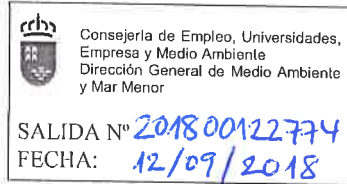




Región de Murcia

Consejería de Empleo, Universidades,  
Empresa y Medio Ambiente

Dirección General de Medio Ambiente  
y Mar Menor



**Asunto:** Alegaciones Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental sobre el "Análisis de soluciones para el Objetivo del Vertido Cero al Mar Menor proveniente del campo de Cartagena.

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA  
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Pza. San Juan de la Cruz s/n  
28071 MADRID

El Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental sobre el "Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del campo de Cartagena", se ha sometido a información pública durante un plazo de 45 días, habiéndose publicado en el B.O.R.M. nº 162, de 16 de julio de 2018, estando abierto el plazo de presentación de alegaciones.

Desde la Dirección General de Medio Ambiente y Mar Menor se han coordinado diversas reuniones del Grupo de Trabajo de Cuenca Vertiente del Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, para el análisis y estudio del Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental sobre el "Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del campo de Cartagena", Clave. 07.803-0177/0411.

En el Grupo de Cuenca Vertiente del Comité de Asesoramiento Científico se ha realizado el análisis de las 21 actuaciones propuestas en el Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental, realizándose diversas consideraciones por los distintos miembros especializados en cada una de las materias, así mismo se ha contado con el apoyo y asesoramiento de otros miembros del comité científico y de personal técnico cualificado para el análisis de las distintas actuaciones propuestas en el Proyecto Informativo.

Se adjunta a esta Dirección General el **Documento de análisis y consideraciones al proyecto informativo y estudio de impacto ambiental** en el que se recogen los distintos análisis y consideraciones emitidos por personal investigador y científico del Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, así como por personal técnico especializado en aquellas actuaciones que ha sido preciso, con la finalidad de que estas consideraciones sean tenidas en cuenta en la redacción del Proyecto definitivo de *vertido cero* al menor, por estimarlas necesarias y adecuadas para el mantenimiento ecológico y ambiental del Mar Menor.

Atentamente.

EL DIRECTOR GENERAL MEDIO AMBIENTE Y MAR MENOR  
Antonio Luengo Zapata  
(documento firmado electrónicamente al margen)

10/09/2018 21:13:05

Firmante: LUENGO ZAPATA, ANTONIO

Este es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.1 de la Ley 39/2015. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificardocumentos> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) cfa6e561-aa04-e27a-83a385564767





**DOCUMENTO DE ANALISIS Y CONSIDERACIONES AL PROYECTO INFORMATIVO Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SOBRE EL “ANÁLISIS DE SOLUCIONES PARA EL OBJETIVO DEL VERTIDO CERO AL MAR MENOR PROVENIENTE DEL CAMPO DE CARTAGENA”, CLAVE. 07.803-0177/0411.**



**GRUPO DE TRABAJO DE CUENCA VERTIENTE  
COMITÉ DE ASESORAMIENTO CIENTIFICO DEL MAR MENOR  
DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIOAMBIENTE Y MAR MENOR**

SEPTIEMBRE 2018



## DOCUMENTO DE CONSIDERACIONES Y ANÁLISIS AL PROYECTO DE VERTIDO CERO AL MAR MENOR

---

Desde la Dirección General de Medio Ambiente y Mar Menor se han coordinado diversas reuniones del Grupo de Trabajo de Cuenca Vertiente del Comité de Asesoramiento Científico para la regeneración del Mar Menor, para el análisis y estudio del Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental sobre el “Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del campo de Cartagena”, Clave. 07.803-0177/0411.

Desde el Grupo de Cuenca Vertiente del Comité de Asesoramiento Científico se ha realizado el análisis de las 21 actuaciones propuestas en el Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental, realizándose diversas consideraciones por los distintos miembros especializados en cada una de las materias, así mismo se ha contado con el apoyo y asesoramiento de otros miembros del comité científico y de personal técnico cualificado para el análisis de las distintas actuaciones propuestas en el Proyecto Informativo del análisis de soluciones para el vertido cero al Mar Menor.

El Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental sobre el “Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del campo de Cartagena”, se ha sometido a información pública durante un plazo de 45 días, habiéndose publicado en el B.O.R.M. nº 162, de 16 de julio de 2018, estando abierto el plazo de presentación de alegaciones.

Para el análisis y consideraciones de las 21 actuaciones propuestas en el Proyecto Informativo se establecieron dentro del Grupo de Trabajo de Cuenca Vertiente diversos grupos y coordinadores especializados en cada una de las actuaciones, estando estos grupos formados por el siguiente personal científico y técnico:

Actuación nº 1: Mejora de la Fertilización mineral y orgánica.

- Emilio Nicolás Nicolás (CEBAS-CSIC)
- Félix Francés García (IIAMA - UPV - Coordinador)

Actuación nº 2: Adaptación al modelo productivo.

- Félix Francés García (IIAMA - UPV)
- Juan José Martínez Sánchez (UPCT - Coordinador)

Actuación nº 3: Revisión y adecuación de las instalaciones de almacenamiento.

- Ángel Faz Cano (UPCT - Coordinador).

Actuación nº 4: Establecimiento de un régimen de explotación de la masa subterránea de agua.

- José Luis García Aróstegui (IGME)



- David Martínez Vicente (CARM)
- Francisco Cabezas (UMU - Coordinador).

Actuación nº 5: Extracción directa para el drenaje del acuífero.

- Juan José Martínez Sánchez (UPCT)
- José Luis García Aróstegui (IGME – Coordinador)
- David Martínez Vicente (CARM)
- Francisco Cabezas (UMU)
- Javier Senent (UCAM)

Actuación nº 6: Extracción por aprovechamiento mediante pozos.

- Juan José Martínez Sánchez (UPCT)
- José Luis García Aróstegui (IGME - Coordinador).
- David Martínez Vicente (CARM)
- Francisco Cabezas (UMU)
- Javier Senent (UCAM).

Actuación nº 7: Reducir al mínimo los retornos de agua de riego.

- Emilio Nicolás Nicolás (CEBAS-CSIC - Coordinador)
- Alejandro Pérez Pastor UPCT).

Actuación nº 8: Actuaciones a nivel de parcela.

- Juan José Martínez Sánchez (UPCT - Coordinador).
- Félix Francés García (IIAMA - UPV)
- Miguel A. Fernández.

Actuación nº 9: Actuaciones a nivel de Cuenca.

- Francisco Cabezas (UMU).
- Félix Francés García (IIAMA – UPV - Coordinador)
- Javier Senent (UCAM).

Actuación nº 10: Restauración hidrológico-forestal cuencas mineras.

- Ángel Faz Cano (UPCT)
- Félix Francés García (IIAMA – UPV - Coordinador)

Actuación nº 11: Mejora de los sistemas de saneamiento.

- Pedro Simón Andreu (Esamur - Coordinador)
- Antonio Clemente (CARM).

Actuación nº 12: Ampliación y mejora de los sistemas e instalaciones de depuración.

- Pedro Simón Andreu (Esamur - Coordinador)
- Antonio Clemente (CARM).

*Actuación nº 13: Gestión de residuos agrícolas.*



- David Martínez Vicente (CARM)
- Pablo Martínez Magdaleno (CARM - Coordinador).

Actuación nº 14: Gestión de deyecciones.

- Ángel Faz Cano (UPCT - Coordinador)
- David Martínez Vicente (CARM).

Actuación nº 15: Ordenación y gestión de la actividad ganadera a escala comarcal.

- Ángel Faz Cano (UPCT - Coordinador)
- David Martínez Vicente (CARM)
- Antonio Clemente (CARM).

Actuación nº 16: Eliminación de vertedero de la masa de agua de la rambla del Albuñón.

- Juan José Martínez Sánchez (UPCT)

Actuación nº 17: Adecuación y ampliación de sistemas de drenaje agrícola.

- José Luis García Aróstegui (IGME - Coordinador).
- Javier Sernent (UCAM).
- Francisco Cabezas (UMU)
- Victoriano Martínez

Actuación nº 18: Clausura o adecuación de los pozos involucrados en la contaminación cruzada entre acuíferos.

- José Luis García Aróstegui (IGME - Coordinador).
- Javier Sernent (UCAM).
- Francisco Cabezas (UMU)
- Victoriano Martínez.

Actuación nº 19: Mejora en la integración ambiental de usos (navegación, turismo, pesca y actuaciones costeras):

- Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente de la Dirección del Medio Natural de la CARM.

Actuación nº 20: Mejora de las condiciones físico-químicas de la laguna (golas, extracción sedimentos y bioextracción y restauración sumergida).

- Ángel Pérez Ruzafa (UMU)
- Javier Gilabert (UPCT).

Actuación nº 21: Recuperación de hábitats lagunares de gran valor ecológico.

- Ángel Faz Cano (UPCT - Coordinador).
- Jose Álvarez (UPCT)
- Rosa Gómez (UMU).



Las consideraciones más relevantes del análisis del proyecto realizado se expusieron ante el Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor en su reunión celebrada con fecha de 27 de julio de 2018.

A continuación se recogen las consideraciones realizadas por los integrantes del Grupo de Trabajo del Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, para cada una de las actuaciones incluidas en el Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental sobre el *“Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del campo de Cartagena”* (21 actuaciones) y las consideraciones de carácter general al conjunto del proyecto.

En el presente documento se han agrupado las consideraciones de los distintos investigadores y técnicos para las 21 actuaciones, así como las consideraciones generales al proyecto, indicándose el autor o autores de dichas consideraciones en cada apartado.



## COMENTARIOS GENERALES AL PROYECTO EN SU CONJUNTO

---

### Investigadores y Técnicos autores

Félix Francés, Inmaculada Bautista, Antonio Lidón y Cristina Puertes (IIAMA de la UPV)

### Comentarios generales al proyecto

Consideramos que el proyecto es un buen punto de partida, describiendo probablemente todas las posibles actuaciones, pero encontramos las deficiencias y posibles mejoras que se describen a continuación.

No se han definido los objetivos a conseguir a partir de un estudio completo de los aportes de sedimentos y N que incluya tanto la cuenca vertiente como la propia laguna. ¿Estamos seguros de que el objetivo de vertido cero es el óptimo?

En ningún caso se ha estimado la efectividad (cumplimiento de los objetivos) de las actuaciones, mientras que no en todas se ha evaluado el coste de la actuación. El resultado es que no hay una medida de la eficiencia de cada actuación y, por tanto, es imposible tener claro cuál debe ser su priorización o incluso si tiene sentido realizarla por su alto coste y baja efectividad.

No se han estimado las consecuencias socio-económicas de las actuaciones, tanto las negativas como las positivas. Donde, por supuesto, también habría que analizar el efecto de “no hacer nada”.

En el proyecto no se diferencia entre efectos a corto plazo y a largo plazo, lo que puede ser importante desde el punto de vista de la priorización y del cronograma de la puesta en marcha de las diferentes actuaciones. Dos ejemplos de diferente comportamiento:

- i) En el tema de sedimentos, no se tiene en cuenta que la repoblación forestal (actuación 10) tendrán un efecto a largo plazo, mientras que las actuaciones a nivel de parcela (actuación 8) y los diques de retención (actuación 9) lo harán desde el mismo instante de su construcción. Por otra parte, los diques acabarán aterrados, por lo que, si no se incluye algún tipo de medida de extracción de sedimentos, no son una medida a largo plazo.
- ii) El problema de la contaminación de las aguas subterráneas es el retardo en el tiempo de respuesta que se produce entre la aplicación de nutrientes y la aparición de estos en aguas subterráneas debido a las bajas velocidades de movimiento de los contaminantes a través de medios porosos. Igual que los problemas graves de eutrofización del Mar Menor detectados en 2015 han sufrido un retraso respecto a la aplicación de





agroquímicos, las medidas de reducción de insumos no tendrán efecto inmediato en la mejora de la calidad del agua subterránea. Probablemente se obtendrán resultados más rápidos en la reducción de los aportes superficiales.

Algunas alternativas se basan en el cumplimiento de la normativa vigente, cuando deberían de formar parte de la opción “no hacer nada”.

Falta una actuación de observación tanto en las cuencas vertientes como en la laguna. de esta forma, se podrían validar o mejorar los estudios en los que se basara el plan y, además, se podría utilizar para el seguimiento del grado de cumplimiento de los objetivos planteados.

Hay problemas graves en los balances que aparecen en el Resumen Ejecutivo:

### **1. Balance de agua página 12**

Se está tomando el valor de la evapotranspiración potencial (ETP) y no el de la evapotranspiración real.

No se están considerando afloramientos de los acuíferos más profundos, por lo tanto, éstos no presentan recarga directa. Se está considerando que su recarga sólo proviene de las pérdidas del acuífero Cuaternario.

Los retornos de riego son muy elevados. En las tres unidades de demanda agraria (UDA) del Campo de Cartagena (UDA57, UDA58, UDA75) según el Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura, los sistemas de riego son:

- UDA57: 0.5% aspersión y 99.6% localizado.
- UDA58: 100% localizado.
- UDA75: 0.4% aspersión y 99.6% localizado.

### **2. Balance de nitrógeno página 11**

Se calculan los aportes de nitrógeno a la laguna mediante escorrentías superficiales en 530-4.800 kgNO<sub>3</sub>/día, pero no se calcula la cantidad que supone anualmente, ni se indican los días de torrencialidad medios anuales, por lo que es imposible realizar el cálculo.

El aporte desde el acuífero Cuaternario se estima en 8.548-19.233 kgNO<sub>3</sub>/año. Sin embargo, si se toma la concentración mínima de 100 mgNO<sub>3</sub>/l que se menciona y se considera una descarga anual de 32 hm<sup>3</sup> como se indica, los aportes de nitrato se cifran en torno a los 3.200.000 kgNO<sub>3</sub>/año.





## **Investigadores y Técnicos autores**

**David Martínez Vicente** (Dirección General de Innovación, Producciones y Mercados Agroalimentarios de la Consejería de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia)

## **Comentarios generales al proyecto**

El planteamiento de partida de “vertido cero” debería concretarse y definirse de forma clara e inequívoca. En el proyecto informativo sólo se cita en el título y en todos los encabezados. Sin embargo, no se define qué es y a qué se refiere. ¿Cómo se puede hacer un planteamiento de vertido cero sin desarrollar mínimamente el concepto?.

¿Qué se considera en este documento por vertido cero? Si, por ejemplo, se trata de evitar la llegada de vertidos ilegales de salmueras de desalobradoras o de cualquier otro tipo a cauces públicos, al acuífero o al Mar Menor, éstos podrían considerarse vertidos en un sentido medioambiental. Sin embargo, al no definirse adecuadamente el concepto, se ha llevado a confusión a la opinión pública, que ha entendido, de forma muy generalizada, que cualquier gota de agua que llegue al Mar Menor procedente del Campo de Cartagena en superficie o a través del acuífero Cuaternario es un vertido dañino para la laguna.

Es necesario un esfuerzo para re-explicar la situación, ya que el Mar Menor es lo que es por muchos factores, pero no hay que olvidar que entre ellos tanto la descarga de aguas superficiales en eventos de tormenta y como la descarga del acuífero al Mar Menor son procesos naturales que siempre han ocurrido, en mayor o menor magnitud y variabilidad temporal.

Tal vez sería necesario establecer qué caudales sería deseable que llegasen a la laguna y, sobre todo, en qué condiciones de calidad. Y para ello, hacen falta estudios previos de detalle de todos los factores que intervienen en los procesos hidrológicos e hidrogeológicos, y de cómo y en qué grado las actividades humanas afectan a los mismos (agricultura, ganadería, urbanismo, turismo, etc.). Sin tener un elevado nivel de conocimiento de todos y cada uno de los elementos, cualquier medida a poner en marcha podría tener altas probabilidades de fracasar o, incluso, empeorar la situación; bien por no aportar una solución eficaz, bien por retrasar la adopción de medidas realmente efectivas.

Por otra parte, en varias de las actuaciones descritas en el documento se habla de temas hidrogeológicos:

- ACTUACIÓN 4: ESTABLECIMIENTO DEL RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN DE LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA.



- ACTUACIÓN 4: ESTABLECIMIENTO DEL RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN DE LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA.
- ACTUACIÓN 5: EXTRACCIÓN DIRECTA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA EL DRENAJE DEL ACUÍFERO.
- ACTUACIÓN 6: EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS POR APROVECHAMIENTO MEDIANTE POZOS.
- ACTUACIÓN 7: MEDIDAS PARA REDUCIR AL MÍNIMO LOS RETORNOS DE RIEGO.
- ACTUACIÓN 18: CLAUSURA O ADECUACIÓN DE POZOS IMPLICADOS EN LA CONTAMINACIÓN CRUZADA DE ACUÍFEROS.

Todas estas actuaciones deberían estar supeditadas a un estudio hidrogeológico exhaustivo previo, realizado para todo el ámbito del Campo de Cartagena, y que cuente con un modelo hidrogeológico de flujo transitorio. Este estudio, que en el documento tan solo se intuye en la “Alternativa 5.C” cuando se habla de “caracterización hidrogeológica”, debe definir las características del acuífero más allá del conocimiento actual, que es claramente escaso e insuficiente para la dimensión del problema que se pretende solucionar. Es más, incluso suponiendo que las actuaciones previstas se estuviesen diseñando aparentemente con un cierto grado de validez (al menos desde un punto de vista teórico), la aplicación práctica de las mismas podría estar mal diseñada por múltiples motivos, como por ejemplo: no tener en cuenta la heterogeneidad espacial del acuífero, no estimar dicha heterogeneidad con una precisión mínima, desconocer con mayor exactitud las relaciones espacio-temporales entre las diferentes capas acuíferas, no tener un censo preciso de pozos y sondeos y sus características, no conocer la variabilidad espacial y temporal de los distintos parámetros de calidad de las aguas subterráneas, no conocer con exactitud las posibles fuentes de contaminación y su magnitud, entre otras muchas.

Las actuaciones previstas en el documento actual suponen la inversión de muchos millones de euros de dinero público. Para poder invertir con eficiencia ese dinero, la toma de decisiones debe basarse en un conocimiento más avanzado de los acuíferos y sus relaciones con el resto de factores involucrados en el problema que nos ocupa. De otro modo, se podría caer en el doble error de gastar mal el dinero y que no sirva para los objetivos previstos. La realización del estudio y el modelo hidrogeológico es básica y, aunque pueda retrasar la toma de decisiones, posibilitará que éstas sean más eficaces.



## **Investigadores y Técnicos autores**

**Francisco Cabezas Calvo** (Director General Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua)

## **Comentarios generales al proyecto**

El catálogo de actuaciones ofrecido es en principio razonable con carácter general, y es un punto de partida adecuado para el avance, pero cabe apuntar varias propuestas y correcciones:

- Algunas medidas son buenas prácticas genéricas y no parecen adaptadas a las condiciones y circunstancias concretas de la zona estudiada.
- Algunas medidas son cualitativas y no se cuantifica su posible impacto o beneficio real.
- Algunas medidas pueden ser meras declaraciones de voluntad, sin que exista o se proponga un soporte jurídico-normativo que las pueda hacer viables y eficaces en la práctica.
- En general se proponen actuaciones como deseables pero sin que exista una evaluación de su eficacia para alcanzar los objetivos propuestos, ni un sistema objetivo de indicadores que permita valorar esta eficacia. Al no disponerse de estas medidas de eficacia no es posible realizar un análisis coste/eficacia que permita priorizar racionalmente las actuaciones en una situación de limitación presupuestaria.
- Algunas medidas sugeridas o adicionales, como "cumplir la normativa vigente" se reiteran a lo largo del documento, cuando en realidad no son actuaciones recomendadas sino obligaciones imperativas. Si hay incumplimientos normativos deben analizarse y corregirse al margen del "vertido cero" o de cualquier otra circunstancia.
- Hay referencia a diligencias de investigación judicial de la Fiscalía que son completamente extemporáneas e inapropiadas en este contexto.
- El propio objetivo del vertido cero puede ser técnicamente imposible. Debiera reorientarse a la determinación de la máxima carga soportable por el sistema para mantener y mejorar su integridad ecológica, y el dimensionamiento de acciones con la restricción absoluta de esa máxima carga admisible. La máxima carga admisible podría revisarse regularmente conforme a la evolución del sistema. Todo ello requiere de un sistema de observación, y un conocimiento técnico-científico de la ecohidrología del sistema global (cuenca-laguna-atmósfera-golas), en el que se están produciendo avances muy notables pero que aún hoy no está disponible.



- Los aspectos financieros no están desarrollados. Podría valorarse la posibilidad de diseñar algún mecanismo general de financiación de las actuaciones que permita integrar con flexibilidad iniciativas públicas de las diferentes administraciones con iniciativas privadas de los afectados, con distintos intereses y expectativas a diferentes niveles y en plazos desiguales (p.e. un fondo para la naturaleza o similar).
- Los aspectos jurídico-administrativos deben quedar completamente claros diferenciando los diferentes documentos (Proyecto informativo, Estudio de Impacto, Análisis de soluciones, etc.) y las responsabilidades de cada interviniente (p.e. se afirma que la CARM ha intervenido y avala el "Análisis de soluciones" sin que haya constancia de ello).



# ACTUACIÓN Nº 1: MEJORA DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL Y ORGÁNICA

---

## Investigadores y Técnicos autores del informe

**Félix Francés, Inmaculada Bautista, Antonio Lidón y Cristina Puertes** (IIAMA de la UPV), **David Martínez Vicente** (CARM - DG Innovación, Producciones y Mercados Agroalimentarios), **Emilio Nicolás Nicolás** (CEBAS-CSIC, Dpto. Riegos) y **Juan José Martínez Sánchez** (UPCT, Dpto. Producción Vegetal)

## Comentario general

No se hace una estimación de la efectividad de esta medida en la reducción del N que llega al Mar Menor. Es decir, no se estima el grado de cumplimiento de los objetivos. Tampoco se hace una valoración de los costes de la medida ni de las posibles consecuencias económicas de la reducción de las dosis de fertilización en la producción, por lo que no es posible estimar su eficiencia.

En nuestra opinión, no se debe basar la Actuación 1 en el artículo 14 de la Ley 1/2018 por la confusión técnica que ha que ha generado. De hecho, la ley aún no tiene desarrollo y actualmente los grupos políticos de la Asamblea Regional reconocen la imposibilidad de aplicar el artículo y están discutiendo la posibilidad de cambiar el artículo. Ver los comentarios específicos al respecto.

El programa de seguimiento y control es en algunos aspectos irreal. Se parte de que va a ser posible obtener datos de las parcelas en tiempo real. En concreto se dice que se podrá *“conocer en cada momento el N disponible, que será objeto de un seguimiento detallado, y fertilizar exclusivamente en función de las necesidades reales de los cultivos”*. Únicamente podrá conocerse el contenido de nitrógeno en suelo en el caso en que las analíticas químicas se realizasen con mucha frecuencia, cuando éstas se proponen únicamente al inicio del cultivo.

## Comentarios específicos

### - Alternativa C:

Se establecen unas cantidades máximas para las dosis de fertilización, en cambio, en algunos casos son menos restrictivas que las propuestas en el Código de Buenas Prácticas Agrícolas de la Región de Murcia (CBPA), que ya forma parte de la normativa vigente y por lo tanto de la Actuación 1A. En concreto en el caso de la lechuga se establece una cantidad máxima de 135 kgN/ha para una producción máxima de 30 t/ha. En el caso del CBPA, se establece una asimilación máxima de nitrógeno de 4 KgN/t, lo que para una producción máxima de 30 t/ha,



supone una cantidad máxima de 120 kgN/ha, que resulta inferior a la propuesta. De igual forma ocurre con el apio.

La medida de Seguimiento y control establece que el sistema permitirá conocer a nivel de parcela y en tiempo real las actuaciones relacionadas con el riego y la fertilización, lo cual solo es posible con medidas periódicas de contenido de N mineral en el suelo, pero solo se propone un análisis previo al inicio del cultivo, que es más apropiado para cultivos anuales con fertilización aplicada puntualmente.

- Pág.20: “las concentraciones de nitratos o se mantienen en niveles muy altos o se han incrementado”:

Con la metodología y periodicidad actual de toma de muestras del acuífero Cuaternario para el análisis de nitratos, no puede afirmarse con tal rotundidad que los niveles han aumentado, al menos en los últimos 10-15 años. Para conocer realmente esa evolución, sería necesario intensificar la toma de muestras de las dos o tres que se hacen anualmente a una periodicidad, como mínimo, mensual.

- Pág.21:

Falta incluir el Artículo 7 de la Ley 1/2018, sobre prohibición de apilamiento temporal de estiércoles en parcela, ya que también afecta directamente a los agricultores.

En el documento se habla en varias ocasiones de abonado orgánico, pero no se incluye en esta categoría a los restos de cosecha que se pueden incorporar al suelo y que también suponen una fuente de N cuya mineralización sería necesario considerar para el cálculo de los aportes fertilizantes (páginas 27-28).

- Pág. 31: *“Mediante la aplicación informática puede cuantificarse el insumo de nitrógeno y su disponibilidad en el suelo. Este seguimiento unido a los datos de calidad de las aguas subterráneas, permite contrastar balances fertilizantes y niveles de contaminación del acuífero en función de las diferentes medidas adoptadas”.*

Los niveles de nitratos en el acuífero no están sincronizados en el tiempo con los balances de N a nivel de parcela. Es difícil encontrar una relación entre los balances de N según las medidas adoptadas y los niveles de contaminación en el acuífero.

- Pág.31 “Monitoreo y Control de las técnicas de fertilización”:

- i) Se citan tres fuentes de nitrógeno para los cultivos, pero para dar cumplimiento a la Directiva de Nitratos faltaría incluir la mineralización del resto de la cosecha anterior
- ii) En cuanto a la necesidad de una aplicación informática para cuantificar el insumo de nitrógeno y su disponibilidad en el suelo, la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería



y Pesca de Murcia ya está trabajando en una “calculadora de Balance de Nitratos”, que podría tener una versión web y una “app” para móviles.

