI17		EGI12-ERI21		EGI13-ERI21		EGI14-ERI19		EGI14-ERI21	
Periodicidad	Continuo	4	Continuo	4	Continuo	4	Continuo	4	Periódico	2
Recuperabilidad	Recup Medio	2	Mitigable	4	Mitigable	4	Recup Inmed	1	Recup Inmed	1
IMPORTANCIA	26		28		24		32		42	
VALORACIÓN	Mod. Pos.		Mod. Pos.		Comp. Pos.		Mod. Pos.		Mod. Pos.	

D) Cuantificación de los efectos

En el proyecto se han identificado y valorado los siguientes efectos sobre el Medio Socioeconómico:

FASE DE CONSTRUCCIÓN

- Compatibles negativos: 2.
- Compatibles positivos: 1.

FASE DE FUNCIONAMIENTO

- Compatibles positivos: 1.
- Moderados positivos: 4.

E) Medidas mitigadoras

El Apdo. 8 recoge las medidas de aplicación a los impactos residuales. Se recogen a continuación las que se consideran relevantes y son específicas para el Medio Socioeconómico en la evaluación realizada anteriormente:

- MPAG-6: Planificar la duración de las operaciones de dragado para reducir, en la medida de lo posible, el tiempo de intervención de las embarcaciones y la maquinaria sobre el medio.
- MPAG-7: Se utilizarán los medios adecuados (sistema de dragado y extracción del material), que provoquen la menor resuspensión posible de sedimentos al medio. La técnica water injection se aplicará en los tramos donde predomine el fango, Antesclusa y Huertas, y se combinará con la succión cuando sea necesario para mantener la rasante actual. En los tramos arenosos se usará la succión en marcha y enrasado mediante plough, pudiendo usarse este medio en todos los tramos cuando sea necesario para mantener la rasante actual, tal y como establece el proyecto de optimización.
- MCENP-1: Si se llegase a un acuerdo y cooperación entre administraciones que permita ejecutar las acciones de restauración de márgenes, la APS pondrá el material y la operativa asociada al dragado a disposición de las administraciones para las regeneraciones. Asimismo, las técnicas de dragado, en concreto la draga de succión en marcha realizará los aportes donde indiquen los agentes interesados. La zona de aporte será consensuada entre las administraciones implicadas,

Espacio Natural Doñana, Demarcación de Costas y APS, dado que las prioridades pueden variar dependiendo de condiciones meteorológicas cada año, por ejemplo, periodo e intensidad de lluvias, temporales, etc.

- MPRP-1: Se planificarán las operaciones de dragado en función de los ciclos de las especies pesqueras más sensibles.
- MPDM-12: A todas las muestras se les realizará la granulometría, a fin de conocer la aceptabilidad para el vertido.
- MCDM-1: El material dragado se destinará a los siguientes usos por orden de prioridad (C):
 - Si se alcanza un acuerdo entre administraciones y en un marco de cooperación en los tramos altos el fango o material más fino se destinará a las márgenes erosionadas más cercanas al punto de dragado, no más de 12 mn, aplicándose las soluciones para fallos patológicos diseñadas por la UPC, dirigidas por el catedrático Juan Pedro Martín Vide. En los tramos bajos, a saber, Broa, Sanlúcar, Salinas y Puntalete el destino podrá ser márgenes, prioritariamente Doñana, o playas en función de las necesidades que planteen las administraciones.
 - Sólo cuando no sea posible una reutilización del material en los destinos anteriores se realizará una descarga en el vaciadero marino. Alto contenido en bioclastos o $D_{50} < 0,10$ mm.
- MPVAT-2: Queda prohibido durante las obras el paso a toda persona ajena a la misma, tanto en horario diurno como nocturno. Tras las obras la APS cerrará los recintos para evitar el acceso de personas ajenas al puerto.
- MPREST-1: Se balizará la zona de obras, quedando prohibido el acceso a cualquier persona no autorizada.

F) Tipificación o importancia del impacto

La importancia del impacto en la fase de construcción del proyecto se sitúa por debajo de -25 por lo que se califica de **IMPACTO COMPATIBLE NEGATIVO**.

En la fase de funcionamiento el impacto, de signo positivo, toma una importancia mayor de +25 por lo que se considera por lo que se considerada **IMPACTO MODERADO POSITIVO** sobre el **MEDIO SOCIOECONÓMICO**.

La importancia total del impacto para el **MEDIO SOCIOECONÓMICO** se sitúa por debajo de +25 siendo **IMPACTO COMPATIBLE POSITIVO** en conjunto.

9.12 MATRIZ DE VALORACIÓN CUALITATIVA

Una vez estudiado el proyecto y el entorno que acogerá al mismo, e identificadas y valoradas las relaciones entre los elementos generadores y receptores de impacto, se está en disposición de obtener una serie de conclusiones con las que concluye la fase de evaluación cualitativa.

Para ello, se presenta la Matriz de Importancia y Valoración donde se recogen todas y cada una de las categorizaciones de los efectos e impactos, así como las importancias obtenidas para cada una de ellas. Con ello, se está en disposición de contabilizar cada uno de los impactos para posteriormente pasar a jerarquizarlos, en orden descendente de afección. Todo esto queda reflejado en la matriz y tablas siguientes.

LEYENDA DE LA MATRIZ DE IMPORTANCIA Y VALORACIÓN

IMPACTO INDETERMINADO	IMPACTO NO SIGNIFICATIVO
IMPACTO COMPATIBLE POSITIVO	IMPACTO COMPATIBLE NEGATIVO
IMPACTO MODERADO POSITIVO	IMPACTO MODERADO NEGATIVO

Tabla 109. Matriz de importancia de los impactos

MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS			ELEMENTOS RECEPTORES DE IMPACTO																						
			MEDIO FÍSICO						MEDIO BIÓTICO								MEDIO PERCEPTUAL		MEDIO SOCIOECONÓMICO					MEDIO CULTURAL	
ELEMENTOS GENERADORES DE IMPACTO			ERI1	ERI2	ERI3	ERI4	ERI5	ERI6	ERI7	ERI8	ERI9	ERI10	ERI11	ERI12	ERI13	ERI14	ERI15	ERI16	ERI17	ERI18	ERI19	ERI20	ERI21	ERI22	
			AIR	AG	SE	REL	LIT	HMCF	VGT	FAUT	AVIF	CPLA	CBEN	FAUM	ICT	EXOT	RUI	PAI	ENP	PM	INF	POB	ACTEC	CUL	
FC	EGI1	Instalación estructura intermedia	NS	NS	NS							NS	NS		NS		NS	NS	NS	NS				NS	
	EGI2	Reacondicionamiento de vaciaderos terrestres	NS			-19			NS	NS	NS						NS	NS					NS	NS	
	EGI3	Operaciones de mantenimiento de la Eurovía	NS	-22	+26		-19	NS		NS	+27	-21	NS		-19		NS	NS	-19	NS			NS	NS	NS
	EGI4	Vaciaderos terrestres. Infraestructuras asociadas	NS			NS			NS	NS	NS						NS	NS				+21			
	EGI5	Colocación en fosas	NS	-19	NS								NS	NS		NS		NS		-19	NS				
	EGI6	Vertido en el vaciadero marino	NS	-19	NS						NS		NS	NS	NS		NS	NS	NS	NS					
	EGI7	Construcción/establecimiento de estructuras de defensa de márgenes y colocación en márgenes y playas	NS	-19	NS	S	NS		NS	NS	NS	NS	NS	NS		NS		NS	NS	NS				NS	
FF	EGI8	Gestión del material depositado en vaciaderos terrestres		NS					NS	NS	+24							NS							
	EGI9	Comportamiento del material depositado en fosas		-25				NS				NS	NS						NS	NS					
	EGI10	Presencia y estabilidad del material depositado en el VM						NS					NS	NS											
	EGI11	Presencia y comportamiento de las estructuras de defensa de márgenes y cordón litoral y material colocado en márgenes y playas				+26	+33	+30	NS	NS			NS					NS	+26				NS		
	EGI12	Operaciones de navegación, cruces y fondeos intermedios		NS		NS			NS								NS			NS					+28
	EGI13	Presencia y funcionamiento de la estructura flotante intermedia							NS										NS	NS				NS	+24
	EGI14	Optimización de la navegación																					+32	NS	+42
FD	EGI15	Eliminación de la estructura de fondeo intermedia	NS	NS				NS			NS		NS		NS		NS	NS	NS					NS	
	EGI16	Retirada de estructuras en márgenes no funcionales	NS	NS		NS			NS	NS		NS	NS		NS		NS	NS	NS						

9.13 JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez estudiado con detalle el proyecto “Optimización de la navegación en la Eurovía E.60.02. Guadalquivir” y el entorno que acogerá al mismo, e identificadas y valoradas las relaciones entre los elementos generadores de impactos (EGIs) y los elementos receptores de impactos (ERIs), se está en disposición de obtener una serie de conclusiones, encargadas de dirigir adecuadamente las medidas que minimicen los impactos detectados, así como, plantear correctamente el seguimiento ambiental de aquellos parámetros a monitorizar.

Para ello, se han contabilizado cada uno de los impactos para posteriormente pasar a jerarquizar, en orden descendente de afección, los factores ambientales puestos en juego. Todo esto queda reflejado en las siguientes tablas:

Tabla 110. Detalles y Resumen de Impactos del Proyecto (I)

DETALLES DE LOS IMPACTOS SEGÚN LAS FASES DEL PROYECTO		FASE DE CONSTRUCCIÓN	FASE DE EXPLOTACIÓN	GENERAL
SISTEMA FÍSICO-NATURAL	Medio Físico	Impacto Compatible Negativo	Impacto Compatible Positivo	Impacto Compatible Negativo
	Medio Biótico	Impacto Compatible Negativo	Impacto Moderado Positivo	Impacto Compatible Negativo
SISTEMA PERCEPTUAL	Medio Perceptual	No significativo	No significativo	No significativo
SISTEMA SOCIOECONÓMICO Y HUMANO	Medio Socioeconómico	Impacto Compatible Negativo	Impacto Moderado Positivo	Impacto Compatible Positivo
SISTEMA CULTURAL	Medio Cultural	No significativo	--	No significativo

Tabla 111: Detalles y Resumen de Impactos del Proyecto (II)

Carácter de los Efectos		No Sig.	Efecto Compatible	Efecto Moderado	Efecto Severo	Efecto Crítico	Importancia	Carácter de los Impactos
Sistema Físico-Natural	Medio	27(O)	0 (+)	3 (+)	0 (+)	0 (+)	-0,83	Impacto Compatible Negativo
	Físico		7 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)		

Carácter de los Efectos		No Sig.	Efecto Compatible	Efecto Moderado	Efecto Severo	Efecto Crítico	Importancia	Carácter de los Impactos
	Medio Biótico	43 (O)	1 (+) 2 (-)	2 (+) 0 (-)	0 (+) 0 (-)	0 (+) 0 (-)	+11,33	Impacto Compatible Positivo
Sistema Percept.	Medio Perceptual	20 (O)	0 (+) 0 (-)	0 (+) 0 (-)	0 (+) 0 (-)	0 (+) 0 (-)	---	Impacto no significativo
Sistema Socioeconómico	Medio Socioecon.	24 (O)	0 (+) 2 (-)	4 (+) 2 (-)	0 (+) 0 (-)	0 (+) 0 (-)	+12,37	Impacto Compatible Positivo
Sistema Cultural	Medio Cultural	2 (O)	0 (+) 0 (-)	0 (+) 0 (-)	0 (+) 0 (-)	0 (+) 0 (-)	----	Impacto no significativo

10 CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES

Como conclusiones del proceso de evaluación de los impactos residuales del proyecto de optimización de la navegación en la Eurovía E.60.02. Guadalquivir se establecen las siguientes:

- El proyecto de optimización de la navegación en la Eurovía E.60.02. Guadalquivir no presenta elementos generadores de impactos sobre ninguno de los componentes del medio analizados que hagan inviable su ejecución. La consecución de la DIA de este proyecto es un paso necesario e indispensable para que el Puerto de Sevilla pueda seguir funcionando y dando demanda a los sectores y al tráfico marítimo que soporta.
- Se parte de la premisa de que no se realiza, bajo ningún concepto, profundización de la canal de navegación. Se evalúa la continuidad, entre otras acciones, de los dragados de mantenimiento para mantener la rasante actual de cada tramo. Se trabaja bajo el paradigma de *working with nature* y en colaboración con todos los sectores de actividad relacionados con el estuario.
- El procedimiento de evaluación ambiental ha incorporado desde el inicio un proceso de participación pública con diferentes grupos de *stakeholders* a los que se ha ido informando con cada grado de avance, mediante reuniones y visitas de campo organizadas al efecto. Este proceso participativo cumple perfectamente con el requisito del DA de realizar encuestas a los interesados.

El EsIA incorpora un anexo donde se recoge y traza todo el proceso, las aportaciones y cómo se ha dado respuesta a las mismas.

