

## **Vigilancia Ambiental en las obras de actuaciones de mejora en Accesos Marítimos al Puerto de Sevilla, Fase I: Esclusa. Diseño y Avances**

**Autor principal:** Antonio Bejarano Moreno

Institución: UTE VIGILANCIA AMBIENTAL PORTUARIA (INERCO-TECNOAMBIENTE)

Teléfono: 956 85 84 11

E-mail: antonio.bejarano@tecnoambiente.com

**Otros autores:** José Luis Fernández Martín

## Resumen

La Autoridad Portuaria de Sevilla afronta desde el pasado mes de junio de 2005 la construcción de su nueva esclusa, obra singular y sin precedentes en nuestro país, que dotará al puerto de un mejor acceso marítimo, limitado hoy día por el calado de la ría y por la manga útil de la actual esclusa. Esta nueva infraestructura repercutirá indiscutiblemente sobre las oportunidades de desarrollo y expansión del mismo, el cual presenta una importancia estratégica significativa dentro de la ciudad de Sevilla y de la comunidad autónoma andaluza, ya que al impacto social y económico implícito que supone la propia actividad portuaria, deben unírseles los beneficios medioambientales derivados del tráfico marítimo interior. Esta obra en cuestión forma parte de la Mejora de Accesos Marítimos al Puerto de Sevilla estando amparada por la correspondiente Declaración de Impacto Ambiental (Resolución de la Secretaría General de Medioambiente de 26 de septiembre de 2003).

## Antecedentes

Las Obras de Actuaciones de Mejora en Accesos Marítimos al Puerto de Sevilla, comprenden el dragado de la canal de navegación del río Guadalquivir entre Sevilla y Sanlúcar de Barrameda y la construcción de una nueva esclusa, actualmente en construcción. El objeto de esta infraestructura es doble. Por un lado, mantiene una lámina constante de agua en la dársena de Sevilla y, por otro, protege, en forma de barrera, frente a las inundaciones en la propia ciudad ante las fuertes crecidas que periódicamente sufre el río. La esclusa puede ser definida como una escalera en el agua, funcionando como tal. Consta fundamentalmente de un cuenco que almacena agua que se abre y cierra en sus extremos por grandes compuertas, permitiéndose el paso de los buques. Estos dentro del cuenco suben o bajan llenando o vaciando el cuenco de agua. Las obras permitirán la expansión y crecimiento del citado puerto, repercutiendo solidariamente y de forma positiva sobre el desarrollo económico y social de la ciudad de Sevilla y en todo su entorno, que abarca más de diez poblaciones, a lo largo del curso del Bajo Guadalquivir. Con su culminación, el río Guadalquivir se consolidará como la gran vía navegable que es.

Históricamente la razón de ser de esta vía era meramente defensiva, con lo que se conseguía un intercambio comercial seguro, capaz de repeler los ataques piratas al abrigo del Guadalquivir. Sin embargo, hoy en día, son sin duda, factores económicos y ambientales los que priman su uso. Por una parte, la proximidad de la ciudad de Sevilla a los centros de consumo y producción, tales como Jaén, Córdoba o la propia Sevilla, e incluso zonas más alejadas, pero bien comunicadas como Extremadura el Algarve portugués o el gran centro de consumo que supone la Comunidad de Madrid. Sin olvidar la comunicación directa, como viene ocurriendo desde tiempos seculares, con las Islas Canarias o el Norte del continente africano. Por otra parte, mediante el transporte marítimo en la actualidad se detraen de la carretera, aproximadamente cinco millones de toneladas de mercancía. Cada uno de los buques que acceden al puerto equivale a más de 100 camiones de carga convencional, que dejan de circular en una distancia aproximada de cien kilómetros. Es de esta forma como el río Guadalquivir, en la actualidad, se ha incorporado a la gran lista de vías navegables europeas, que la Comisión de la Unión Europea quiere potenciar para contrarrestar el desequilibrio cada

vez mayor entre los distintos medios de transporte. Algunos ejemplos de estos ríos son el Scalda, el Danubio, el Elba, el Rhin, el Mosa, el Emden o el Loira, entre otros.

En conclusión, un proyecto de una singularidad tan manifiesta como el que nos ocupa, con actuaciones tan diversas, enclavado en un entorno sensible, tanto por su proximidad a la zona urbana como al cauce fluvial, hace que el diseño del Plan de Vigilancia Ambiental sea, cuando menos, particular, debiendo contar con un diseño exhaustivo para el control de la totalidad de los parámetros ambientales implicados. No se debe olvidar que un proyecto de estas características se caracteriza, en lo que a valores ambientales se refiere, fundamentalmente, por sus grandes movimientos de tierras, sus trabajos de dragados, desvíos de masas de agua, y la gran superficie de terreno que es necesario ocupar.

## El Proyecto

La construcción de la nueva esclusa comenzó en junio de 2005, ubicándose en la margen derecha de la ría, aguas abajo de la actual, en el tramo conocido como anteesclusa. La actuación se proyectó en etapas principales, de las que a continuación se exponen sus principales vectores de definición.