- iii) Como alternativa, se puede proponer un cuaderno de campo on-line donde se refleje para cada unidad parcelaria las compras de fertilizantes (facturas). De este modo, se controlaría posibles aplicaciones indebidas/excesivas a los cultivos.

- Pág.33, “Tabla 2: Intervalos de referencia para producciones y fertilización nitrogenada con riego localizado”.

Faltan cultivos en la tabla, que sí están recogidos en el Código de Buenas Prácticas y en el Programa de Actuación.

- Pág.34:

Es necesaria una justificación detallada de varios parámetros en relación con la reducción de las dosis de fertilización por zonas, ya que de otro modo dan una apariencia de arbitrariedad:

- iii) En la Zona1, ¿cuál es la justificación técnica de las profundidades del nivel freático de las dos primeras restricciones (1,5 y 3 metros)? ¿Se trata de un nivel medio anual o puntual? ¿Cómo se controlaría a nivel de parcela? Y si el nivel varía en el tiempo, ¿cómo se tendría en cuenta la restricción? ¿Con qué margen de variación?
- iv) En el tercer punto, ¿Cómo se ha definido la franja de 800 metros? ¿A qué criterios responde y por qué no es otra cifra? ¿A qué profundidad está el nivel freático en toda esa franja? ¿Es posible que haya parcelas en zonas dentro de esa franja a las que no sería necesario aplicar esta restricción?
- v) Tampoco existe una justificación para los valores porcentuales de reducción de las dosis de fertilizante mineral y orgánico respecto de la Tabla 2, que son del 20% en Zona 1, 15% en Zona 2, y 10% en Zona 3. ¿Cómo se han estimado o calculado estos porcentajes? ¿Qué criterios técnicos, agronómicos o hidrogeológicos se han considerado?
- vi) Ocurre algo similar con el establecimiento de las dosis de abonado orgánico por Zonas: Zona 1, 130 kgN/ha y año; Zona 2, 150 kgN/ha y año; Zona 3, 170 kgN/ha y año. Las dudas sobre su estimación son las mismas.

- Pág. 34: En el resto de superficies cultivables de la Zona 1, se ajustarán las dosis de abonado nitrogenado a la capacidad de retención de los horizontes y el estado fenológico de los cultivos, de forma que se reduzca al máximo la percolación profunda.

¿A qué se refiere con capacidad de retención de los horizontes? ¿A la capacidad de intercambio catiónico? Si es así, afectaría al N en la forma amónica, pero no al N en la forma nítrica.





- Pág.35, Directrices relativas a la fertilización mineral: *“En riegos por goteo no se permitirán riegos de más de 3 horas al día, con un máximo de 1 hora ininterrumpida”*:

Se da una incongruencia agronómica, especialmente en cultivos leñosos como los cítricos, consistente en que la limitación del riego por tiempo obliga al agricultor a aportar un mayor caudal en menor tiempo para alcanzar las necesidades del cultivo, y ello puede llevar a efectos indeseados como encharcamiento en superficie, incremento de las afecciones de enfermedades en los árboles y un incremento de la lixiviación por debajo de la zona radicular de los mismos.

- Pág.36, *“Se suspenderán los aportes fertilización al suelo en los periodos de inactividad o escasa actividad del sistema radicular, periodos que suelen coincidir con el otoño y el invierno en cultivos al aire libre”*.

¿A qué cultivos se refiere? En el Campo de Cartagena no se da tal periodo de inactividad en otoño e invierno, existiendo cultivos en plena producción en esas fechas (p.e.: lechugas).

Sobre la aplicación del Artículo 14:

- Habría que indicar que “los fertilizantes orgánicos para cultivo ecológico son de liberación controlada” (aspecto lógico). Con lo cual todos los fertilizantes que tengan el certificado para ecológico con cualquiera que sea su sello de certificación (cae, demeter, ecocert, etc.) se podrían utilizar. Si no es así, en la actualidad sólo tendríamos como posibles fertilizantes el sulfato de potasio (y no todos) y el sulfato de magnesio, a no ser que se incluya este comentario en el Texto.
- El inhibidor DMPP es el más utilizado en agricultura. Su valor para conseguir una transformación más lenta de las formas amoniacales a nítricas está demostrado. Sin embargo, no se tienen estudios detallados de cómo afecta este inhibidor (y los demás) sobre la microbiología del suelo. Por tanto, aunque sí es descrito que es altamente selectivo con las bacterias Nitrosomonas, sería necesaria una evaluación sobre los efectos que tiene en las condiciones naturales del suelo. Hay que señalar que el DMPP tiene acción sobre fertilizantes que contengan urea y sulfato amónico, y que de ninguna manera actúa sobre las formas nítricas. Por ello, no tiene nada que ver la asimilación del cultivo sobre la actuación que tiene el DMPP sobre las bacterias Nitrosomonas, y lo único que se consigue es un paso más lento a la forma nítrica, con lo cual la hace más asimilable y menos lixiviable al adaptarse más racionalmente la disponibilidad del nitrato al ciclo de desarrollo del cultivo.
- En los cultivos sin suelo: a) El aporte de calcio a cultivos sin suelo se puede hacer de muchas maneras, y el nitrógeno se podría aportar mediante otras formas de nitrógeno como nitrato amónico y urea. b) Los inhibidores de la nitrificación no son en base a sulfato amónico, y si es verdad que éste es tóxico en cultivos sin suelo, a no ser que los aportes fueran en muy baja cantidad.



## ACTUACIÓN Nº 2: ADAPTACIÓN AL MODELO PRODUCTIVO

---

### Investigadores y Técnicos autores del informe

**Félix Francés, Inmaculada Bautista, Antonio Lidón y Cristina Puertes** (IIAMA de la UPV), **David Martínez Vicente** (CARM - DG Innovación, Producciones y Mercados Agroalimentarios), **Emilio Nicolás Nicolás** (CEBAS-CSIC, Dpto. Riegos) y **Juan José Martínez Sánchez** (UPCT, Dpto. Producción Vegetal)

### Comentario general

En realidad, esta actuación aporta muy poco a la consecución de los objetivos si la Actuación 1 es efectiva en el control del N para reducir al mínimo su percolación. Por tanto, su puesta en marcha debería supeditarse a la efectividad de la Actuación 1.

No se hace una valoración de las posibles consecuencias económicas y sociales del cambio en el modelo productivo, que pueden ser muy importantes.

En la descripción de la actuación da por hecho que los modelos productivos actuales son más contaminantes que los que proponen en la medida, pero eso no está comprobado, ni habla de qué tipo de contaminación. No se deberían proponer medidas basadas únicamente en la intuición.

### Comentarios específicos

- Página 40, “2.1. Rotaciones y adaptación de cultivos”:

Esto ya se hace en el Campo de Cartagena. El documento debería definir en primer lugar qué rotaciones se realizan actualmente y si sería necesario o conveniente realizar otras, su justificación y cuáles serían.

- Pág. 40, “Introducción en las rotaciones cultivos con altos requerimientos en Nitrógeno”:

En esta recomendación, hay que tener en cuenta no sólo la capacidad de extracción de nitrógeno del suelo de los cultivos, sino también sus necesidades de agua, ya que en los escenarios de escasez hídrica recurrentes en esta zona no será viable la incorporación de cultivos de altas necesidades. Por ejemplo, el proyecto informativo cita al cultivo del maíz como especie de cereal extractora de nitrógeno, pero sus requerimientos hídricos son muy elevados. En cuanto a las rotaciones con otros cereales como el trigo, ya se están haciendo en el Campo de Cartagena.



Con qué frecuencia y en cuánta superficie es lo que habría que estudiar para proponer o la potenciación de este tipo de medidas.

- Pág.40, “Extensificación del barbecho en las rotaciones”:

Respecto a la extensificación del barbecho, consideramos que es una estrategia que no debe extenderse mucho en el tiempo para evitar un excesivo nivel de erosión y arrastres provocados por el no cultivo y por tanto de escasa aplicabilidad en el Campo de Cartagena.

- Pág.41, “Fomento de cultivos leñosos”:

Los cítricos ya han incrementado su superficie en el municipio de Cartagena, en el resto se ha experimentado un descenso o estabilización en los últimos diez años. Aumentar estas superficies en detrimento de otras orientaciones productivas debería implicar beneficios muy claros para el agricultor para que lo llevase a cabo.

En cuanto a frutales de hueso, se han realizado diversas experiencias al respecto en el Campo de Cartagena, aunque no han dado el resultado esperado y se están arrancando plantaciones por su inviabilidad práctica debido a restricciones climáticas que provocan una producción errática y escasa. No obstante, se debe fomentar la búsqueda de cultivos leñosos alternativos.

- Pág.43, “Alternativa 2.C y 2.D”:

Estas alternativas suponen cambiar entre un 25 y un 35%, o incluso más, de superficie de cultivo actual por superficie en agricultura ecológica. Sin embargo no la justifica ambientalmente ni tampoco hace un estudio de la repercusión económica del cambio de cultivo. ¿Por qué la transformación de un 25 ó 35% a agricultura ecológica? ¿Cómo se ha estimado este rango, con qué criterios? Esos porcentajes implicarían la transformación a cultivo ecológico de más de 20.000 ha en el Campo de Cartagena que, a priori, parece un valor muy elevado considerando el tipo de cultivos que se dan actualmente en la zona.

¿Cuál va a ser la ganancia medioambiental? ¿Qué tipos de contaminantes dejarán de llegar al Mar menor con la adopción de esta medida? Además, actualmente la Ley 1/2018 restringe mucho las posibilidades de la agricultura ecológica por la aplicación de estiércoles para la biosolarización del suelo. La medida no está justificada ambientalmente, no deja de ser una propuesta intuitiva, como muchas otras del documento.

- Pág.43, “Alternativa 2.D”:



Los sistemas de sustrato confinado con recirculación de nutrientes requieren la utilización de un agua con una calidad excelente que, en el Campo de Cartagena probablemente no llegaría a cumplir siquiera el agua del Trasvase Tajo-Segura. Al incremento de costes producidos por esta tecnología habría que sumarle el tratamiento del agua de riego para adaptarlo a los requerimientos del sistema. De hecho hay experiencias de este cultivo con problemas de contagio de enfermedades y de pérdida de rendimiento y calidad por desequilibrios en la solución nutritiva. De ahí la importancia de que siendo una medida a potenciar, no sea obligatoria, posibilidad ésta que se indica en el último párrafo del epígrafe 2.2 en la página 42, hasta que técnicamente se hayan resuelto las complicaciones técnicas que afectan a la seguridad del cultivo. Si es una medida orientada a cómo debe ser la agricultura nacional profesionalizada del futuro habría que potenciarla en todo el territorio para evitar los agravios territoriales que se podrían producir entre comunidades autónomas con el establecimiento de medidas obligatorias únicamente en la Región de Murcia.

Además, esta tecnología debería aplicarse en cultivos bajo invernadero. ¿Quiere decir que se obligaría a los agricultores a invertir en estas infraestructuras para poder aplicar el sistema de sustrato confinado con recirculación? ¿Para qué tipo de cultivos se pretende aplicar esta obligación? ¿Habría mercado suficiente para su producción, con una mínima garantía de que los precios de venta compensarán la inversión?.

No obstante sí habría que considerarla como recomendable y potenciar el desarrollo tecnológico del sistema para que con un manejo del cultivo adecuado desde el punto de vista sanitario y nutricional y trabajando con variedades resistentes, no tiene presentar problemas irresolubles.



## ACTUACIÓN 3: REVISIÓN Y ADECUACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO DE DEYECCIONES

---

### Investigadores y Técnicos autores del informe

Ángel Faz Cano (UPCT – Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria)

### Comentarios generales

Desde el primer momento el documento achaca la contaminación del acuífero a la infiltración debido a deficiencias en las instalaciones de almacenamiento de deyecciones. Estas granjas, además de constituir potenciales focos de contaminación en sí mismas, destinan buena parte de los purines que producen a la aplicación sobre los terrenos agrícolas, por lo que ejercen un papel muy relevante en esta problemática.

En todo caso, para poder afirmar lo que se indica es necesario un estudio isotópico de las formas del nitrógeno con una caracterización hidroquímica y un análisis numérico. Además es necesario relacionar este punto con el balance hídrico de la zona y la naturaleza del medio edáfico sobre el que se asientan las balsas y uso y manejo del suelo agrícola que recibe estas enmiendas.

**Insiste en que conviene hacer énfasis en lo relativo a revisión y adecuación de las instalaciones de almacenamiento** de deyecciones ganaderas, para lo cual se realizarán las siguientes medidas:

- Cumplimiento de la normativa vigente.
- Programa de Seguimiento y Control.
- Adecuación de las instalaciones actuales (correcto dimensionamiento, ubicación y diseño, impermeabilización absoluta, etc.).

La legislación a aplicar queda perfectamente descrita en el documento revisado pero a modo de ejemplo conviene hacer énfasis en el decreto 121/2012, de 28 de septiembre, por el que se establece la ordenación de estas explotaciones, *“que dispondrán de tanques o balsas impermeabilizadas, natural o artificialmente, para los purines en el caso de los cerdos, o para el almacenamiento de estiércol, con capacidad mínima suficiente para almacenar la producción de purines y/o estiércoles de tres meses de la actividad ganadera de la explotación La estanqueidad natural deberá acreditarla el ganadero mediante el pertinente estudio hidrogeológico del suelo, compatible con los datos que dispone CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA sobre el grado de vulnerabilidad y permeabilidad de los suelos de la Cuenca.*



La Dirección General a Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura EXIGE que se asegure esa estanqueidad. Al igual que se exige que las *características constructivas de las balsas o estanques existentes en las explotaciones ganaderas porcinas se ajusten a lo establecido en el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. En todos los casos deberá verificarse periódicamente el mantenimiento de la estanqueidad y la ausencia de filtraciones o fugas al medio, etc.*

En lo relativo a la gestión y trazabilidad de los estiércoles y purines, no menciona el documento la Orden de 16 de junio de 2016, de la Consejería de Agua, Agricultura y medio ambiente, por la que se modifican las Órdenes de 19 de noviembre de 2008, 3 de marzo de 2009 y 27 de junio de 2011, de la Consejería de Agricultura y Agua, por las que se establecen los programas de actuación sobre las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario en la Región de Murcia, que dice:

El Programa desarrolla las principales actuaciones necesarias para reducir la contaminación por nitratos de origen agrario en aguas continentales y litorales, permitiendo recuperar valores por debajo de 50 mg/L de ión nitrato, que haga factible alcanzar un nivel de calidad aceptable para cualquier uso.

Aunque solamente hace referencia a la contaminación por nitratos las actuaciones que se proponen en el documento son similares a las que se proponen en este documento.

Además, también se puede considerar que la información que se pide para el punto **2. Seguimiento y Control**, viene igualmente recogida en los Documentos 1, y 1. A, de dicha Orden que se incluyen a continuación.

DOCUMENTO 1. CUADERNO DE CONTROL DEL PLAN DE GESTIÓN DE PURINES Y ESTIÉRCOLES

TITULAR DE LA EXPLOTACION AGRARIA

NOMBRE Y APELLIDOS:
DIRECCION:
Nº DE REGISTRO EXPLOTACIONES AGRARIAS:

EXPLOTACION GANADERA

DIRECCION/UBICACION:
COGIDO REGA:
TIPOS DE GANADO DE LA EXPLOTACION:
Nº PLAZAS/ CENSO MEDIO ANUAL:
Nº PLAZAS:
SISTEMA DE PRODUCCION:
PRODUCCION ANUAL DE ESTIÉRCOL:
FORMA PREVISTA DE GESTIÓN (con expresión de porcentajes estimados por tipo de gestión):
- Explotaciones agrícolas.
- Gestor intermedio
- Plantas biogás, compostaje, (...)
- Otros operadores



DOCUMENTO 1A. Explotaciones con actividad ganadera (a cumplimentar por el ganadero)

Día de Salida (dd/mm/aa)	Nº Documento Comercial	Tipo y cantidad de estiércol <sup>(1)</sup>	Transportista	Vehículo	Destino
			-Nombre -Autorización administrativa (DGPECA) <sup>(2)</sup> Código SANDACH	-Matrícula -Autorización administrativa (DGAGPA) <sup>(3)</sup>	-Nombre agricultor <sup>(4)</sup> -nº Registro en RGEA -Operador de destino <sup>(5)</sup> : a) Planta de compost b) Biogás c) Otros

<sup>(1)</sup>: Purín (m<sup>3</sup>); Estiércol (kg)

<sup>(2)</sup>: DGPECA: Dirección General de Planificación, Evaluación y Control Ambiental. Autorización de transportista de residuos no peligrosos.

<sup>(3)</sup>: DGAGPA: Dirección General de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura.- Registro de transportistas SANDACH

<sup>(4)</sup>: RGEA: Registro General de Empresas Agrarias

<sup>(5)</sup>: Nombre y autorización por la DGPECA

DOCUMENTO 1B. Explotaciones con actividad agrícola (a cumplimentar por ganadero-agricultor o agricultor exclusivo)

Día de Recepción (dd/mm/aa)	Nº Documento Comercial	Tipo y cantidad de estiércol <sup>(1)</sup>	Transportista	Vehículo	Origen	Destino	Cultivo y plan de abonado <sup>(7)</sup>
			-Nombre -Autorización administrativa (DGPECA) <sup>(2)</sup> - Código SANDACH	-Matrícula -Autorización administrativa (DGAGPA) <sup>(3)</sup>	-Nombre de ganadero -Código REGA de explotación <sup>(6)</sup> -Operador de destino <sup>(5)</sup> : a) Planta de compost b) Biogás c) Otros	-Polígono y parcela de aplicación	

<sup>(1)</sup>: Purín (m<sup>3</sup>); Estiércol (kg)

<sup>(2)</sup>: DGPECA: Dirección General de Planificación, Evaluación y Control Ambiental. Autorización de transportista de residuos no peligrosos.

<sup>(3)</sup>: DGAGPA: Dirección General de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura.- Registro de transportistas SANDACH

<sup>(4)</sup>: RGEA: Registro General de Empresas Agrarias

<sup>(5)</sup>: Nombre y autorización por la DGPECA

<sup>(6)</sup>: REGA. Código de explotación ganadera de origen, a aportar por el propietario de las instalaciones ganaderas.

<sup>(7)</sup>: tipo de cultivo, plan de abonado indicando balance nitrogenado (superficie de parcelas, necesidades de cultivo, mineralización de fertilizantes en suelo, cantidad a aplicar, ...).

La supervisión para cada una de las alternativas debe realizarse por inspectores cualificados en los diferentes tipos de explotaciones ganaderas, que revisarán sistemáticamente todas las instalaciones de explotación, con especial detalle en las zonas de almacenamiento y circulación de las deyecciones, con objeto de evaluar el riesgo de fugas o vertidos incontrolados. Cada inspección deberá plasmarse en una ficha de cada explotación en la que se evalúe el estado de las instalaciones, indicándose en su caso las cuestiones a subsanar a corregir y el plazo para ello.

El trabajo de campo realizado para la determinación del diagnóstico refleja una deficiencia en la mayoría de las instalaciones por ello con esta medida se pretende asegurar que todas las explotaciones ganaderas tengan las instalaciones adecuadas para la recogida y/o almacenamiento de estos residuos. En diferentes ocasiones señala como residuos a los purines cosa que no es cierto pues ha de considerarse como un subproducto (SANDACH) quedando fuera de la normativa vigente en materia de residuos.

Es curioso que dice textualmente

*-Se construirán de forma obligatoria con una impermeabilización artificial, ya que como se ha podido comprobar en las visitas realizadas a campo, la impermeabilización natural realizada en la mayoría de las explotaciones no tiene efectividad.*

*-Instalar en las balsas un sistema de detección de fugas.*





Difícilmente la estanqueidad se puede observar de visu y no es viable por el manejo que se hace de estas balsas disponer de un sistema de detección de fugas. Será obligatorio comprobar la integridad estructural de los depósitos una vez al año.

En cuanto a las alternativas:

### Alternativa 3A

El nivel mínimo en la aplicación de esta línea de actuación corresponde a la implantación de las medidas de protección medioambiental prescritas por los distintos instrumentos normativos y las promovidas por las iniciativas de estímulo a las buenas prácticas agrarias y ganaderas vigentes actualmente.

### Alternativa 3B

Se basa en la puesta en marcha de un sistema de seguimiento y control exhaustivo que por un lado permita asegurar que el cumplimiento de la normativa vigente se está llevando a cabo de forma satisfactoria y por otro la aplicación de medidas adicionales que complementan las presentes dentro del marco legal actual.

El sistema de seguimiento y control se realizará con personal técnico especializado y designado por las administraciones competentes junto con la creación de un sistema de información georreferenciada en tiempo real, de obligado cumplimiento por parte de los ganaderos, agricultores, proveedores y gestores autorizados que permitirán cruzar todos los datos necesarios para asegurar el éxito de los resultados.

Para ello sería necesario tener los medios humanos y materiales disponibles.

Para poder aplicarla correctamente y con el debido rigor científico dichas alternativas, es fundamental conocer con la mayor exactitud posible la situación territorial de este sector y de aquellos otros relacionados, permitiendo así desarrollar un adecuado análisis y diagnóstico de su estructura territorial. Esto es totalmente relevante e imprescindible.

Para conseguir y sistematizar esta información, es preciso utilizar herramientas propias de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), pues permiten mediante la georreferenciación de las explotaciones ganaderas y la acumulación estructurada de datos sobre capas de información, la generación de mapas de información interrelacionada con distintas bases de datos (mapas interoperables), lo cual permitirá realizar análisis complejos de forma automatizada, que conduzcan a diagnósticos fiables de la realidad, lo que permitirá tomar las mejores decisiones a la hora de aplicar las distintas alternativas.

El Sistema Territorial de Referencia, cuya finalidad y objeto se establecen en el artículo 37 de la Ley 13/2015, de 30 de marzo, de ordenación territorial y urbanística de la Región de Murcia (LOTURM),



cuyo Sistema de Información Territorial es SitMurcia ([www.sitmurcia.es](http://www.sitmurcia.es)) es la plataforma adecuada para integrar la información georreferenciada de las explotaciones ganaderas con cualesquiera otras variables de la estructura territorial necesarias para la realización de los análisis pertinentes.

Una relación, no exhaustiva, de datos que habría que introducir en el sistema serían:

- Situación de cada explotación ganadera.
- Fecha de inicio de actividad y de sus ampliaciones sucesivas.
- Tipo o tipos de ganadería.
- Número de cabezas o unidades.
- Superficie ocupada de parcela al inicio y en sucesivas ampliaciones, en su caso.
- Superficies construidas y número de naves e instalaciones en cada parcela.
- Superficie y número de balsas de purines, incluyendo su capacidad y características.
- Consumos de energía y agua.

Como datos relacionados, habría que introducir en el sistema u obtener de otras bases de datos:

- Superficies de cultivo y características (intensivo, extensivo, producción, etc.) en un entorno determinado de cada explotación o de un conjunto agregado de ellas.
- Demanda agraria de fertilizantes orgánicos.
- Situación de los acuíferos afectados y sus características.
- Situación de los núcleos de población.
- Infraestructuras de transporte y comunicaciones.

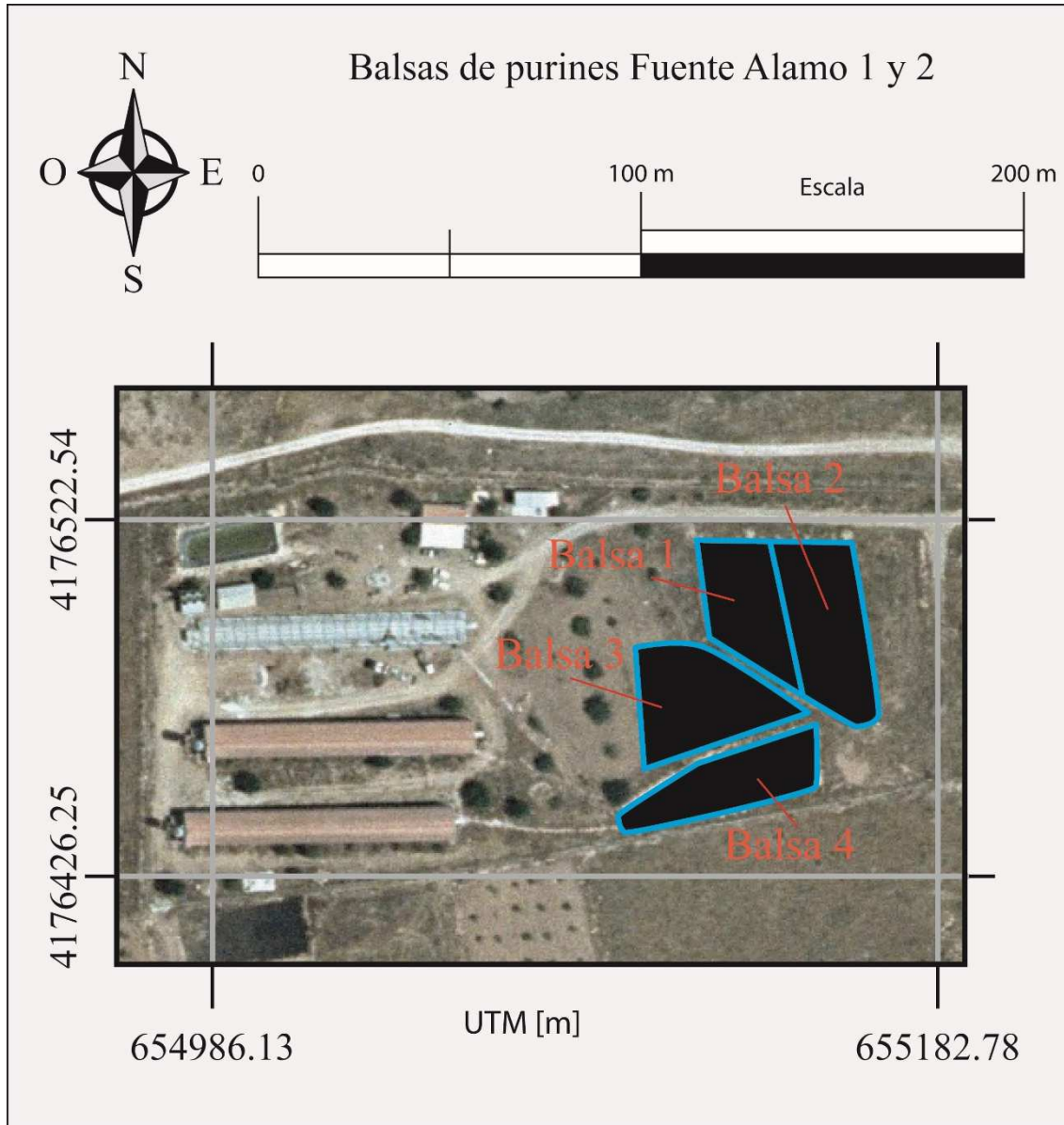
### Alternativa 3C

Esta alternativa contempla la adecuación de todos los sistemas de almacenamiento de deyecciones ganaderas que no cumplan con los requisitos de impermeabilización necesarios para asegurar que no se produzca contaminación difusa (infiltración, escorrentía...).