- Las conclusiones de este EsIA se basan en el trabajo de diversos grupos científicos y expertos en materias concretas. En concreto, se ha contado con el Instituto de Hidráulica de Cantabria, la Universidad Politécnica de Cataluña, a través de la participación del experto en restauración de márgenes, Juan Pedro Martín Vida, la Universidad de Málaga, en concreto el Grupo de Oceanografía Física, dirigido por Jesús García La Fuente, la Universidad de Sevilla, Grupo de Zoología Marina, presidido por José Carlos García Gómez, la Universidad de Huelva, Departamento de Geología, presidido por José Borrego, el CSIC, dirigido por Miguel Ferrer. Asimismo, han participado centros tecnológicos y de investigación, tales como complutig, de la Universidad de Alcalá de Henares e Innovarcilla. De todos ellos, se ha hecho uso de la información elaborada sobre este proyecto, presentándose sus trabajos como anexos al EsIA.
- El contenido y estructura del EsIA se ha adaptado a lo solicitado en el Documento de Alcance (DA) del estudio de impacto ambiental del proyecto “Optimización de la navegación en la Eurovía E.60.02. Guadalquivir”, recibido el 06/05/22. El DA asigna el código **20210240** a este proyecto.
- La mayoría de las interacciones detectadas de las acciones del proyecto y los elementos receptores se han calificado como no significativas, lo cual, indica que los efectos producidos sobre el medio son escasos. Se evalúan los impactos residuales, que son los que resultan después de la aplicación de las medidas correctoras y preventivas, tal y como indica el DA.
- Se evalúan varias alternativas que se clasifican en grupos, el primero dirigido a la optimización de la navegación, el segundo a las operaciones de dragado y el tercero a la gestión del material dragado. También se considera la alternativa 0, como es preceptivo de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 21/2013, en su versión consolidada. La alternativa 0 refleja la situación actual de la operativa del puerto. En este apartado, derivado del proceso de participación pública se ha evaluado la evaluación del medio social, económico y ambiental en caso de cese de los dragados de mantenimiento.
- La mayoría de los impactos negativos recaen sobre el Medio Inerte en la Fase de Construcción, se asocia a los dragados de mantenimiento, pero los efectos son temporales y no tienen intensidad relevante, lo que hace que se hayan calificado de compatibles. En el Medio Socioeconómico también en esta fase se producen efectos negativos asociados a las molestias de las obras. Por su parte, los efectos positivos, más duraderos en el tiempo, se producen en la Fase de Funcionamiento y tienen más intensidad en el Medio Socioeconómico por la mejora de la navegación en la Eurovía.

- Sobre el Medio Biótico, los pocos impactos residuales se califican como negativos compatibles y son efectos de la turbidez puntual en la columna de agua de las operaciones de dragados de mantenimiento y colocaciones del material. Hay un efecto positivo derivado de la gestión adaptativa de los vaciaderos terrestres que ha dado lugar a la presencia y reproducción de avifauna en los recintos, tal y como indican los censos del CISC: Precisamente, esta actuación fue premiada en 2020 cuando la APS consiguió el Premio de Medio Ambiente.
- Se propone un muelle flotante en la fosa 6, para realizar una parada intermedia en el caso de los buques de mayores dimensiones y que tengan que navegar con la doble marea. Esta estructura se plantea pilotada de forma que sea permeable al flujo. El acceso a todas las zonas de obra del proyecto se propone vía marítima, lo cual reduce cualquier impacto al medio terrestre en la Fase de Construcción.
- Las cuestiones que desde siempre han suscitado mayor interés en relación con los dragados de mantenimiento son la turbidez y la salinidad del río. En este sentido, ha quedado analizado en el EsIA que los dragados no tienen ningún efecto sobre el tapón salino, GOFIMA, dirigido por Jesús García Lafuente, lo analiza antes y después de un dragado de mantenimiento concluyendo que no hay afección alguna al respecto. Más bien atribuye a la captación de agua para los cultivos del arroz las pequeñas variaciones de salinidad en el estuario, cerca de los puntos de captación. En relación con la turbidez, la succión en marcha produce un aumento de fondo a columna de agua, pero el efecto es temporal y no se desplaza en el espacio. La empresa complutig ha estudiado mediante teledetección la relación entre los episodios más elevados de turbidez en río y factores externos tales como periodos de lluvia, apertura de la presa de Alcalá o los dragados de mantenimiento resultando que hay una relación entre los periodos de lluvias intensos y los episodios más elevados de turbidez en río. También se han detectado picos con descargas de la presa de Alcalá. No se ha encontrado relación alguna entre dragados de mantenimiento y turbidez elevada a lo largo de los años analizados.
- En noviembre de 2022, la APS ha llevado a cabo una prueba piloto de dragado con la técnica de inyección de Agua (WID) en el tramo de Antesclosa principalmente y parte norte de Huertas. Los resultados han resultado satisfactorios como técnica, dado que se ha alcanzado la cota objetivo a las -7,07 m. Esta ha permitido incluir esta técnica en el proyecto proponiéndose su utilización en los tramos citados, que acumulan fango, dos veces al año y al año y medio complementar con la succión en marcha en todos los tramos del río. El uso del WID mantiene el material en el sistema y produce menos emisiones de GEIs, siendo eficiente. El control ambiental efectuado durante la prueba muestra además que la turbidez que se genera se mantiene en el fondo, a unos 30-50 cm del fondo se sitúa la capa de *mud flow*. Ésta se desplaza unos 120 en Antesclosa, donde la velocidad oscila entre 0,1-0,2 m/s y aguas debajo de la Punta del Verde unos 950 m, dada la velocidad de la corriente en la canal que puede llegar a 1,1-1,2 m/s. Las batimetrías de seguimiento

previstas durante 6 meses, de la cual se ha ejecutado la primera (sin diferencias notables respecto de la última de control) permitirá conocer la tendencia de los tramos dragados y dónde se ha desplazado el material.

- El IHC ha estudiado el comportamiento de un vertido en la fosa 2 del Guadalquivir. Inicialmente se mostraban aptas para recibir el material las fosas 2 y 7 pero esta última no era capaz en un año hidrodinámico de liberar el material, de forma que iba sedimentando. La 2, por el contrario, con una tendencia erosiva en un año sí volvía a la situación batimétrica de partida. Por ello se analizó un vertido por backfilling en la parte profunda de la fosa. El resultado ha resultado favorable, dado que la fosa recupera sus niveles, como se ha referido, y la turbidez que se genera se concentra en el espacio y permanece en la columna de agua poco tiempo. No hay mayor impacto que el del dragado de succión en marcha, por lo que se contempla esta opción como posible para el depósito del material, que permanece en el sistema.
- El catedrático Juan Pedro Martín Vide, de la UPC, ha analizado la erosión en los márgenes del río. Determina los tramos con erosiones patológicas y no patológicas, es decir, la que se atribuyen a la dinámica fluvial. En su estudio enfrente la resistencia de las márgenes con respecto a las acciones que inciden sobre las mismas. La resistencia de las márgenes del río es muy débil y esto se atribuye a la presión de poro o intersticial debido a los cultivos de arroz y algodón que llega hasta los bordes del río, las cortas ejecutadas en el siglo pasado y reciente de éste, y el lavado de finos producido por las presas. Aunque parezca incongruente hay en la masa de agua del Guadalquivir falta de sedimentos finos, que son los que dan cohesión al material de márgenes. De esta situación deleznable de partida de las márgenes la navegación no tiene la culpa. Los barcos tienen capacidad de iniciar el movimiento del sedimento en las márgenes, eso es cierto, pero esta capacidad se reduce a menos de 4 días al año y la movilización se produce porque la resistencia al movimiento es baja por los motivos comentados.
- El EsIA, asesorado por Juan Pedro Martín Vide, propone medidas de restauración y/o estabilización de los márgenes utilizando el material que se drague en los distintos tramos del río. Las medidas se dirigen tanto a tramos con erosiones patológicas como no patológicas, dependiendo de la necesidad que tenga el Espacio Natural Doñana. Para conocer cuáles son los tramos que tiene mayor prioridad en necesidad de actuación se han considerado dos variables, la vulnerabilidad de los usos que se encuentran a trasdós de las márgenes, y se verían comprometidos en caso de pérdida de suelo, y la tasa de erosión observada. La multiplicación de estas variables da lugar a una categorización de prioridad de actuación. Se tiene además en cuenta la distancia a la que se podría producir el vertido del material por la draga, teniendo en cuenta que más de 25 km no resulta viable el traslado desde el punto o tramo de dragado. Asimismo, se consideran las zonas con erosiones patológicas o no para proponer distintos tipos de actuación.

- Las soluciones en los tramos con erosión patológica pasan por un drenaje y filtro del terreno, realizar un muro de contención con elementos fabricados idealmente con parte del fango dragado y estabilizados con vegetación autóctona, si fuese posible. Detrás de ese muro se vertería el material dragado. Estas operaciones quedarían, en todo caso, supeditadas a que se produjese el dragado de mantenimiento y hubiese material disponible para ello. En los tramos con erosión no patológica, Doñana, se proponen acciones como el efectuado durante los dragados de mantenimiento de 2021 con contenciones tipo fajinas o elementos de sujeción natural. Estas soluciones pasarían por acuerdos establecidos con el órgano gestor del Parque Natural, siendo fundamental la coordinación entre administraciones.
- También desde 2015 se realizan regeneraciones de las playas de Sanlúcar de Barrameda. Las necesidades de aporte dependerán en gran parte de los temporales que se produzcan y erosionen las playas. El material de los tramos bajos, a saber, Broa, Salinas y Puntalete es el que presenta una granulometría óptima para el aporte, y así lo muestra la ITEA realizada en estos tramos. La cantidad de material que pueda usarse a este fin queda supeditada a la sedimentación que se produzca en esos tramos. El uso del material dragado para rehabilitar márgenes o playas deberá ser consensuado entre administraciones.
- Las actividades de restauración o estabilización o regeneración de playas quedan supeditadas a que se ejecuten los dragados de mantenimiento y haya material disponible, siendo el objetivo prioritario de la APS reutilizar todo el material que se extraiga del río o no extraer el fango de los tramos altos, para reducir la producción de residuos, se contempla el uso de vaciaderos terrestres para aquellas cargas que no puedan ser aprovechables. También es precisa la habilitación del vaciadero marino, dado que algunas circunstancias técnicas o de aptitud del material puede hacer necesario que se deposite alguna carga en el mar.
- El EsIA incorpora medidas preventivas y correctoras dirigidas a minimizar los impactos que se produzcan del proyecto. La aplicación de estas medidas deja impactos residuales que son los que se evalúan matricialmente pero también aplican en aquéllos que se hayan calificado de no significativos. Para la determinación de los impactos no significativo o significativos se exponen todos los datos y estudios que han efectuado durante años y al efecto de este estudio, de forma que se justifica en todos los casos el criterio de decisión.
- El EsIA incorpora un PVA diseñado y ajustado a las características del proyecto y del medio y con base en el conocimiento que se tiene de las vigilancias ambientales efectuadas durante los dragados de mantenimiento. Un PVA no es un documento cerrado, sino que debe adaptarse a la obra y los resultados de la aplicación de la medida. Siendo esto así, cuando se viese que algún control no tiene el resultado esperado podrá diseñarse un nuevo. Este cambio será informado al órgano ambiental que debe autorizar el nuevo control, siempre debiendo adaptarse a los plazos

de la obra. En caso contrario, se seguirá actuando como establecido en el EsIA y la DIA, aunque la medida o control no resulte efectiva.

- En definitiva, la evaluación ambiental positiva del proyecto de optimización de la navegación en la Eurovía E.60.02. Guadalquivir no sólo es fundamental para que el Puerto de Sevilla pueda seguir funcionando óptimamente y adaptándose a la demanda del mercado actual, sino que del mismo pueden desprenderse efectos positivos sin el medio. En efecto, sin ser el Puerto responsable de la sedimentación que se produce en la canal de navegación cada año, con un material que viene de la cuenca media alta y asociado al cultivo del olivar, está obligado, por imperativo legal, a mantener unas condiciones adecuadas de seguridad en la navegación. Esto se traduce en dragados de mantenimiento periódico, que, sin modificar la rasante aprobada, mantenga los calados. El material extraído, siguiendo el paradigma *Working with Nature*, ya se viene reutilizando de forma que el excedente que tenga que gestionarse como residuo se reduzca al mínimo. Este EsIA contempla otros usos beneficiosos del uso del material, rehabilitando márgenes y regenerando playas. La APS se adaptará a los usos que se producen en el estuario y además ofrece el material dragado a las administraciones para cubrir sus necesidades. Este proceso debe realizarse lógicamente en un marco de colaboración entre todos los interesados, un marco que se ha conformado desde el inicio de la tramitación ambiental, escuchando a todas las partes e intentando dar respuesta a los intereses de cada una de ellas.

11 PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El programa de vigilancia ambiental (PVA en adelante) tiene como objetivo verificar los impactos producidos por las acciones del proyecto y, sobre todo, comprobar la eficacia de las medidas preventivas y correctoras propuestas en este EsIA, de obligado cumplimiento por parte del contratista.

Algunos aspectos que controlar utilizarán como medio el control documental y recopilación de información generada durante la obra. Otros requerirán de controles realizados en campo que provean de la información necesaria para certificar los cumplimientos o incumplimientos que puedan producirse.

A continuación, se detalla la vigilancia a realizar para las acciones del proyecto de optimización de la navegación en la Eurovía. Se indica para cada uno de ellos fase de la obra en la que aplican, localización, estaciones y análisis, si proceden, periodicidad y umbrales de alerta.

Finalmente, el PVA incorpora, atendiendo a lo establecido un PVA, una cuantificación económica de las acciones de vigilancia y establece el tipo de informes a generar y periodicidad en las entregas.

11.1 OBJETIVOS GENERALES

De forma genérica, la vigilancia ambiental ha de atender a los siguientes objetivos:

- Controlar y garantizar el cumplimiento y eficacia de las medidas preventivas y correctoras establecidas en el EsIA. En el caso de que se consideren ineficaces, la asistencia ambiental, en

consenso con la APS, propondrá, de forma justificada, otros controles y eliminará aquéllos que no resulten. Esta propuesta será presentada al órgano ambiental y ejecutada sólo cuando se reciba aprobación escrita por su parte.

- Analizar el grado de ajuste entre el impacto teórico que genera el proyecto, de acuerdo con lo expuesto en este EsIA, sus anexos y estudios específicos y el real, producido durante la navegación en el río, los dragados de mantenimiento y las operaciones de colocación del material dragado.
- Detectar la aparición de impactos de difícil predicción en esta evaluación. Por lo tanto, una de las funciones fundamentales del PVA es identificar las eventualidades surgidas durante el desarrollo de las actuaciones para poner en práctica, a continuación, las medidas correctoras oportunas.
- Establecer procedimientos de medida, muestreo y análisis que permitan la caracterización ambiental y seguimiento de la zona de influencia del proyecto, tanto en estado preoperacional (medidas de estado cero), como durante el proceso de implantación y las obras.
- Ofrecer a la APS un método sistemático, eficaz, sencillo y económico de vigilancia ambiental de las acciones del proyecto.
- Describir el tipo de informes que han que realizarse, así como la frecuencia y la periodicidad de su emisión.