Figura 1. Localización de la actual esclusa y del nuevo emplazamiento

- **1ª Etapa. Construcción del recinto.** En la primera etapa se plantea el comienzo de la construcción del recinto que permitirá llevar a cabo los trabajos de construcción de la nueva esclusa. El movimiento de tierra previsto asciende aproximadamente a 900.000 m<sup>3</sup> de materiales, de los cuales una parte se usará para el relleno de zonas deprimidas y otra parte para el recrecimiento de las motas de cierre de los vaciaderos que serán utilizados en etapas posteriores. En cualquier caso, la cota final no será superior a +10,00 m, similar a la altura del área que la circunda. La navegación se realizará por el canal existente.
- **2ª Etapa. Antepuerto exterior.** En esta etapa se prevé la habilitación del futuro antepuerto. La suma de materiales que se supone obtener por la excavación y el

dragado previstos ronda los 300.000 m<sup>3</sup>. El destino de éstos será, por un lado, el futuro acceso a Punta del Verde y por otro, los vaciaderos previstos en el proyecto. La navegación se realizará por el canal existente.

- 3ª Etapa. Canal Alfonso XIII. En esta etapa se supone la navegación a través de la nueva esclusa, aunque continúe operativa la actual. La cantidad de material que se calcula obtener a partir de la excavación y el dragado en esta etapa se aproxima a los 800.000 m<sup>3</sup> en el Canal Alfonso XIII y 850.000 m<sup>3</sup> en la Dársena del Cuarto. El destino de estos materiales será el relleno final del recinto que alberga la nueva esclusa y el antiguo canal que ofrecía servicio a la misma. La navegación se realizará por la nueva esclusa.
- 4ª Etapa. Enlace. En esta fase se acometerá el enlace del nuevo canal construido con la dársena actual, lo que supondrá la obtención, a partir de la excavación y el dragado, de unos 800.000 m<sup>3</sup> de materiales. Su destino será el relleno de los terrenos que acogen a la actual esclusa y los vaciaderos utilizados en etapas anteriores. La navegación se realizará por la nueva esclusa ya en funcionamiento.



Figura 2. Estado actual del recinto que albergará la nueva esclusa

### El Diseño de la Monitorización y Vigilancia Ambiental

Previamente a la planificación de los trabajos dirigidos a vigilar y controlar que las actuaciones de la obra de construcción de la nueva esclusa se enmarquen dentro del rango de tolerancia y sostenibilidad ambiental, se consideró imprescindible establecer un procedimiento de archivo que recogiera explícita y ordenadamente la documentación generada durante el proceso de vigilancia. El diseño de todo ello ha resultado bastante complicado debido, principalmente, al volumen, complejidad y diversidad de la información que se esperaba obtener, hecho que se ha puesto de manifiesto en los meses que la obra lleva en proceso.

Para ofrecer una solución a esta situación, se estimó oportuno diseñar una **Biblioteca Ambiental de Obra**, en la que la información se estructura en dos grandes bloques interrelacionados, estando abiertos a continuas modificaciones e incorporaciones, lo que permite contar con información eficaz, bien estructurada, actualizada y de fácil manejo.

El primero de los bloques conforma el denominado Libro de Seguimiento Ambiental (LSA), encargado de recopilar los resultados generados a partir de los controles rutinarios, específicos y especiales. Cuenta con una presentación en forma de fichas integradoras en las que prima la claridad en la exposición, la brevedad y la facilidad de consulta y manejo. Para cumplir con estas premisas, el LSA ha sido dividido a su vez en dos subapartados vinculados entre sí.

- Registro General de Actuaciones Medioambientales (RGAM). Este registro, realizado en base a la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y al Plan de Actuaciones Medioambientales (PAMA) contiene las fichas generales donde se especifica el alcance de cada una de las actuaciones de seguimiento y monitorización ambientales en cada una de las etapas del proyecto.
- Registro de Fichas de Monitorización (RFM). Este registro recoge la totalidad de las fichas originales de monitorización elaboradas a pie de campo. Lógicamente, cada una de ellas debe tener su referente en una de las fichas incluidas en el RGAM.

En conclusión, el RGAM describe y concreta las actuaciones de seguimiento y monitorización a desarrollar durante la vigilancia y el RFM recoge los datos específicos obtenidos para cada una de ellas.

El segundo de los bloques recoge los denominados Informes de Presentación de Resultados (IPR). Dependiendo del objeto final de los mismos, se establecen tres tipos:

- IPR Generales. Incorporan los resultados obtenidos de la monitorización rutinaria de las actuaciones incluidas en el RGAM. Además recogen, si procede, las principales conclusiones obtenidas de los IPR Específicos y Especiales que se describen a continuación. Se redactan con una periodicidad mensual.
- IPR Específicos. Quedan encuadrados en ellos informes como el de caracterización preoperacional de materiales de dragados, de vigilancia de la calidad hidrológica de los vaciaderos, de control atmosférico, de patrimonio histórico, etc., y todos aquellos que presenten una independencia propia y/o aporten información precisa y concreta sobre algunos de los aspectos relevantes de la monitorización y vigilancia ambiental. Estos informes no tienen periodicidad establecida.
- IPR Especiales. Se elaboran en el momento en que se detecte alguna anomalía de entidad que suponga una variación en la monitorización y seguimiento establecido y genere la puesta en marcha de medidas adicionales de vigilancia. Sin periodicidad establecida.