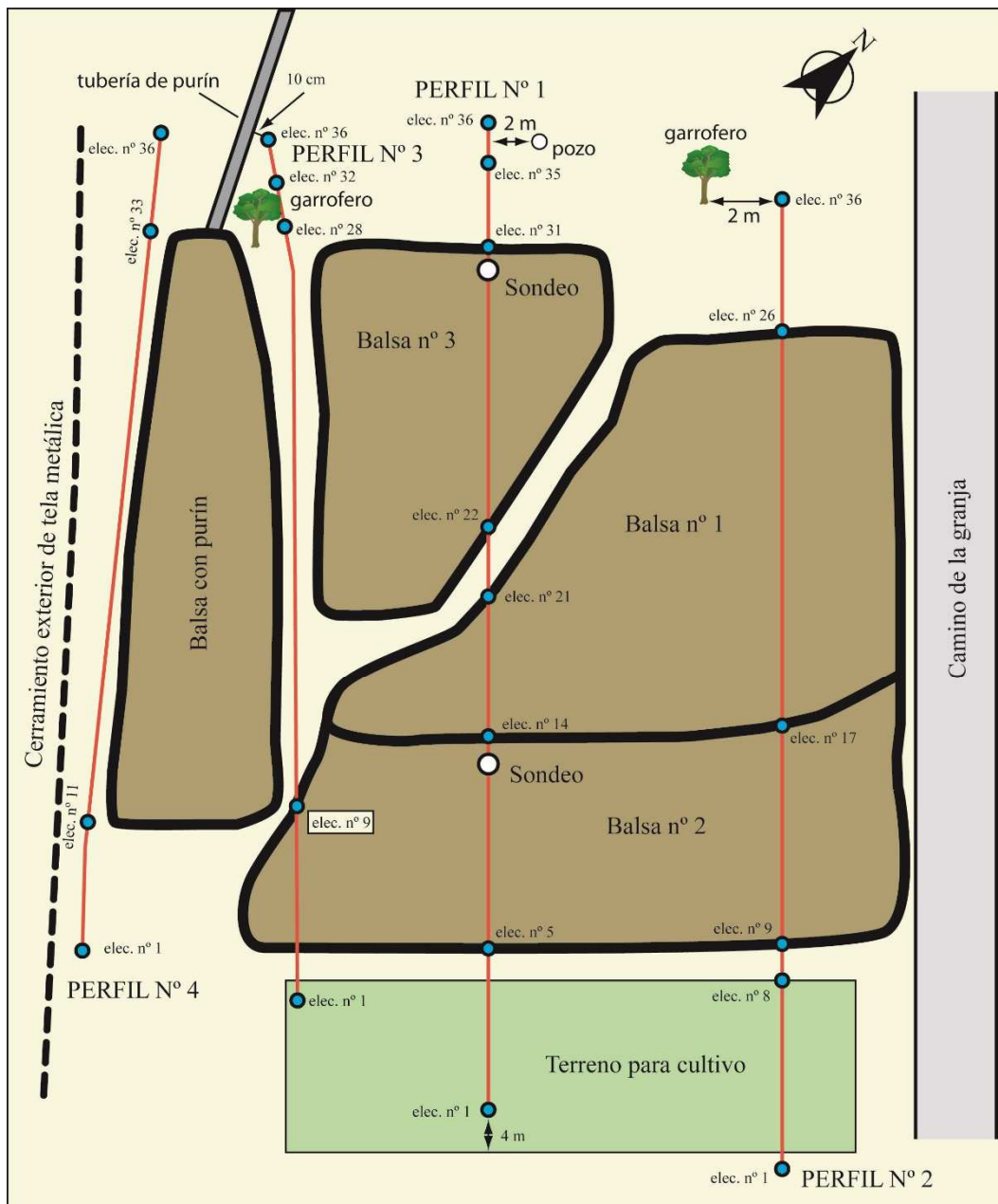
Aunque el documento habla de deficiencias constructivas y de impermeabilización de las balsas, el “estudio sobre contaminación ambiental en balsas de purines en la Región de Murcia” promovido en su día mediante convenio con FECOAM y GARSA-UPCT por la Consejería de Industria y Medio Ambiente de la CARM, concluye que en el conjunto de balsas estudiadas a lo largo de los tres años (2005-2007), representativas de la Región de Murcia en cuanto a tipos de impermeabilización natural o artificial, que los resultados obtenidos con las técnicas geofísicas y geoquímicas empleadas demostraron que la región afectada del subsuelo, en la mayoría de los depósitos investigados, ha resultado ser de profundidad somera; muy esporádicamente se detectó algún caso en el que fisuras provocan que la zona afectada alcance mayor profundidad, sin riesgo alguno de afección a posibles acuíferos.

## ANEXO 1- Ejemplo de balsas estudiadas en Fte Alamo

### Balsa nº 1 (Fuente-Álamo)



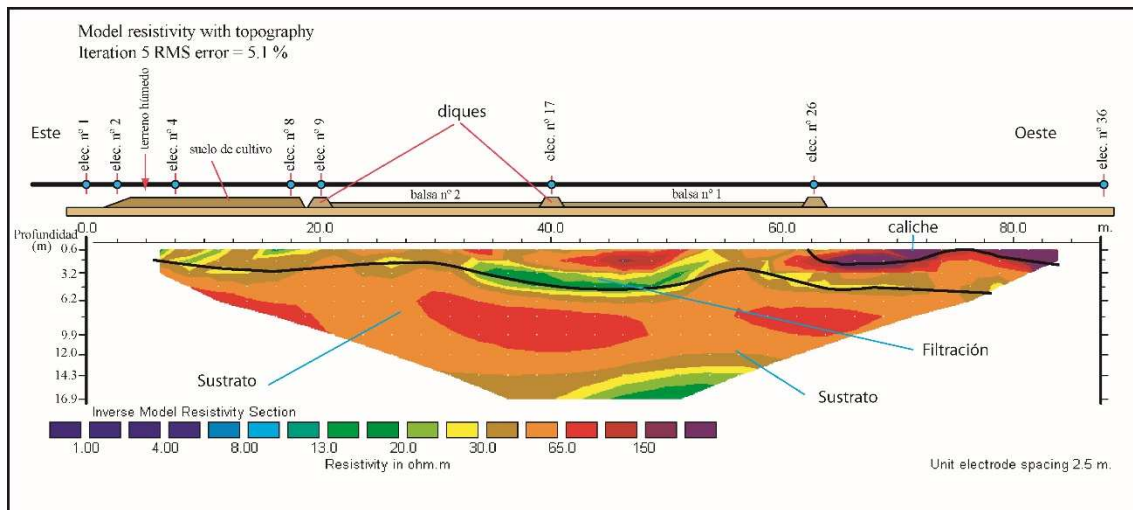
Situación del grupo de balsas de Fuente-Álamo sobre fotografía aérea.



Plano de emplazamiento de los perfiles geoelectricos  
Balsas 1 y 2 (Granja de Fuente-Álamo)  
Octubre 2004

LEYENDA	
	Balsa sin purín
	Sondeo

Representación esquemática de la posición de los perfiles geoelectricos

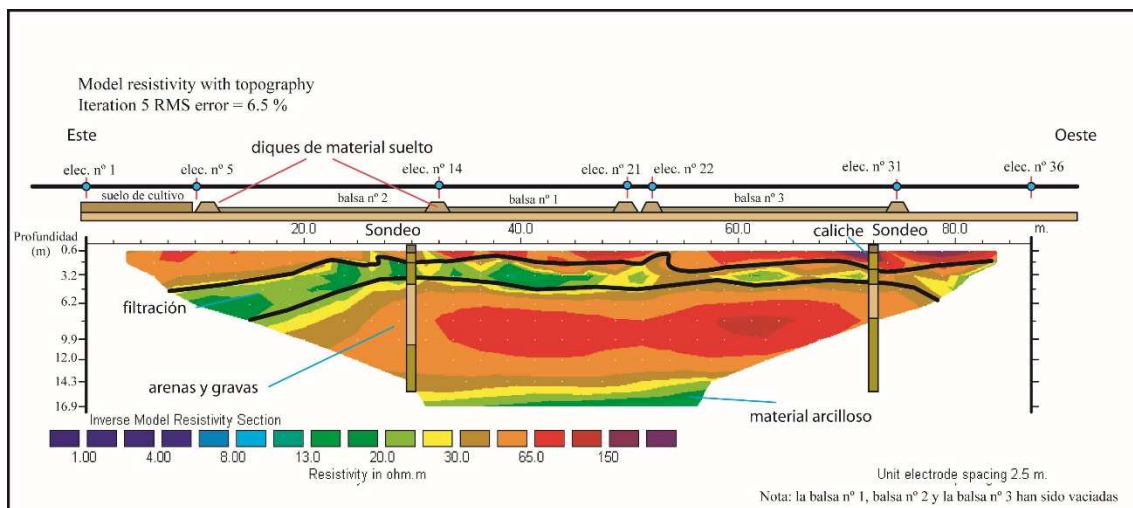


Octubre 2004

(Porcina-2 mini)

Nota: la balsa n° 1 y la balsa n° 2 han sido vaciadas recientemente

Seudosección obtenida con el perfil 2.



Octubre-2004

(Porcina-1 mini)

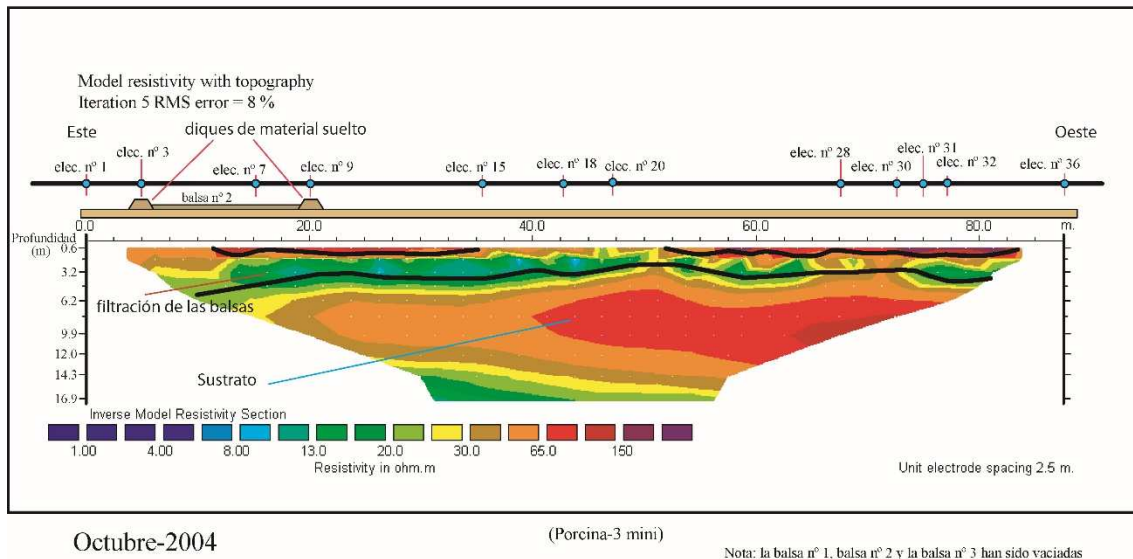
Nota: la balsa n° 1, balsa n° 2 y la balsa n° 3 han sido vaciadas

Leyenda	
	suelo
	caliche
	arcilla arenosa
	arenas y grava

Seudosección obtenida con el perfil 4.



### Vista general del perfil 1 en el grupo de balsas de Fuente-Alamo.



Seudosección obtenida con el perfil 3.



## **ACTUACIÓN 4: ESTABLECIMIENTO DE UN RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN DE LA MASA SUBTERRÁNEA DEL AGUA.**

---

### **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**Francisco Cabezas Calvo** (Director General Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua)

### **Comentarios específicos**

Alcanzar el buen estado de las masas de agua es un objetivo genérico que ha de perseguirse en todos los casos, y que puede requerir o no de declaración específica. El desarrollo de un régimen de explotación no necesariamente requiere de esta declaración y, en cualquier caso, ha de basarse en una definición previa y precisa de los objetivos perseguidos y un análisis técnico de la viabilidad de alcanzar esos objetivos.

Las consideraciones jurídicas sobre la comunidad de usuarios y la "Comunidad de masa" no parecen ajustadas pues contienen planteamientos muy discutibles o erróneos (p.e. asimilación de la "masa" al acuífero cuaternario, consideración de la comunidad de usuarios de aguas superficiales como un comunero más de la "Comunidad de masa", consideraciones extemporáneas y genéricas sobre el régimen de concesiones y perímetros, etc.).

Además, la relación de este problema con el "vertido cero" al Mar Menor se basaría en la prohibición expresa, y correspondiente consideración en el plan de explotación, de que se produzcan flujos del acuífero cuaternario a la laguna. Ello es técnicamente imposible en la práctica, pudiendo aspirarse, a lo sumo, a su reducción, pero la cuantía real de la posible reducción, y su eficacia práctica, han de ser debidamente evaluadas.

Además, una reducción sustancial supondría una modificación de los balances hídricos del Mar Menor, con efectos derivados sobre las entradas por las golgas, el régimen de temperaturas o la salinidad del agua. Todo ello puede tener consecuencias ambientales deben ser igualmente evaluadas bajo una perspectiva global.

En definitiva, la actuación de fijar un régimen de explotación del acuífero se estima como adecuada y deseable, pero para el objetivo principal de la ordenación de los aprovechamientos de la zona y un uso conjunto optimizado de todos los recursos concurrentes. Bajo esta perspectiva, el efecto sobre el Mar Menor es en principio secundario, sin perjuicio de que se analice expresamente la posibilidad de reducir los flujos de salida a la laguna desde acuífero y se cuantifique hasta qué cuantía es viable y razonable desde un punto de vista técnico-económico.





La sustitución de captaciones individuales por colectivas se considera también deseable, pero han de establecerse los adecuados e imprescindibles mecanismos jurídico-administrativos y económicos para ello, que no irían necesariamente en la línea de lo apuntado en el proyecto.

Por otra parte, y como cuestión fundamental, tanto el régimen de explotación como la sustitución de captaciones requieren de un conocimiento técnico hidrogeológico y de usos del agua del que no se dispone todavía con suficiente detalle. Debe avanzarse en este conocimiento antes de proponer soluciones definitivas.

## **ACTUACIÓN 5: EXTRACCIÓN DIRECTA PARA EL DRENAJE DEL ACUÍFERO.**

### **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**José Luis García Aróstegui (IGME) Francisco Cabezas Calvo-Rubio (Director General Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua), David Martínez Vicente (CARM - DG Innovación, Producciones y Mercados Agroalimentarios).**

### **Comentarios generales**

Una reducción sustancial de aportes subterráneos a la laguna reducirá la entrada de nitratos pero puede tener otros efectos ambientales que deben evaluados. Es necesario conocer mejor los procesos hidrológicos, físico-químicos y ecológicos (balances de agua, sedimentos y nutrientes, fuentes de la contaminación, impactos ambientales de la alteración de esos balances...) antes de tomar decisiones que pueden ser inapropiadas o que, siendo apropiadas, ofrezcan relaciones coste/eficacia inadecuadas. Se está avanzando mucho en todo esto en los últimos años, pero quedan aún cuestiones básicas e incógnitas pendientes de dilucidar.

Por otra parte, conviene distinguir entre las aguas subterráneas de drenaje del acuífero y las aguas circulantes en el tramo final del Albuñón. Éstas últimas tendrán previsiblemente un contenido salino muy superior a las subterráneas, por lo que los tratamientos adecuados pueden no ser los mismos.

A pesar de que los datos son escasos, los caudales circulantes por la rambla del Albuñón no tienen origen subterráneo la mayor parte del año, al menos en el tramo situado aguas arriba del puente de la autovía. Conocer la relación de la rambla con el acuífero, y en definitiva, los caudales (y su origen) que alimentarían al Filtro Verde es esencial para establecer su viabilidad. Actualmente está en valoración la creación de un filtro verde de unas 9 ha, y no 18 como se indica en el documento.



No se entiende la creación de filtros verdes para reducir los contenidos en nitratos, si después el agua va a enviarse a la planta del Mojón para su desnitrificación.

La recomendación sería no priorizar estas actuaciones construyendo de forma inmediata zanjas y pozos que drenen al acuífero, sino centrar los esfuerzos en la mejora del conocimiento hidrogeológico del sistema acuífero, avanzando gradualmente conforme a un Plan progresivo de drenaje del acuífero cuaternario, orientado a reducir sus salidas al Mar Menor hasta niveles compatibles con el mantenimiento y mejora de su estado ecológico. Este Plan debiera diseñarse previamente. En el documento de Análisis se apuntan posibles extracciones de 0, 12 y 20 hm<sup>3</sup>/año, (alternativas 5.A, 5.B, y 5.C) sin justificación técnica, puesto que está en elaboración en Estudio que va a mejorar la cuantificación de la descarga.

Básicamente se diferencian en el volumen de agua subterránea a extraer. Ambas alternativas ya incluyen la definición del número de sondeos a realizar y su situación, así como las de varios drenes. Y sólo en la 5.C se menciona brevemente que todo este diseño estaría sujeto a una previa "caracterización hidrogeológica de detalle". En realidad, insistimos, no sería suficiente una caracterización hidrogeológica. Es necesario un estudio hidrogeológico completo que concluya con un modelo hidrogeológico transitorio que sirva no sólo para definir qué infraestructuras serían necesarias, su número, su localización y sus características de construcción y parámetros de funcionamiento idóneos; sino también como herramienta de seguimiento y evaluación de las medidas a adoptar y su corrección/adaptación en el tiempo. Incluso, aunque tal vez menos probable, la conclusión podría ser que no fuese necesaria la adopción de actuaciones en algunas zonas, con el consiguiente ahorro de recursos.

En paralelo al desarrollo de este Plan de drenaje del cuaternario, debe avanzarse en un modelo ecológico de la laguna que permita evaluar su respuesta ecológica a las posibles medidas que impliquen alteraciones del balance hídrico, y valorar en términos medioambientales las consecuencias de estas medidas. Se desaconseja avanzar indiscriminadamente en las actuaciones de drenaje sin esta valoración ambiental previa de su impacto, máxime si los volúmenes afectados inciden sobre el dimensionamiento de costosas conducciones y plantas de tratamiento.

También en paralelo al plan de drenaje debe avanzarse en una integración del modelo hidrológico de la cuenca con las entradas a la laguna, sus flujos y los mecanismos de intercambio por las golas. Sin perjuicio del necesario avance en el conocimiento e investigación sobre elementos concretos, el conjunto debe ser contemplado unitariamente y ha de ser globalmente coherente.

En definitiva, el acuífero del Campo de Cartagena está sometido a múltiples presiones, que además son variables en el tiempo, por lo que estamos ante una situación dinámica a la que habrá que responder en cada momento de la forma más óptima posible. Sin un incremento significativo del



conocimiento del acuífero, mediante un estudio hidrogeológico de la totalidad del Campo de Cartagena, las medidas propuestas podrían suponer un gasto de recursos innecesario y que no aporten nada a la solución de los problemas del Mar Menor.

## **Investigadores y Técnicos autores del informe**

Juan José Martínez Sánchez (UPCT – Departamento de Producción Vegetal)

### **Comentarios específicos**

- PÁGINA 72.

*Se lee: Complementariamente se propone la instalación de una serie de “filtros verdes”, antes del bombeo de las aguas captadas en la Rambla del Albuñón y de los sistemas de drenaje que, además de conseguir una primera etapa de desnitrificación, contribuyan a una restauración ambiental del entorno del Mar Menor.*

Se plantea un filtro verde como una instalación complementaria a la desnitrificación de las desalobradoras de El Mojón y Arco Sur. Se considera que es una medida muy costosa y redundante, habida cuenta que el filtro se está diseñando para que las aguas tengan contenidos inferiores a 15 mg/L de N.

- PÁGINA 76: Filtros verdes:

*Dice: Está en licitación la ejecución del proyecto para la instalación de un “filtro verde” de 18 ha, antes del bombeo hacia las planta de tratamiento, de las aguas captadas en la Rambla del Albuñón. Además de conseguir una primera etapa de desnitrificación, contribuye a una restauración ambiental del entorno del Mar Menor.*

Deben actualizarse estos datos. El proyecto contempla la construcción de un filtro verde de tan solo 9,23 ha (6,9 efectivas), que no tratará más de 1,9 hm<sup>3</sup>/año.

Último párrafo de esa misma página:

*Por otro lado se propone la instalación de una serie de filtros verdes en la zona Norte para filtrar las aguas captadas por el drenaje perimetral del acuífero y/o los pozos asociados a dicho drenaje (9,4 hm<sup>3</sup>/año), antes de ser conducidas a las planta de tratamiento del Mojón. La superficie total estimada para filtrar este volumen sería de unas 36 ha (coste: 7.060.204,336 €).*

Si el sistema constructivo de estos filtros verdes es similar al proyectado en la desembocadura de la rambla de El Albuñón (Los Alcázares), se necesitarían 45 ha para tratar esos 9,4 hm<sup>3</sup>/año.

Con un sistema de desnitrificación en origen se ahorraría este coste y la eficacia sería mayor. El tiempo de retención del agua en los filtros verdes es de 4-5 días, mientras que en las balsas con



astillas de madera de tan solo 24 horas (e incluso de 10 horas en verano). Además, la eficacia es mucho mayor e inmediata en las balsas con astillas (la tasa de desnitrificación por superficie puede ser de al menos un orden de magnitud superior en los biorreactores que en los filtros verdes, según Robertson and Merkle (2009) y Van Driel et al. (2006b). Y eso sin tener en cuenta que los biorreactores probados en el campo de Cartagena son mucho más eficaces aún que los instalados en EEUU por las altas temperaturas de nuestra zona. Los filtros verdes no alcanzan un funcionamiento óptimo hasta que ha crecido la vegetación implantada y es capaz de aportar suficiente carbono al sistema (2-3 años) (Kadlec, 2005). Además, en EEUU están siendo desechados frente a la desnitrificación con astillas de madera por su coste de implementación inicial, más el de mantenimiento a largo plazo (Christianson, 2011).

Esas 45 ha de filtro verde se reducirían a menos de 20 si se construye un sistema con balsas de astillas. Por supuesto el coste no disminuye a la mitad (por la menor superficie) sino mucho más porque la construcción una hectárea de filtro verde es seguramente de una unidad de magnitud superior a la de las balsas de astillas. No obstante para evitar la ocupación de tanto terreno fértil y en un mismo emplazamiento, se debe proponer la desnitrificación en origen. De esta manera la superficie queda repartida en zonas muertas de las diferentes explotaciones, no hace falta coste de expropiación y el impacto ambiental es nulo.

- PÁGINA 78: Plantas de tratamiento

PLANTA DESNITRIFICADORA DEL MOJÓN Dice: *En relación con la **desnitrificación**, una medida que debe tenerse en cuenta de cara al futuro es la observación de la evolución de los resultados de los ensayos de desnitrificación para las aguas subterráneas del acuífero cuaternario. Esta medida hoy por hoy es objeto de investigación desde diferentes proyectos de ensayos y no tiene una aplicación en extenso en el Campo de Cartagena, por lo que su consideración en este estudio es a título de propuesta que deberá considerar más adelante para su realización a nivel territorial.*

Se está en desacuerdo con la sentencia “*Esta medida hoy por hoy es objeto de investigación desde diferentes proyectos de ensayos y no tiene una aplicación en extenso en el Campo de Cartagena*”. Por otro lado, tampoco tiene una aplicación en extenso los filtros verdes en el Campo de Cartagena y, sin embargo, se proponen como solución para la desnitrificación. De hecho, ahora empiezan a construirse instalaciones en la depuradora de los Alcázares a escala piloto para estudiar el funcionamiento de tres tipos diferentes de filtros verdes. El desacuerdo de los especialistas en filtros verdes del comité científico del Mar Menor con el diseño inicial del filtro verde de la desembocadura de la rambla del Albuñón también demuestra la gran incertidumbre que se tiene sobre este sistema.



- PÁGINA 78: *Electrodialisis reversible (fase constructiva)*

No se indica dónde se construiría. No se aporta ningún dato.