11.2 RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO

La responsabilidad de la ejecución del PVA es de la APS que podrá realizar esta labor con personal propio o a través de una asistencia técnica ambiental y arqueológica. La APS designará un Director Ambiental de la Obras, que será el contacto con la administración ambiental y cultural e informará de cualquier aspecto relacionado con la vigilancia. Por otra parte, se designará un director ambiental de la asistencia técnica ambiental, que será el enlace entre los contratistas y la APS.

Los diversos contratistas están sujetos al cumplimiento de las medidas contempladas en este EsIA y a facilitar la ejecución del PVA, atendiendo las indicaciones que la asistencia técnica ambiental, a través del director ambiental, les dicte.

El director ambiental de la asistencia técnica ambiental y arqueológica tendrá las siguientes funciones:

- Controlar que la aplicación de las medidas preventivas y correctoras adoptadas se ejecute correctamente.
- Elaborar propuestas complementarias de medidas preventivas y/o correctoras.
- Realizar los informes del programa de seguimiento y vigilancia y remitirlos a la APS para que ésta los remita a las Consejerías que procedan.
- Coordinar el seguimiento de las mediciones y todos los trabajos que se desarrollen en campo.
- Velar por la seguridad del equipo técnico y decidir cómo actuar en caso de detectar situaciones de riesgo.
- Vigilar el desarrollo de las actuaciones al objeto de detectar impactos no valorados a priori.

11.3 ASPECTOS E INDICADORES SOMETIDOS A VIGILANCIA AMBIENTAL

A continuación, se establecen los aspectos que serán objetos de vigilancia, así como las acciones de seguimiento y control para cada una de ellas. Del mismo modo, se establecen los criterios e indicadores que se utilizarán para realizar el seguimiento de su aplicación.

Las medidas y controles a los que se refiere cada uno de los siguientes apartados para cada variable afectada, se desarrollarán con la periodicidad que se marca en cada caso, con carácter general y de forma inmediata, cada vez que se produzca algún accidente o eventualidad que pueda provocar una alteración sensible en la variable en cuestión.

Aunque los estudios previos se pueden considerar realizados a nivel de detalle, en el caso de que una vez finalizado el proyecto básico se hayan detectado carencias o vacíos de información, se acometerán los trabajos necesarios para subsanarlos.

11.4 CONTROLES GENERALES

11.4.1 Replanteo

- **Descripción:** un técnico ambiental visitará, durante la fase de preparación (fase de construcción), las zonas de obras para comprobar que las actuaciones se producen de la forma correcta y respetando los condicionantes recogidos en el EsIA.
- **Actuación:** se realizará una ficha de replanteo de cada emplazamiento, bien los vaciaderos terrestres que vayan a utilizarse o bien la zona de playa o márgenes erosivos que vayan a regenerarse, en su caso. La ficha de replanteo contendrá la descripción, con apoyo fotográfico, de los siguientes aspectos:
 - Fecha.
 - Vigilante ambiental.
 - Zona de inspección.
 - Estado y correcta delimitación del balizamiento y señalización de obras.
 - Estado e idoneidad de los puntos limpios: estanqueidad de depósitos, cerramiento, existencia de contenedores que permitan la segregación, etc.
 - Disposición de los elementos auxiliares de obra en zonas designadas: parque de maquinaria, baños, casetas de oficina y de taller, depósito de gasoil y de agua, compresor, grupo electrógeno y torres de iluminación.
 - En el caso de vaciadero, estado de las motas, ausencia visual de filtraciones, estado de la vegetación, especialmente, en el recorrido de las tuberías hasta el punto de vertido,
 - Estado de las cajas de agua y de los canales de desagüe hasta el punto de vertido.
 - Observaciones que considere oportunas.

11.4.2 Control y aprobación documental

- **Descripción.** La asistencia ambiental comprobará el orden de toda la documentación ambiental que debe generarse antes del inicio de los trabajos.
- **Actuación.** Se revisará el Plan de Actuaciones Medioambientales (PAM) del contratista. Éste deberá ser aprobado por la APS antes del inicio de los trabajos. El PAM contendrá como mínimo:
 - Una propuesta de organización de contenedores del punto limpio y otros elementos de la obra en las áreas designadas para ello.
 - La gestión que va a realizarse de los residuos producidos en la obra (no incluyendo el sedimento extraído).
 - Cantidad y procedencia de la energía que vaya a consumirse.
 - Una estimación del consumo esperado del combustible durante la obra, tanto por las dragas, como barco de control batimétrico, vehículos que vayan a utilizarse e instalaciones en tierra. Se valorarán las mejoras que el contratista incluya en el PAM para reducir las emisiones atmosféricas.
 - La forma en la que vaya a ejecutarse el desmantelamiento de las instalaciones de obra a la finalización de los trabajos.

El contratista presentará a la asistencia ambiental el plan de obras con indicación de los tajos que van a realizarse, la secuencia de los trabajos y las zonas donde se va a actuar. La asistencia ambiental comprobará en todo momento que la obra se ajusta a lo previsto y documentará, en caso de no ser así, los motivos de cualquier desviación.

El contratista, antes del inicio de los trabajos, presentará un Plan de Contingencias o de actuación ante situaciones de emergencia, tanto de las embarcaciones (vertidos al mar), como de los medios dispuestos en tierra para la recogida ante derrames accidentales (pañños absorbentes, sacos de sepiolita, etc.).

11.4.3 Controles de tipo general y rutinario

- **Descripción:** seguimiento de las labores de dragado, de colocación del material, de la disposición de elementos de obras y estado de las zonas.
- **Actuación:** durante los días iniciales de trabajos de colocación del material, ya sea en los vaciaderos terrestres o márgenes erosivos, la dirección ambiental de la asistencia técnica realizará una primera visita a la zona de trabajos para comprobar que todo está acorde a lo programado y conforme a la documentación presentada. Se levantará un acta de esta visita con los aspectos que se hayan detectado y se confeccionará un check-list de seguimiento. El técnico ambiental continuará las labores de inspección rutinaria.

A bordo de la draga se realizará un control diario de cada carga cuando se drague en los tramos de Puntalete, Salinas, Sanlúcar y Broa, dado que estas cargas serán las que se destinen a las playas/márgenes o vaciadero marino, debiendo decidirse a bordo, bajo criterio técnico, el destino

de cada carga. El técnico a bordo tomará una fotografía, una muestra de cada cántara, datos del punto de carga (coordenadas) y destino del material. En caso de producirse alguna incidencia contactará inmediatamente con el director técnico de la asistencia ambiental.

- **Periodicidad:** en zonas de colocación tras la primera visita de establecimiento o replanteo un técnico ambiental con experiencia en control de obras, realizará 3 visitas aleatorias la primera semana pasando a una periodicidad semanal o dos días a la semana hasta el fin de obra. Esta periodicidad se repetirá cuando se cambie de zona de depósito. Se realizarán visitas adicionales en caso de detectarse situaciones de irregularidad y hasta la resolución de éstas.

11.4.4 Control de la localización del parque de maquinarias y punto limpio

- **Descripción.** Minimizar la ocupación de suelo por las obras y sus elementos auxiliares. Verificar la localización de elementos auxiliares permanentes en las zonas establecidas para tal fin.
- **Actuación.** Comprobación de que los elementos auxiliares de obra se colocan en el lugar indicados en planos para los vaciaderos de Butano, La Horcada, Yesos²⁸ en caso de uso, tras aprobación de la DEUP, Tarfía y La Mata. En el caso de restauración de márgenes erosivos durante el replanteo deberán seleccionarse dichas zonas, previa aprobación de la dirección ambiental de la asistencia técnica y de la APS.

11.4.5 Control de accesos temporales en las inmediaciones de las obras y movimientos de maquinaria

- **Descripción.** Se trata de evitar los daños producidos por la circulación de vehículos fuera de los accesos previstos por la APS a la zona de obras. Estos caminos deberán señalizarse con la cartelería propia de acceso a zona de obras y prohibirse el paso a toda persona/vehículo no autorizado.
- **Actuación.** Se controlará que la maquinaria restringe sus movimientos a las zonas estrictamente de obras. Se verificará la ejecución de la señalización y balizamiento provisional proyectada. Se realizará este control en cada visita del técnico ambiental a las zonas de obra.

11.4.6 Sistema de gestión de los residuos (excepto el material dragado)

- **Descripción.** Se comprobará que se separan los desechos en contenedores específicos claramente señalizados y etiquetados localizados en un punto limpio en cada vaciadero terrestre o zona de

²⁸ La APS está obligada por normativa a gestionar los residuos que deposita en los vaciaderos terrestres en un plazo máximo de 2 años, esto se traduce en que un acopio temporal del material dragado a disposición de otras administraciones se producirá durante un tiempo limitado: En este caso se establece como razonable un plazo de 1 año desde el fin de obra. A partir de ese tiempo la APS iniciará la gestión del residuo de acuerdo con la norma, tal y como se produce en la actualidad.

obras de los márgenes. Este punto limpio podrá recibir también los residuos de origen antrópico que se extraigan de cada cántara de la draga y acopiarse allí hasta su retirada.

- **Actuación.** Se controlará que los residuos serán clasificados según tipos y almacenados, en contenedores adecuados de acuerdo con su naturaleza, previo a su reciclaje y/o eliminación, en condiciones de seguridad adecuadas. La localización de las zonas de recogida de residuos estará perfectamente señalizada y en conocimiento de todo el personal de obra, para asegurar su correcta identificación y utilización.

11.5 CONTROLES ESPECÍFICOS

11.5.1 En la zona de la estructura de parada intermedia (fosa 6)

11.5.1.1 Control de la turbidez

- **Descripción:** durante las operaciones de construcción y desmantelamiento de la estructura de parada intermedia se controlará la turbidez por el hincado de pilotes.
- **Actuación:** durante las acciones que puedan producir turbidez elevada en la columna de agua (fundamentalmente pilotado) se medirá con sonda multiparámetro este parámetro. Se establecerá un blanco aguas arriba o abajo de la fosa 6, dependiendo de la corriente, para conocer la turbidez que lleva el río en suspensión. El primer punto de control será lo más cerca posible de la zona de obras donde, por remoción del fondo, se espera una turbidez elevada. Se seguirá midiendo en torno a la margen izquierda en el sentido de la corriente, donde se espera que se desplace la pluma hasta que se alcance el valor del blanco o por debajo de éste.
- **Periodicidad:** durante las operaciones de pilotado se realizará este control en condiciones con coeficiente de marea alto y con las máxima velocidad de la corriente. Si se comprueba que no se producen efectos en esas condiciones (1 días de campaña intensiva) se dará por finalizado el control. En caso contrario, se repetirá el muestreo hasta el fin de las operaciones de pilotado. Se considera óptima una periodicidad semanal.

11.5.1.2 Control del ruido

- **Descripción:** controlar durante el pilotado el nivel sonoro del entorno.
- **Actuación:** se medirá durante el pilotado con una sonómetro el ruido en la zona de obras y en el entorno. Para ello se localizarán las zonas o viviendas pobladas más próximas y se medirá en ellas si el técnico percibe alteraciones sonoras en la zona. Se medirán también en las zonas cercanas donde se conozca la existencia de avifauna.
- **Periodicidad:** durante las operaciones de pilotado se determinará la huella acústica de esas operaciones durante un día de campaña.

11.5.2 En las zonas de dragado

11.5.2.1 Control de la pluma de turbidez

- **Descripción:** Las labores de dragado, ya sea succión en marcha como por inyección de agua en fondo, darán lugar a un aumento de la turbidez en la columna de agua debido a la resuspensión de partículas. La importancia de este control es conocer la turbidez que produce el dragado en el medio no sólo en magnitud, sino en extensión espacial, es decir, saber dónde llega la afección y si puede afectar a los elementos sensibles. Debe tenerse en cuenta, no obstante, que el Guadalquivir es uno de los ríos más turbios del mundo, lo cual hace que el control de turbidez debido al dragado sea complejo, más aún si se producen lluvias en el transcurso, ya que se ha visto que son las lluvias las que dan lugar a los periodos más intensos de turbidez en el río.
- **Actuación:** tanto con la draga de succión en marcha como con la inyección de agua en los tramos altos se realizará un seguimiento de la pluma de turbidez y se comprobará si asciende en la columna de agua y dónde llega espacialmente. Para ello se propone la realización de perfiles en la columna con sonda multiparamétrica que disponga de sensor de turbidez. Cada día campaña se tomará un blanco, seleccionado fuera de la influencia de los trabajos. Su localización dependerá del punto donde la draga se encuentre trabajando, pero debe localizarse lógicamente en el sentido contrario a la corriente y mínimo a 0,5 mn de la draga (la experiencia de los controles ambientales efectuados a los dragados del equipo consultor demuestra que en contra de la corriente y a esa distancia no hay afección del dragado). Cada día de control se utilizará un biplano o un dispositivo diseñado al efecto, boya semisumergida, que dé información del sentido y velocidad de la corriente. Este sistema no debe estar afectado por el viento.

Una vez tomado el valor de referencia se medirá en el punto más cercano posible a la draga. En éste se espera que la turbidez sea muy elevada porque lógicamente es el punto donde se produce la afección. A partir de éste se seguirán haciendo medidas de turbidez cada 10 minutos. En ese tiempo, conocido el valor de la corriente en fondo y columna de agua, se podrá calcular la distancia que se ha desplazado el flujo de agua con el sedimento en suspensión. Intentará medirse donde la draga se encuentre trabajando (canal de navegación), pero también en los márgenes para conocer el desplazamiento longitudinal de la afección. Este diseño de muestreo se replicará en cualquier tramo en el que la draga se encuentre trabajando. Cuando los valores tomados en las estaciones de control sean inferiores a los valores del blanco, volverá a repetirse la secuencia de muestreo. Una posible malla de muestreo sería:



Ilustración 259. Diseño de malla de muestreo para el control de la pluma de turbidez en dragado. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Este control permitirá calibrar el modelo de IH Cantabria que simula la turbidez que produce la carga de una cántara de la draga de succión en marcha. En condiciones desfavorables la pluma se desplaza según el modelo en marea viva creciente 1,5 km y 1,35 km en marea viva vaciante²⁹ aunque con valores de sólidos en suspensión bajos, en torno a 10 mg/l.