Una vez resuelta la estructuración de la información, se estuvo en disposición de planificar la monitorización, vigilancia y control de los indicadores ambientales potencialmente afectados por las obras proyectadas. Para ello, fue utilizado en primera instancia lo dispuesto tanto en el EsIA como en la DIA, así como lo recogido en el PAMA, documento elaborado previamente al comienzo de las obras donde se especificaban las principales cautelas a tener en cuenta durante la fase de construcción. No obstante, a todas esas medidas se les sumaron otras de carácter específico más allá de las obligaciones establecidas en los documentos relacionados. Así, en general y *grosso*



*modo*, las medidas de monitorización, seguimiento y control ambiental que contempla el proyecto de construcción de la nueva esclusa son las que a continuación se relacionan:

- Controles rutinarios
  - Control de la ubicación de los vaciaderos
  - Control de la ubicación de la zona de instalaciones auxiliares y parque de maquinaria
  - Control del movimiento de la maquinaria (circulación, resuspensión de polvo, verificación buen estado de haces foliares)
  - Control de los accesos
  - Control del mantenimiento y limpieza de la zona de obra
  - Control de los movimientos de tierra
  - Control de la localización y mantenimiento de los acopios de tierra vegetal
  - Control del buen estado del jalonamiento de las zonas sensibles
- Caracterización sedimentaria
  - Caracterización sedimentaria preoperacional del tramo afectado por los dragados (control único)
  - Caracterización sedimentaria de cierre o clausura de los vaciaderos utilizados durante los dragados (control único)
- Caracterización hidrológica
  - Caracterización hidrológica preoperacional del entorno receptor de los vertidos procedentes de los vaciaderos (control único)
  - Caracterización del vertido procedente de los vaciaderos (control diario)
  - Seguimiento de la calidad hidrológica del entorno receptor afectado por los vertidos procedentes de los vaciaderos (control semanal)
- Control de la calidad atmosférica
  - Control de partículas sedimentables y en suspensión (control mensual)
  - Control de la calidad sonora de las zonas aledañas a las actuaciones (control mensual)
- Seguimiento de las afecciones sobre la biota
  - Vigilancia y control de las comunidades vegetales tanto del interior del recinto de obra como de sus alrededores
  - Monitorización de las variaciones etológicas de las principales especies animales presentes en el ámbito de actuación
- Control y seguimiento arqueológico
  - Control y seguimiento arqueológico de los movimientos de tierra derivados de las actuaciones en tierra
  - Control y seguimiento arqueológico de los dragados de la ría del Guadalquivir en su tramo de anteesclusa

Adicionalmente, se están elaborando diversos proyectos de restauración ambiental, cuya ejecución se tiene previsto desarrollar a medida que se ultiman las actuaciones de obra en cada uno de los sectores afectados, minimizándose el tiempo que transcurre entre la alteración y la restauración. Estas actuaciones son las que a continuación se relacionan:

- Restauración de los taludes asociados a los viales de nueva creación

- Integración paisajística de la Esclusa
- Integración paisajística de la margen izquierda del Canal Alfonso XIII. Antepuerto.
- Adecuación ambiental del recinto denominado como Márgenes

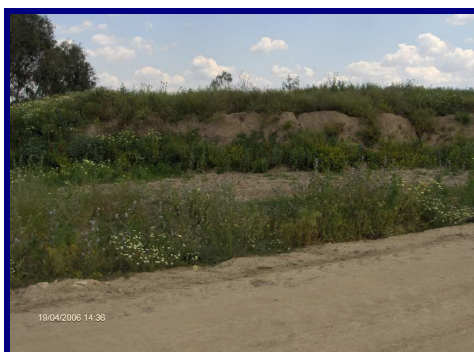
No obstante, estas actuaciones no serán objeto del presente documento ya que actualmente se encuentran en un estado inicial en lo que a diseño y elaboración se refiere.

## Los Resultados y Conclusiones

Una vez presentadas todas y cada una de las acciones proyectadas de monitorización y vigilancia sobre los parámetros medioambientales de mayor relevancia, y una vez cubierto aproximadamente un año desde el comienzo de las obras, se está en disposición de presentar los primeros resultados derivados de los controles realizados hasta la fecha. A continuación se presenta un recorrido por cada una de ellas, presentándose las principales conclusiones obtenidas:

### Controles rutinarios

El éxito en este tipo de controles se basa en la correcta elección *a priori* de las acciones a controlar, así como en una adecuada determinación de los periodos de vigilancia de éstas. Ello permitió articular un seguimiento coherente y riguroso, en el que se dispusieron una serie de mecanismos de control-alerta-emergencia que garantizaron, en todo momento, la adecuación ambiental de la actuación proyectada. Esto, unido a una estrecha colaboración con los responsables de las obras han permitido corregir, en los casos en los que fue necesario, los efectos negativos sobre el Medio Ambiente, siempre en un margen estrecho de tiempo, hecho este último de vital importancia en vigilancias de esta naturaleza. Así, la totalidad de los controles rutinarios especificados en el epígrafe anterior obtuvieron la categoría de ADECUADOS, actuando sólo en casos concretos. Claro ejemplo de ello, es el control de los acopios de tierra vegetal, cuyos caballones tuvieron que ser rebajados hasta alcanzar la cota que garantizaran su buena conservación (2 m.) a fin de ser utilizados en las restauraciones que deberán desarrollarse en un futuro. Otro ejemplo es la correcta ubicación de un parque de maquinaria estable, minimizándose la dispersión de las reparaciones y mantenimiento de la maquinaria de obra, lo que ha permitido la correcta gestión de los residuos generados en estas labores. Un último ejemplo puede citarse en las acciones realizadas sobre el correcto jalonamiento de las zonas sensibles. Tras realizar el primer replanteo de las mismas se detectó un nido de milanos negros en época de cría no considerado en un principio por desconocerse su presencia en la zona de obra. Se actuó de inmediato, balizándose la zona y permitiéndose que los adultos alimentaran con normalidad a las crías, garantizándose la viabilidad de la nidada.



Figuras 3 y 4. Acopio de tierra vegetal y parque de maquinaria



Figuras 5 y 6. Jalonamiento de zonas sensibles por vegetación y avifauna. Nido de milano negro

### Caracterización sedimentaria

La totalidad de las acciones encaminadas a obtener la caracterización sedimentaria que se han llevado a cabo y que se realizarán durante las obras de la nueva esclusa se ajustan a lo dispuesto en las Recomendaciones de Gestión para los Materiales de Dragado en Puertos Españoles (RGMD) descritas por el CEDEX en 1994. Así, en base a ellas se determinó el número de muestras representativas que caracterizaban la zona afectada por los dragados, se aplicaron los procedimientos de normalización de concentraciones de contaminantes y se obtuvo la categorización final de los mismos a partir de la cual se decidió la debida gestión de los materiales. Los parámetros seleccionados también han estado acorde con dichas Recomendaciones, aunque debido al análisis de los registros históricos derivados de otros dragados de mantenimiento que periódicamente realiza la Autoridad Portuaria de Sevilla, se consideró oportuno incluir algunos adicionales, aquellos cuya presencia era probable, a fin de caracterizar adecuadamente los materiales a dragar. Los parámetros seleccionados fueron agrupados en tres conjuntos:

- Conjunto 1. Se corresponde con la Etapa I de caracterización de sedimentos de las RGMD. Recoge los siguientes parámetros:
  - Caracterización física: Granulometría.
  - Determinación del contenido de materia orgánica.
  - Análisis bacteriológico: Coliformes totales y coliformes y streptococos fecales.



- Conjunto 2. Se corresponde con los parámetros incluidos en el Grupo A de la Etapa II (caracterización química) de las RGMD dictadas por el CEDEX. Se encuentran los siguientes:
  - Metales Pesados: Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni y Cr.
  - Policlorobifenilos:  $\Sigma$ 7PCB's (suma de los congéneres 28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180).
- Conjunto 3. Incluye algunos de los parámetros recogidos en el Grupo B de la Etapa II de las RGMD dictadas por el CEDEX. Así, se han analizado los siguientes:
  - Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH's)
  - Pesticida organoclorados (POC's)

De la caracterización preoperacional de los sedimentos presentes en la zona de anteesclusa se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El tramo de anteesclusa está compuesto fundamentalmente por Arenas Finas (NW) y Finos.
- Los Metales, PCB's y materia orgánica analizados no han superado los *niveles de acción 1* de las RGMD. Por otro lado, no fue necesario analizar los parámetros incluidos en el Subgrupo B1 de la RGMD (As, POC's y HAP's) aunque, como ha podido comprobarse fueron analizados de forma cautelar, no siendo detectados.
- Por todo ello, los sedimentos de la zona de anteesclusa fueron clasificados al completo como CATEGORÍA I.
- El art. 2.2 de las RGMD, establece la siguiente gestión para los sedimentos de CATEGORÍA I: *“Los efectos químicos y/o bioquímicos sobre la flora y la fauna marinas son nulos. Los materiales podrán ser gestionados vertiéndose libremente en cualquier otro lugar, con la sola consideración de los efectos de naturaleza mecánica”*.
- En cuanto a los usos productivos para materiales de CATEGORÍA I, el art. 15 de las RGMD establece que pueden ser utilizados para: *“(...) nivelación por relleno, mejora de sustrato para el desarrollo vegetal, provisión de áridos para la construcción, relleno de trasdós en construcciones portuarias”*

Por otro lado, respecto a la campaña de caracterización de sedimentos para clausurar los vaciaderos utilizados en la primera campaña de dragados, no se cuenta aún con resultados analíticos al estar las muestras tomadas, en el momento de la redacción del presente documento, en proceso de determinación. No obstante, no cabe esperarse resultados que clasifiquen a los materiales vertidos en los vaciaderos como de categoría superior a la I, como se puede suponer a raíz de la caracterización preoperacional de los materiales dragados.



Figuras 7 y 8. Muestreo en el interior del vaciadero denominado “Tarajes”. Conservación de muestras.