- PÁGINAS 78 Y 79: Dice :*El informe de la Cátedra de Agricultura Sostenible indica que sería necesario implementar una fase de experimentación con este tipo de biorreactores a escala de finca en diferentes explotaciones agrícolas con pozos autorizados que extraigan distintos caudales y tipos de salmuera con diferente salinidad y concentración de nitratos, ya que los análisis se han realizado con un agua de pozo cuyas características son de una conductividad eléctrica aproximada de 7 dS m<sup>-1</sup> y una concentración de nitratos entorno a los 70-75 mg L<sup>-1</sup> , almacenada temporalmente en una balsa de 500 m<sup>3</sup> cúbicos.*

Tal y como está redactado lo subrayado parece que tergiversa las conclusiones del informe de la Cátedra de Agricultura Sostenible del Campo de Cartagena. Parece como si se considerase que las aguas de 7ds y 70-75 mg/L de nitratos no fueran representativas del acuífero, y sí lo son. Esos valores son de agua de pozo, no de salmuera. Desde la Cátedra se reclama más posibilidades de ensayar, pero no porque esas aguas no sean representativas.

- PÁGINA 79 Dice: *Evidentemente, para completar estas evaluaciones hace falta un periodo de ensayos muy prolongado en el tiempo, por lo que estos objetivos específicos aún no se pueden dar por plenamente alcanzados.*

El periodo de tiempo nunca será superior al que Tragsa, Esamur, la UPCT y la UMU se han fijado para su estudio piloto de filtros verdes en Los Alcázares. En las experiencias realizadas por la Cátedra de Agricultura Sostenible del CC ya se dispone de datos de otoño, invierno, primavera y verano.

Dice en el antepenúltimo párrafo:

*Es necesario implementar una fase de experimentación con este tipo de biorreactores a escala de finca en diferentes explotaciones agrícolas con pozos autorizados que extraigan distintos caudales y tipos de salmuera (con diferente salinidad y concentración de nitratos). En estas explotaciones se seguiría monitorizando el funcionamiento del sistema a largo plazo para obtener el máximo de información que sirva para las mejoras adicionales que se pudieran implementar (utilización de otras fuentes de carbono, diferentes tamaños de astillas, siembra de microorganismos, control de temperatura, etc.).*

Lo indicado no le quita validez al informe; es lógico que se redacte así y se haga así en el futuro. Al igual que el documento señala para la Actuación 1: *El estudio en conjunto de todos estos aspectos ayudará a realizar en un futuro las modificaciones sobre las medidas expuestas inicialmente y corregir los errores que sean detectados, además de resolver las dificultades que*



se presenten en la obtención de la información y la aplicación de acciones. Esto mismo se puede aplicar al tema de la desnitrificación con biorreactores de astillas.

- PÁGINA 80 : Electrodiálisis reversible

*Dice: El sistema de Electrodiálisis Reversible (EDR) consiste en la introducción, en el sistema clásico de electrodiálisis, de la inversión de la polaridad eléctrica de los electrodos, que tiene lugar cada tres o cuatro veces por hora, cambiando así la dirección de movimiento de los iones, y por tanto la función de los compartimentos de concentración y dilución. Se ha visto como una vez producida la inversión de polaridad en la celda, también se invierten las corrientes de diluido y de concentrado. Cuando se produce la inversión de polaridad, los interruptores accionan automáticamente las válvulas de las dos corrientes de entrada y salida de forma que introducen agua de alimentación en los nuevos compartimentos de desmineralizado (que antes era de concentrado) y un flujo de concentrado recirculado en los nuevos compartimentos de concentrado (que antes era desmineralizado). Como consecuencia de ello se tiene durante un breve periodo de tiempo, en los compartimentos de desmineralizado, un agua producto con una concentración salina superior al nivel especificado. A esta cantidad de agua de concentración superior a la especificada se le denomina producto fuera de especificación (“off-spec product”). Por ello es necesario desviar ambos caudales durante un periodo de 0,75 a 1,5 minutos para purgar los compartimentos antes de que la corriente de desmineralizado comience a general producto especificado.*

**No se entiende el planteamiento. No se comprende lo qué aporta a la evaluación ambiental al no existir explicación alguna. No se proporcionan cifras de rendimiento ni se comentan ventajas ni desventajas, los costes o si se aplica a escala industrial o a nivel de laboratorio.**

- PÁGINA 81.

Las infraestructuras del Mojón que describe pueden servir para afinar salmueras que les lleguen desnitrificadas en origen.

- PÁGINA 85

Primer párrafo.

En dicho párrafo se indica una superficie de 51 ha de filtros verdes y en la página 76 de 36 ha. Debe corregirse.





## **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**Francisco Cabezas Calvo** (Director General Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua - UMU)

### **Comentarios específicos**

Como se apuntó antes, una reducción sustancial de aportes subterráneos a la laguna reducirá la entrada de nitratos pero puede tener otros efectos ambientales que deben evaluados. Es necesario conocer mejor los procesos hidrológicos, físico-químicos y ecológicos (balances de agua, sedimentos y nutrientes, fuentes de la contaminación, impactos ambientales de la alteración de esos balances...) antes de tomar decisiones que pueden ser inapropiadas o que, siendo apropiadas, ofrezcan relaciones coste/eficacia inadecuadas. Se está avanzando mucho en todo esto en los últimos años, pero quedan aún cuestiones básicas e incógnitas pendientes de dilucidar.

Por otra parte, conviene distinguir entre las aguas subterráneas de drenaje del acuífero y las aguas circulantes en el tramo final del Albuñón. Éstas últimas tendrán previsiblemente un contenido salino muy superior a las subterráneas, por lo que los tratamientos adecuados pueden no ser los mismos.

La recomendación sería no priorizar estas actuaciones construyendo de forma inmediata zanjas y pozos que drenen al acuífero, sino centrar los esfuerzos en la mejora del conocimiento hidrogeológico del sistema acuífero, avanzando gradualmente conforme a un Plan progresivo de drenaje del acuífero cuaternario, orientado a reducir sus salidas al Mar Menor hasta niveles compatibles con el mantenimiento y mejora de su estado ecológico. Este Plan debiera diseñarse previamente. En el documento de Análisis se apuntan posibles extracciones de 0, 12 y 20 hm<sup>3</sup>/año, (alternativas 5.A, 5.B, y 5.C) sin justificación técnica.

En paralelo al desarrollo de este Plan de drenaje del cuaternario, debe avanzarse en un modelo ecológico de la laguna que permita evaluar su respuesta ecológica a las posibles medidas que impliquen alteraciones del balance hídrico, y valorar en términos medioambientales las consecuencias de estas medidas. Se desaconseja avanzar indiscriminadamente en las actuaciones de drenaje sin esta valoración ambiental previa de su impacto, máxime si los volúmenes afectados inciden sobre el dimensionamiento de costosas conducciones y plantas de tratamiento.

También en paralelo al plan de drenaje debe avanzarse en una integración del modelo hidrológico de la cuenca con las entradas a la laguna, sus flujos y los mecanismos de intercambio por las golas. Sin perjuicio del necesario avance en el conocimiento e investigación sobre elementos concretos, el conjunto debe ser contemplado unitariamente y ha de ser globalmente coherente.





## Investigadores y Técnicos autores del informe

José Álvarez Rogel (UPCT – Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria.)

### Comentarios específicos

#### - PÁG. 76: FILTROS VERDES

Está en licitación la ejecución del proyecto para la instalación de un “filtro verde” de 18 ha, antes del bombeo hacia las planta de tratamiento, de las aguas captadas en la Rambla del Albujión. Además de conseguir una primera etapa de desnitrificación, contribuye a una restauración ambiental del entorno del Mar Menor.

**Comentario:** Debería incluirse la creación de filtros verdes en lugares estratégicos de la cuenca que permitan recoger escorrentías y drenajes aguas arriba de la desembocadura. Estos humedales, que podrían tener etapas de flujo subsuperficial y superficial deberían contribuir a mejorar la calidad de las aguas mucho antes de que éstas llegaran a la línea de costa. Además desnitrificar, deberían contribuir a retener fósforo y cualquier otro compuesto agroquímico que pudieran contener las aguas que los atravesaran. Además, retendrían sedimentos, regularían los flujos, constituirían "hot spots" para la biodiversidad y crearían ambientes más frescos en su entorno. Sus características y ubicación deberían decidirse como parte de una actuación integral de planificación hidrológico-forestal a nivel del Campo de Cartagena.

Además, estos filtros verdes podrían combinarse con los biorreactores de madera como parte de una estrategia integral de manejo y mejora de calidad de los efluentes de diverso tipo, incluyendo las salmueras desnitrificadas.

#### - PÁG. 79. BIORREACTORES CON MADERA

3. Evaluar las concentraciones de carbono orgánico soluble en los efluentes a fin de establecer si se requiere algún tratamiento antes de su vertido a un cauce o al mar.

**Comentario:** ya se tiene certeza de que las concentraciones de carbono soluble en los efluentes de los biorreactores son elevadas. Una alternativa para solucionar este problema dentro del contexto del conjunto de actuaciones a desarrollar sería acoplar los biorreactores a humedales artificiales. Si se construyen humedales de flujo superficial-subsuperficial en zonas medias de la cuenca se podrían dirigir los efluentes de cierto número de biorreactores hacia ellos para la eliminación de la materia orgánica disuelta. Hay que considerar que las aguas a tratar en el Campo de Cartagena adolecen de falta de carbono, componente imprescindible para que los



microorganismos realicen la desnitrificación. Los efluentes de los biorreactores que contienen elevado contenido en carbono podrían servir para incentivar la actividad de los microorganismos en los humedales. Además, los humedales podrían retener otros compuestos que pudieran llevar las salmueras.

## ACTUACIÓN 6: EXTRACCIÓN POR APROVECHAMIENTOS MEDIANTE POZOS

---

### Investigadores y Técnicos autores del informe

**José Luis García Aróstegui** (IGME), **Francisco Cabezas Calvo-Rubio** (Director General Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua-UMU), **David Martínez Vicente** (CARM - DG Innovación, Producciones y Mercados Agroalimentarios).

### Comentario general

Se prevé disponer un sistema comunitario de pozos con separaciones de 1200 m (valor máximo estimado del radio de influencia para estos acuíferos) y caudal de 30 l/s (caudal representativo, con ciclos de 18 h/día), lo que conduce a instalar 102 pozos. El total extraíble iría de 62 a 82 hm<sup>3</sup>/año según el drenaje del cuaternario sea de 20 a 0 hm<sup>3</sup>/año.

Las extracciones serían del denominado en la planificación hidrológica acuífero del Campo de Cartagena, que es un sistema multicapa y comprende los acuíferos Cuaternario, Plioceno y Andaluciense. El coste total del sistema sería de 27 M€.

Para completar la actuación, además de los pozos habría que ejecutar una red de colectores, impulsiones, plantas de tratamiento y emisario.

Esta actuación es un plan ambicioso y en principio deseable, pero:

- Se basa en datos técnicos escasos y poco contrastados tanto en la base hidrogeológica como, especialmente, en el régimen de explotación, flujos circulantes y evolución de la calidad del agua.
- La necesidad de un estudio hidrogeológico detallado resulta especialmente crítico respecto al conocimiento de la explotación por bombeo real de cada uno de los acuíferos. Se asumen además la construcción de 102 pozos con una profundidad media de 300 m, lo que supone que la mayor parte del bombeo se realiza en los acuíferos Plioceno y, sobre todo,



Andaluciense. El sistema se mantiene por este mayor bombeo en los acuíferos profundos y menor en los superiores, pero hay que conocer las cifras con mayor detalle lo que requiere mejorar sustancialmente el conocimiento actualmente disponible.

- Presenta el riesgo de incurrir en errores de diseño de costosa reparación salvo que se realicen estudios locales de detalle hoy no disponibles.
- Carece de un mecanismo jurídico sólido prediseñado y bien definido para su puesta en marcha, con identificación de agentes intervinientes y sus distintas responsabilidades.
- No cuenta con un compromiso social previo con los agentes intervinientes interesados respecto al plan de extracciones, sus exigencias y requerimientos, su seguimiento en el tiempo, y sus mecanismos de financiación y control. La experiencia muestra que sin estos acuerdos la ordenación de acuíferos no es viable.
- Los contenidos en nitratos de los acuíferos profundos son considerablemente menores que los del acuífero Cuaternario. Por tanto, el rechazo de las desalobradoras alimentadas con aguas procedentes de los acuíferos profundos (especialmente Andaluciense y Plioceno en el sector norte) no van a tener contenidos importantes en nitratos, de tal manera que no tienen que ser sometidas a desnitrificación. No tiene sentido mezclar todas las aguas en una red de salmueroductos para proceder a la desnitrificación.
- Debe incorporarse como alternativa de inyección de rechazos de desalobradoras en formaciones hidrogeológicas salinas profundas (por debajo del Tortonense), que no presentan conexión con el mar. Esto puede ser especialmente interesante en zonas alejadas de la costa.

Respecto a la alternativa 6.A (Desalobradoras individuales en parcela):

- En desalación la economía de escala es muy importante para reducir costes, por lo que plantear que funcionen 465 desalobradoras distribuidas por todo el territorio en lugar de hacerlo en una o dos instalaciones centralizadoras, supone de entrada obtener un agua desalada a un coste muy superior.
- Por otra parte, la existencia de tal cantidad de desalobradoras multiplica la necesidad de conducciones de transporte, tanto de agua desalada como de salmueras, con el consiguiente aumento de las dificultades de mantenimiento e incremento del riesgo de roturas que provoquen graves perjuicios medioambientales.
- Además, la extracción de agua subterránea para riego en el Campo de Cartagena tiene variaciones interanuales muy notables, estando siempre en función de los aportes del Trasvase Tajo-Segura. Así, los acuíferos se utilizan como amortiguador de la demanda, extrayéndose más agua subterránea cuando menos agua trae el Trasvase, y viceversa. Por tanto, es muy



arriesgado establecer un volumen máximo a extraer anualmente y, en consecuencia, estimar el número de instalaciones desaladoras necesarias o su capacidad de tratamiento.

- Balsas de almacenamiento de salmueras: si su función es principalmente la de evaporar y concentrar las salmueras, balsas de 2 metros de profundidad no son eficaces debido a que tendrían excesiva inercia térmica. Sería necesario que fuesen lo más someras posible para favorecer la evaporación. Y aun así, la salinidad creciente haría que la evaporación se ralentizase con el tiempo.
- Por otra parte, si la función de las balsas fuese puramente un almacenamiento de las salmueras de hasta dos años hasta su posterior evacuación, esta opción conlleva varios inconvenientes: una elevada necesidad de capacidad de almacenamiento comporta también un uso de suelo muy extensivo; la existencia de hasta 465 balsas llenas de salmuera distribuidas por todo el Campo de Cartagena multiplicaría los riesgos por posibles roturas, filtraciones accidentales, desbordamientos por eventos de lluvias torrenciales, etc.; dificulta las tareas de inspección y control de la Administración.

Incluso un uso combinado de ambas funciones resulta a priori muy inconveniente, en comparación con un sistema de desalación centralizada y comunitaria.

- Salmueroductos: una red de salmueroductos resultaría muy compleja y extensa, en comparación con un sistema de desalación centralizada y comunitaria. La existencia de una red extensa tuberías cargadas de salmuera presenta dificultades y riesgos importantes: vertidos o pérdidas por eventuales roturas o fisuras de las conducciones; complejidad de control e inspección; diámetros de construcción comparativamente inferiores a los de la solución centralizada conllevarían un mantenimiento más costoso y comportarían una menor vida útil por una mayor rapidez de colmatación de las conducciones por precipitación de sales en su interior (salmuera muy concentrada).

#### Alternativa 6.B: Sistema comunitario de pozos:

- A priori, parece la solución más deseable. Al hacerse de una forma planificada se trataría de pozos situados en los puntos más recomendables, con criterios hidrogeológicos, de disponibilidad de terrenos y de economía; se podría optimizar su ejecución y operación; se facilitaría su inspección y control. Así, su número, situación, características constructivas y régimen de explotación deberían basarse en el antes mencionado estudio hidrogeológico, sin el cual no se pueden plantear más que líneas generales de actuación, como se ha comentado al principio del presente documento.
- Este sistema comunitario de pozos debería integrarse, en su caso, en una estrategia de GIRH, para lograr un sistema general de abastecimiento optimizado en cantidad y calidad, adaptable



y que aporte al Campo de Cartagena con un alto grado de resiliencia ante periodos de sequía prolongados.

## **Investigadores y Técnicos autores del informe**

Juan José Martínez Sánchez (UPCT – Departamento de Producción Vegetal)

### **Comentarios específicos**

- PÁGINA 86

En el penúltimo párrafo dice: *En cambio para aguas salobres, la elección entre ósmosis inversa o electrodiálisis dependerá de la salinidad y del contenido de otros contaminante, como nitratos y fosfatos.*

Se duda de la existencia de electrodiálisis en los pozos del Campo de Cartagena.

¿Por qué se alega a favor de los biorreactores y no de los lodos activos o la electrolisis reversible? Asumiendo lagunas relativas a la falta de investigación, de los tres sistemas descritos el de los biorreactores es el más avanzado, del que se disponen datos concretos, sólidos y contrastados sobre su elevada capacidad de desnitrificación. Y no únicamente por los estudios de la Cátedra de Agricultura Sostenible sino también por la extensísima bibliografía científica que hay sobre este sistema.

Lo mismo ocurre si se plantea como alternativa a los filtros verdes. La página 78 dice que este sistema de biorreactores no tiene una aplicación en extenso en el Campo de Cartagena, ¿y los filtros verdes sí?. Actualmente, es una gran incógnita el funcionamiento que tendrá el de los Alcázares en cuanto a su rendimiento y funcionalidad. De hecho, en la depuradora de Los Alcázares ahora se empieza a construir una infraestructura piloto a pequeña escala con tres tipologías diferentes de filtros verdes para intentar conocer cómo sería la respuesta de estos sistemas.

El sistema de biorreactores de madera, además de ser el más efectivo y económico (extensa bibliografía científica lo demuestra además de los ensayos propios), es el que menor requerimiento técnico necesita para su funcionamiento, siendo ideal para desnitrificar en origen.

- PÁGINA 87: Alternativa 6.A

El primer párrafo describe la alternativa y no contempla la desnitrificación en origen. Yo incluiría la desnitrificación en origen en ese primer párrafo (en azul): *Esta alternativa consiste en la captación de aguas subterráneas mediante pozos individuales en parcelas. Posteriormente, y*



*para que las aguas destinadas a riego satisfagan los requerimientos de calidad fijados, se desalobrarían en parcela. El rechazo se desnitrificaría en pequeñas balsas de desnitrificación con astillas de madera y finalmente el rechazo se almacenará en balsas y será gestionado como residuo y /o se vertería mediante salmueroductos y emisario submarino al Mar Mediterráneo, previo tratamiento secundario de desnitrificación en el Mojón.*

- Desalobradoras individuales en parcela

*La Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) en la década de los años 90 autorizó el uso de unas 50. Los pozos y las plantas fueron proliferando y en 2004 ya había en este organismo solicitudes de apertura de un centenar de puntos, por lo que se suponía de su existencia. Actualmente se estima que se han rebasado las mil plantas desalobradoras. (Si considera que su legalización permitiría aprovechar una infraestructura ya construida y sin coste público).*

*Si se considera el máximo del volumen a extraer de (88,2 hm<sup>3</sup>/año, según PHDS 2015/21 y una tasa de rechazo (de desalobración) del 25% (a día de hoy, se ha reducido considerablemente, y ya es tan solo el 10% usando la segunda ósmosis desarrollada por Insal-Ecogest), el volumen final empleado en el regadío del Campo de Cartagena sería de 66,14 hm<sup>3</sup>/año y, por tanto, el volumen de salmuera de 22,1 hm<sup>3</sup>/año. (si se toma la cifra del 10% de 82 hm<sup>3</sup>/año, se reduce a 8,2 hm<sup>3</sup>/año).*

*En la solicitud de “Autorización de extracción de aguas subterráneas en la zona regable del Campo de Cartagena (Murcia). Masas de agua subterránea Campo de Cartagena (070.052), Triásico de las Victorias (070.054) y Cabo Roig (070.053)”, en la que para una puesta en funcionamiento de 252 pozos de sequía, se espera un volumen total de 28.596.829 m<sup>3</sup>/año, se encuentran relacionadas 151 desalobradoras, asociadas a los pozos solicitados. Por tanto, cada desalobrador procesaría una media de 189.383 m<sup>3</sup>/año (518,85 m<sup>3</sup>/día con funcionamiento constante). 518 m<sup>3</sup>/día generan solo 51 m<sup>3</sup> de salmuera al día con el equipamiento de Insal-Ecogest (10% de rechazo) y 129 m<sup>3</sup>/día con las actuales (25% de rechazo).*

- Balsas de almacenamiento de salmueras

*Consiste en depositar las aguas residuales en una balsa abierta para que el agua se evapore debido al viento y a la radiación solar, dando lugar a la precipitación del producto resultante disuelto en el agua, de manera que éste pueda ser posteriormente tratado. Con este sistema natural de evaporación se consigue obtener vertido cero, ya que ningún efluente es vertido directamente al medio natural.*

*La facilidad y rapidez de evaporación dependerá de la climatología de la zona, por lo que se deberán establecer ciclos de llenado y vaciado de acuerdo a este régimen climático.*





Se desconoce los documentos manejados por el Ministerio para plantear esta estrategia. No se indica la tecnología y el precio. No se aportan ni siquiera datos esperanzadores de alguna empresa.

- PÁGINA 89: Tabla 16.

Habría que considerar el 10% de rechazo, no el 25%. La tercera columna de la tabla llevaría 7,93 hm<sup>3</sup>/año en vez de 22,1 hm<sup>3</sup>/año, y la tercera 6,84 hm<sup>3</sup>/año en vez de 18 hm<sup>3</sup>/año. El número de balsas se reduciría también.

El párrafo posterior a la tabla es muy impreciso en cuanto a la justificación del número de balsas. La profundidad de dos metros que se indica está en relación a la posibilidad de evaporación, lo que debe valorarse.

- PÁGINA 90 Primer párrafo:

*La extracción de las aguas a desalobrar se realizaría a través de 755 pozos con un aprovechamiento 67,1hm<sup>3</sup> ¿ni 82 hm<sup>3</sup>/año ni 76 hm<sup>3</sup>/año? y el volumen de salmuera a recoger por los salmueroconductos sería de 0,25\* 67,1=16,8 hm<sup>3</sup>.*

Con el equipo INSAL-Ecogest se consigue un 10%, por tanto la cifra quedaría en 0,10\*67,1 = 6,7 hm<sup>3</sup>/año

Último párrafo antes de la Figura 11:

- PÁGINA 91

*Segundo párrafo: Este sistema centralizado de pozos implica el desmantelamiento de todos los pozos individuales existentes.*

Se considera que sería mejor usarlos, al ser una infraestructura ya disponible.

## **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**Francisco Cabezas Calvo-Rubio** (Director General Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua)

## **Comentarios específicos**

Se prevé disponer un sistema comunitario de pozos con separaciones de 1200 m (valor máximo estimado del radio de influencia para estos acuíferos) y caudal de 30 l/s (caudal representativo, con ciclos de 18 h/día), lo que conduce a instalar 102 pozos. El total extraíble iría de 62 a 82 hm<sup>3</sup>/año según el drenaje del cuaternario sea de 20 a 0 hm<sup>3</sup>/año.





Las extracciones serían del denominado en la planificación hidrológica acuífero del Campo de Cartagena, que es un sistema multicapa y comprende los acuíferos Cuaternario, Plioceno y Andaluciense. El coste total del sistema sería de 27 M€.

Para completar la actuación, además de los pozos habría que ejecutar una red de colectores, impulsiones, plantas de tratamiento y emisario.

Como se apuntó anteriormente, es un plan ambicioso y en principio deseable, pero:

- Se basa en datos técnicos escasos y poco contrastados tanto en la base hidrogeológica como, especialmente, en el régimen de explotación, flujos circulantes y evolución de la calidad del agua.
- Presenta el riesgo de incurrir en errores de diseño de costosa reparación salvo que se realicen estudios locales de detalle hoy no disponibles.
- Carece de un mecanismo jurídico sólido prediseñado y bien definido para su puesta en marcha, con identificación de agentes intervinientes y sus distintas responsabilidades.
- No cuenta con un compromiso social previo con los agentes intervinientes interesados respecto al plan de extracciones, sus exigencias y requerimientos, su seguimiento en el tiempo, y sus mecanismos de financiación y control. La experiencia muestra que sin estos acuerdos la ordenación de acuíferos no es viable.



## ACTUACIÓN 7: REDUCIR AL MÍNIMO LOS RETORNOS DE AGUA DE RIEGO.

---

### Investigadores y Técnicos autores del informe

**Emilio Nicolás Nicolás** (CEBAS-CSIC - Dpto. de Riego), **Alejandro Pérez Pastor** (UPCT – Dpto. de Producción Vegetal)

### Comentarios específicos

- Página 237

En la descripción de la medida 4 (adaptación y mantenimiento de los sistemas de riego y manejo del agua) en lo referente a la adaptación de los goteros en función del tipo de suelo, yo lo reescribiría del siguiente modo:

Adaptación del caudal del emisor: Aquí influye la textura del suelo, la distancia entre emisores y el tiempo de riego previsto.

De forma general, en suelos de textura ligera (arenosos) y pedregosos, de escasa retención hídrica, se deben considerar emisores de alto caudal y baja duración del riego, debido a la elevada percolación de agua y nutrientes, aumentando la frecuencia del riego. En este caso, también podría ser recomendable la utilización de microaspersores (con los posibles inconvenientes de falta de uniformidad provocada por derivas y con el mayor riesgo de obstrucciones). Otra opción sería la de recurrir a goteros de caudal habitual a los que se utilizan en suelos de textura franco-arcillosa, pero colocarlos a una menor distancia entre ellos, limitando la duración del riego y aumentando la frecuencia del mismo.