Además de la medida de la turbidez, se registrarán con sonda multiparámetro el valor de, al menos el oxígeno disuelto, pH, temperatura y salinidad.

Debe tenerse en cuenta también que la draga no es un elemento estático, sino que avanza a medida que trabaja, lo cual debe considerarse en la interpretación de los resultados e incluso dar lugar a un planteamiento de seguimiento en campo que se ajuste para cumplir lo dispuesto en este control. Siempre a criterio del equipo técnico ambiental de campo, que deberá estar en contacto con la dirección ambiental de la asistencia.

- **Periodicidad:** se hará un control en cada tramo de dragado. Si se comprueba que los resultados se ajustan al modelo de dispersión efectuado por el IH Cantabria y la turbidez queda en el rango de lo esperado será suficiente este control. En caso contrario, volverá a muestrearse al día siguiente y así sucesivamente hasta alcanzar la situación de normalidad.

²⁹ IH Cantabria ha realizado la simulación en el tramo de Olivillos, se adjunta al EsIA.

11.5.2.2 *Control del medio receptor de vaciaderos terrestres*

- **Descripción:** el retorno del agua del río, cargada de sedimentos del lecho del río, al propio río debe garantizar que no produce detrimento a la masa de agua.
- **Actuación:** dado que el efecto que podría producirse, siendo bien conocida la calidad de agua del entorno de los vaciaderos y del sedimento de todos los datos recogidos durante los últimos 10 años en las vigilancias de los dragados, es un aumento de turbidez, puntual y localizado se propone la instalación de 3 boyas de mediciones en continuo equipadas con medidores de turbidez en la columna de agua. Estas boyas estarán midiendo todo el tiempo que un vaciadero se encuentre operativo y desde que se produzca salida de agua al río y estarán transmitiendo datos en tiempo real, de forma que cualquier alteración pueda ser detectada en el mismo momento para imponer las medidas correctoras que sean precisas.

Una de las boyas servirá de blanco y será la referencia para determinar situaciones de alerta. Se colocará fuera de la zona de influencia del punto de salida de agua del vaciadero al río y, por cuestiones de seguridad, fuera de la canal de navegación. En el vaciadero Butano una localización lógica sería arriba de la Punta del Verde, hacia puerto Gelves, en zona cercana a la margen, donde no interfiera con la navegación al puerto deportivo. Las boyas de control se situarían cerca de la margen izquierda, aguas abajo a 250 y 500 m desde el punto de salida. Una representación de estaciones sería:



Ilustración 260. Propuesta de localización de boyas de medida en Butano. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Además, una vez a la semana en el entorno de los vaciaderos que se encuentren operativos se tomarán muestras de agua integradas en la columna para el análisis de sólidos suspendidos,

metales pesados, PAHs, TBTs e hidrocarburos totales³⁰. Cada día de campaña se tomará un blanco que servirá de referencia para comparar los valores obtenidos de las muestras.

- **Periodicidad:** el sistema de control descrito se replicará en el vaciadero que se esté utilizando en cada momento. Se activará 1 mes antes del inicio de los trabajos de dragado, para recoger datos con distintos coeficientes de marea y ver cómo se comporta la turbidez en las 3 estaciones de control, de forma natural para tener suficientes datos de referencia, y durante la obra. Se desmantelará a la finalización de la obra cuando deje de verterse agua.
- **Umbrales de alerta:** si durante más de 30 minutos se supera el doble del valor de turbidez en la estación blanco en ambas boyas, deberá analizarse si la alteración es debida al flujo de salida del vaciadero. Se pondrá esta situación en conocimiento del contratista de la obra y la APS. Se tomarán medidas para controlar la turbidez consistentes en:
 - 1) Cambio de vaso del vaciadero, cuando sea posible.
 - 2) Cierre de la caja de agua hasta que los valores vuelvan a la normalidad.
 - 3) Utilización de bomba de fangos.
 - 4) Disminución del ritmo de dragado para espaciar las descargas o desplazamiento a otros tajos.
 - 5) Parada del vertido en el vaciadero que esté en uso y dando lugar a valores anormales de turbidez en el río.

11.5.2.3 Control del destino de las cargas en los tramos bajos

- **Descripción:** se supervisará cada una de las cargas que se realice en los tramos de Puntalete, Salinas, Sanlúcar y Broa para decidir in situ el destino de las mismas.
- **Actuación:** durante el dragado de los tramos bajos del río, Puntalete, Salinas, Sanlúcar y Broa se embarcará a bordo de la draga un vigilante ambiental que decidirá el destino de cada carga. Para ello, además del control visual de las cántaras realizará granulometrías de control. Dado que los ciclos pueden ser cortos, no dando lugar a obtener resultados a tiempo para decidir el destino, el criterio visual será determinante. No obstante, el vigilante realizará un mínimo de granulometrías por cada tramo durante el tiempo de embarque diario, de forma que se tenga trazabilidad del proceso.

³⁰ El DA propone el análisis en agua de nutrientes, DBO5 e indicadores de contaminación fecal, coliformes fecales y totales y estreptococos. Sin embargo, no se trata del control de un vertido orgánico o residual ni tampoco en relación con actividades agrícolas, sino del retorno de la propia agua del río, por lo que se propone el análisis de los parámetros indicados en el texto y que puedan tener alguna relación con la actividad portuaria.

- **Periodicidad:** embarque de técnico ambiental durante 24 h a bordo durante el dragado de los tramos de Puntalete, Salinas, Sanlúcar y Broa.

11.5.2.4 *Control de recursos pesqueros y marisqueros*

- **Descripción:** establecen las DCMD, versión 2021, que en el caso de proximidad a caladeros o zonas de marisquero debe llevarse un control de los recursos pesqueros y marisqueros.
- **Actuación:** antes del dragado de los tramos bajos, en concreto Puntalete, Salinas (localizados en la zona A de la Reserva de Pesca de la Desembocadura del Guadalquivir) y Broa (localizado en la zona B), si dichos tramos se dragan, se tomarán en las zonas A y B en 5 estaciones distribuidas representativamente 5 réplicas de sedimentos superficial con draga Van Veen. A estas muestras se les realizará el conteo de los moluscos bivalvos con talla comercial, teniendo en cuenta el listado contemplado en la Orden 22/02/18³¹.



Ilustración 261. Propuesta de estaciones de control en las zonas A y B de la Reserva. Fuente: Elaboración propia, 2022.

³¹ Orden de 22 de febrero de 2018, por la que se establecen las tallas mínimas de captura y épocas de veda para los moluscos bivalvos y gasterópodos de la Comunidad Autónoma de Andalucía (BOJA núm. 41 de 27/02/18).

- **Periodicidad:** el muestreo se realizará antes del dragado de esos tramos y a su finalización, no más de una semana después de la certificación para que puedan compararse los resultados y sean independientes de la variación del recurso por la estacionalidad. Si en la campaña de cierre se observa que ha habido una disminución del recurso marisquero, se realizará un nuevo muestreo idéntico a los anteriores para comprobar el grado de recuperabilidad del recurso.

11.5.3 Controles en las zonas de vertido (VM, márgenes de Doñana y playas)

11.5.3.1 En el vaciadero marino

A ejecutar exclusivamente si se producen depósitos durante los mantenimientos en el vaciadero marino.

- **Control del posicionamiento de la draga durante el vertido**

Descripción: asegurar que el depósito en vaciadero marino se produce dentro de los límites habilitados para este fin.

Actuaciones: el contratista deberá aportar a la asistencia técnica ambiental los partes de las descargas donde se indique el posicionamiento de la draga. Estas coordenadas serán representadas en un plano con los límites del vaciadero de forma que se tenga una representación gráfica del cumplimiento.

Periodicidad: control en cada descarga en el vaciadero marino.

- **Control geofísico de la zona**

Descripción: Comprobar efectos por la posible movilidad de los sedimentos, tal y como establecen las DCMD para vertidos superiores a 250.000 m³.

Actuaciones: Se realizará una batimetría multihaz de la zona donde se haya vertido si se supera el volumen de vertido dictado por las DCMD o a criterio de la APS. Sólo se sondará la zona del vaciadero donde se hayan producido vertidos, estableciéndose un radio de influencia de 500 m alrededor de la envolvente que determinen los vertidos.

Periodicidad: Antes del comienzo y a finalización de los vertidos.

- **Control de la presencia de mamíferos marinos, quelonios y elasmobranquios**

Descripción: en las descargas a vaciadero marino se garantizará la no presencia de mamíferos marinos, quelonios o elasmobranquios en un radio de 500 m desde el punto de descarga.

Actuación: el vigilante ambiental a bordo durante el dragado de los tramos bajos, susceptibles de proporcionar cargas que se destinen al vaciadero marino autorizará la descarga siempre y cuando compruebe la no presencia de individuos de mamíferos marinos, quelonios o elasmobranquios en el radio de 500 m desde la posición de la draga. En caso de que haya presencia de algún individuo deberá garantizar esa distancia de seguridad.

Periodicidad: embarque de técnico ambiental durante 24 h a bordo durante el dragado de los tramos de Puntalete, Salinas, Sanlúcar y Broa, es decir, los que podrían dar lugar a descargas en el vaciadero marino.

- **Control de la calidad del agua**

Descripción: Controlar la calidad hidrológica durante las acciones de vertido de material al vaciadero marino y ver si los efectos se extienden más allá de sus límites. Este control se llevará a cabo en la forma expuesta con independencia de si la descarga se produce por fondo o por backfilling.

Actuaciones: se realizarán perfiles con la sonda multiparámetro para medir los mismos parámetros que en el control de hidrológico de la zona de dragado. Las estaciones de medida no serán fijas ya que se distribuirán en función del punto donde se produzca el vertido. Se propone el seguimiento en tiempo real de la pluma de turbidez que genera el depósito. De esta forma se realizará una medida en el punto de vertido justo antes de la descarga que servirá como valor referencia o blanco. Una vez producida la descarga, se llevarán a cabo una serie de medidas sucesivas con el avance de la pluma. El equipo de campo determinará con un biplano la dirección y sentido de la corriente y se desplazará hacia donde avance la pluma para realizar las medidas dejando transcurrir el lapso que sea necesario para que la turbidez alcance dicho punto de control. Estas medidas se repetirán en el tiempo y en el espacio tantas veces como sea necesario hasta que se constate que los valores de turbidez son iguales a los medidos antes de la descarga (blanco). De esta manera se determinará tiempo y la distancia que permanece la pluma de turbidez en la columna de agua.

Periodicidad: se adaptará a las descargas que tienden a reducirse en cada campaña de dragado. Se establece un mínimo de 3 campañas en 3 días aleatorios.

- **Control de recursos pesqueros y marisqueros, biocenosis y calidad del material**

Descripción: tal y como establecen las DCMD se hará un seguimiento de recursos pesqueros y marisqueros cuando haya caladeros cercanos.

Actuaciones: Se tomarán muestras de sedimentos en 4 estaciones Van Veen localizadas dentro del vaciadero marino y una fuera (de control). a estas muestras se les hará el recuento de los recursos pesqueros de talla comercial. Antes del uso del vaciadero, la asistencia técnica ambiental obtendrá información del contratista de la parcela donde se realizará la descarga, entendiéndose que, dado que cada vez son menos cargas las que se depositan en el mar y la extensión del vaciadero, tan sólo una parte reducida de su superficie recibirá el material. Si puede disponerse de esta información, las 4 estaciones se localizarán en la zona de influencia, cubriendo toda el área y equidistantes. En caso de que no se disponga de un área definida, la localización de las estaciones será la siguiente:

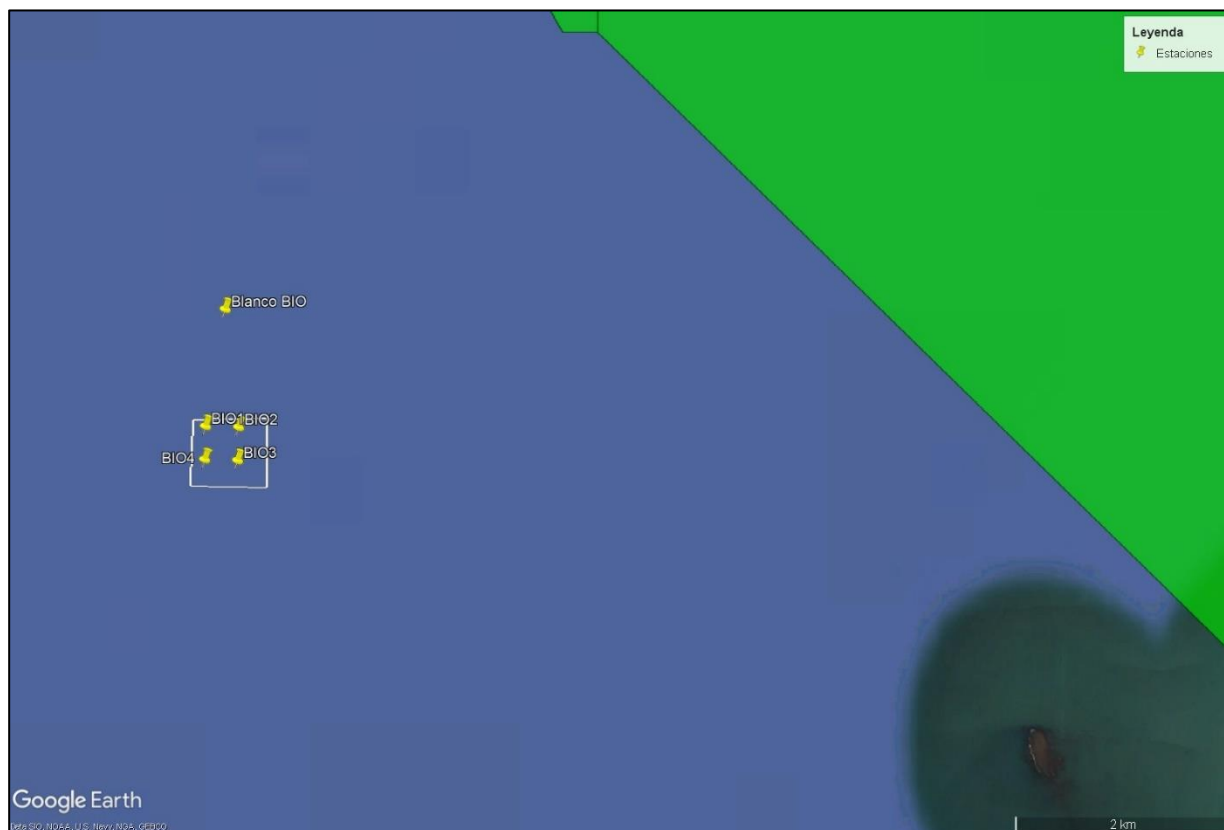


Ilustración 262. Propuesta de estaciones en el vaciadero marino. Fuente: Elaboración propia, 2022.