### Caracterización hidrológica

Como se expuso en el epígrafe anterior, las acciones encaminadas a determinar la caracterización hidrológica han sido dirigidas sobre tres aspectos de diferente naturaleza, el estudio preoperacional del entorno, la vigilancia de la calidad hidrológica del vertido de los vaciaderos y la caracterización hidrológica del medio receptor de los mismos. Los parámetros analizados coincidieron para todos ellos, siendo los que a continuación se enumeran:

- Sólidos en suspensión: Materia en suspensión (MES)
- Pesticidas Organoclorados (POC's)
- Policlorobifenilos (PCB's)
- Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's)
- Metales Pesados: Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, As, Ni, Cr.
- Parámetros Microbiológicos: Coliformes totales, Coliformes fecales y Streptococos fecales.

Asimismo, para cada estación de muestreo, se realizaron perfiles en modo continuo de profundidad con sonda multiparámetro, obteniéndose datos *in situ* de Temperatura, pH, Turbidez, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Salinidad y Potencial Redox.

Así, en primer lugar, se determinó la calidad hidrológica del tramo de la ría (anteesclusa) que se vería afectado por los vertidos de los vaciaderos terrestres. Con ello se ha pretendido sentar las bases de la monitorización y vigilancia ambiental a fin de determinar fielmente el grado de incidencia ambiental de los vertidos procedentes de los vaciaderos. Como resultado se obtuvo que la calidad hidrológica de este tramo (anteesclusa) era aceptable, estando la mayor parte de los parámetros analizados por debajo del límite imperativo recogido en el Anexo II de la *Orden de la Consejería de Medio Ambiente de 14 de febrero de 1997, por la que se clasifican las aguas litorales andaluzas y se establecen los objetivos de calidad de las aguas afectadas directamente por los vertidos, en desarrollo del Decreto 14/1996, de 16 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Calidad de Aguas Litorales*. Tan solo se detectaron algunas anomalías en lo que respecta al OD % sat y los indicadores de contaminación fecal. Respecto al primero de ellos, los valores obtenidos incumplían lo dispuesto en la citada Orden, no superándose en

ninguna de las estaciones el 60% sat de OD (valor imperativo). Ello parece ser debido a la escasa renovación a la que está sometido el canal que da acceso a la esclusa, lo que justifica los valores de OD % sat medidos. Por otro lado, se detectaron valores relativamente elevados de coliformes y streptococos fecales lo que indicaba la presencia de vertidos incontrolados de aguas fecales sin depurar. Ante esta situación, actualmente se está colaborando con las administraciones competentes a fin de detectar los posibles focos de contaminación y plantear soluciones que puedan minimizar los efectos descritos.



Figuras 9, 10 y 11. Botella hidrográfica *Niskin*, sonda multiparámetro y embarcación (“Doñana”) con la que se realizan los muestreos

Por otro lado, respecto a la caracterización del vertido procedente de los vaciaderos utilizados durante la primera campaña de dragados, indicar que la mayor parte de los parámetros que fueron analizados se encuentran por debajo de los valores puntuales establecidos en el *Decreto 14/1996, de 16 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Calidad de Aguas Litorales*. Tan sólo, sobrepasaron estos valores dos parámetros. En primer lugar, la turbidez medida *in situ* en los controles diarios de los tres puntos de vertido monitorizados. Este parámetro rebasó el valor imperativo establecido en la norma de aplicación en varias ocasiones, lo que hizo activar el Plan de Emergencia de Vaciaderos de forma inmediata, el cual funcionó correctamente en todos los casos, limitándose sensiblemente los potenciales efectos sobre el medio receptor. A modo de ejemplo, a continuación se adjunta la monitorización realizada sobre uno de los vaciaderos (Tabla 1), concretamente sobre el recinto denominado como Butano. En ella se puede observar que los valores marcados en negrita superaban el valor imperativo recogido en el D. 14/96, 400 NTU, momento en el que se activaba, de forma inmediata, el Plan de Emergencia de Vaciaderos y se aplicaba la medida correctora más adecuada para devolver la situación al estado original de normalidad.

Tabla 1. Valores de los parámetros fisicoquímicos monitorizados en el punto de vertido del vaciadero denominado “Butano”