- Página 237

En la descripción de la medida 5 (establecimiento del límite recomendado de conductividad para el agua de riego) también hay que considerar la aplicación de fertilizantes que debe ajustarse con arreglo a los aportes de éstos ya que elevan la conductividad eléctrica. En este sentido, se debe evaluar la utilización de sondas multiparamétricas de Nitrato y Potasio que pueden medir su concentración y dinámica de absorción en tiempo real en el suelo en función del momento fenológico del cultivo, lo que permitiría un manejo óptimo de ambos nutrientes y un control del posible lixiviado de nitratos.



## **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**David Martínez Vicente** (CARM - DG Innovación, Producciones y Mercados Agroalimentarios)

### **Comentarios generales**

Sería recomendable, al menos, la aplicación completa de las tres Alternativas conjuntamente.

Para hacer un correcto seguimiento de las soluciones propuestas en esta Actuación, y comprobar su eficacia, sería además necesaria la mejora y ampliación de la red piezométrica y de control de calidad de las aguas subterráneas de la Demarcación Hidrográfica de la Cuenca del Segura, con mediciones de alta periodicidad (idealmente en tiempo real) de diversos parámetros clave (niveles, contenido en nitratos...). Podría ser deseable, incluso, la creación de una red complementaria, de similares características, propia de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia.

La información que aportaría esta red mejorada podría servir también para potenciar el modelo hidrogeológico que se plantea en los comentarios a otras Actuaciones, que formaría parte de un Estudio Hidrogeológico exhaustivo, de modo que sería una herramienta más para detectar variaciones locales y posibles incumplimientos o infracciones.

## **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**Alejandro Pérez Pastor** (UPCT – Dpto. de Producción Vegetal)

### **Comentarios generales**

- Parece una contradicción hoy día, de permitir riegos por inundación, y prohibir tiempos de riego por goteo, mayores de 5h. Los primeros debieran de prohibirse directamente.
- Tiempos de riego en instalaciones de riego por goteo, incluso de menor duración de las 5h señalizadas, también pueden ser excesivas, y superar con creces la capacidad de almacenamiento de agua del suelo.
- De esta forma se hace necesaria de forma casi obligada, la utilización de sensores que midan tanto el contenido de agua en el suelo, como la disponibilidad de la misma para la planta, es decir, a través de la medida del potencial matricial del agua en el suelo. Las medidas de estas variables se debieran hacer a distinta profundidad, para detectar la no deseada lixiviación de agua y nitratos.
- La medida de otros indicadores como el potencial hídrico foliar, a través de la cámara de Scholander, sólo sería efectiva en cultivos leñosos, pero no en hortícolas, al igual que otras como



el flujo de savia y dendrometría. Es necesario considerar que estas variables no se registran en continuo a través de datalogger, sino que es necesario hacerla de manera puntual en la misma parcela, y realizada por personal especializado.

- Todo ello redundaría en un elevado coste la realización de sus medidas.
- La realización de análisis de agua cada 2 años, es irreal, ya que la composición del agua cambia, a veces, cada semana, y seguro cada mes, por ello, habría que medir la concentración de nutrientes de la solución nutritiva a la salida del cabezal, como medida de los nutrientes incorporados en el solución de mezcla de agua y nutrientes.
- Se debe de controlar tanto la calidad del agua de riego por si misma, ya sea procedente de mezcla o de una única fuente, como la mezcla con nutrientes que se realiza en el cabezal de riego, y se denomina solución nutritiva, que incrementa la salinidad de la solución que se utiliza para fertirrigar el cultivo.
- Considerar una estación de monitoreo cada 30-50ha, es una temeridad, si realmente se desea controlar la lixiviación, ya que la estructura del suelo, que es la auténtica responsable de la lixiviación (mucho más que la propia textura del suelo) de agua y nutrientes es muy heterogénea, teniendo una elevada variabilidad. Se debería reducir la superficie de cada estación.
- Se hace necesario que estas medidas sean verificadas y validadas por personal especializado
- Se hace necesario un control del diseño agronómico de todas las instalaciones de riego por goteo, es decir, número de goteros por planta y separación entre emisores y caudal de los mismos. Se hace necesario su realización por personal especializado.



## ACTUACIÓN 8: ACTUACIONES A NIVEL DE PARCELA

---

### Investigadores y Técnicos autores del informe

**Miguel Ángel Fernández Carrillo** (CARM), **Félix Francés**, **Inmaculada Bautista**, **Antonio Lidón** y **Cristina Puertes** (IIAMA de la UPV), **David Martínez Vicente** - DG Innovación, Producciones y Mercados Agroalimentarios) y **Juan José Martínez Sánchez** (UPCT, Dpto. Producción Vegetal)

### Comentario general

En líneas generales el planteamiento se considera lógico y acorde a la problemática existente, especialmente al distinguir actuaciones a nivel de parcela. No obstante, se adolece de una falta de conocimiento base de partida muy importante de cara a establecer medidas correctoras, puesto que, a la postre, éstas pueden suponer un menoscabo económico importante al agricultor, bien por la inversión necesaria o por la posible reducción en el rendimiento económico global de la explotación. Se precisa la obtención de datos, mediante seguimiento in situ, en cuanto al porcentaje de escorrentías que se produce en las zonas agrícolas afectadas, según superficies, pendientes y tipos de cultivo, así como la carga contaminante en nitratos y otras sustancias (p.e. fitosanitarios) en esas aguas drenadas.

### Comentarios específicos

- PÁGINA 106: Actuaciones derivadas del cumplimiento de la normativa vigente en materia de control de los procesos erosivos y transporte de sedimentos”

En primer lugar, puntualizar que se ha omitido uno de los articulados nuevos incorporados a la Ley 1/2018 respecto al anterior Decreto Ley 1/2017: El Artículo 9 sobre Medidas para la reducción de la contaminación difusa agraria, contempla una serie de medidas un tanto ambiguas o poco claras, para “destinar el 5% de la superficie de cada explotación agraria a sistemas de retención de nutrientes...”, entre esos sistemas contempla: filtros verdes, setos de vegetación autóctona, cesión de superficies de diferente tipo (vías pecuarias, caminos, redes de drenaje o la construcción de charcas o humedales.

La aplicación de estos articulados puede tener una serie de dificultades importantes a tener en cuenta:



1. No se ha distinguido en ningún momento entre cultivos intensivos de regadío con arbolado y hortícolas e invernaderos, o bien otros sistemas (barbechos, cultivos leñosos de secano). Ello puede dar problemas graves en su aplicación.
2. Respecto al Artículo 5, si bien en el acervo agronómico siempre se ha considerado como que la perpendicularidad de las labores de cultivo a la línea de máxima pendiente reduce la erosión, no debe considerarse como axiomático o como un dogma a mantener por siempre inamovible o cuestionable al menos en parte. Esta buena práctica agronómica deriva de tiempos relativamente antiguos en los que los cultivos eran tradicionales y de secano, y en los que además, los movimientos de tierras no eran comunes, por lo que lo lógico y correcto pensando sobretodo en maximizar el almacenamiento del agua en el suelo para el cultivo, era realizar el laboreo siguiendo las curvas de nivel. Ahora bien, en los tiempos actuales donde las parcelas han sido niveladas, en muchos casos con cultivos en regadío, donde el terreno es labrado con mucha frecuencia (no como antaño), realizar esta práctica de forma literal puede suponer graves problemas para el agricultor (daños en bancadas de plantación y problemas fitosanitarios en cultivo por hongos principalmente), e incluso desde el punto de vista de erosión, puesto que puede suponer que en episodios de lluvias muy intensas puedan producirse arrastres importantes que no podrían ser retenidos por esa técnica. Por este motivo, en el futuro debería admitirse una cierta tolerancia para que el agricultor pueda laborear con una cierta inclinación respecto a los 90°, respecto a la línea de máxima pendiente, favoreciendo así un “drenaje controlado” hacia zonas de evacuación o recogida.
3. No se ha establecido cuál es la base oficial para determinar la topografía del terreno. Es decir, actualmente la gran mayoría de terrenos cultivados se encuentran nivelados y su topografía actual (curvas de nivel y línea de máxima pendiente) no se corresponde con los mapas topográficos del IGME, esto puede generar graves problemas para órganos de inspección oficial y para técnicos y agricultores, a la hora de interpretar y diseñar/planificar las medidas exigidas (laboreo perpendicular a la pendiente, barreras vegetales).
4. El Artículo 9 antes referido, es como poco difícilmente comprensible, aplicable y a legal. En algunos párrafos no queda claro quién debe hacer esas medidas puesto que habla de ceder, además de contemplar superficies que no son propiedad del agricultor, tales como vías pecuarias o caminos públicos. Además, alguna de las obligaciones es reiterada con el Artículo 4 y en otro, caso de filtros verdes o charcas, muy difícilmente aplicable en la realidad. Por el contrario, no se ha considerado la posibilidad de que en la explotación se establezcan sistemas para canalizar y almacenar para uso propio el agua procedente de escorrentía, sistema que ya está siendo aplicado en algunas explotaciones y que suponen un avance en el aprovechamiento de los recursos propios reduciendo además los aportes





de contaminantes que puedan llevar esas aguas. Por tanto, el Artículo 9 debería modificarse con carácter prioritario en caso realizarse una nueva norma en el futuro.

Por todo lo anterior, se evidencia la necesidad de disponer departamento u órgano colegiado que de la debida interpretación a la norma, desarrollando un manual o procedimiento oficial que ayude tanto en la gestión de los controles oficiales, a la vez que para clarificar a los técnicos y agricultores del sector en la aplicación en sus explotaciones de estas medidas. Igualmente, existe una falta de conocimiento e información respecto de este tipo de técnicas y prácticas por parte del personal de la Administración. Sería recomendable desarrollar acciones formativas o manuales de ayuda.

- PÁGINA 113 : “Seguimiento y control”

Las labores de control (inspección), en relación con el cumplimiento legal de una norma es algo básico y preceptivo para la Administración Autonómica. Ello, junto a otras medidas más amigables necesarias (campañas informativas, acciones de formación y/o transferencia tecnológica etc.), es una medida clave para que el Sector Agrario se ponga al día en estas obligaciones legales recientes y relativamente desconocidas por los agricultores.

Por otro lado, respecto al seguimiento, como anteriormente se mencionaba, es imprescindible obtener información real *in situ* de la problemática de los arrastres de suelo por las lluvias, al igual que de la evolución de esos problemas con la aplicación de las distintas medidas que se plantean en la normativa o nuevas medidas que se puedan establecer siguiendo lo descrito en el punto 3 de esta acción. Con ello, se puede evaluar la eficacia real de las actuaciones y diseñar mejoras en ellas o aplicar nuevas en el futuro. Ahora bien, el seguimiento de la eficacia de este tipo de técnicas y prácticas debe ser realizado conjuntamente por personal técnico y científico puesto que muchos aspectos e indicadores a determinar precisan de sistemas de monitoreo, análisis, conocimiento experto, etc. Además, para ello se debería establecer unos puntos fijos en tiempo, a modo de red, para dicho monitoreo. Debemos resaltar que algunas de estas técnicas o prácticas son nuevas en cuanto a su aplicación a cultivos intensivos, por lo que el conocimiento obtenido en esta Región puede ser muy importante para su extrapolación a otras zonas similares de España y de la U.E. Es un conocimiento de experiencias que no nos podemos permitir el lujo de perder. Por ello, se debería reunir a un grupo de expertos que diseñe y ponga en marcha esta red de seguimiento.

- PÁGINA 113: “Actuaciones concretas para el control de los procesos erosivos y transporte de sedimentos”

Se engloban varias actuaciones distintas:



- a) La primera sobre Recuperación de terrazas y bancales, es muy difícilmente aplicable por el alto coste que puede suponer, no solo por los movimientos de tierra, trabajos de ingeniería, sino por cambios en red de riego. En cultivos leñosos supondría el levantamiento del mismo. Ni siquiera aun estableciendo un régimen de ayudas para el cambio, se conseguiría que muchas explotaciones hiciesen este cambio. Otra cosa distinta es que a nivel normativo se pudiese plantear la obligatoriedad de abancalar o aterrizar cuando se ejecutasen reestructuraciones de más de un número determinado de hectáreas por ejemplo.
- b) Reorientación de los surcos en cultivos herbáceos para el laboreo en curvas de nivel. Esta actuación ya está contemplada en el epígrafe 1 (cumplimiento de la normativa vigente), por lo que no tiene sentido volver a incluirla.
- c) Instalación de cubierta vegetal viva sembrada o espontánea. En cultivos leñosos en riego (p.e. cítricos) esta medida podría ser aplicable. Actualmente, es mucho más común el triturado de restos de poda para establecer un mulching, con importante función protectora del suelo. Esto es debido principalmente a la posible competencia por el agua y nutrientes de la cubierta vegetal (muy estudiado en el caso de olivar) o por los posibles problemas fitosanitarios (ser foco de plagas), esto último poco estudiado. En cultivos hortícolas, puede tener sentido promover que en los barbechos se establezcan cubiertas protectoras, aunque dadas los actuales problemas de suministro de agua, es inviable. En caso de establecerse en rotaciones de hortícolas, sería más interesante la siembra de especies que sean demandantes de nitrógeno y que no sean abonadas. Esta forma durante el crecimiento y posteriormente en su incorporación al suelo, ejercerían una función extractante de N (caso de avena, cebada, girasol, etc.). Esta actuación podría ser incentivada mediante ayudas, vía PDR, si bien la falta de agua en la zona hace difícil su puesta en práctica de forma extensiva.

Por otro lado, en relación a la implantación de barreras vegetales perimetrales se permite la implantación de vegetación herbácea. Algunas empresas del campo de Cartagena (Intercrops) están teniendo muy buenos resultados con el sorgo (que no está en el listado de especies al considerarse especie de cultivo) en setos perimetrales, que no solo impiden escorrentía sino que sirven de barrera para los lagomorfos y roedores, evitando el uso de mallas plásticas para su entrada. Con siegas anuales y siembras repetitivas se pueden conseguir setos muy aceptables para el agricultor. Se podría alegar para incluirla en la lista de especies en base a los resultados ya obtenidos. La siembra de las barreras de sorgo podrían tener la anchura exigida en la ley para estos setos (2-3 m) y se realizarían por el interior de un perímetro externo que llevaría planta autóctona de la recomendada en los anexos de la Ley. Es decir, no se propone únicamente un seto de sorgo sino uno mixto, con planta autóctona en el bode exterior del seto y una buena banda de sorgo por el interior.



Por otra parte la elaboración de los anexos con planta autóctona a utilizar está basada en criterios teóricos, subjetivos y no testados en el campo en cuanto a su conveniencia. Aunque esto podría una alegación a la Ley y no a esta EIA, quizás conviene anotarla en estas alegaciones que estamos preparando.

Algunas de esas especies, como la adelfa, se consideran hospedadoras de la temible enfermedad bacteriana de la *Xylella fastidiosa*. Seguro que más de una de esas especies de los anexos también lo son.

- PÁGINA 115,: Último párrafo Alternativa 8.A: Errata

Estos artículos han sido detallados en el apartado 1.2 (Actuaciones derivadas del cumplimiento de la normativa vigente en materia de control de los procesos erosivos y transporte de sedimentos). La numeración no se corresponde con la numeración de este capítulo.

- Páginas 115 y 116. Alternativa 8.C

En la alternativa C se propone una serie de actuaciones a nivel de parcela: *la recuperación de terrazas y bancales, reorientación de surcos en para el laboreo en curvas de nivel, instalación de cubierta vegetal viva sembrada o espontánea, acolchado orgánico en superficies ocupadas por cultivos leñosos, triturado y/o enterrado de restos de poda y forestación de terrenos agrícolas.*

Observaciones: Únicamente se realiza la valoración económica de la recuperación de terrazas y bancales, cuando los costes pueden ser significativos para los propietarios agrícolas. Si es cierto que en observaciones se menciona que se está desarrollado en el manual Técnicas de Conservación de Suelos y Aguas.

## **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**Juan José Martínez Sánchez** (UPCT, Dpto. Producción Vegetal)

## **Comentarios específicos**

- PÁGINA 108

En el apartado 2.1 de barreras vegetales perimetrales habla de vegetación herbácea. Algunas empresas del campo de Cartagena (Intercrops) están teniendo muy buenos resultados con el sorgo (que no está en el listado de especies al considerarse especie de cultivo) en setos perimetrales, que no solo impiden escorrentía sino que sirven de barrera para los lagomorfos y roedores, evitando el uso de mallas plásticas para su entrada. Con siegas anuales y siembras repetitivas se pueden conseguir setos muy aceptables para el agricultor. Se podría alegar para



incluirla en la lista de especies en base a los resultados ya obtenidos. La siembra de las barreras de sorgo podrían tener la anchura exigida en la ley para estos setos (2-3 m) y se realizarían por el interior de un perímetro externo que llevaría planta autóctona de la recomendada en los anexos de la Ley. Es decir, no se propone únicamente un seto de sorgo sino uno mixto, con planta autóctona en el bode exterior del seto y una buena banda de sorgo por el interior.

- PÁGINAS 110 Y 111

Algunas de esas especies, como la adelfa, se consideran hospedadoras de la temible enfermedad bacteriana de la *Xylella fastidiosa*. Seguro que más de una de esas especies de los anexos también lo son.

Por otra parte la elaboración de los anexos con planta autóctona a utilizar está basada en criterios teóricos, subjetivos y no testados en el campo en cuanto a su conveniencia. Aunque esto podría una alegación a la Ley y no a esta EIA.



## ACTUACIÓN 9: ACTUACIONES A NIVEL DE CUENCA

---

### Investigadores y Técnicos autores del informe

**Félix Francés, Inmaculada Bautista, Antonio Lidón y Cristina Puertes** (Instituto de Agua y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia).

### Comentarios generales

No se ha realizado un estudio de erosión, transporte y aportación de sedimentos al Mar Menor, por lo que se priorizan los elementos de la actuación 9 en función a los aportes superficiales de agua, cuando puede no coincidir con la producción de sedimentos.

Además, tanto para la actuación 9 como 10, tampoco se hace una estimación de la efectividad de esta medida en la reducción de los sedimentos y N (disuelto o adherido a los sedimentos) que llegan al Mar Menor. Es decir, no se estima el grado de cumplimiento de los objetivos. Por este motivo y, aunque sí se hace una valoración de los costes de estas actuaciones, no es posible estimar su eficiencia ni realizar una priorización adecuada.

No se tiene en cuenta que las actuaciones de repoblación forestal (actuación 10) tendrán un efecto a largo plazo, mientras que los diques de retención (actuación 9) lo harán desde el mismo instante de su construcción. Por otra parte, los diques acabarán aterrados, por lo que, si no se incluye algún tipo de medida de extracción de sedimentos, no son una medida a largo plazo.

### Comentarios específicos

- Alternativas 10B y 10C.

En la alternativa B se menciona que las ramblas con mayor actividad de transporte de sedimentos son: la rambla del Beal, la rambla de la Carrasquilla y el barranco de Ponce; a pesar de no haber realizado ningún estudio sobre los aportes de sedimentos a la laguna. De hecho, la rambla del Miedo que se deja para una segunda fase (alternativa C), también presenta un transporte elevado de sedimentos, ya que en ella también se localiza una pequeña zona de extracción minera.



## **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**Francisco Cabezas Calvo-Rubio** (Director General Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua)

### **Comentarios específicos**

La eficacia de estas medidas y su preferencia en términos de costes y prioridades depende del régimen hidrológico y de caudales circulantes por los cauces, hoy muy poco conocido. Se dispone de datos puntuales dispersos, no hay mediciones sistemáticas de caudal hasta hace muy poco tiempo, no hay medidas específicas de sedimentos, y las observaciones actuales se limitan a la rambla del Albuñón.

Las mediciones más completas disponibles, incluyendo nutrientes, salinidad y otros contaminantes, son muy escasas, en campañas ocasionales, y siempre en aguas bajas, sin registro de los episodios de crecidas, que es cuando se moviliza la mayoría de la carga de sedimentos y contaminantes superficiales de la cuenca a la laguna.

Convendría dedicar esfuerzos a la mejora de esta red de medición hidrológica en la cuenca vertiente y estudiar algún mecanismo de mejora de la información, especialmente en estos episodios extremos, mediante fórmulas como el voluntariado hidrológico.

Con esta información podrían construirse unas bases de modelación confiables, en la línea de lo ya apuntado anteriormente, que permitan valorar el coste/eficacia de las medidas de control de la erosión y transporte, además de otras utilidades de gran interés como los desvíos de caudales, posibles pequeños embalses de regulación, dimensionamiento de depósitos o tanques de tormenta, etc.





## **ACTUACIÓN 10: RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL CUENCIAS MINERAS**

---

### **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**Ángel Faz Cano (UPCT – Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria)**

### **Comentarios generales**

La fuente principal de sedimentos y de contaminantes en forma de metales pesados al Mar Menor son las zonas afectadas por la actividad minera (depósitos y escombreras), completamente desprovistas de vegetación y altamente inestables por los movimientos de tierras realizados a lo largo de décadas de actividad. Sin una actuación en estas zonas la efectividad de las obras realizadas aguas abajo será muy limitada. Los residuos de la actividad minera están constituidos fundamentalmente por sulfuros de hierro, zinc y plomo (pirita, blenda y galena, respectivamente). La oxidación de estos sulfuros provoca la liberación de metales pesados y elementos tóxicos, como el arsénico, al medio así como elevada acidez. Como consecuencia, estos residuos y estériles se caracterizan por una elevada concentración de metales pesados y acidez, así como gran compactación del material, ausencia de nutrientes y elevada salinidad. Con estas condiciones, la cobertura vegetal y biodiversidad es escasa o nula.

Las actuaciones propuestas incorporan tanto actuaciones en el ámbito de la restauración hidrológico-forestal como de la restauración ambiental de zonas mineras y de suelos contaminados.

Para abordar la problemática de los metales pesados y riesgos de movilización se lleva trabajando desde hace años en la rehabilitación de paisajes mineros mediante la creación de tecnosuelos, una estrategia considerada técnica y económicamente viable mediante la cual se consiguen inmovilizar metales (y por tanto reducir su toxicidad) y generar un suelo fértil que permite el desarrollo de la vegetación. Se consigue con esta técnica reducir las tasas de erosión, tanto hídrica como eólica, de manera que los metales quedan retenidos in situ formando un nuevo paisaje con vegetación con bajas tasas de transferencia de contaminantes a las zonas adyacentes. La técnica permite, al mismo tiempo, reducir los residuos generados por otras industrias mediante su valorización. Por valorización se entiende la puesta en valor de un residuo que se convierte en un subproducto dándole una nueva utilidad. Este planteamiento está totalmente en línea por la que aboga las distintas administraciones a todos los niveles en lo que se refiere a Residuo 0 de las actividades industriales y economía circular.

De esta manera, y en resumen, la medida consiste en la inertización, estabilización y revegetación de zonas afectadas por la actividad minera mediante las siguientes actuaciones:



- Inertización de los depósitos y escombreras: Se abordará mediante la creación de tecnosuelos. En función de las características del residuo minero se efectuará la adecuada selección de diferentes materiales que garanticen la inmovilización de los metales mediante neutralización de la acidez, el aporte de nutrientes y materia orgánica, y la formación de agregados estables que aseguren una adecuada estructura del suelo. En experiencias llevadas a cabo previamente en la Sierra Minera se han conseguido resultados satisfactorios con la aplicación de residuo de mármol (filler calizo), residuos de canteras de áridos, biocarbón, compost, estiércol o purín.
- La inertización de los depósitos de la forma descrita se lleva a cabo para permitir el desarrollo de comunidades vegetales estables. Para ello, es preciso que se utilicen especies tolerantes a condiciones del suelo extremas y alto contenido en metales pesados, y que acumulen metales pesados en raíz (especies fitoestabilizadoras). De lo contrario, existe riesgo de transferencia de metales pesados a la cadena trófica por ingestión de la planta por parte de los animales herbívoros.

En resumen, esta actividad persigue la formación de un suelo con unas condiciones físicas, químicas y biológicas adecuadas para el desarrollo de comunidades vegetales y para la inmovilización de metales pesados. La formación de suelo y desarrollo de comunidades vegetales estables repercutirá en una disminución de la transferencia de metales al agua y cadena trófica, de la erosión eólica e hídrica, de los riesgos por deslizamientos/corrimientos y creación de un nuevo paisaje.

En este punto, debemos tener en cuenta siempre previamente la estabilidad estructural de los depósitos (presas) pues es un punto crucial previo a cualquier actuación en materia de rehabilitación ambiental. No se considera nada este aspecto básico, es decir diferenciación a la hora de actuar del tipo de estructuras y residuos existentes y los riesgos de cada uno de ellos para mitigar el impacto en origen. Las actuaciones pueden ser totalmente contraproducentes de lo contrario.

- Estabilización de laderas: De manera integrada con la inertización se procederá a la estabilización de las escombreras y taludes mediante técnicas de estabilización de taludes y laderas: recuperación de bermas, construcción de bancales, fajinadas, muretes de contención, incluida la construcción de pequeñas obras transversales (albarradas) en las vaguadas.

Estas actuaciones deben realizarse de forma integrada con las estructuras de retención de sedimentos propuestas en las ramblas.

- Repoblaciones y revegetación de taludes: Plantaciones de estabilización de taludes y repoblaciones en las laderas. Se tendrán en cuenta las recomendaciones ya indicadas para



las actuaciones de repoblación forestal y repoblación de riberas y márgenes de ramblas y ramblizos.

La zona inculta contaminada ocupa una superficie aproximada de 550 ha. Se actuará con prioridad en las zonas más degradadas y más próximas a los cauces de las ramblas.

## **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**Félix Francés, Inmaculada Bautista, Antonio Lidón y Cristina Puertes** (Instituto de Agua y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia).

## **Comentarios generales**

Ver comentarios Actuación 9.

## **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**José Álvarez Rogel** (UPCT – Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria.)

## **Comentarios específicos**

- PÁG. 126.