A estas muestras también se les harán los análisis DCMD y una taxonomía para conocer la riqueza de las biocenosis asociadas.

Periodicidad: Antes y después de los depósitos de cada campaña de dragado.

11.5.3.2 *En playas y márgenes erosivos*

- **Control de la evolución de las playas y márgenes de Doñana**

Descripción. Deberá controlarse el perfil que alcance la playa donde se vierta material.

Actuación. deberá realizarse una topobatimetría antes del vertido y otras a su finalización para ver la evolución del depósito.

Durante los vertidos se realizarán grabaciones con dron, cuando sea posible y no esté prohibido por tratarse de zonas pobladas o militares.

Periodicidad: topobatimetría y grabaciones con dron se realizarán antes, a los 6 meses y al año del depósito.

11.5.4 Control arqueológico durante los dragado y operaciones de vertido

Descripción: evitar cualquier alteración al patrimonio arqueológico, tanto durante el dragado de succión en marcha como en las colocaciones en playas o, si se producen, en tramos erosivos de los márgenes mediante el control de cada cántara y vertido.

Actuación: como medida alternativa al embarque de un arqueólogo 24 horas, dado que en las vigilancias realizadas en dragados anteriores se ha visto que es muy limitado el control en las horas nocturnas y es muy poco eficiente la vigilancia durante el llenado de la cántara y vertido a vaciaderos, se propone el control de todas y cada una de las descargas mediante la colocación de filtros en la boca de salida de las tuberías de drenaje que expulsan directamente la mezcla a los recintos terrestres. En el filtro quedará depositado cualquier resto de interés que pueda extraerse, aunque, dado que se trata de dragados de mantenimiento no es previsible que aparezcan elementos que no hayan aparecido en todas las campañas anteriores, decenas de ellas a fecha 2023.

La estructura del sistema propuesto es el siguiente:



Ilustración 263. Filtro de retención de materiales colocado en la boca de salida de la tubería.

Tras cada descarga se revisará la misma, por parte de un arqueólogo. En caso de que algún material haya quedado retenido en el filtro, se limpiará y depositarán los elementos en una caja que llevará una ficha con el número de la descarga, la zona de dragado, fecha de recogida, firma del trabajador que efectúa la recogida y un croquis de localización de las áreas y colocación de la tubería. Todos los restos serán examinados por el arqueólogo responsable de la obra.



Ilustración 264. Caja contenedora de materiales con restos arqueológicos y ficha de control

Las descargas que no comporten ningún resto serán anotadas y se tomará evidencia fotográfica de la misma. Esto garantiza un control efectivo y total en todas y cada una de las descargas, tanto diurnas como nocturnas. Es relevante destacar que este tipo de control arqueológico ya se realizó de la forma descrita en la construcción de la esclusa de Sevilla y el resultado fue notablemente positivo porque se efectuó un control exhaustivo de todas las cargas. Algunos de los restos que se obtuvieron fueron:



Ilustración 265. Material arqueológico recogido durante el control arqueológico de la obra de la esclusa. Fuente: APS.

Con el material que se recoja se presentará un inventario detallado que permita trazar todo lo que acontezca en relación con el patrimonio arqueológico.

Periodicidad: en cada carga con inspecciones por arqueólogo competente cada semana de los restos encontrados. Si la frecuencia de aparición de restos es alta el director ambiental de la asistencia técnica contactará con el arqueólogo para aumentar la frecuencia en la revisión de las cargas.

Umbral de alerta: El arqueólogo director estará en contacto permanente con la asistencia técnica ambiental, el contratista y la APS. En caso de hallazgo de algún resto relevante se notificará de inmediato a la Dirección General de la Consejería de Turismo, Cultura y Deporte.

11.6 REDACCIÓN DE INFORMES

Se redactarán los siguientes informes para el control de las obras:

- Informe preoperacional: emitirá un solo informe en el que se especifique que todas las instalaciones auxiliares y de acopio están correctamente especificadas y señaladas conforme a lo descrito en apartados anteriores.

Este informe recogerá todos los resultados de las campañas preoperacionales y de todas las variables a controlar. Servirá de base para la comparación de los resultados durante la operación y postoperación.

- Informe final: Tendrá el siguiente contenido:
 - Incidencias medioambientales
 - Desviación del Plan de Obra Ambiental inicial.
 - Evolución de los impactos ambientales más significativos, es decir, los controlados de forma especial según lo previsto en apartados anteriores.
 - Aparición de impactos no previstos.
 - Medidas realmente ejecutadas.
 - Cambios de intensidad o incorporación de medidas correctoras por apreciación de fuertes y constantes desviaciones en las medidas previstas.

Además, se contempla la posibilidad de presentar informes especiales cuando ocurra alguna anomalía que afecte al normal desarrollo de las obras, como lluvias torrenciales, fuertes temporales, accidentes, episodios sísmicos, etc.

11.7 PRESUPUESTO DEL PVA

La siguiente tabla recoge el presupuesto asignado a la vigilancia ambiental. Se considera que el dragado de mantenimiento y todas las actuaciones se ejecutan durante 2 meses cada año.

Tabla 112. Presupuesto asociado al PVA año 1 con succión en marcha y WID (fases de construcción y funcionamiento)

FASE	CONTROL	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
FC	Específico en fosa 6	Campaña	Control de la turbidez durante pilotado	1	2.200	2.200
		Campaña	Control de ruido (medidas con sonómetro)	1	700	700
FF	General	Jornada	Visita de replanteo	1	500	500
	General	Jornada	Controles generales (1 visita semana a la obra)	8	500	4.000
FF	Específico en zona de dragado	Campaña	Control de turbidez (seguimiento de la pluma)	12	2.600	31.200
		Boyas en continuo	Se controlará la turbidez en las inmediaciones de la salida del efluente de vaciaderos	3	10.500	31.500
		Vigilante a bordo 24 h	Control continuo de las cargas de Broa, Sanlúcar, Salinas y Puntalete	21	600	12.600
		Campaña	En RP campañas previa y post de recursos pesqueros. Incluye procesado de datos e informe	2	3.500	7.000
FF	Específico en VM	Campaña	Control batimétrico VM (pre y post)	2	5.000	10.000
		Vigilante a bordo 24 h	Control presencia mamíferos marinos, quelonios y elasmobranquios	21	--	--
		Campaña	Control de calidad del agua	3	3.500	10.500

FASE	CONTROL	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
		Campaña	Control de calidad del sedimento	2	--	--
FF	Específico en playas y márgenes erosivos	Campaña	Control topobatimétrico y vuelo con dron	3	4.800	14.400
		Campaña	Se realizará un control arqueológico en la rejilla	20	500	10.000
			Caso de ser precisa vigilancia en tierra (250 €/día)	15	250	3.750
FF	Redacción de informes	Parcial	Redacción de informe parcial	1	2.500	2.500
		Final	Redacción del informe final del PVA	1	6.000	6.000
TOTAL						146.850

Tabla 113. Presupuesto asociado al PVA siguientes años con succión en marcha (fase de funcionamiento)

CONTROL	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
General	Jornada	Visita de replanteo	1	500	500
General	Jornada	Controles generales (1 visita semana a la obra)	8	500	4.000
Específico en zona de dragado	Campaña	Control de turbidez (seguimiento de la pluma)	12	2.600	31.200
	Boyas en continuo	Se controlará la turbidez en las inmediaciones de la salida del efluente de vaciaderos	3	10.500	31.500
	Vigilante a bordo 24 h	Control continuo de las cargas de Broa, Sanlúcar, Salinas y Puntalete	21	600	12.600

CONTROL	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
	Campaña	En RP campañas previa y post de recursos pesqueros. Incluye procesado de datos e informe	2	3.500	7.000
Específico en VM	Campaña	Control batimétrico VM (pre y post)	2	5.000	10.000
	Vigilante a bordo 24 h	Control presencia mamíferos marinos, quelonios y elasmobranquios	21	--	--
	Campaña	Control de calidad del agua	3	3.500	10.500
	Campaña	Control de calidad del sedimento	2	--	--
Específico en playas y márgenes erosivos	Campaña	Control topobatimétrico y vuelo con dron	3	4.800	14.400
	Campaña	Se realizará un control arqueológico en la rejilla	20	500	10.000
		Caso de ser precisa vigilancia en tierra (250 €/día)	15	250	3.750
Redacción de informes	Parcial	Redacción de informe parcial	1	2.500	2.500
	Final	Redacción del informe final del PVA	1	6.000	6.000
TOTAL					143.950

Tabla 114. Presupuesto asociado al PVA siguientes años con WID (fase de funcionamiento)

CONTROL	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Específico en zona de dragado	Campaña	Control de turbidez (seguimiento de la pluma)	6	2.600	15.600
Redacción de informes	Final	Redacción del informe final del PVA	1	6.000	6.000
TOTAL					21.600

12 VULNERABILIDAD DEL PROYECTO

El EsIA presenta un anexo, el XIII, donde se analiza la vulnerabilidad del proyecto frente a riesgos naturales, accidentes graves y, tal y como solicita el DA, frente al cambio climático.

12.1 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE CATÁSTROFES NATURALES

En el anexo indicado se estudia la vulnerabilidad del proyecto antes las siguientes catástrofes naturales:

- Riesgos geológicos
- Terremotos (riesgo sísmico)
- Riesgo por tsunamis
- Incendios forestales
- Inundaciones
- Riesgo meteorológico (tormentas eléctricas y vientos huracanados)

Y concluye, de forma sintetizada, que la vulnerabilidad del proyecto ante las distintas catástrofes naturales consideradas es:

Tabla 115. Resumen de Análisis de vulnerabilidad ante catástrofes naturales (amenazas externas)

Catástrofe natural	Probabilidad de ocurrencia	Vulnerabilidad del proyecto
Riesgos geológicos	Baja	Baja
Terremoto	Media	Baja
Tsunami	Muy baja	Baja
Incendio forestal	Moderada	Baja
Inundaciones	Baja	Baja
Tormenta eléctrica	Baja	Muy baja
Viento	Muy Baja	Nula

Considerando el riesgo inherente de catástrofes naturales en la zona de implantación del proyecto, los datos recopilados y, sumado a las medidas de protección/prevención de la instalación, **la vulnerabilidad del proyecto ante amenazas externas es baja**, no siendo susceptible de dar lugar a una afección significativa o destacable al medio ambiente, de acuerdo con la Ley 9/2018.

12.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE ACCIDENTES GRAVES

Las fuentes de peligro consideradas en el análisis de riesgos se recogen en la siguiente tabla. Constituyen el origen de los escenarios accidentales.

Tabla 116. Fuentes de peligro identificadas

FUENTE DE PELIGRO	
Fase de construcción/desmantelamiento	
Dragado	Fuga/derrame/vertido de sustancias
Vertido a vaciadero terrestre	Fuga/derrame/vertido de sustancias
Vertido a vaciadero marino	Fuga/derrame/vertido de sustancias
Instalación de equipos eléctricos	Incendio
Zona de almacenamiento de sustancias peligrosas	Incendio/explosión
Zona de acopios temporales	Vertido de inertes
Embarcación para hincado y ensamblaje	Fuga/derrame/vertido de sustancias
Fase de explotación	
Tráfico de embarcaciones	Fuga/derrame/vertido de sustancias
Atraque de embarcaciones	Fuga/derrame/vertido de sustancias

En la siguiente tabla se presentan los sucesos iniciadores, así como las posibles causas de accidente, que podrían desencadenar dichos sucesos.

Tabla 117. Sucesos iniciadores identificados.

SISTEMA	SUCESO BÁSICO	SUCESO INICIADOR	CÓDIGO
FASE CONSTRUCCIÓN/DESMANTELIAMIENTO			
Dragado	Fatiga de materiales Diseño inadecuado	Fuga de líquidos en embarcación	FC.1
Vertido a vaciadero terrestre	Fatiga de materiales Diseño inadecuado	Fuga de líquidos en embarcación	FC.2
Vertido a vaciadero marino	Fatiga de materiales Diseño inadecuado Impacto mecánico	Fuga de líquidos en embarcación	FC.3
Instalación de equipos eléctricos	Problema eléctrico	Incendio	FC.4
Zona de almacenamiento de sustancias peligrosas	Fatiga de materiales Impacto mecánico Diseño inadecuado	Fuga de líquidos en depósito aéreo	FC.5
Zona de acopios temporales	Fatiga de materiales Impacto mecánico Diseño inadecuado	Vertido de inertes	FC.6
Embarcación para hincado y ensamblaje	Fatiga de materiales Diseño inadecuado	Fuga de líquidos en embarcación	FC.7
FASE DE EXPLOTACIÓN			
Tráfico embarcaciones	Fatiga de materiales Impacto mecánico Diseño inadecuado	Fuga de líquidos en embarcación	FE.1

SISTEMA	SUCESO BÁSICO	SUCESO INICIADOR	CÓDIGO
Atraque embarcaciones	Fatiga de materiales Impacto mecánico Diseño inadecuado	Fuga de líquidos en embarcación	FE.2

Siendo las probabilidades:

- (1) La probabilidad base se calcula del siguiente modo:

$$f_0 = 0,006 \times 6,7 \times 10^{-11} \times T \times t \times N$$

En donde:

T es el número total de buques por año

t es la duración media de la carga/descarga por buque

N es el número de transbordos por año

- (2) Fuente:

1. "Reference Manual Bevi Risk Assessments". RIVM, 2009.