Fecha	Temp [°C]	pH	ORP [mV]	SpCond [mS/cm]	Sal [ppt]	TDS [g/l]	Turbidity [NTU]	LDO% [Sat]	LDO [mg/l]	Medida correctora tomada
27/01/2006	13,64	5,93	189	2,1	1,14	1,4	101	60,1	5,18	No necesaria
30/01/2006	8,81	7,74	499	1,9	1,02	1,2	156	43,1	4,16	No necesaria
31/01/2006	11,04	7,63	354	1,8	0,98	1,2	364	11,1	1,02	No necesaria
01/02/2006	8,34	7,66	514	1,9	1,03	1,2	<b>3000</b>	50,5	4,93	Se colocan nuevas tablas en el cajón de salida
02/02/2006	10,04	7,67	547	1,9	1,03	1,2	<b>408</b>	50,4	4,72	Se colocan nuevas tablas en el cajón de salida
03/02/2006	13,58	7,92	517	1,9	1,01	1,2	123	92,8	8,02	No necesaria
06/02/2006	10,92	8,24	495	1,9	1,02	1,2	71	98,2	9,01	No necesaria
07/02/2006	11,54	8,24	462	1,9	1,01	1,2	238	107,5	9,73	No necesaria
08/02/2006	15,92	8,41	458	1,9	1,02	1,2	35	131,6	10,81	No necesaria
10/02/2006	12,05	7,58	393	1,9	0,99	1,2	208	24,2	2,17	No necesaria
13/02/2006	14,15	7,71	319	1,7	0,91	1,1	<b>668</b>	14,5	1,25	Se colocan nuevas tablas en el cajón de salida
14/02/2006	12,77	7,58	487	1,8	0,95	1,1	101	48,9	4,3	No necesaria
14/02/2006	14,76	7,58	428	1,8	0,94	1,1	<b>508</b>	5,8	0,49	Se colocan nuevas tablas en el cajón de salida
15/02/2006	10,56	7,65	502	1,8	0,96	1,2	107	82,9	7,68	No necesaria
15/02/2006	15,93	7,6	414	1,8	0,95	1,1	<b>1126</b>	22,9	1,88	Parada de draga 1,5 horas antes de lo previsto. Se reduce el caudal de entrada del dragado en el vaciadero
15/02/2006	15,88	7,64	455	1,8	0,96	1,2	82	46,1	3,78	No necesaria
16/02/2006	10,47	7,67	447	1,8	0,95	1,1	66	16,8	1,56	No necesaria
16/02/2006	13,10	7,71	481	1,7	0,92	1,1	<b>3000</b>	57,3	5,01	Se colocan nuevas tablas en el cajón de salida. Se reduce el caudal de entrada del dragado en el vaciadero
16/02/2006	14,09	7,64	439	1,8	0,95	1,1	<b>425</b>	28,6	2,41	Se colocan nuevas tablas en el cajón de salida
17/02/2006	12,68	7,68	392	1,7	0,93	1,1	201	19,3	1,70	No necesaria
20/02/2006	7,94	8,32	519	1,8	0,95	1,1	35	105,9	10,44	No necesaria

En segundo lugar, los valores de oxígeno disuelto medidos *in situ* en los controles semanales pertenecientes a los tres puntos de vertido del medio receptor estuvieron por debajo del valor imperativo (60 DO%sat). No obstante, este hecho ya fue detectado durante la campaña preoperacional, por lo que no puede ser atribuido a las actuaciones de dragado y vertido ejecutadas.

Por último, en lo que respecta al seguimiento de la calidad hidrológica del entorno receptor afectado por los vertidos procedentes de los vaciaderos decir que al igual que se hizo para la campaña preoperacional, los valores imperativos utilizados fueron los recogidos en el Anexo II de la *Orden de la Consejería de Medio Ambiente de 14 de febrero de 1997, por la que se clasifican las aguas litorales andaluzas y se establecen los objetivos de calidad de las aguas afectadas directamente por los vertidos, en desarrollo del Decreto 14/1996, de 16 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Calidad de Aguas Litorales*. Los resultados obtenidos en las diferentes campañas de medición y toma de muestras realizadas mientras los vaciaderos se encontraban operativos hicieron concluir que la afección de los vertidos procedentes de los mismos sobre el medio receptor fue nula o poco significativa. No obstante se considera oportuno realizar las siguientes observaciones:

- Los valores de salinidad medidos *in situ* en los controles semanales pertenecientes a la monitorización del medio receptor del vaciadero BUTANO han resultado menores que el límite inferior establecido como valor imperativo, sin embargo, si se considera que durante las fechas en las que se realizaron las campañas de seguimiento se registraron abundantes lluvias, así como que el valor imperativo establecido en la campaña preoperacional se calculó con un valor puntual (en lugar de una media normal), esta situación no puede ser atribuida a las actuaciones de dragado y vertido.
- Por otro lado, se ha confirmado la presencia de indicadores de contaminación fecal, detectados ya durante la campaña preoperacional. Esto da a entender que su presencia no tiene una relación directa con las actuaciones desarrolladas, siendo un problema intrínseco del tramo considerado.
- Por último, la concentración del parámetro sólidos en suspensión en el medio receptor del punto de vertido BUTANO, resultó superior al valor puntual establecido en la citada orden. En cualquier caso, tal y como se indicó anteriormente, la vigilancia continua ha permitido poner en marcha el Plan de Emergencia de Vaciaderos de forma inmediata, el cual ha funcionado correctamente, limitándose sensiblemente los potenciales efectos sobre el medio receptor.



Figuras 12, 13 y 14. Vista del efluente de uno de los vaciaderos. Medida correctora (mediante recubrimiento de plástico) para evitar sólidos en suspensión. Detalle de uno de los cajones de agua.