Se han planteado tanto actuaciones para disminuir la producción de sedimentos en origen, mediante la recuperación de zonas contaminadas y restauración de la vegetación

**Comentario:** antes habría que declarar qué zonas son contaminadas ya que esa denominación debe ajustarse a la normativa que corresponda, que será nacional ya que no existe regional.

- PÁG. 130.

Para abordar la problemática de los metales pesados y riesgos de movilización se lleva trabajando desde hace años en la rehabilitación de paisajes mineros mediante la creación de tecnosuelos (suelos artificiales), una estrategia considerada técnica y económicamente viable mediante la cual se consiguen inmovilizar metales.....

**Comentario:** Hay alternativas viables de menor coste en determinadas zonas que no implican el uso de tecnosuelos. Se trata de depósitos mineros que se han ido colonizando de forma natural por vegetación pionera (especies nodriza), que han creando parches fertilidad que han permitido el desarrollo de otras plantas. Facilitar el desarrollo de estas especies primocolonizadoras sería relativamente sencillo actuando de forma selectiva en aquellos nichos edáficos de los depósitos mineros más favorables. Las actuaciones consistirían en adicionar las enmiendas (orgánicas y/o



carbonatadas) más adecuadas en los enclaves seleccionados y hacer hacer plantaciones de especies seleccionadas justo en esos enclaves. A diferencia de la creación de tecnosoles, en los que las plantas enraízan generalmente en la capa de material adicionado en superficie evitando el residuo minero subyacente no tratado, el aprovechamiento de nichos favorables permite que las plantas exploren más profundidad de suelo generando una mejor retención de éste y un mejor aprovechamiento del agua que se retiene a cierta profundidad. La instalación de barreras tipo albarradas para incentivar la acumulación de sedimentos movilizados por el viento ayudaría a la colonización vegetal. Este tipo de actuaciones son mucho más baratas y se pueden ejecutar de manera más rápida que la creación de tecnosoles, los cuales podrían reservarse para los enclaves más problemáticos como son los depósitos mineros de pH ácido y/o aquellos con riesgo de derrumbe y/o que se ubiquen cerca de poblaciones.

- PÁG. 131.

En resumen la medida consiste en descontaminación de los suelos contaminados mediante actuaciones de inertización y la estabilización de los suelos tratados mediante obras de conservación de suelos y revegetación:

**Comentario:** Descontaminación quizás no es el término más adecuado, ya que no se pretende quitar la contaminación. Remediación, restauración o inertización de zonas afectadas por residuos mineros o de depósitos o balsas mineras parece más adecuado.



## ACTUACIÓN 11: MEJORA DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO

---

### Investigadores y Técnicos autores del informe

**Pedro Simón Andreu.** (Director Técnico de ESAMUR).

### Comentarios generales

Las medidas propuestas son correctas, no obstante deberían complementarse con las siguientes medidas:

- Estudio hidrológico previo de las redes de alcantarillado existentes en la zona, con especial atención a los municipios más próximos a la costa, considerando los caudales en momentos de lluvia, para determinar su capacidad y peligro de desbordes, que se ocasionan normalmente por levantamiento de las tapas de alcantarillado o descargas a las redes de pluviales o aliviaderos, cuando están conectadas. Este estudio debería ir acompañado de la realización de los polutogramas correspondientes, para determinar objetivamente la contaminación vertida al medio y sus características. También servirían estos estudios para determinar la mejor ubicación y la capacidad de los tanques de tormentas a instalar.
- Dotación de presupuesto y medios para el correcto mantenimiento de los tanques de tormenta.
- Es fundamental la determinación de los puntos de alcantarillado que tienen roturas que provocan infiltraciones de agua freática, y proceder a su reparación. Estas infiltraciones, además de incrementar los caudales circulantes y que luego llegan a las depuradoras, incrementan la salinidad de estas aguas de una manera importante, dificultando la reutilización de estas aguas. Estas actuaciones serán prioritarias en los municipios próximos al mar, que tienen mayor riesgo de infiltraciones.
- Indicar en las ordenanzas municipales de los municipios del Mar Menor, la obligatoriedad de estanqueidad de los sótanos y garajes de los edificios. La falta de estanqueidad en aquellas construcciones con un nivel freático por encima de la base hace que se infiltren dichas aguas en estos habitáculos y la solución habitual es instalar una bomba de achique que vierte estas aguas a la red de alcantarillado, provocando habitualmente un incremento en la salinidad. Para el caso de edificios antiguos con este problema, habría que disponer la manera de evacuar dichas aguas, sin que se mezclen con el agua residual, especialmente en los casos que tengan una elevada salinidad.



## ACTUACIÓN 12: AMPLIACIÓN Y MEJORA DE LOS SISTEMAS E INSTALACIONES DE DEPURACIÓN

---

### Investigadores y Técnicos autores del informe

Pedro Simón Andreu. (Director Técnico de ESAMUR).

### Comentarios generales

- En primer lugar, el título que se le ha dado a la problemática: “Capacidad insuficiente de los sistemas de depuración”, no tiene demasiado rigor y no refleja la realidad, por lo que debería cambiarse. La situación de las depuradoras de la zona del Campo de Cartagena, en cuanto a su capacidad, es correcta, tanto a corto como a medio plazo, incluso en periodo estival donde aumentan los caudales de manera importante. Igualmente la calidad de sus efluentes está muy por encima de lo exigido por las normativas de vertido.
- En cuanto a la propuesta de soluciones, el “Cumplimiento de los requerimientos normativos en materia de depuración de aguas residuales de origen urbano “, como ya se ha mencionado antes se está cumpliendo sobradamente. El único punto más débil que en este momento presentan las depuradoras es durante los períodos de lluvia, en los que se pueden producir alivios por exceder los caudales influentes a los de tratamiento de las plantas depuradoras. No obstante, este problema queda solucionado con las soluciones propuestas para la Actuación nº 11 en cuanto a la ejecución de los tanques de tormenta como a la mejora de limpieza del alcantarillado. Con respecto a la “Conexión de pequeñas aglomeraciones urbanas al sistema de saneamiento “, es evidente que la recogida de cualquier caudal que pudiera afectar al entorno del Mar Menor es beneficioso, aunque hay que puntualizar que no siempre el esfuerzo económico a realizar va a compensar la mejora obtenida. En primer lugar porque en la mayoría de estas viviendas existen fosas sépticas que, si están correctamente diseñadas, retienen las aguas residuales y son evacuadas a las depuradoras cuando alcanzan el máximo de su capacidad. En segundo lugar, porque no existen redes de alcantarillado secundarias para recoger esas aguas y llevarlas a unos futuros colectores generales, y tampoco se han previsto en este estudio. Y en tercer lugar, porque en algunos de los casos propuestos los diseminados son tan extensos que en ningún caso puede ser razonable el llevar a cabo esas obras con un coste muy elevado para resolver un problema de baja repercusión. Por tanto se deberían seleccionar dichas actuaciones. También hay alguna de las actuaciones indicadas que ya está ejecutada desde hace años, por lo que debe actualizarse.





- Acerca del otro punto “Adecuación de la calidad de los efluentes para la reutilización directa” pensamos que el planteamiento no es adecuado en algunos aspectos y en otros deben tenerse en cuenta determinados cambios normativos que van a afectar de manera significativa a esta cuestión de manera próxima. Con respecto a la salinidad de las aguas depuradas, es conocido y mejorable que los efluentes de algunas depuradoras tienen elevadas salinidades que obligan a mezclar con otras aguas con baja conductividad para hacerlas aptas para el riego, y que en caso de que esto no pueda hacerse la otra opción para poder usarla sería la desalación. No obstante hay otra alternativa que podría ser mucho más interesante y que ya se apuntó en las alegaciones a la Actuación 11. Esta alternativa pasaría por disminuir las infiltraciones a las redes de alcantarillado en los municipios costeros, que normalmente estarán focalizadas en los colectores próximos al mar. Consideramos que esta medida va a tener mucho menor coste que las que se contemplan en las alternativas y es mucho más lógica. Sirve al mismo tiempo para mejorar las redes de alcantarillado de los municipios, a veces muy antiguas y obsoletas, reduce los caudales actualmente tratados en las depuradoras, con lo que incluso se incrementa su capacidad, elimina los costes de transporte y desalación que allí se proponen y desaparece un problema que suele ser muy complicado de gestionar como es la gestión de las salmueras. Otra propuesta presentada es la interconexión entre depuradoras. Es una instalación muy cara y que la probabilidad de que tenga que usarse es muy remota, además que lo que se conseguiría es trasladar un problema hipotético a otro lugar, pero sin resolverlo. Pensamos que sería de mayor interés el potenciar las infraestructuras que evacúan las aguas tratadas con destino a riego agrícola, tanto con balsas de acumulación como con conducciones y bombeos. Como ejemplos actuales podemos indicar el bombeo de regantes que evacúa las aguas depuradas de San Javier, y que durante los meses de verano no es capaz de evacuar todas las aguas depuradas en esta planta, o el bombeo de la desalobradoradora del Mojón, que tiene una capacidad reducida ahora que recibe las aguas depuradas de San Pedro del Pinatar. Por último, y referido a este tema del aprovechamiento de estas aguas depuradas, hay algunas depuradoras en la cuenca vertiente del Mar Menor, aunque también es cierto que son de muy pequeño tamaño, que aún no cuentan con tratamiento terciario avanzado, lo que no quiere decir que no puedan cumplir el RD 1620/2007 de reutilización, puesto que pueden hacerlo con una desinfección adecuada o destinarlo a riego de cultivos menos exigentes como en el caso del arbolado. Pero en muy breves fechas se va a enviar al Parlamento Europeo y al Consejo Europeo de Ministros de Medio Ambiente, para su tramitación, una propuesta de Reglamento de requerimientos mínimos de calidad de las aguas regeneradas para su utilización en riego agrícola. Hasta que no se apruebe el



documento final (está previsto sea en menos de 1 año ) no se conocerán exactamente las exigencias, pero sí que hay un documento técnico de la Comisión Europea ya muy consensuado en el que las condiciones exigidas son mucho más estrictas que nuestra actual normativa española y que por tanto van a requerir una mejora de los terciarios en prácticamente todas nuestras depuradoras. Si se quieren seguir reutilizando estas aguas va a ser inevitable el hacer inversiones en esta actuación.

- Pasando ya a la evaluación concreta de las alternativas presentadas, la alternativa 12.A contempla varias actuaciones. La primera es la ampliación y mejora de la EDAR Mar Menor Sur. En primer lugar comentar que el vertido de esta depuradora es al Mar Mediterráneo, por medio del emisario submarino de Cala Reona, tras pasar por la desaladora de la Comunidad de Regantes de Arco Sur, por lo que se vierte el rechazo únicamente. Posiblemente con medidas de reducción de infiltraciones al alcantarillado en la zona de La Manga se podría reducir esta salinidad y evitar llevar a cabo esta desalación. En este caso también, habría que dotar de un tratamiento terciario a esta planta además de una remodelación, por tratarse ya de una depuradora antigua (1998).

La segunda propuesta en esta Alternativa 12.A es llevar a cabo las conexiones de pequeñas aglomeraciones urbanas aún no conectadas. Ya se han hecho comentarios anteriormente a esta medida, con carácter general. Centrándonos en los casos individualmente en primer lugar indicar que la actuación propuesta para Valladolides, que es la más significativa en cuanto a habitantes, lleva ya varios años hecha, por lo que no procede mantenerla aquí. Actuación de Las Barracas : Hay un núcleo más o menos concentrado por lo que tendría sentido la conexión con Los Belones, tras llevar a cabo la construcción de la red de alcantarillado secundario. Actuación de Bahía Bella:

Posiblemente es mejor solución conectar con la EBAR Venta Simón, del municipio de Los Alcázares, y enviar a la EDAR de Los Alcázares en lugar de enviar a Los Urrutias, que además tendría que atravesar la Rambla del Albuñón. Se ahorraría mucha longitud de colector. Actuación de Los Beatos : Es una aglomeración con muy alto diseminado y un pequeño núcleo con muy pocas viviendas. Esta actuación resolvería un problema muy reducido, por lo que es discutible su conveniencia. Actuación de Los Conesas : Al igual que la anterior representa una aglomeración muy extendida, por lo que para recoger un número significativo de viviendas habría que hacer una red muy extensa. Actuación de Los Meroño. También se trata de una aglomeración muy diseminada. La relación coste-beneficio es muy alta, por lo que es dudosa su conveniencia.

- La alternativa 12. B contempla lo previsto en la 12.A más otras actuaciones. La primera de estas nuevas actuaciones es dotar de tratamiento terciario a algunas pequeñas depuradoras ( Baños y Mendigo, Casas Blancas, Corvera y La Murta ), así como en EDAR Cabezo Beaza.



Consideramos son propuestas correctas, aunque una de ellas, Corvera, ya dispone de tratamiento terciario avanzado desde hace años. En el caso de Cabezo Beaza, aunque dispone de un gran lagunaje que desempeña un papel significativo como tratamiento terciario, consideramos que esta actuación también es conveniente puesto que con la nueva regulación europea las exigencias van a ser mucho mayores. No obstante también habría que señalar que la zona de hipotética afección de esta depuradora esta bastante alejada del Mar Menor. Todas estas actuaciones ya estaban previstas en el Segundo Plan Director de Saneamiento de la Región de Murcia. En lo que ya discrepamos es en la conveniencia y necesidad de desalación en Cabezo Beaza ( su conductividad media es del orden de 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , que es una salinidad muy aceptable para el riego. Tampoco consideramos sea necesario dotar de desaladoras a las depuradoras de Torre Pacheco, Roldán, Lo Ferro y Balsicas, Fuente Álamo y La Unión, puesto que sus conductividades están por debajo de 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , o a las depuradoras de Los Alcázares, Urbanización Mar Menor y San Javier, puesto que entendemos más conveniente el eliminar las filtraciones al alcantarillado, como ya se explicó anteriormente.

- En cuanto a la alternativa 12. C recoge, además de lo ya contemplado en las 12. A y 12. B, que ya ha sido discutido, un gran colector de cintura uniendo varias depuradoras ( Los Alcázares, Torre Pacheco, Urbanización Mar Menor, San Javier, Roldán y Fuente Álamo con Edar de San Pedro, para llevarlo a Desalobrador del Mojón, y La Unión con la EDAR de Mar Menor Sur para desalarla ). Nos parece un gasto muy poco productivo y sin mucho sentido, puesto que las soluciones apuntadas anteriormente de eliminar infiltraciones en alcantarillado y de potenciar infraestructuras para su aprovechamiento en regadío serían de mucho mayor interés y mucho menor coste.



## ACTUACIÓN 13: GESTIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS

---

### Investigadores y Técnicos autores del informe

**David Martínez y Pablo** (Coordinador Técnico de Residuos de la Dirección General de Medioambiente)

### Comentarios generales

El **Plan de Residuos de la Región de Murcia 2016-2020** sobre la materia “GESTIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS”, ya contempla medidas en relación a las expresadas en el “Análisis de soluciones para el objetivo de vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena”. Entre las medidas ya contempladas en el Plan, cabe destacar las siguientes:

- MPI.10- Fomento de iniciativas para la adecuada gestión de plásticos de uso agrario
  - o Se incluyen como actuaciones específicas orientativas en esta medida:
    - Elaboración y difusión de una Guía de Buenas Prácticas para el fomento del buen uso y una adecuada gestión de los plásticos de uso agrario.
    - Realización de campañas de sensibilización y concienciación en esta materia.
    - Realización de jornadas informativas que contribuyan a realizar una gestión más eficiente de los plásticos de uso agrario.
    - Sistemas de montaje/desmontaje en operaciones de cultivo bajo plástico que minimicen los residuos.
- MGI.05- Difusión del empleo de estándares ambientales:
  - o Difusión a través de cualquier medio del empleo de estándares ambientales ya definidos o los que se obtienen del resultado de estudio y la investigación en I+D+i, el ecodiseño etc. Se creará una App de ayuda a la separación para la reutilización y reciclaje de residuos agrícolas.
- MGI.12- Acuerdos voluntarios de implantación de sistemas de recogida selectiva y gestión diferenciada en zonas agrarias.
  - o Fomento de acuerdos voluntarios entre productores y gestores para la implantación de sistemas de recogida selectiva y gestión diferenciada de residuos generados en zonas agrarias, especialmente las relacionadas con la



generación de plásticos agrarios, biomasa agrícola y forestal restos de invernadero y/o poda), para su gestión.

- MGI.17- Programa aprovechamiento residuos vegetales de origen agrario.
  - o Favorecer modelos de gestión que garanticen la separación de los residuos según su tipo, fomentando además la responsabilidad del productor de los mismos y promover el desarrollo de tecnologías de reciclado y tratamiento de residuos respetuosas con el medio ambiente, mediante un programa de aprovechamiento de residuos vegetales de origen agrario con objeto de disminuir las prácticas de eliminación incontrolada. Esta medida debe de estar coordinada e integrada con los planes de acción local de zonas sensibles identificadas en el Plan Regional de Calidad del Aire. Para ello hay que realizar por una parte un inventario, una caracterización y una cuantificación de los residuos vegetales de origen agrario y por otro lado hay que realizar una correcta planificación basada en dos aspectos, primero hay que determinar el impacto de los procedimientos de eliminación actuales y en segundo lugar hay que realizar un estudio de las alternativas de valorización de estos residuos.
  - o Esta medida pretende reducir la generación de residuos, minimizando el impacto ambiental y los riesgos para la salud de las personas y mejorar la planificación regional en materia de residuos.
  - o En la ejecución de esta medida se priorizarán los experiencias, acuerdos, acciones o inversiones que consideren la reducción de emisiones de GEI en sus actuaciones.
  
- MGI.03- Convenio con Sistemas Colectivos de Responsabilidad Ampliada del Productor del Producto (SCRAPP). [nota: afecta a envases de productos agrarios, tipo fitosanitarios, abonos, etc.]
  - o Suscripción de Convenios con uno o varios Sistemas Colectivos de Responsabilidad Ampliada del Productor del Producto (SCRAPP) que regulen el cumplimiento de las prescripciones técnicas impuestas en las respectivas autorizaciones otorgadas, con especial mención del desarrollo de campañas de comunicación y sensibilización, el desarrollo de proyectos y estudios para el fomento de la recogida separada de fracciones afectadas por el concepto de responsabilidad ampliada y determinación, en su caso, de la contribución financiera a las Entidades Locales por la prestación de los servicios de recogida separada.



- MGI.18- Experiencias piloto sobre recogida selectiva de residuos orgánicos.
  - o Fomento de experiencias piloto con entidades de gestión de polígonos industriales y otras entidades empresariales directamente relacionadas con la producción de residuos industriales sobre recogida selectiva de **residuos orgánicos**.
  - o En la ejecución de esta medida se priorizarán las experiencias, acuerdos, acciones o inversiones que consideren la reducción de emisiones de GEI en sus actuaciones.
  
- MPI.06- Fomento de la investigación en la catalogación de subproductos. [nota: afecta residuos de la producción agraria, ejemplo: Orden APM/189/2018, de 20 de febrero, por la que se determina cuando los residuos de producción procedentes de la industria agroalimentaria destinados a alimentación animal, son subproductos con arreglo a la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.]
  - o Para desarrollar esta medida se fomentará la colaboración con universidades y otros centros de investigación, públicos o privados, asimismo se proporcionarán ayudas a la investigación y elaboración de proyectos y se realizará un seguimiento de los resultados. La catalogación de subproducto se hará conforme al procedimiento publicado para la declaración como subproducto de fecha de 31 de julio de 2015 por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente para subproductos: "sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción, cuya finalidad no sea la producción de esa sustancia u objeto, que cumple las cuatro condiciones establecidas en el apartado 1 del artículo 4 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, y que es declarado como tal a través de la correspondiente Orden Ministerial."
  
- MPI.09- Campañas de difusión en el mercado: etiquetado, bolsas de subproductos y recursos recuperados dirigido a PYMES [nota: afecta residuos de la producción agraria, ejemplo: Orden APM/189/2018, de 20 de febrero, por la que se determina cuando los residuos de producción procedentes de la industria agroalimentaria destinados a alimentación animal, son subproductos con arreglo a la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.]
  - o Campañas de difusión del correcto etiquetado de los residuos, de la bolsa de subproductos y recursos recuperados
  
- MPI.03- Campaña de concienciación para el fomento de la reducción en la producción de residuos industriales y comerciales





- Realización de campañas de concienciación que impulsen la reducción en origen de residuos industriales y comerciales en las actividades productoras de residuos.

## **Comentarios específicos**

- Apartado 4.13, página 268
  - Se incluye en “mejora en la gestión de residuos” apartado b), la “retirada obligatoria de plásticos de invernadero a gestores autorizados”. Esto no es una mejora, es una obligación legal de la Ley 22/2011 y debería estar en el apartado a) sobre actuaciones derivadas del cumplimiento de la normativa vigente.
  - Los residuos de plásticos de invernadero no son residuos domésticos donde tengan competencia los ayuntamientos ni cualquier otra administración en la organización y participación en su gestión (Ley 22/2011)
  - Se menciona el “Uso obligatorio de plásticos de acolchado e hilo para tutores biodegradables”. Esta medida debería ser recomendable en lugar de obligatoria, ya que las condiciones climáticas del Campo de Cartagena hacen que la biodegradación de esos materiales sea demasiado lenta y, por tanto, ineficaz. Una propuesta más adecuada y ajustada a las condiciones agroclimáticas de la zona es la que ya están realizando los agricultores del Campo de Cartagena, y es la contratación de un gestor autorizado para la gestión del plástico al final de su vida útil.
  - Se hace mención a plantas de biogás y de compostaje, dando la sensación de que no existen. No se ha realizado un inventario por parte del redactor. Así mismo, luego no se identifican costes (tabla 93)
  - Se hace mención a la mejora en la gestión de envases de productos fitosanitarios, pero no se usa el dato el apartado 3.2.3.7 donde se identifican 13 centros de agrupamiento (denominación más adecuada a la normativa, en vez de “centros certificados de gestión”).

Esta medida ya está contemplada en las actividades de la empresa Sigfito Agroenvases S.L., autorizada en la CCAA de la Región de Murcia para gestionar un sistema de recogida de envases agrarios para darles un tratamiento ambiental correcto. De incumplir esta medida es de aplicación el régimen sancionador de la Ley de Sanidad Vegetal.

En cuanto a que “Todo personal que manipule o transporte productos fitosanitarios deberá estar en posesión de la autorización legal correspondiente”, ya es una medida que funciona hace años en la Región, con la implantación del carné de manipulador de productos fitosanitarios. Este carné tiene cuatro niveles, y deben estar en posesión del mismo todas aquellas personas usuarias profesionales y vendedores de productos fitosanitarios, que les acredite los conocimientos apropiados para



ejercer su actividad en función de los productos fitosanitarios a utilizar y del grado de responsabilidad que ostente. Este carné se obtiene previa realización de los cursos correspondientes, que son impartidos por la Administración regional o por entidades de formación colaboradoras certificadas por ésta. Estos niveles son: Nivel Básico, Nivel Cualificado, Nivel Fumigador y Piloto aplicador. La no posesión del correspondiente carné implica la aplicación de sanciones.

Se mencionan “acolchado biodegradable”, pero no se indica normativa UNE/ISO o similar concreta que señale el periodo de biodegradabilidad admitido o admisible por el medio o por el gestor de destino.

No ha tenido en consideración el Plan de Gestión de Residuos de la Región de Murcia 2016-2020.

- Apartado 4.13, página 269
  - o En el planteamiento de las alternativas, da la sensación de que las alternativas son acumulativas realmente. No son alternativas desde el punto de vista de que haya que elegir entre ellas.
- Apartado 5.2.13, página 417 a 420
  - o Se repite que en el planteamiento de las alternativas, da la sensación de que las alternativas son acumulativas realmente. No son alternativas desde el punto de vista de que haya que elegir entre ellas.
  - o Sobre el horizonte temporal de las alternativas planteadas:
    - Se menciona en la 13.C que hay que modificar normativa. Pero en la descripción del apartado 4.13 no se identifica a qué normativa se refiere.
  - o Sobre robustez
    - La alternativa 13.C es valorada conjuntamente con la 13.B, pero centrando sólo en el seguimiento y trazabilidad de residuos de plástico y envases, olvidando el resto de acciones incluida en la alternativa 13.C apartado 4.13, página 268.
  - o Sobre contribución al vertido cero
    - La Alternativa 13.C, la considera “medidas de fomento”, cuando algunas son de cumplimiento legal. Y en la valoración de este apartado, valora en “refuerzo” de la 13.A, por lo que no se valora de forma individual.
  - o Sobre viabilidad técnica
    - Como en otros apartados, no se valora la 13.C de forma individual.
    - En la valorización de la viabilidad técnica de la 13.C, sólo se hace mención a una supuesta campaña informativa, olvidando el resto de acciones incluidas en la alternativa 13.C apartado 4.13, página 268, lo que podría generar cambios en la valoración de la viabilidad técnica de esta alternativa.

- Sobre viabilidad económica.
  - Se olvidan de muchas de las acciones incluidas en la alternativa 13.C apartado 4.13, página 268, lo que podría generar cambios en la valoración de la viabilidad económica de esta alternativa.
- Sobre participación en la gestión.
  - No se define adecuadamente este concepto. Y como es que el cumplimiento de la normativa según alternativa 13.A no es participación en la gestión.
- Apartado “Conclusiones”, se concluye que la alternativa 13.C es la necesaria, pero puesto que no se ha valorado adecuadamente esta conclusión es errónea.