"Risk assessment for explosive failures in transformers and strategies to reduce such risks". Petersen, 2008, en Martín, 2009

Sistema	Código	Suceso Iniciador	Suceso básico	Observaciones	Probabilidad base (años ⁻¹)	Fuente (2)	Probabilidad final (años ⁻¹)
FASE DE CONSTRUCCIÓN/DESMANTELAMIENTO							
Dragado	FC.1.1	Fuga de líquidos en embarcación	Fatiga de materiales Diseño inadecuado	Vertido continuo de 20 m ³ en 1800 s	5,00E-07	1	5,00E-07
Vertido a vaciadero terrestre	FC.2.1	Fuga de líquidos en embarcación	Fatiga de materiales Diseño inadecuado	Vertido continuo de 20 m ³ en 1800 s	5,00E-07	1	5,00E-07
Vertido a vaciadero marino	FC.3.1	Fuga de líquidos en embarcación	Fatiga de materiales Diseño inadecuado Impacto mecánico	Vertido continuo de 20 m ³ en 1800 s	(1)	1	1,55E-13
Instalación de equipos eléctricos	FC.4.1	Incendio	Problema eléctrico		9,00E-04	2	9,00E-04
Zona de almacenamiento de sustancias peligrosas	FC.5.1	Fuga de líquidos en depósito aéreo	Fatiga de materiales Impacto mecánico Diseño inadecuado		5,00E-06	1	5,00E-06
Zona de acopios temporales	FC.6.1	Vertido de inertes	Fatiga de materiales Impacto mecánico Diseño inadecuado		5,00E-06	1	5,00E-06
Embarcación para hincado y ensamblaje	FC.7.1	Fuga de líquidos en embarcación	Fatiga de materiales Diseño inadecuado	Vertido continuo de 20 m ³ en 1800 s	5,00E-07	1	5,00E-07
FASE DE EXPLOTACIÓN							
Tráfico de embarcaciones	FE.1.1	Fuga de líquidos en embarcación	Fatiga de materiales Diseño inadecuado	Vertido continuo de 20 m ³ en 1800 s	5,00E-07	1	5,00E-07
	FE.1.2		Impacto mecánico	Vertido continuo de 20 m ³ en 1800 s	(1)	1	2,90E-10
Atraque de embarcaciones	FE.2.1	Fuga de líquidos en embarcación durante atraque	Fatiga de materiales Diseño inadecuado	Vertido continuo de 20 m ³ en 1800 s	5,00E-07	1	5,00E-07
	FE.2.2		Impacto mecánico	Vertido continuo de 20 m ³ en 1800 s	(1)	1	6,20E-12

Los factores que determinan la ocurrencia de un escenario accidental u otro por su existencia o no serían:

- Existencia de barreras de contención/material absorbente
- Existencia de zonas por las que se pueda propagar un incendio

Además, también se incluyen factores condicionantes que tienen asociadas probabilidades de éxito/fallo o de ocurrencia/no ocurrencia, las cuales se han determinado a partir de fuentes bibliográficas.

- Fallo en los sistemas de protección de incendios
- Fallo en los sistemas de detección de incendios
- Supervisión del operador

En la siguiente tabla se indican las probabilidades de cada escenario accidental, así como el volumen asociado a los mismos.

Tabla 118. Probabilidades de escenarios accidentales

Código	Suceso Iniciador	Escenario accidental	Agente químico	Código escenario	Probabilidad	Volumen (m ³)	Recursos afectados		
							S	A	H/Sp
FC.1.1	Fuga de líquidos en embarcación	Vertido de sustancias peligrosas	COSV no halogenado	FC.1.1.S.1	5,00E-09	20		X	
FC.2.1	Fuga de líquidos en embarcación	Vertido de sustancias peligrosas	COSV no halogenado	FC.2.1.S.1	5,00E-09	20		X	
FC.3.1	Fuga de líquidos en embarcación	Vertido de sustancias peligrosas	COSV no halogenado	FC.3.1.S.1	1,55E-15	20		X	
FC.4.1	Incendio	Incendio incontrolado	-	FC.4.1.I.1	5,67E-04	-			X
FC.5.1	Fuga de líquidos en depósito aéreo	Vertido de sustancias peligrosas	COSV no halogenado	FC.5.1.S.1	5,00E-08	1	X	X	
FC.6.1	Vertido de inertes	Vertido de sustancias peligrosas	Sustancia inorgánica	FC.6.1.S.1	5,00E-08	1 tn		X	
FC.7.1	Fuga de líquidos en embarcación	Vertido de sustancias peligrosas	COSV no halogenado	FC.7.1.S.1	5,00E-09	20		X	
FE.1.1	Fuga de líquidos en embarcación	Vertido de sustancias peligrosas	COSV no halogenado	FE.1.1.S.1	5,00E-09	20		X	
FE.1.2	Fuga de líquidos en embarcación	Vertido de sustancias peligrosas	COSV no halogenado	FE.1.2.S.1	2,90E-12	20		X	
FE.2.1	Fuga de líquidos en embarcación durante atraque	Vertido de sustancias peligrosas	COSV no halogenado	FE.2.1.S.1	5,00E-09	20		X	

Código	Suceso Iniciador	Escenario accidental	Agente químico	Código escenario	Probabilidad	Volumen (m ³)	Recursos afectados		
							S	A	H/Sp
FE.2.2	Fuga de líquidos en embarcación durante atraque	Vertido de sustancias peligrosas	COSV no halogenado	FE.2.2.S.1	6,20E-14	20		X	

- ¹ Recursos ambientales susceptibles de ser afectados:
- S: Suelo
- A: agua marina
- H/Sp: Hábitats o especies

El cálculo del riesgo se lleva a cabo según la siguiente ecuación:

$$\text{Riesgo} = \text{IDM} \times \text{Probabilidad}$$

En la siguiente tabla se presenta el volumen, probabilidad, IDM y Riesgo asociado a cada escenario relevante.

Tabla 119. Probabilidad, IDM y riesgo asociado a cada escenario relevante

Código	Suceso Iniciador	Escenario accidental	Código escenario	Probabilidad	Volumen (m ³)	IDM	RIESGO	%RIESGO
FC.1.1	Fuga de líquidos en embarcación	Vertido de sustancias peligrosas	FC.1.1.S.1	5,00E-09	20	106.228,02	5,31E-04	3,07E-03
FC.2.1	Fuga de líquidos en embarcación	Vertido de sustancias peligrosas	FC.2.1.S.1	5,00E-09	20	106.228,02	5,31E-04	3,07E-03
FC.3.1	Fuga de líquidos en embarcación	Vertido de sustancias peligrosas	FC.3.1.S.1	1,55E-15	20	106.228,02	1,65E-10	9,53E-10
FC.4.1	Incendio	Incendio incontrolado	FC.4.1.I.1	5,67E-04	-	30.451,58	1,73E+01	1,00E+02
FC.5.1	Fuga de líquidos en depósito aéreo	Vertido de sustancias peligrosas	FC.5.1.S.1	5,00E-08	1	106.155,31	5,31E-03	3,07E-02
FC.6.1	Vertido de inertes	Vertido de sustancias peligrosas	FC.6.1.S.1	5,00E-08	1 tn	3.160,04	1,58E-04	9,15E-04
FC.7.1	Fuga de líquidos en embarcación	Vertido de sustancias peligrosas	FC.7.1.S.1	5,00E-09	20	106.228,02	5,31E-04	3,07E-03
FE.1.1	Fuga de líquidos en embarcación	Vertido de sustancias peligrosas	FE.1.1.S.1	5,00E-09	20	106.228,02	5,31E-04	3,07E-03
FE.1.2	Fuga de líquidos en embarcación	Vertido de sustancias peligrosas	FE.1.2.S.1	2,90E-12	20	106.228,02	3,08E-07	1,78E-06
FE.2.1	Fuga de líquidos en embarcación durante atraque	Vertido de sustancias peligrosas	FE.2.1.S.1	5,00E-09	20	106.228,02	5,31E-04	3,07E-03

Código	Suceso Iniciador	Escenario accidental	Código escenario	Probabilidad	Volumen (m ³)	IDM	RIESGO	%RIESGO
FE.2.2	Fuga de líquidos en embarcación durante ataque	Vertido de sustancias peligrosas	FE.2.2.S.1	6,20E-14	20	106.228,02	6,59E-09	3,81E-08

12.3 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

La metodología existente para el análisis del impacto del cambio climático sobre puertos y vías navegables es relativamente reciente, ya que la mayoría de las metodologías han sido desarrolladas en la última década. En el análisis de grandes áreas, son destacables los proyectos Climate-Adapta (Comisión Europea, 2016), U.S. Climate Resilience Toolkit (U.S. Global Change Research Program, 2016), el proyecto Climate Risk Management: Port and Water Transport, realizado por MCVALNERA y el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria), para el World Bank, en 2017, con un alcance global, e introduciendo aspectos económicos en el análisis del impacto del cambio climático, o el reciente Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático, PIMA Adapta, herramienta operativa para apoyar la consecución de los objetivos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

La metodología utilizada para el presente caso de análisis de la Optimización de la navegación en la Eurovía E.60.02 Guadalquivir consiste en analizar los impactos y riesgos del cambio climático en función de los drivers climáticos implicados y su previsión de evolución futura en base a los modelos climáticos de uso general y validez aceptada por los antecedentes técnicos, y en función de sus potenciales impactos sobre el proyecto, para a continuación establecer las posibles actuaciones de adaptación al cambio climático.

El Sexto Informe de Evaluación (AR6) del Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), proporciona una actualización del conocimiento sobre aspectos científicos, técnicos y socioeconómicos del cambio climático. En dicho informe se emplean las trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP), que son escenarios de cambios socioeconómicos globales proyectados hasta 2100. En el informe anterior (AR5) se analiza cómo varían los escenarios futuros de emisiones de gases de efecto invernadero en un amplio rango que depende del desarrollo socioeconómico y de las políticas climáticas adoptadas. Dichas sendas representativas de concentración de emisiones (RCP por sus siglas en inglés) describen diferentes proyecciones para las emisiones y concentraciones de gases de efecto invernadero y aerosoles, así como en función de los diferentes usos del suelo, para el s. XXI.

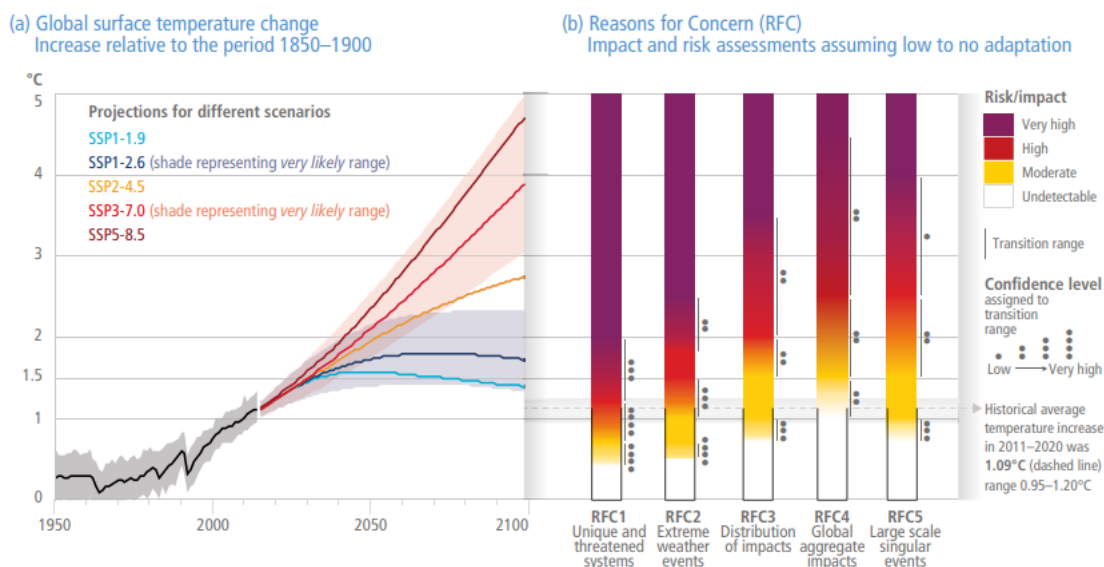


Ilustración 266. Riesgos por el aumento de los niveles de calentamiento global. Fuente: IPCC. AR6

	FR	Tendencia del FR	[CO ₂] en 2100
RCP2.6	2,6 W/m ²	decreciente en 2100	421 ppm
RCP4.5	4,5 W/m ²	estable en 2100	538 ppm
RCP6.0	6,0 W/m ²	creciente	670 ppm
RCP8.5	8,5 W/m ²	creciente	936 ppm

Ilustración 267. Escenarios de emisión considerados. Fuente: IPCC

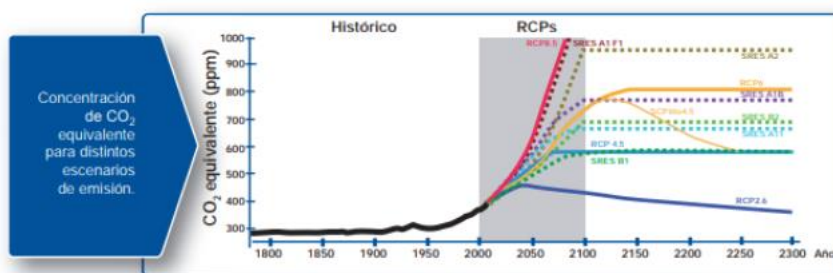


Ilustración 268. Concentración de CO2 eq para diferentes escenarios de emisión. Fuente IPCC.