### Calidad Atmosférica

Los controles que establecen la vigilancia de esta variable ambiental se dirigen sobre tres parámetros diferentes: las partículas en suspensión (PM10 y PM2,5), las partículas sedimentables y la calidad sonora. La periodicidad de los muestreos depende del parámetro medido. Así, para partículas en suspensión se están obteniendo datos diarios al contar con un analizador automático en continuo que muestrea secuencialmente en tres estaciones de medidas diferentes (rotación mensual). Respecto a las partículas sedimentables, se encuentran instalados seis captadores, que rodean el perímetro exterior de obra, de los que se obtienen medidas una vez al mes (periodo de medida de 30 días). Por último, respecto a la calidad sonora decir que se obtienen valores de ruidos con una periodicidad mensual, en horario de actividad. Adicionalmente, se están



realizando medidas en continuo y puntuales en determinadas estaciones de control. Por otro lado, la normativa de aplicación que está siendo utilizada y en base a la cual se están valorando la adecuación o no de los valores obtenidos es la siguiente:

- Partículas en suspensión: *R.D. 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.*
- Partículas sedimentables: *Decreto 833/75, de 6 de febrero, que desarrolla la Ley 38/1972 de protección del ambiente atmosférico (derogada R.D. 1073/2002 aunque para este parámetro aún sigue siendo de referencia en la Comunidad Autónoma de Andalucía)*
- Calidad sonora: *Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía*

Visto esto, puede afirmarse que en los resultados obtenidos en las sucesivas campañas de medición realizadas hasta la fecha, no han sido detectadas anomalías dignas de ser reseñadas, lo que viene a refrendar el correcto funcionamiento de las medidas correctoras que se están aplicando respecto a esta variable. Tan solo se obtuvieron algunos valores de partículas sedimentables por encima de los niveles establecidos, debido fundamentalmente al llamado “efecto de lavado atmosférico”, hecho que ocurrió en la primera quincena de octubre (mes con avenidas relativamente importantes).

#### Seguimiento de las afecciones sobre la biota

Como se ha hecho referencia anteriormente, el seguimiento de la biota se ha realizado sobre dos vectores principales. Por un lado, sobre las comunidades vegetales presentes en el interior y alrededores del recinto de obra y, por otro, sobre las especies animales del entorno, incidiendo en este caso, en las variaciones etológicas que pudieran detectarse.

- Para llevar a cabo el seguimiento sobre las comunidades vegetales se redactó un informe inicial donde se cartografió, inventarió y valoró las especies vegetales potencialmente afectadas por las obras proyectadas. Como resultado de este informe se obtuvieron tres unidades ambientales (ver tabla 2), las cuales fueron valoradas respecto a los criterios ambientales que aparecen en la tabla 3.

UNIDAD AMBIENTAL	ESPECIES REPRESENTATIVAS
Eucaliptal	Eucaliptos en ausencia de sotobosque
Tarajal	Tarajes monoespecífico
Vegetación de ribera	Eucaliptos, álamos y ruderales Álamos, chopos, olmos, eucaliptos, sauces, moreras, zarzas, carrizos y ruderales

Tabla 2. Unidades ambientales detectadas dentro del recinto de obra

Formación	Especies Protg.	Porte	Edad	Estado fitosanitario	Sustrato	Capacidad acogida	Antropización	Impactos
Eucaliptal	NO	MEDIO	JOVEN	MALO	NO ÓPTIMO	ALTA	ALTA	ALTOS
Tarajal	NO	MEDIO-ALTO	MADURO	BUENO	ÓPTIMO	BAJA	ALTA	ALTOS
Veg. Ribera	NO	MEDIO-BAJO	INESTABLE	BUENO	MEJORABLE	MEDIA	ALTA	ALTA

Tabla 3. Valoración de las unidades ambientales

Una vez realizado esto, se llevó a cabo un nuevo jalonamiento de zonas sensibles donde se incorporaron algunas áreas adicionales que debido a su composición específica (aunque no se han detectado comunidades objeto de protección), grado de naturalidad o importancia para el ecosistema fueron consideradas significativas para la sostenibilidad ambiental del entorno. Ejemplo de ello fue la vegetación de ribera de la zona de antesclusa, importante no sólo por las especies vegetales presentes en el tramo en cuestión sino por albergar la mayor parte de los nidos de rapaces que se reprodujeron en el lugar, concretamente uno de busardo ratonero (*Buteo buteo*) y dos de milanos negros (*Milvus migrans*). Otro ejemplo digno de ser comentado es la conservación de la zona de tarajes localizada en la zona central del recinto de obra. Al igual que en el caso anterior, el proyecto original contemplaba su desbroce ya que se tenía proyectada como vaciadero. No obstante, y gracias a la colaboración de todos los entes que participan en el proyecto, constructora, asistencia técnica y ambiental y la misma Autoridad Portuaria de Sevilla, se han podido salvar aproximadamente unos 150.000 pies, haciendo compatible su uso como vaciadero con la conservación de este bosque monoespecífico. Además, como se expondrá a continuación, el hecho de convertirlo en zona encharcada posibilitó la cría de algunas especies de avifauna como la gallineta común, la focha común, etc.



Figura 15. Vista panorámica de la zona conservada de tarajes. En primer plano algunos pies de eucaliptos.