## ACTUACIÓN 14: GESTIÓN DE DEYECCIONES

### Investigadores y Técnicos autores del informe

Ángel Faz Cano (UPCT – Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria)

### Comentarios generales

En relación a la Tabla 9 del Apartado 3.3 (Actuación 3, pero procede comentarlo en este apartado) se ha calculado la producción de deyecciones de ganado porcino en ensayos realizados por GARSA (Gestión Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas, UPCT) y el nitrógeno producido en éstas como se muestra en la Tabla 1. Como puede observarse existe una diferencia entre el valor teórico calculado según las recomendaciones del RD 324/2000 y los valores reales obtenidos en las explotaciones. Por tanto, se recomienda un plan de seguimiento para cada explotación en particular para adaptar la dosis de aplicación de nitrógeno bajo las directrices para zonas vulnerables del RD 324/2000 y Buenas Prácticas Agrícolas.

**Tabla 1. Producción de nitrógeno total. Caso práctico en diferentes explotaciones**

Actividad ganadera	Tipo de Ganado	Nitrógeno total (g/L)		Dosis según código BPA (170 Kg N/ha/año zonas vulnerables) L/ha/año	
		Valor Teórico (RD 324/2000)	Valor real	Valor Teórico (RD 324/2000)	Valor real
Porcino	Cebo	3,37	3,44	50445	49419
	Cebo		6,13		27732
	Cebo		7,57		22457
	Ciclo cerrado	3,25	2,03	48571	83744
	Ciclo cerrado		6,39		26604
	Ciclo cerrado		2,83		60071
	Cerdas reproductoras	2,5	1,83	68000	92896
	Cerdas reproductoras		3,06		55556
	Cerdas reproductoras		2,84		59589

*BPA Buenas Prácticas Agrarias.*

**Tabla 2. Hectáreas necesarias para la aplicación del purín producido en las diferentes explotaciones porcinas**

Actividad ganadera	Tipo de Ganado	Nº de cabezas	Purín producido (m <sup>3</sup> /año)	Dosis según código BPA (170 Kg N/ha/año zonas vulnerables) L/ha/año	Hectáreas necesarias para la aplicación del volumen total
Porcino	Cebo	2000	4300	49419	72
	Cebo	2600	5590	27732	193
	Cebo	450	968	22457	43
	Ciclo cerrado	450	968	83744	12
	Ciclo cerrado	200	430	26604	16
	Ciclo cerrado	900	1935	60071	32
	Cerdas reproductoras	175	766	92896	8
	Cerdas reproductoras	600	1500	55556	29
	Cerdas reproductoras	3775	4003	59589	67

En las Tablas 1 y 2 los cálculos han sido realizados para purín con tratamiento 0 según el MAPAMA, es decir aquel que se aplica al suelo directamente con la cisterna.

#### Apartado 4.6.4.3.- MTD a aplicar en los sistemas de almacenamiento de purín

Página 55

El almacenamiento de los purines en las granjas se puede realizar mediante dos tipos de instalaciones: los tanques de almacenamiento y las balsas.

En los tanques de almacenamiento se puede instalar como mejora un sistema de aireación en la base del tanque. El aireador de fase líquida consiste en un compresor portátil el cual se acciona mediante motor eléctrico. Este aireador trabaja con un caudal y una presión determinada, además un sistema de tuberías de PVC con discos provistos orificios de 1 mm equidistantes entre sí a lo largo de su circunferencia que suministran oxígeno en toda el área del tanque de almacenamiento.

Los inconvenientes de los malos olores generados por el almacenamiento de purines, así como el problema de las emisiones de amonio y otros compuestos del nitrógeno se puede minimizar implementando esta técnica de tratamiento aerobio. La función principal de este sistema de aireación es la provisión de oxígeno a los microorganismos aeróbicos para convertirlos en la fracción degradable de residuo en compuestos orgánicos e inorgánicos más simples. Mediante el tratamiento de aireación autores garantizan porcentajes de eliminación del nitrógeno total entre 50%-95%.

De acuerdo a la patente (ES-2363363-B2) desarrollada por GARSA (Gestión Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas) de la UPCT (Universidad Politécnica de Cartagena) donde se detalla el proceso de biorremediación mediante humedal artificial, consta en su etapa de pretratamiento de un aireador consta de las siguientes características:

- Motor trifásico: 380V/50Hz
- Caudal: 5800L/min
- Presión: 10 Bar

- Ciclo de aireación: 12/día durante 3 días seguidos
- Distancia entre discos de aireación: 50 cm
- Ubicación: en el fondo del tanque mirando hacia abajo para evitar obstrucciones
- Volumen tratado: 1000 L



Foto 1. Tanque con discos de aireación

En los tratamientos centralizados de purín habla de plantas de cogeneración (todo este apartado es totalmente teórico), y es errónea la información pues solo una planta está en funcionamiento en la Región en Alhama de Murcia y ninguna en la cuenca vertiente del Mar Menor

#### Apartado 4. Tratamiento centralizado de deyecciones ganaderas

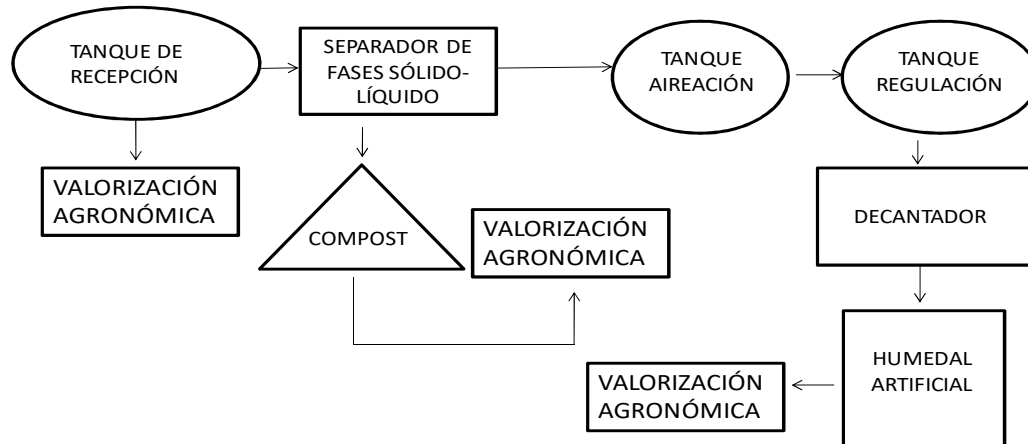
Durante varios años 2007-2010 estuvo en marcha un proyecto piloto “banco de purines de la Región de Murcia, participando Fecoam y diferentes ADS de porcino y GARSA-UPCT, iniciativa desde la Dirección General de Ganadería y Pesca de la CARM, con el fin de hacer una gestión integral de los purines mediante valorización agrícola sostenible. Este sin duda fue el embrión de los sistemas de tratamiento integral “a la carta” y lo que después quedó regulado por la *Orden de 16 de junio de 2016, de la Consejería de Agua, Agricultura y medio ambiente por las que se establecen los programas de actuación sobre las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario en la Región de Murcia.*

Este sistema de gestión conlleva diferentes tipos de tratamientos según la capacidad del terreno agrícola para recibir las enmiendas para poder valorizar la totalidad de los efluentes producidos. Los tratamientos deben ser a nivel granja o núcleos de producción

A modo de ejemplo, se puede implementar la gestión a modo del siguiente esquema.

Página 166

#### 4. Sistema de tratamiento integral



El sistema consiste en el proceso de depuración basado en una separación física, a través de un separador de fases, combinada con un humedal artificial, con el fin de producir un efluente depurado para ser aplicado en suelo agrícola, reduciendo los consumos de agua y fertilizantes inorgánicos y minimizando las emisiones de gases y el consumo energético.

##### *Separador de fases*

El separador de tipo “compacter” o separador de tornillo sinfín”, basado en un sistema de separación por prensa a rosca, está compuesto por mallas de filtración de 400 µm y 100 µm las cuales permiten la separación líquido-sólida. La fracción líquida es impulsada hacia el tanque de aireación, mientras que la fracción sólida cae libremente en una solera cementada la cual se dispone para compostaje y posteriormente ser aplicado en las parcelas agrícolas. Dicha solera cuenta con un depósito para la recogida de los lixiviados del compost que son nuevamente recirculados al sistema.

##### *Tanque de aireación*

Permite el almacenamiento del purín tras su paso por el separador de fases permitiendo una aireación a través de membranas colocadas en su base, con el fin de evitar el incremento del pH y, como consecuencia, el aumento de amonio ( $N-NH_4^+$ ) y su volatilización en forma de óxido de nitrógeno ( $N_2O$ ) y amoníaco ( $NH_3$ ).

##### *Tanque de regulación*

Permite la decantación primaria de partículas pesadas que puedan quedar de la separación de fases.

##### *Decantador*

El objetivo del decantador es aumentar la capacidad de decantación gracias a la mayor superficie de que se dispone.

##### *Biofiltro*





El biofiltro o humedal artificial son zanjas impermeabilizadas de láminas de polietileno de alta densidad que se llenan de material poroso, inerte, que puede tener un tamaño de partícula variable o uniforme. Los materiales de relleno inertes usados comúnmente para este fin son arena y grava. Además de actuar como un filtro, el lecho de material inerte constituye también el sustrato sobre el que se desarrollan las raíces de macrófitos emergidos usados para la fitodepuración.

Como ya se ha indicado, en lo relativo a la trazabilidad de los estiércoles y purines, no menciona el documento la *Orden de 16 de junio de 2016, de la Consejería de Agua, Agricultura y medio ambiente, por la que se modifican las Órdenes de 19 de noviembre de 2008, 3 de marzo de 2009 y 27 de junio de 2011, de la Consejería de Agricultura y Agua, por las que se establecen los programas de actuación sobre las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario en la Región de Murcia, que dice:*

“El Programa desarrolla las principales actuaciones necesarias para reducir la contaminación por nitratos de origen agrario en aguas continentales y litorales, permitiendo recuperar valores por debajo de 50 mg/l de ión nitrato, que haga factible alcanzar un nivel de calidad aceptable para cualquier uso”.

Aunque solamente hace referencia a la contaminación por nitratos las actuaciones que se proponen en el documento son similares a las que se proponen en este documento.

Además, también se puede considerar que la información que se pide para el punto **2. Seguimiento y Control**, viene igualmente recogida en los Documentos 1, y 1. A, de dicha Orden,

DOCUMENTO 1. CUADERNO DE CONTROL DEL PLAN DE GESTIÓN DEPURINES Y ESTIÉRCOLES

TITULAR DE LA EXPLOTACION AGRARIA

NOMBRE Y APELLIDOS:
DIRECCION:
Nº DE REGISTRO EXPLOTACIONES AGRARIAS:

EXPLOTACION GANADERA

DIRECCION/UBICACION:
COGIDO REGA:
TIPOS DE GANADO DE LA EXPLOTACION:
Nº PLAZAS/ CENSO MEDIO ANUAL:
Nº PLAZAS:
SISTEMA DE PRODUCCION:
PRODUCCION ANUAL DE ESTIÉRCOL:
FORMA PREVISTA DE GESTIÓN (con expresión de porcentajes estimados por tipo de gestión):
- Explotaciones agrícolas.
- Gestor intermedio
- Plantas biogás, compostaje, (...)
- Otros operadores



DOCUMENTO 1A. Explotaciones con actividad ganadera (a cumplimentar por el ganadero)

Día de Salida (dd/mm/aa)	Nº Documento Comercial	Tipo y cantidad de estiércol <sup>(1)</sup>	Transportista	Vehículo	Destino
			-Nombre -Autorización administrativa (DGPECA) <sup>(2)</sup> Código SANDACH	-Matrícula -Autorización administrativa (DGAGPA) <sup>(3)</sup>	-Nombre agricultor <sup>(4)</sup> -nº Registro en RGEA -Operador de destino <sup>(5)</sup> : a) Planta de compost b) Biogás c) Otros

<sup>(1)</sup>: Purín (m<sup>3</sup>); Estiércol (kg)

<sup>(2)</sup>: DGPECA: Dirección General de Planificación, Evaluación y Control Ambiental. Autorización de transportista de residuos no peligrosos.

<sup>(3)</sup>: DGAGPA: Dirección General de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura.- Registro de transportistas SANDACH

<sup>(4)</sup>: RGEA: Registro General de Empresas Agrarias

<sup>(5)</sup>: Nombre y autorización por la DGPECA

DOCUMENTO 1B. Explotaciones con actividad agrícola (a cumplimentar por ganadero-agricultor o agricultor exclusivo)

Día de Recepción (dd/mm/aa)	Nº Documento Comercial	Tipo y cantidad de estiércol <sup>(1)</sup>	Transportista	Vehículo	Origen	Destino	Cultivo y plan de abonado <sup>(7)</sup>
			-Nombre -Autorización administrativa (DGPECA) <sup>(2)</sup> - Código SANDACH	-Matrícula -Autorización administrativa (DGAGPA) <sup>(3)</sup>	-Nombre de ganadero -Código REGA de explotación <sup>(6)</sup> -Operador de destino <sup>(5)</sup> : a) Planta de compost b) Biogás c) Otros	-Polígono y parcela de aplicación	

<sup>(1)</sup>: Purín (m<sup>3</sup>); Estiércol (kg)

<sup>(2)</sup>: DGPECA: Dirección General de Planificación, Evaluación y Control Ambiental. Autorización de transportista de residuos no peligrosos.

<sup>(3)</sup>: DGAGPA: Dirección General de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura.- Registro de transportistas SANDACH

<sup>(4)</sup>: RGEA: Registro General de Empresas Agrarias

<sup>(5)</sup>: Nombre y autorización por la DGPECA

<sup>(6)</sup>: REGA. Código de explotación ganadera de origen, a aportar por el propietario de las instalaciones ganaderas.

<sup>(7)</sup>: tipo de cultivo, plan de abonado indicando balance nitrogenado (superficie de parcelas, necesidades de cultivo, mineralización de fertilizantes en suelo, cantidad a aplicar, ...).

En este caso, con más justificación incluso que en la actuación 3, se observa la necesidad de realizar un trabajo de georreferenciación de explotaciones ganaderas intensivas”

Para poder aplicar correctamente y con el debido rigor científico dichas alternativas, es fundamental conocer con la mayor exactitud posible la situación territorial de este sector y de aquellos otros relacionados, permitiendo así desarrollar un adecuado análisis y diagnóstico de su estructura territorial.

Para conseguir y sistematizar esta información, es preciso utilizar herramientas propias de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), pues permiten mediante la georreferenciación de las explotaciones ganaderas y la acumulación estructurada de datos sobre capas de información, la generación de mapas de información interrelacionada con distintas bases de datos (mapas interoperables), lo cual permitirá realizar análisis complejos de forma automatizada, que conduzcan a diagnósticos fiables de la realidad, lo que permitirá tomar las mejores decisiones a la hora de aplicar las distintas alternativas.

El Sistema Territorial de Referencia, cuya finalidad y objeto se establecen en el artículo 37 de la Ley 13/2015, de 30 de marzo, de ordenación territorial y urbanística de la Región de Murcia (LOTURM), cuyo Sistema de Información Territorial es SitMurcia ([www.sitmurcia.es](http://www.sitmurcia.es)) es la plataforma adecuada para integrar la información georreferenciada de las explotaciones ganaderas con cualesquiera otras variables de la estructura territorial necesarias para la realización de los análisis pertinentes.



Una relación, no exhaustiva, de datos que habría que introducir en el sistema serían:

- Situación de cada explotación ganadera.
- Fecha de inicio de actividad y de sus ampliaciones sucesivas.
- Tipo o tipos de ganadería.
- Número de cabezas o unidades.
- Superficie ocupada de parcela al inicio y en sucesivas ampliaciones, en su caso.
- Superficies construidas y número de naves e instalaciones en cada parcela.
- Superficie y número de balsas de purines, incluyendo su capacidad y características.
- Consumos de energía y agua.

Como datos relacionados, habría que introducir en el sistema u obtener de otras bases de datos:

- Superficies de cultivo y características (intensivo, extensivo, producción, etc.) en un entorno determinado de cada explotación o de un conjunto agregado de ellas.
- Demanda agraria de fertilizantes orgánicos.
- Situación de los acuíferos afectados y sus características.
- Situación de los núcleos de población.
- Infraestructuras de transporte y comunicaciones.

Las alternativas que se definen a continuación tienen carácter acumulativo, es decir, cada alternativa de aplicación implica necesariamente el cumplimiento de los requisitos establecidos en las alternativas anteriores.

#### **Alternativa 14.A**

El nivel mínimo en la aplicación de esta línea de actuación corresponde a la implantación de las medidas de protección medioambiental prescritas por los distintos instrumentos normativos y las promovidas por las iniciativas de estímulo a las buenas prácticas agrarias y ganaderas vigentes actualmente. Se hace necesario el cumplimiento de cada una de estas normas de forma íntegra para las explotaciones ganaderas. La normativa vigente más relevante se ha detallado en el apartado "Actuaciones derivadas del cumplimiento de la normativa vigente en materia de gestión de deyecciones ganaderas".

#### **Alternativa 14.B**

Se basa en la puesta en marcha de un sistema de seguimiento y control exhaustivo que por un lado permita asegurar que el cumplimiento de la normativa vigente se está llevando a cabo de forma satisfactoria y por otro la aplicación de medidas adicionales que complementan las presentes dentro del marco legal actual.



El sistema de seguimiento y control se realizará con personal técnico especializado y designado por las administraciones competentes junto con la creación de un sistema de información georreferenciada en tiempo real, de obligado cumplimiento por parte de los ganaderos, agricultores, proveedores y gestores autorizados que permitirán cruzar todos los datos necesarios para asegurar el éxito de los resultados. La aplicación del grupo de medidas de esta alternativa corresponde a una mejora sustancial de los sistemas de seguimiento y control, mejoras en las explotaciones ganaderas y nuevo equipamiento de estas que permita mejorar la efectividad de las medidas agroambientales existentes y el establecimiento de las bases para revisión de las mismas.

El desarrollo del programa de seguimiento con sistema de información georreferenciada en la Alternativa 11.B permitirá conocer de forma suficientemente actualizada y detallada la problemática y defectos de cada explotación en particular, básicamente la distribución de los sistemas de almacenamiento, retirada de las deyecciones y aplicación de las mismas en la agricultura. Y a partir de ahí tomar el mejor camino para resolver esos problemas encontrados y evitar contaminaciones directas o indirectas al medio.

Este tipo de sistemas de seguimiento y control ya han sido implantados en otras CCAA y están funcionando en la actualidad con éxito.

#### **Alternativa 14.C**

La aplicación de esta alternativa se hará de forma paralela a las dos anteriores. Consiste en el apoyo y fomento de unas medidas para favorecer la disminución del N excretado en las deyecciones mediante técnicas nutricionales y por otro lado reducir el volumen de purines evitando en todo momento las pérdidas del agua tanto de bebida como de limpieza.

#### **Alternativa 14.D**

Esta alternativa enumera las diferentes posibilidades de tratamiento centralizado y para cada grupo propone una serie de técnicas concatenadas, cuya combinación de procesos puede mejorar la gestión de deyecciones en la zona. Han sido seleccionadas sólo las técnicas que mejor se adaptarían a la zona de estudio. Para ello se contempla tanto la creación de un centro de gestión con la mejora y/o realización de las infraestructuras necesarias para ello, como la utilización de plantas ya existentes.

### **ANEXO 1**

Algunos cálculos relativos a las explotaciones y lo que supone en la gestión de purines sostenible la implementación de tipos de tratamiento en granja se incluyen a continuación, tema nada considerado en los cálculos que se muestran en el documento.

El ganado porcino, tanto en número de explotaciones como en censo, se concentra mayoritariamente en el término municipal de Fuente Álamo, en la zona noroccidental de Cartagena y suroccidental de Torre-Pacheco. Toda la zona de estudio suma 446 explotaciones con 786.864 cabezas según el censo por municipios (Tabla 1). Sólo Fuente Álamo concentra ya el 84% de las explotaciones y el 75% de las cabezas porcinas de la cuenca.

**Tabla 1. Sector porcino en la Cuenca Vertiente del Campo de Cartagena**

MUNICIPIO	PEDANÍA	Nº EXPL.	CERDAS	VERRACOS	CEBO	LECHONES	TOTAL CABEZAS
SAN JAVIER		1	16	1	50	50	117
TORRE PACHECO		12	162	4	13.466	260	13.892
FUENTE ÁLAMO		374	101.499	323	415.670	72.115	589.607
CARTAGENA	ALBUJÓN	6	442	4	9.991	624	10.401
	ALGAR	2	1	1	0	26	28
	CAMPO NUBLA	14	4.892	15	14.750	3.600	23.257
	LENTISTAR	4	6.013	23	1.550	40.710	48.296
	PALMA (LA)	3	520	4	2.550	2.390	5.464
	POZO ESTRECHO	9	7.067	55	8.283	23.703	39.108
MURCIA	BAÑOS Y MENDIGO	3	100	3	1.400	300	1.803
	CORVERA	3	0	0	13.000	0	13.000
	JERÓNIMO Y AVILESES	1	400	0	0	0	400
	LOBOSILLO	2	0	0	2.908	0	2.908
	MARTÍNEZ DEL PUERTO (LOS)	5	1.960	15	7.450	4.550	13.975
	SUCINA	2	1.050	0	11.281	0	12.331
	VALLADOLISES	5	0	0	6.997	4.900	11.897
<b>TOTAL</b>		<b>446</b>	<b>124.122</b>	<b>448</b>	<b>508.686</b>	<b>153.228</b>	<b>786.484</b>

Según el Real Decreto 324/2000, de 3 de marzo, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas la excreta de kg de nitrógeno producidos en la Cuenca Vertiente del Mar Menor en el año 2016 fue de 5.867.000 kg de nitrógeno (Tabla 2), por lo que se estima que solo el sector porcino aporta al acuífero alrededor del 14% del nitrógeno.

**Tabla 2. Nitrógeno producido en el sector porcino.**

Categorías del censo 2016	Censo REGA 2016	EXCRETA Kg/N/plaza y año. RD 324/2000-LEY 1/2018 MURCIA	Kg N año
Cerdas	124.122	15,28	1.897.000
Verracos	448	15,93	7.000
Cebo	508.686	7,2	3.663.000
Lechones	153.228	1,8	276.000
<b>TOTAL</b>	<b>786.484</b>		<b>5.842.000</b>

### **Actuación: sistemas de tratamiento de deyecciones porcinas para la reducción de nitrógeno**

En el purín fresco o bruto, el nitrógeno se encuentra principalmente en forma de  $N-NH_4^+$  y N orgánico. El N orgánico se convierte en N disponible para las plantas mediante la acción de los microorganismos del suelo, siendo éste un proceso lento. El porcentaje de N total del purín en forma de  $N-NH_4^+$  oscila normalmente entre el 60-70%. El porcentaje de  $N-NH_4^+$  respecto al N total está directamente asociado a la composición de los purines, a la alimentación y a la transformación ocurrida durante el almacenamiento. Este último factor induce a la transformación del nitrógeno



orgánico en  $\text{N-NH}_4^+$  en las primeras 48 horas. Los nitratos representan una concentración muy baja en comparación al N total, y el resto de nitrógeno, corresponde a formas orgánicas.

Para una valorización agrícola efectiva de los purines se hace necesario la aplicación de un tratamiento previo a dicha aplicación, por esta razón la utilización de separadores de fases (sólida-líquida), o bien la aplicación de un tratamiento integral para la depuración de purines constituye una medida de gestión en favor de la reducción tanto del volumen de aportación, así como del contenido de nitratos en la cuenca vertiente.

Según estudios realizados por el grupo de Investigación Gestión, Aprovechamiento y Recuperación de Suelo y Aguas (GARSA) de la Universidad Politécnica de Cartagena, se ha demostrado que el contenido de N en purín puede disminuir considerablemente con los sistemas de tratamiento que se presentan a continuación:

- **Separador de fases:** permite la separación de la fase líquida y sólida del purín, disminuyendo considerablemente el N orgánico en la fase líquida.
- **Aireador:** permite el almacenamiento del purín tras su paso por el separador de fases permitiendo una aireación a través de membranas colocadas en su base, con el fin de evitar el incremento del pH y, como consecuencia, el aumento de amonio ( $\text{N-NH}_4^+$ ) y su volatilización en forma de óxido de nitrógeno ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y amoníaco ( $\text{NH}_3$ ).
- **Sistema integral de tratamiento:** compuesto por tanques de homogeneización, separador de fases, aireador, decantadores y humedal artificial, que en su conjunto logran importantes eficiencias de remoción de nitrógeno (Caballero-Lajarín *et al.*, 2015).

Se plantean 4 escenarios en los cuales se obtiene una reducción importante en la concentración de nitrógeno. En el escenario 1 donde se hace uso de un separador de fases para el 10% de las granjas, el escenario 2 simula el uso de un separador de fases para el 15% de las granjas, en el escenario 3 se simula el uso de un separador de fases y un depósito aireador para el 5% de las granjas y, por último, en el escenario 4 se plantea el uso de un sistema integral de tratamiento para un 5% de las granjas (Tabla 4).

En la Tabla 3 se describe los porcentajes de remoción de nitrógeno total obtenidos en distintos proyectos realizados por el grupo de investigación GARSA (Gestión, Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas) de la UPCT (Universidad Politécnica de Cartagena).

**Tabla 3. Porcentajes de remoción utilizando separador de fases y sistema de tratamiento integral en granjas.**

Proyecto	Responsable	Porcentaje de remoción de NT con separador de fases	Porcentaje de remoción de NT con sistema de tratamiento integral completo	
			TRH=3 días	TRH=7 días
Sistema de depuración con humedales Alía	GARSA-TRAGSA	42,9	72	83
Sistema de tratamiento de efluentes porcinos mediante humedales artificiales. CIFEA (Lorca)	GARSA-CIFEA-CARM	12	-	84
Plan de gestión integral de purines de la explotación Jurramenta	GARSA-JISAP	34,2	-	60,8
Effects of the Hydraulic Retention Time on Pig Slurry. Purification by Constructed Wetlands and Stabilization Ponds	Muñoz <i>et al</i> , 2016.	41,7	69,4	79,8
<b>Promedio*</b>		<b>35</b>	<b>70</b>	<b>80</b>

\*Valores promedios utilizados de acuerdo a la experiencia obtenida por GARSA en ensayos pilotos. Estos porcentajes podrían variar dependiendo de factores tales como el tipo de granja y su manejo, condiciones climatológicas, manejo del sistema de tratamiento, metodología utilizada, etc.