Es conveniente que el alcance del análisis de efectos del cambio climático sea amplio, por esta razón, se plantean como años horizonte de análisis 2050 y 2100. En cuanto a los escenarios de previsión de cambio climático, se consideran de aplicación para el análisis el RCP4.5 y el RCP8.5, si bien en 2050 las diferencias entre ambos son reducidas. El escenario RCP4.5 representa un calentamiento global

moderado, mientras que el RCP8.5 representa uno de mayor intensidad, con efectos del cambio climático más intensos.

Año horizonte	2050	2100
Escenario de C.C. optimista	RCP4.5	RCP4.5
Escenario de C.C. pesimista	RCP8.5	RCP8.5

Tabla 120. Escenarios de cambio climático a analizar

12.3.1 Caracterización de la exposición y de la peligrosidad

Se han obtenido los datos de los principales drivers intervinientes (oleaje, nivel medio del mar, temperatura, etc.), así como los valores futuros en los escenarios planteados (RCP4.5 en 2050 y 2100 y RCP8.5 en 2100). Los cambios en estas variables climáticas podrán causar efectos físicos que impactarán en los diferentes elementos del proyecto o en las operaciones que en él se realicen.

Nearby Marine Data Grid Points

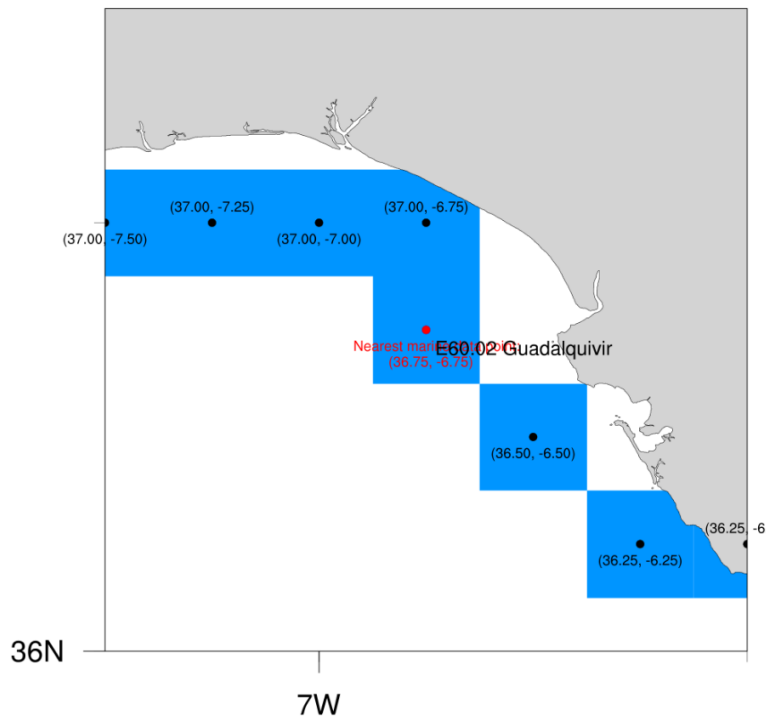


Ilustración 269. Selección del punto para obtener los datos climáticos marítimos

Drivers climáticos	Valor Actual	2050		2100	
		RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Velocidad del viento Indicador: media del número de días con viento medio > percentil 99 del periodo de referencia	3,65	3,10	3,10	3,22	2,88
		-15%	-15%	-12%	-21%
Incremento del nivel medio del mar Indicador: Incremento relativo en m	0,00	0,22	0,25	0,45	0,62
Inundación en la costa Indicador: número de horas al año con inundaciones costeras >0,35 m	0,15	0,15	0,15	0,15	103,56
Temperatura media Indicador: cambio absoluto en la temperatura media anual	18,02	19,57	19,98	20,11	21,77
		9%	11%	12%	21%
Temperatura máxima Indicador: número de días de ola de calor, probabilidad de tres o más días consecutivos excediendo el 90% de la temperatura media diaria	0,06	0,13	0,16	0,15	0,25
		93%	139%	131%	280%
Precipitación media Indicador: precipitación media anual	384,58	333,42	303,98	301,06	228,38
		-13%	-21%	-22%	-41%
Frecuencia de precipitaciones Indicador: número de días al año con precipitaciones	68,94	64,59	57,53	61,17	47,23
		-6%	-17%	-11%	-31%
Intensidad de lluvia Indicador: nivel de retorno de 25 años de la precipitación máxima de 5 días	112,81	93,11	101,07	107,87	102,40
		-17%	-10%	-4%	-9%

Tabla 121. Datos climáticos en el punto seleccionado. Fuente: National Center for Atmospheric Research (NCAR)

En general, en la zona de actuación se espera que los efectos del cambio climático se traduzcan en una disminución de las precipitaciones, tanto en frecuencia como en intensidad, y un incremento de la temperatura, especialmente incremento de olas de calor. Asimismo, la probabilidad de inundación de origen marítimo se incrementa por el incremento de nivel medio del mar.

Los elementos del proyecto considerados para la evaluación del riesgo por cambio climático han sido, por un lado, el canal de navegación, y por otro, el muelle de espera proyectado en la fosa 6 con el objetivo de optimizar la navegación. Asimismo, se ha tenido en cuenta, la influencia que estos elementos puedan tener sobre su entorno más próximo ante los efectos del cambio climático.



Ilustración 270. Eurovía E60.02 Guadalquivir

12.3.2 Vulnerabilidad

Las posibles afecciones sobre la Eurovía vienen derivadas de cambios en el nivel del mar, esperándose una subida relativa del nivel del mar en todos los escenarios considerados de entre 22 y 62 cm. Dado que la totalidad de la Eurovía está influenciada por los niveles de marea, un incremento del nivel del mar conllevará un riesgo potencial de incremento de área inundable en todo el cauce navegable, que será más evidente en las zonas con menor sección de la canal, tales como Huertas y Coria del Río.

De acuerdo con lo establecido en la Directiva Europea 2007/60 sobre la evaluación y gestión de las inundaciones, la cual ha sido transpuesta a la legislación española mediante el RD 903/2010 de evaluación y gestión de riesgos de inundación, se pretende mejorar la coordinación de todas las administraciones a la hora de reducir los daños derivados de las inundaciones, centrándose fundamentalmente en las zonas con mayor riesgo de inundación, llamadas Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs). Dentro de este contexto, el Ministerio para la Transición Ecológica, y siguiendo las normativas anteriormente mencionadas, puso en marcha el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), un instrumento de apoyo a la gestión del espacio fluvial, la prevención de riesgo, la planificación territorial y la transparencia administrativa.

Para caracterizar las ARPSIs se han elaborado los mapas de peligrosidad por inundaciones que incluyen tres escenarios: baja (eventos extremos o período de retorno mayor o igual a 500 años), media (período de retorno mayor o igual a 100 años), y alta probabilidad de inundación (período de retorno mayor o igual a 10 años). También se han elaborado los mapas de riesgo de inundación que delimitan las zonas inundables, así como los calados del agua, e indican los daños potenciales que una inundación pueda ocasionar a la población, a las actividades económicas y al medio ambiente.

El ámbito de actuación está completamente comprendido en un área de riesgo potencial significativo de inundación de origen Marina y Fluvial:

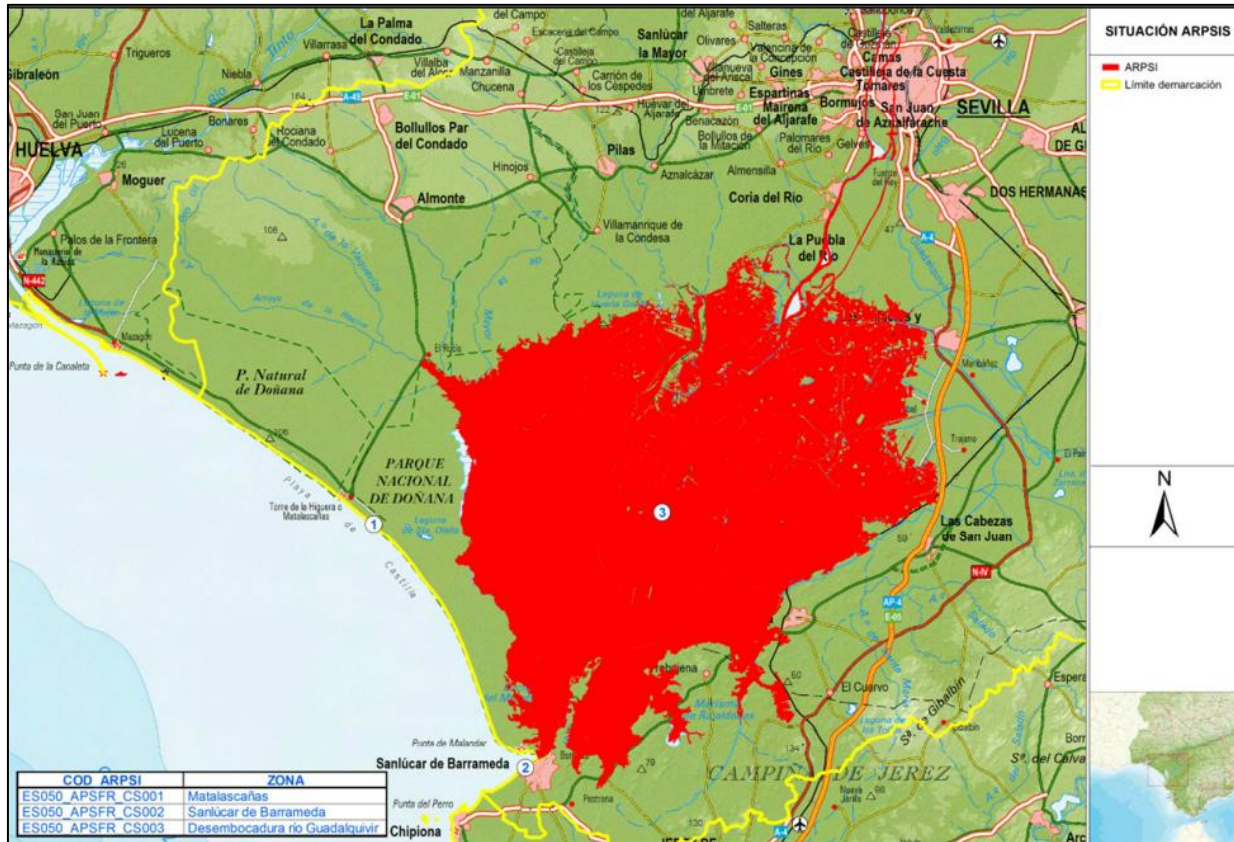


Ilustración 271. ARPSIs en el ámbito de actuación. Fuente: MITERD

Tras el análisis de los mapas de inundación y riesgo de las ARPSIs se concluye que la zona presenta una probabilidad media/baja de inundación de origen marina con una gran extensión de afectación asociada.

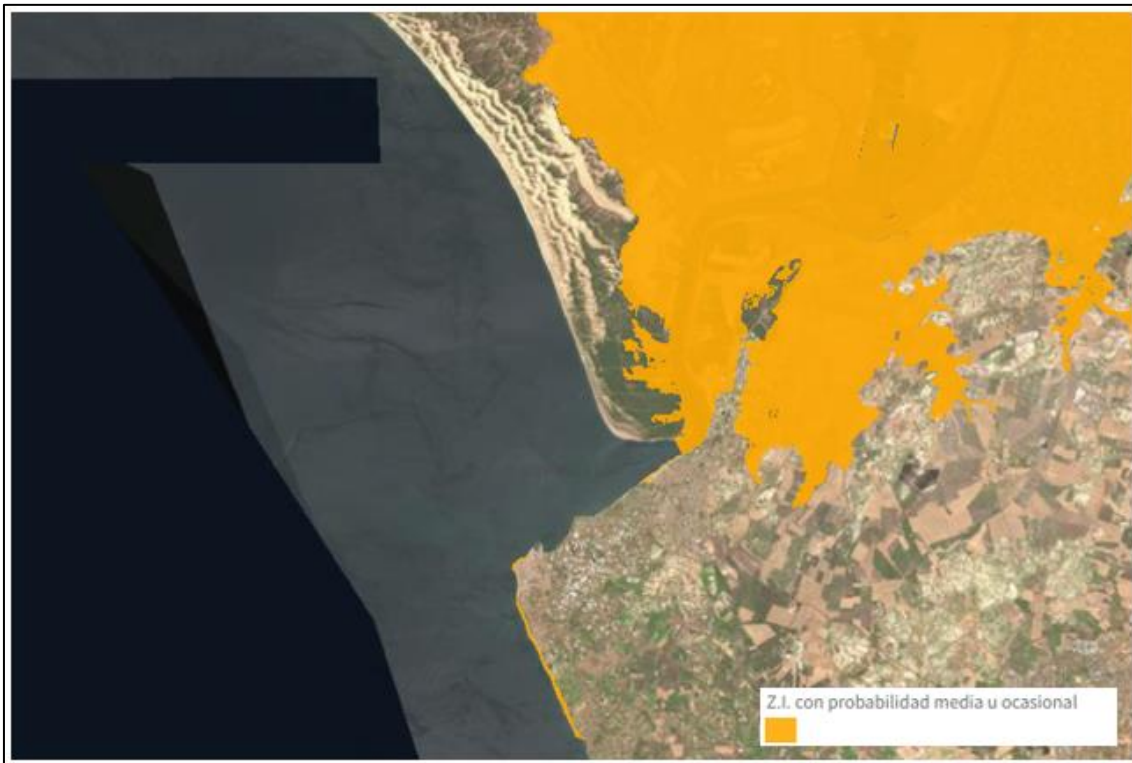


Ilustración 272. Zonas de inundación de origen marino con probabilidad media u ocasional (T=100 años). Fuente: MITERD.