- Por otro lado, respecto al seguimiento de la etología de las especies animales presentes en el entorno de la obra decir que no se han detectado

comportamientos anómalos en ninguna de ellas, es más algunas de ellas han aprovechado las sinergias en lo que respecta al hábitat, viéndose potenciada la reproducción y cría de determinadas especies. Así, como se ha hecho referencia anteriormente, en la zona de vegetación de ribera que, según proyecto, debía ser desbrozada y que fue jalonada *a posteriori* como resultado del estudio de replanteo realizado, anidaron una pareja de busardo ratonero (*Buteo buteo*) y dos de milanos negros (*Milvus migrans*). En concreto, los milanos anidaron en los mismos lugares que años anteriores, restaurando los nidos que existían antes del periodo prenupcial. Esto supone la no alteración de los hábitos reproductivos de esta especie en el lugar, siendo por ello la afección de las obras sobre este particular nula o poco significativa. Otro aspecto singular a destacar es el aumento de puestas y crías de especies ornitológicas asociadas a zonas inundadas. Así, estas especies han aprovechado las aguas someras de los vaciaderos, la vegetación que cubre sus motas y la tranquilidad que le brinda la zona para reproducirse en el interior de estos recintos. A modo de ejemplo caben citarse especies como la cigüeñuela (*Himantopus himantopus*), el chorlitejo chico (*Charadrius dubius*), el ánade azulón (*Anas platyrhynchos*), la gallineta común (*Gallinula chloropus*) y la focha común (*Fulica atra*), éstas dos últimas exclusivamente en el vaciadero denominado “Tarajes”, recinto especialmente prolífero debido a la conjugación de la elevada densidad de tarajes (150.000 pies) y a la inundación del mismo al ser utilizado de vaciadero. Como muestran las figuras adjuntas han sido numerosos los nidos y pollos inventariados, teniéndose constancia de que algunas parejas, sobretodo de cigüeñuelas, han sido capaces de sacar dos y tres nidadas consecutivas, lo que viene a refrendar todo lo expuesto anteriormente.



Figuras 16 y 17. Ejemplares de pollos de cigüeñuelas en el vaciadero “Butano”



Figuras 18 y 19. Nidos de cigüeñuelas

### Control y seguimiento arqueológico

Si bien la DIA tan sólo hacía referencia al control y vigilancia arqueológica referida a los dragados de la ría del Guadalquivir en su tramo anteesclusa, desde esta Asistencia Ambiental se consideró oportuno ampliar el seguimiento a los movimientos de tierra derivados de la excavación del recinto que albergará la nueva esclusa. Todo ello fue consensuado con la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, con la que se ha colaborado estrechamente en todo el proceso. Al margen de ello, se ha firmado un convenio de colaboración con el Departamento de Historia II de la Universidad de Huelva a través del cual, miembros de éste, están participando activamente tanto en el diseño como en el desarrollo del control y vigilancia arqueológica de la presente actuación. La importancia de esto radica en el conocimiento exhaustivo y detallado que algunos de los miembros del citado departamento tienen de la evolución de la llanura aluvial de la ría del Guadalquivir, la cual ha sido objeto de diferentes tesis doctorales y numerosos artículos y exposiciones en congresos y reuniones técnicas.

Para desarrollar el control y seguimiento arqueológico se planteó un control visual apoyado en un registro fotográfico, el cual quedaba incluido en un diario de campo donde se especificaban todos aquellos aspectos que pudieran ser interesantes para catalogar adecuadamente el hallazgo en cuestión. Las principales conclusiones obtenidas de la vigilancia, tanto de los movimientos de tierra como de los dragados, han sido las siguientes:

- El control visual ha dado un resultado negativo en lo que se refiere a hallazgos de restos arqueológicos de especial relevancia.
- No hay en la zona ningún indicador de existencia de yacimiento arqueológico que pueda verse afectado por las obras.
- Tan sólo, en la zona del recinto de excavación que albergará la esclusa, apareció una tubería de barro orientada transversalmente a la orilla de la ría. Tras activarse todo el procedimiento de alerta, señalizando la zona, incorporando un área de cautela suficiente y paralizando la actividad, se comprobó por parte del personal especializado que la estructura encontrada no contaba con ningún interés científico, datándose aproximadamente de principios del s. XX.



Figuras 20 y 21. Restos de cántaras y tejas árabes localizadas en los movimientos de tierras realizados en el recinto de excavación



Así, una vez chequeadas todas y cada una de las variables monitorizadas y que han sido y son objeto de control y seguimiento cabe concluirse que la vigilancia ambiental que se está desarrollando para las Obras de Actuaciones de Mejora en Accesos Marítimos al Puerto de Sevilla, Fase I: Esclusa, va más allá de lo dispuesto en el EsIA, la DIA o el PAMA. Todas ellas han sido diseñadas, estructuradas y planificadas con el único objetivo de lograr la sostenibilidad ambiental de todas y cada una de las actuaciones proyectadas, intentando, en los casos que han sido posible, ya no minimizar los efectos sobre el Medio Ambiente sino aprovechar y potenciar posibles sinergias a fin de posibilitar potenciales mejoras sobre el entorno. Con ello se pretende modificar el concepto que se ha tenido hasta ahora de los Planes de Vigilancia Ambiental, ofreciendo una visión renovada y acorde con los nuevos conceptos de desarrollo sostenible.