Ilustración 273. Zonas de inundación con probabilidad baja o excepcional (T=500 años). Fuente: MITERD.

La vulnerabilidad de estas zonas se encuentra condicionada por el uso del suelo, siendo un área con predominancia agrícola y espacios con alta sensibilidad ambiental:

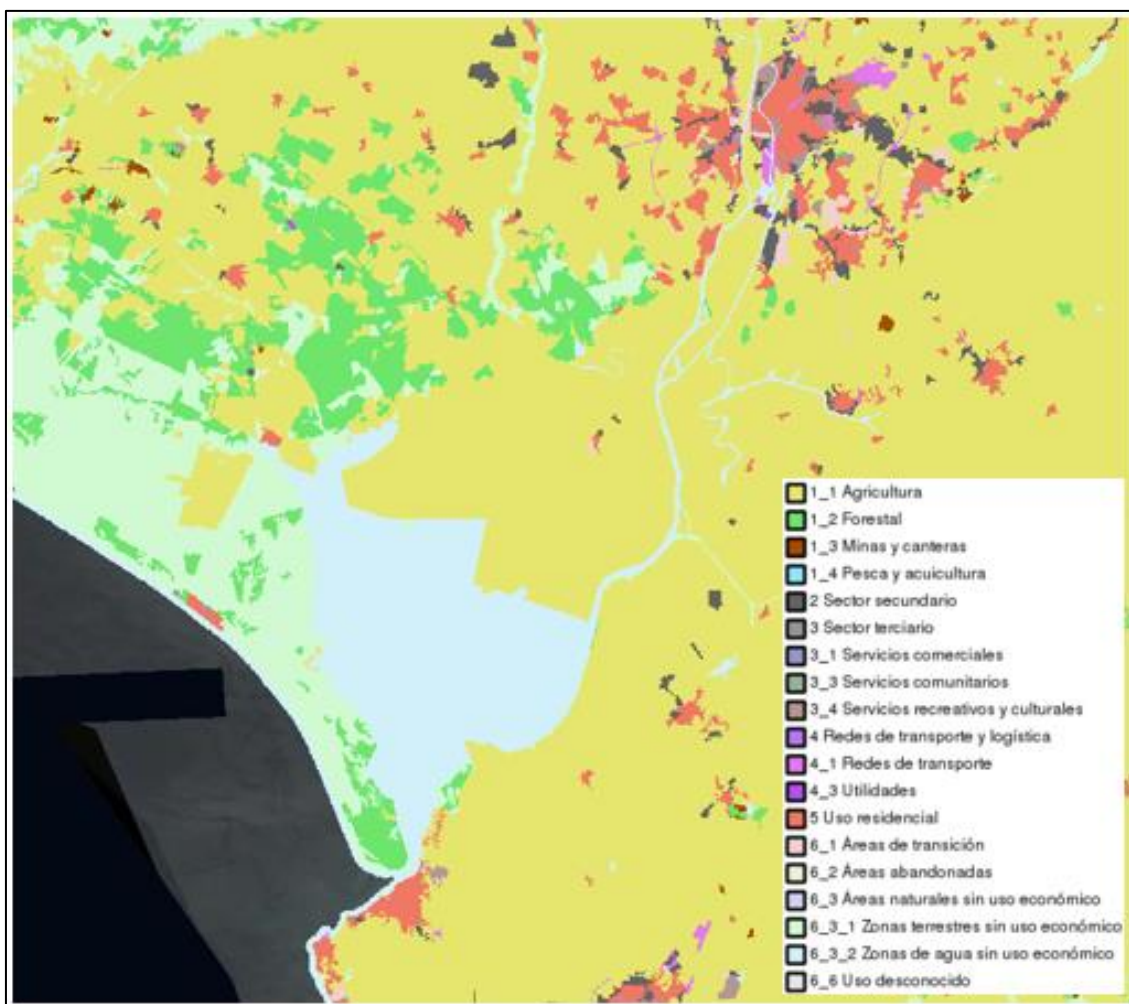


Ilustración 274. Usos del suelo considerados en el ámbito de la zona de estudio. Fuente: CNIG.

Por otro lado, el incremento de la temperatura máxima, la disminución de los días de lluvia, y de la intensidad de estas, favorecen los procesos de desertización del entorno y la pérdida de estructura en las márgenes del Guadalquivir. Ello implica que la canal de navegación será vulnerable a la erosión de sus márgenes, incrementando las tasas de sedimentos y siendo necesario el mantenimiento de la rasante con mayor frecuencia.

12.3.3 ANÁLISIS DE RIESGOS

Para realizar la evaluación de cada riesgo, la metodología empleada sigue el modelo de Romero, D. 2017 “Metodología para la evaluación del riesgo en instalaciones portuarias”, y estima el riesgo en base a tres parámetros principales, como son: amenaza, vulnerabilidad y gravedad.

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad} \times \text{Gravedad}$$

La Amenaza (A), se determina mediante:

$$A = (P_T \cdot \alpha_1 + T \cdot \beta_1 + I_s \cdot \gamma_1)$$

Donde: P_T es el riesgo intrínseco de la fachada, y como el Puerto de Sevilla está encuadrado en la Fachada Atlántico Sur, puerto interior marítimo, su valor es 2; T es el riesgo intrínseco del proyecto, definido por el tipo de elemento o infraestructura que se evalúa y la operación que en ella se realiza, que en este caso es una canal de navegación, por lo que su valor es 1; I_s es el riesgo particularizado, que determina la probabilidad que se asocia a cada amenaza evaluada en base a las estadísticas del puerto. Los coeficientes α_1 , β_1 , y γ_1 , tienen como objeto mejorar la valoración de cada parámetro y se determinan en función del conocimiento del entorno y del proyecto.

La Vulnerabilidad (V), se determina mediante:

$$V = (I_{ac} \cdot \alpha_2 + I_{L0} \cdot \beta_2 + I_{R0} \cdot \gamma_2)$$

Donde: I_{ac} es el índice de accesibilidad, y valúa la vulnerabilidad de las instalaciones en base a las características de la facilidad de acceso, su control o los elementos de seguridad instalados, siendo su valor igual a 1; I_{L0} es el índice del Layout, y valúa la influencia que tiene en la seguridad de otra instalación próxima a los accesos al puerto, así como la proximidad a otras instalaciones de alto riesgo, siendo su valor igual a 3 ya que la canal de acceso es común y crítica a todas las instalaciones del puerto; I_{R0} es el índice de relevancia operativa, y evalúa la importancia que tienen para la operación portuaria determinadas instalaciones cuya paralización en base a la amenaza estudiada, resultaría relevante para la misma, cuyo valor en este caso es 4, ya que la Eurovía es crítica para la operatividad del puerto.

La Gravedad (G), está asociada a cada amenaza y se determina mediante:

$$G = (I_E \cdot \alpha_3 + I_H \cdot \beta_3 + I_A \cdot \gamma_3 + I_S \cdot \theta)$$

Donde: I_E es el índice que valora la importancia económica, cuyo valor es 2; I_H es el índice de repercusión a la vida humana, y se valora en función del número potencial de víctimas mortales o heridos con lesiones graves y las consecuencias para la salud pública, cuyo valor es 1; I_A es el índice de importancia ambiental, y valora el daño al sistema marino y/o fluvial y a la calidad de las aguas, cuyo valor es 3; I_S es el índice social, y valora la incidencia en la confianza de la población en la capacidad de las Administraciones Públicas y la alteración de la vida cotidiana, cuyo valor es 1.

A continuación, se recogen en diferentes tablas el análisis de los riesgos identificados:

Amenaza 1				Eurovía E60.02 Guadalquivir. Inundación de origen marina. Incremento NMM				
		Valor real	Valor redondeado	MATRIZ DE RIESGO ESPECÍFICO (A=2)				
A		2,4	2	INDICES	G=1	G=2	G=3	G=4
PT	2	α_1	0,4	V=4	8	16	24	32
T	1	β_1	0,1	V=3	6	12	18	24
Is	3	γ_1	0,5	V=2	4	8	12	16
V		3,3	3	V=1	2	4	6	8
Iac	1	α_2	0,1					
ILO	3	β_2	0,4					
IRO	4	γ_2	0,5					
G		2,4	2					
IE	2	α_3	0,2					
IH	1	β_3	0,1					
IA	3	γ_3	0,6					
IS	1	ϕ	0,1					
riesgo específico (r1)			12					
Riesgo Elevado								

Categoría del riesgo	Puntuación	Acciones requeridas
Intolerable	$r \geq 16$	Se corresponde con los casos en que el valor del riesgo no es aceptable, se debe evitar y en lo posible debe mitigarse
Elevado	$9 < r \leq 12$	Solo se acepta si los esfuerzos para prevenir/mitigar el impacto son muy elevados
Admisible	$6 < r \leq 9$	Aceptable pero la amenaza debe ser evaluada periodicamente
Insignificante	$r \leq 4$	Aceptable

Amenaza 2				Eurovía E60.02 Guadalquivir. Inundación de origen fluvial.				
		Valor real	Valor redondeado	MATRIZ DE RIESGO ESPECÍFICO (A=1)				
A		1,4	1	INDICES	G=1	G=2	G=3	G=4
PT	2	α_1	0,4	V=4	4	8	12	16
T	1	β_1	0,1	V=3	3	6	9	12
Is	1	γ_1	0,5	V=2	2	4	6	8
V		1,8	2	V=1	1	2	3	4
Iac	1	α_2	0,2					
ILO	2	β_2	0,3					
IRO	2	γ_2	0,5					
G		1,8	2					
IE	2	α_3	0,2					
IH	1	β_3	0,1					
IA	2	γ_3	0,6					
IS	1	ϕ	0,1					
riesgo específico (r2)			4					
Riesgo Insignificante								

Categoría del riesgo	Puntuación	Acciones requeridas
Intolerable	$r \geq 16$	Se corresponde con los casos en que el valor del riesgo no es aceptable, se debe evitar y en lo posible debe mitigarse
Elevado	$9 < r \leq 12$	Solo se acepta si los esfuerzos para prevenir/mitigar el impacto son muy elevados
Admisible	$6 < r \leq 9$	Aceptable pero la amenaza debe ser evaluada periodicamente
Insignificante	$r \leq 4$	Aceptable

Amenaza 3				Eurovía E60.02 Guadalquivir.				
				Incremento de temperatura y disminución de precipitación				
	Valor real		Valor redondeado	MATRIZ DE RIESGO ESPECÍFICO (A=2)				
A	2,4		2	INDICES	G=1	G=2	G=3	G=4
PT	2	$\alpha 1$	0,4	V=4	8	16	24	32
T	1	$\beta 1$	0,1	V=3	6	12	18	24
Is	3	$\gamma 1$	0,5	V=2	4	8	12	16
V	3,4		3	V=1	2	4	6	8
lac	2	$\alpha 2$	0,1					
IL0	3	$\beta 2$	0,4					
IR0	4	$\gamma 2$	0,5					
G	2,1		2					
IE	2	$\alpha 3$	0,3					
IH	0	$\beta 3$	0,1					
IA	3	$\gamma 3$	0,5					
IS	0	ϕ	0,1					
riesgo específico (r3)			12					
			Riesgo Elevado					

Categoría del riesgo	Puntuación	Acciones requeridas
Intolerable	$r \geq 16$	Se corresponde con los casos en que el valor del riesgo no es aceptable, se debe evitar y en lo posible debe mitigarse
Elevado	$9 < r \leq 12$	Solo se acepta si los esfuerzos para prevenir/mitigar el impacto son muy elevados
Admisible	$6 < r \leq 9$	Aceptable pero la amenaza debe ser evaluada periódicamente
Insignificante	$r \leq 4$	Aceptable

Tabla 122. Análisis de riesgos derivados del cambio climático

Las mayores afecciones del cambio climático sobre la Eurovía vienen derivadas de cambios en el nivel del mar. Dado que la totalidad de la Eurovía está influenciada por los niveles de marea, un incremento del nivel del mar conllevará un riesgo potencial de incremento de área inundable en todo el cauce navegable, que será más evidente en las zonas con menor sección de la canal. En este sentido, el mantenimiento de la rasante de la canal de navegación favorece la mitigación de los posibles impactos que este fenómeno pueda generar, controlando la sedimentación y el incremento de la cota del lecho que pudieran dar lugar a mayores anchuras de inundabilidad. En relación con la infraestructura de atraque prevista, ésta se ha diseñado teniendo en cuenta la influencia del incremento del nivel medio del mar, por lo que su vulnerabilidad ante este efecto es baja.

El riesgo de inundación de origen fluvial es bajo, influenciado por el descenso de las precipitaciones y el incremento de temperatura, factores que tienen afección sobre el entorno donde se ubica el proyecto, ya que es una zona con potencialidad agrícola y ambiental.

13 EVALUACIÓN AMBIENTAL DE REPERCUSIONES EN ESPACIOS DE LA RED NATURA 2000

Se presenta en anexo al EsIA. Anexo II.

14 DOCUMENTO DE SÍNTESIS

Se presenta en documento independiente.

15 NOTAS FINALES Y FIRMAS

El presente estudio de impacto ambiental del proyecto de optimización de la navegación en la Eurovía E.60.02. Guadalquivir ha sido redactado por la UTE MCVALNERA-SENER-TECNOAMBIENTE en el marco de la asistencia técnica de desarrollo y evaluación ambiental del citado proyecto, bajo la dirección de la Autoridad Portuaria de Sevilla. Los profesionales que han intervenido en la redacción del documento son:

Tabla 123. Autores del estudio de impacto ambiental

NOMBRE	TITULACIÓN	DNI
Mercedes García Barroso	Lcda. CC Ambientales Dra. por Universidad de Huelva	48.939.452-Y

En Jerez de la Frontera, a 23 de febrero de 2023

16 BIBLIOGRAFÍA

Se presenta en anexo al EsIA. Anexo XX.