**Tabla 4. Aporte de nitrógeno/año de las explotaciones porcinas en distintos escenarios.**

Consideración	No. Granjas	Nitrógeno total aportado	Tratamiento aplicado	Porcentaje de eficiencia (%)	Nitrógeno (Kg) aportado después del tratamiento	Nitrógeno total (Kg) aportado después del tratamiento
Todas las explotaciones	446	5.867.505	Sin tratamiento	100	5.867.505	<b>5.867.505</b>
<b>Escenario 1</b> (10% de las granjas)	44,6	586.751	Separador de fases	35	205.363	<b>5.486.117</b>
<b>Escenario 2</b> (15% de las granjas)	66,9	88.013	Separador de fases	35	30.804	<b>5.018.184</b>
<b>Escenario 3</b> (5% de las granjas)	22,3	4.401	Separador de fases + aireador	45	1.980	<b>5.576.110</b>
<b>Escenario 4</b> (5% de las granjas)	2,23	220	Sistema de tratamiento integral completo	80	176	<b>5.574.306</b>

De acuerdo al RD 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias para zonas vulnerables, el límite establecido para el aporte de abono orgánico en el suelo no debe superar un contenido en nitrógeno de 170 Kg N año<sup>-1</sup>. En esta prohibición queda comprendido todo tipo de estiércol, tal como lo define dicho decreto, “residuos (ya no es residuo) excretados por el ganado o las mezclas de desechos y residuos excretados por el ganado, incluso transformados”.

En la cuenca vertiente del Mar Menor el sector porcino produce aproximadamente 6 toneladas de nitrógeno por año, teniendo en cuenta que esta cuenca es considerada zona vulnerable y por tanto el contenido de nitrógeno orgánico no debe superar los 170 Kg N año<sup>-1</sup>, las hectáreas necesarias para la aplicación del purín generado se muestra en la Fig. 1 para cada escenario planteado.



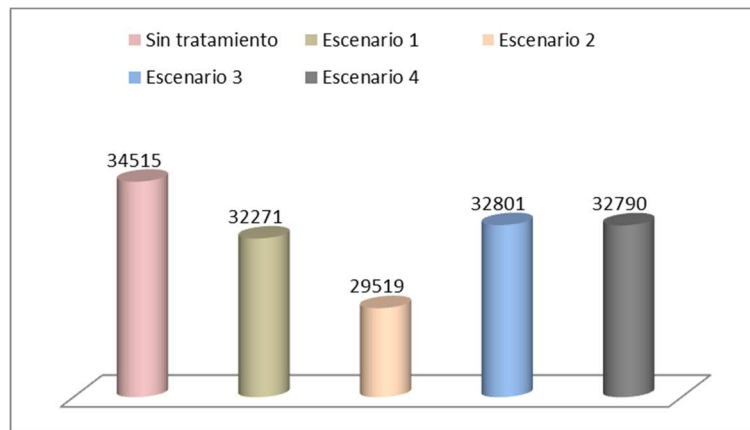


Figura 1. Hectáreas necesarias para la aplicación del purín.

Los cultivos típicos de la Región de Murcia que se pueden incorporar en superficies disponibles se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Cultivo típicos de la Región de Murcia y dosis máxima de nitrógeno

Cultivo	(Kg N/t)	
<b>Hortalizas al aire libre</b>	Apio	3,5-6,5
	Alcachofa	8-12
	Brócoli	12-15
	Coliflor	8-12
	Otras lechugas	3-5
	Melón	3,5-5
	Sandía	2,5-3
	Tomate	2,5-4
	Pimiento	3-4,5
	Cebolla	2-3,5
	Berenjena	3-4,5
	Acelga	5-7
	Coles	5-7
	Espinaca	4,5-6
	Calabacín	4-5
	Habas	3,5-5
	Hinojo	2,5-3,5
Escarola	4-5	
Ajo	6-7,5	
<b>Hortalizas Invernadero</b>	Tomate	2,5-4
	Pimiento	3-4,5
	Melón	3,5-5
	Calabacín	4-5
<b>Tubérculos</b>	Patata	3-4,5
<b>Industriales</b>	Pimiento	5-7
	pimentón	
<b>Frutales de hueso</b>	Albaricoquero	3,5-5
	Melocotonero	3-4,5
<b>Frutal</b>	pepita	3-4
<b>Frutos secos</b>	Almendro	35-45
<b>Cítricos</b>	Limonero	4,8-6
	Naranja	4,8-7
	Mandarino	4,8-7,5
	Vinificación	7-8,5
<b>Vid</b>	Mesa	2-3,5
<b>Olivar</b>		11-20
<b>Cereal</b>	Maíz	22-27
	Resto cereales	20-40

Supuesto de rotación de cultivo durante un año en la cuenca vertiente del Mar Menor





Durante un año se realizará un cultivo de invierno y un cultivo de verano considerando que la fertilización nitrogenada se ajustará a los requerimientos del cultivo, buscando un equilibrio óptimo entre el rendimiento y la calidad de la cosecha, asegurando la máxima asimilación por parte de la planta, como se muestra en la Tabla 5.

Suponiendo que durante un año se cultivan brócoli en invierno y melón en verano, y en otro año se cultivan lechuga en invierno y calabacín en verano el requerimiento de nitrógeno por cultivo en 1 ha sería de:

- -Brócoli: 195 kg N (cultivo de invierno)
- -Melón: 37 kg N (cultivo de verano)
- -Lechuga: 52 kg N (cultivo de invierno)
- -Calabacín: 54 kg N (cultivo de verano)

Se necesitaría un total de 232 kg de N cuando se cultiva brócoli y melón, y 106 kg de N cuando se cultiva lechuga y calabacín.

De estos requerimientos se puede suplir 170 kg de N con estiércol y la parte restante aportarla con fertilizantes minerales cumpliendo lo establecido en el RD 261/1996. Para el caso de año que se cultive brócoli+melón se necesita aportar 62 kg N con fertilización mineral, mientras que el año que se cultive lechuga+calabacín quedará suplida completamente mediante el estiércol aplicado.

## **Referencias**

- Caballero-Lanjarín, A., Zornoza, R., Faz, A., Lobera, J.B., Muñoz, M.A., Domínguez-Oliver, S.G. (2015) Combination of Low-Cost Technologies for Pig Slurry Purification Under Semiarid Mediterranean Conditions. *Water Air Soil Pollut*, 226-341.
- Muñoz, M.A., Rosales, R.M., Gabarrón, M., Faz, A., Acosta, J.A. (2016). Effects of the Hydraulic Retention Time on Pig Slurry Purification by Constructed Wetlands and Stabilization Ponds. *Water Air Soil Pollut*, 227: 293
- R.D. 324/2000, de 3 de marzo, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas.
- R.D. 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.



## ACTUACIÓN 15: ORDENACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LA ACTIVIDAD GANADERA A ESCALA COMARCAL

---

### Investigadores y Técnicos autores del informe

Ángel Faz Cano (UPCT – Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria)

### Comentarios generales

La problemática definida: concentración de explotaciones ganaderas intensivas.

En la página 172, expone las medidas que incluye la actuación:

1. Mantenimiento de la situación actual con un cumplimiento estricto de la normativa vigente.
2. Seguimiento y Control.
3. Limitación de la ampliación y/o apertura de nuevas explotaciones.
4. Ordenación de las nuevas explotaciones (Normativa más estricta).

Como ya se hacía referencia en la Actuación 3, la normativa que rige el Ordenamiento de las explotaciones porcinas está vigente desde el año 2000 (RD324/2000) y es de obligado cumplimiento. De forma que los puntos 1 y 2, se deben estar llevando a cabo.

En la página 175, se habla del punto **2. Seguimiento y Control**, en el cual se propone hacer un seguimiento que se solapa con lo propuesto en la Actuación 3, de este mismo documento.

Al final de dicha página el segundo punto establecido, la creación de registro obligatorio o plan de gestión, que ya vienen exigidos y son de obligado cumplimiento, por el RD 324/2000 y el Plan de Actuación para Zonas Vulnerables (Orden de 16 de junio de 2016). Este último marco regulatorio tampoco lo menciona en este punto.

En la página 176, se habla del punto **3. Limitación de la ampliación y/o apertura de nuevas explotaciones**, ya está limitada por la legislación de Medio Ambiente: *Ley 4/2009, de 14 de mayo, de protección ambiental integrada*, en la que en su Anexo I dice que: *ANEXO I Actividades sometidas a licencia de actividad*

6. *Las actividades ganaderas que no estando sometidas a autorización ambiental autonómica ni a evaluación de impacto ambiental, dispongan al menos de:*

- *Reproductores vacunos: 50 cabezas.*
- *Vacunos de cebo: 100 cabezas.*



- *Reproductores de ovinos y/o caprinos: 300 cabezas.*
- *Cebaderos de ovino y/o caprino: 750 cabezas.*
- *Cerdas reproductoras: 250 cabezas.*
- *Cerdos de cebo: 1000 cabezas.*
- *Ganado equino (caballos, asnos, mulas): 50 cabezas.*
- *Gallinas: 3.000 gallinas.*
- *Pollos de engorde: 8.000 cabezas.*
- *Otras aves de corral (perdices, codornices, patos): 4.000 cabezas.*
- *Conejas reproductoras: 600 cabezas.*

De igual forma, el punto **4. 4. Ordenación y dimensionamiento de la actividad ganadera a escala comarcal en función de acogida del territorio (Normativa más estricta)**, también en la página **176**, se habla de una nueva normativa a desarrollar, que, efectivamente, en la actualidad está siendo revisada, puesto que se encuentra en preparación un Borrador de Decreto de Ordenación de las explotaciones porcinas.

En las pagina 177, aparecen las Alternativas propuestas. La Alternativa 15.A, implica la aplicación de la Normativa y como ya se ha dicho es de obligado cumplimiento desde que se publicó en el año 2000(RD 324/2000).

La 15B acerca de la puesta en marcha de un programa de seguimiento y control, que creemos ya está implícito en el control, por parte de la Administración, si se tienen en cuenta las obligaciones de las diferentes normas que aquí aplican.

La Alternativa 15C no se puede establecer de forma taxativa, puesto que ya se encuentra contemplada en la Ley 4 de 2009, de Protección Ambiental Integrada, donde ya se ven limitadas y condicionadas por los requisitos para la apertura y ampliación de explotaciones, independientemente de la zona donde se quieran ubicar, ya que establece las autorizaciones ambientales que debe tener una explotación para su apertura y/o ampliación.

De igual forma, la Alternativa 15D, es reiterativa en el sentido de que, con el cumplimiento de la Normativa aplicable, estas limitaciones ya van implícitas, además establece medidas que en la nueva Normativa que se está trabajando de Ordenación de explotaciones porcinas no se asumen, como es el caso de la segunda directriz:

Esta nueva legislación deberá incluir las siguientes tres directrices fundamentales:

- Evitar la concentración de explotaciones ganaderas en función de la ubicación e infraestructuras.
- En las explotaciones ganaderas de nueva creación será obligatorio el transporte de todas las deyecciones ganaderas fuera de la Cuenca Vertiente del Mar Menor.



- Limitación temporal de la ampliación de explotaciones ganaderas.

Esta directriz según las alegaciones de Cooperativas agroalimentarias, se tendría que revisar:

*“Es importante destacar que la valorización agronómica es el método más extendido de gestión de los estiércoles, ya que el sobrecoste de otros sistemas alternativos no ha podido ser asumido. En este sentido, también debe resaltarse que la utilización agronómica de los purines exige disponer de tierras capaces de asumir el nitrógeno aplicado en un radio de \*\* km. de la granja, debido a que distancias mayores incrementan los costes de forma inasumible. Por otro lado, la tecnología y la legislación sobre el uso de fertilizantes está siendo orientada hacia una aplicación a la carta, respondiendo a las necesidades de cultivo.”*

De igual forma, como se habla en esta Alternativa 15.D, de una nueva legislación, en la página 178, aparece un ANEXO PROPUESTAS PARA LA ORDENACIÓN DE EXPLOTACIONES PORCINAS (BORRADOR), que no tiene nada que ver con el Documento de Borrador de nuevo RD de ordenación de explotaciones porcinas con el que, actualmente, se está trabajando con el Ministerio.

Uno de los ejemplos más claros es el hecho de que en el Anexo del documento acerca de la clasificación de las explotaciones se dice que la carga será de:

- Grupo primero: hasta 120UGM
- Grupo segundo: 120-360 UGM
- Grupo tercero: de 360-864UGM

Mientras que el borrado de RD (documento de trabajo) dice que, el máximo, para el Grupo 3, es de 720UGM.

Al existir un documento de trabajo como borrados de RD, que no tiene nada que ver con este Anexo, creemos que dicho Anexo no tiene razón de ser.



## **ACTUACIÓN 16: ELIMINACIÓN DE VERTEDERO DE LA MASA DE AGUA DE LA RAMBLA DEL ALBUJÓN.**

---

### **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**Juan José Martínez Sánchez** (UPCT – Departamento de Producción Vegetal)

### **Comentarios generales**

Esta actuación propone, de los vertederos identificados en el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura 2015-2021 que tengan una presión sobre la Rambla del Albujión, la eliminación de los incontrolados en una primera fase y el acondicionamiento y mejora de los controlados en una segunda fase.

Es una medida lógica sobre la que no habría nada que alegar. No obstante, la alternativa 16.A (página 186 del Proyecto informativo) propone la clausura y eliminación de los vertederos incontrolados que contengan sustancias potencialmente peligrosas, y todos aquellos de estériles cuando afecten a más de 500 m de longitud de masa de agua Rambla del Albujión. No se entiende por qué se mete el condicionante de la longitud ¿Qué pasa con los más cortos?

Propongo la eliminación del condicionante de la longitud “cuando afecten a más de 500 m de longitud de masa de agua Rambla del Albujión”.



## ACTUACIÓN 17: ADECUACIÓN Y AMPLIACIÓN DEL DRENAJE AGRÍCOLA

---

### Investigadores y Técnicos autores del informe

**Francisco Cabezas Calvo-Rubio** (Director General Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua)

### Comentarios específicos

Como con otras actuaciones anteriores, se estima correcta pero no se conoce su resultado de coste/eficacia. La restauración de un sistema de drenaje agrícola deteriorado puede ser muy costosa y debiera re proyectarse a la luz de los datos actuales, no necesariamente coincidentes con los de los proyectos de transformación de las zonas regables, que exigían la creación de una red de drenaje para evacuar aguas excedentes para técnica de riego por gravedad que actualmente no existe.



## **ACTUACIÓN 18: CLAUSURA O ADECUACIÓN DE LOS POZOS INVOLUCRADOS EN LA CONTAMINACIÓN CRUZADA ENTRE ACUÍFEROS.**

---

### **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**José Luis García Aróstegui (IGME), Francisco Cabezas Cavo-Rubio** (Director General Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua, **David Martínez Vicente** (CARM - DG Innovación, Producciones y Mercados Agroalimentarios)

### **Comentarios generales**

Es una actuación técnicamente deseable pero, al igual que ocurre en otras actuaciones, su relación con el problema del “vertido cero” es marginal y su coste/eficacia no conocido. El motivo de la actuación es reducir la contaminación del acuífero y conocer mejor los flujos y balances en el sistema multicapa.

En el documento se indica que esta actuación comprenderá un porcentaje próximo al 80% de las captaciones existentes en la masa de agua subterránea, lo que da idea de la dimensión del asunto, y la necesidad previa de un mejor conocimiento hidrogeológico, que incluya en este caso, un exhaustivo inventario previo a la realización de esta actuación. Posteriormente se podrá establecer el coste, su eficacia, y quien se hace cargo de los gastos de adecuación de los pozos (la Administración o los propietarios).

La norma técnica puede incluir los aspectos propuestos por el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos.

*(<https://www.researchgate.net/publication/311304922> Normas para la construcción y clausura de pozos propuestas por el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos).*

### **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**Francisco Cabezas Calvo-Rubio** (Director General Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua)

### **Comentarios específicos**

*Se propone la adecuación y clausura de los pozos implicados en la contaminación cruzada que actualmente abastecen de agua subterránea para riego en el Campo de Cartagena.*





Como en otros casos, es una actuación técnicamente deseable, pero por otros motivos de reducir la contaminación del acuífero y conocer mejor los flujos y balances en el sistema multicapa. Su relación con el problema del “vertido cero” es marginal y su coste/eficacia no conocido.

## **ACTUACIÓN 19: MEJORA EN LA INTEGRACIÓN AMBIENTAL DE USOS (NAVEGACIÓN, TURISMO, PESCA Y ACTUACIONES COSTERAS).**

---

### **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**José Luis Manovel García** (Ingeniero Técnico Forestal) y **Rebeca Martínez Martínez-Espejo** (Licenciada en Ciencias Ambientales), funcionarios de la Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente.

### **Comentarios generales**

A continuación se efectúan algunas consideraciones relativas al Proyecto Informativo analizado:

1. La zona donde se proponen las actuaciones, se encuentra dentro del ámbito del Proyecto de Decreto de declaración de las Zonas de Especial Conservación (ZEC) y aprobación del Plan de Gestión Integral de los Espacios Protegidos del Mar Menor y de la Franja Litoral Mediterránea de la Región de Murcia, el cual ha sido sometido al trámite de Información pública y audiencia a los interesados mediante anuncio publicado en el BORM de fecha 24 de junio de 2016. Actualmente el Plan de Gestión Integral se encuentra en tramitación para su aprobación por el Consejo de Gobierno.
2. Dicho Plan de Gestión, establece las medidas y actuaciones que son necesarias para crear unas condiciones favorables, tanto para los elementos clave, como para el conjunto de hábitats y especies de interés presentes en los espacios protegidos y, alcanzar, por tanto, los objetivos de gestión fijados. A tal efecto, se establecen directrices y regulaciones de carácter general; directrices y regulaciones específicas relativas a los usos y actividades y a las diferentes zonas de ordenación establecidas; y, acciones para la conservación y gestión, comunes para uno o varios de los espacios protegidos y específicas, dirigidas a determinadas zonas del ámbito territorial del Plan de Gestión Integral o a los elementos clave definidos.
3. En este sentido, se deberán tener en cuenta no sólo las Directrices y Regulaciones generales del Plan General, que estén directamente relaciones con las medidas y/o



actuaciones planteadas, objeto de análisis y descritas en el apartado, sino también las Directrices y Regulaciones específicas que afecten a cada una de estas actuaciones, y que se describen a continuación:

En relación a la Actuación 19:

- Directrices y regulaciones relativas a la pesca profesional (13.1.5)
  - Directrices y regulaciones relativas a los cultivos marinos (13.1.6)
  - Directrices y regulaciones relativas al uso público y las actividades turísticas (13.1.8)
  - Directrices y regulaciones relativas a infraestructuras portuarias, transporte y navegación marítima (13.1.9)
  - Directrices y regulaciones relativas a infraestructuras viarias y red de caminos (13.1.10)
4. Las medidas propuestas en el Proyecto Informativo analizado coinciden en parte con las ya reflejadas en el Plan de Gestión Integral de los Espacios Protegidos del Mar Menor y de la Franja Litoral Mediterránea de la Región de Murcia.
5. Algunas de las actuaciones propuestas en el documento de Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor, están comenzando a implantarse por parte de esta administración.

A la vista de las medidas indicadas en el documento analizado, se observa que son acordes a los objetivos contemplados en el Plan de Gestión Integral de los Espacios Protegidos del Mar Menor y de la Franja Litoral Mediterránea de la Región de Murcia. No obstante, una vez que se materialicen en proyectos concretos las distintas actuaciones planteadas en el “Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor”, deberán ser adecuadamente informadas y evaluadas cada una de ellas por parte de esta Oficina, al objeto de asegurar una adecuada protección y conservación de la Red Natura 2000 en el Mar Menor y su entorno.



## **ACTUACIÓN 20: MEJORA EN LAS CONDICIONES FISICO-QUÍMICAS DE LA LAGUNA (GOLAS, EXTRACCIÓN SEDIMENTOS Y BIOEXTRACCIÓN Y RESTAURACIÓN SUMERGIDA)**

---

### **Investigadores y Técnicos autores del informe**

Ángel Pérez-Ruzafa (Departamento de Ecología e Hidrología de la Universidad de Murcia)

### **Comentarios a la Actuación:**

En dicho apartado se plantean distintas actuaciones a) Adaptación de las infraestructuras de conexión entre el Mar Menor y el Mar Mediterráneo, b) Mejora en la gestión de la masa de agua, incluyendo intercambios y flujos de agua y los sedimentos del lecho lagunar, c) Desarrollo de sistemas de bioextracción de nutrientes mediante organismos filtradores autóctonos y d) Recuperación de sub-hábitats lagunares de gran valor ecológico.

Si bien, en general el documento global “Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena” cuenta con enfoques bastante acertados y propuestas que pueden ser interesantes, cabe decir que en lo que se refiere al ecosistema marino presenta ciertos déficits y se detecta desconocimiento del funcionamiento de los ecosistemas lagunares y muy concretamente del Mar Menor, así como de la bibliografía al respecto.

La actuación a) Adaptación de las infraestructuras de conexión entre el Mar Menor y el Mar Mediterráneo plantea la gestión de dicha conexión en respuesta a las condiciones ecológicas de la laguna, evitando situaciones irreversibles (elevadas temperaturas, turbidez y anoxia) sin alterar de forma permanente las características genuinas del ecosistema hipersalino lagunar.

El planteamiento de “sin alterar de forma permanente las características genuinas del ecosistema hipersalino lagunar” sería la parte correcta del objetivo de la actuación, pero falla completamente en las premisas. Ni la turbidez, ni la anoxia son problemas que puedan resolverse aumentando las conexiones con el Mediterráneo. De hecho, las condiciones de crisis distróficas y eventos de anoxia, que son frecuentes en otras lagunas costeras, pero nunca han ocurrido en el Mar Menor, suelen darse precisamente en lagunas con una mayor tasa de renovación de las aguas.

La prevención de tanto la turbidez, como de posibles eventos distróficos debe acometerse con medidas en la cuenca de drenaje, evitando la entrada de materiales finos y sedimentos a la laguna, en el primer caso, y de nutrientes, materia orgánica y aguas dulces en el segundo. Así mismo, las actuaciones dentro de la laguna que pueden afectar al aumento de dichos aspectos son



precisamente algunas de las que se proponen en esta actuación, como los dragados indiscriminados de fangos o la propia pradera de *Caulerpa*.

Otro aspecto importante a considerar es que la anoxia más importante, por su extensión y repercusión en la fauna, que se produce en el Mar Menor es la que provoca la propia pradera densa de *Caulerpa prolifera* sobre los sedimentos, por el gran aporte y acumulación de materia orgánica y el bajo hidrodinamismo que produce.

En este aspecto las propuestas de actuación son en cierto modo también contradictorias ya que mezcla el aumento de volumen de intercambios con la gestión activa de la conexión mediante compuertas. Esta última propuesta pretende ser una medida preventiva del ascenso del nivel del mar por el cambio climático. Este tipo de propuestas se han hecho ya en lagunas como Venecia, estando muy lejos de ser exitosas en sus objetivos. En un mar sin mareas, y sin fenómenos semejantes al Aqua Alta, como el Mar Menor dicho sistema no tendría sentido y plantearlo como medida para resolver el problema del ascenso del nivel del mar solo conduciría al cierre permanente de las conexiones y, por tanto, a la desaparición definitiva del ecosistema como lo conocemos.

Dichas medidas, además, consideran el Mar Menor únicamente como un sistema hidrológico, no como un ecosistema, cuyo mantenimiento e integridad dependen de equilibrios muy sutiles en los procesos de conectividad biológica y estructuración ambiental espacio temporal.

Las intervenciones en los canales deben restringirse a operaciones mínimas de mantenimiento para garantizar el funcionamiento de sistemas de pesca como las encañizadas o abordar problemas muy concretos, que de momento no se han planteado. Deberían tenerse en cuenta los informes ya emitidos en el grupo de trabajo de hidrodinámica del Comité Científico, siendo adecuada la propuesta de Redacción de estudio hidrológico con modelo hidrodinámico preciso del Mar Menor y su conexión con el Mar Mediterráneo la elaboración de un plan estratégico de gestión de los dragados y programa de seguimiento integral de las actuaciones. Dicho plan estratégico debe incluir el análisis y diagnóstico de problemáticas cuando surjan pero, en ningún caso considerar la necesidad de "Dragados periódicos".

La actuación b) Mejora en la gestión de la masa de agua, incluyendo intercambios y flujos de agua y los sedimentos del lecho lagunar es más correcta en su formulación ya que se plantea "posibles intervenciones directas". Como en el apartado anterior, toda intervención sobre los sedimentos debe responder a un análisis particularizado de problemas que surjan puntualmente en el espacio o en el tiempo y debe descartarse la "Extracción intensa de sedimentos del lecho lagunar en zonas degradadas" por su ambigüedad y la posible malinterpretación de la expresión "intensa". La extracción de sedimentos debe estar muy justificada, localizada espacialmente ante un problema concreto y cuantificada, debiendo siempre irse a mínimos para resolver el problema. Debe



entenderse que la mera presencia de fangos, en un ambiente lagunar, no es un problema sino una condición inherente de estos sistemas.

La actuación c) Desarrollo de sistemas de bioextracción de nutrientes mediante organismos filtradores autóctonos debería también plantearse con moderación y prudencia. Los sistemas basados en campos más o menos extensivos de filtradores están actualmente en experimentación en otras lagunas y aún no están claras ni su eficacia ni los efectos secundarios sobre el ecosistema, como la acumulación de materia orgánica sobre los sedimentos y los efectos sobre la hidrodinámica lagunar. En el caso del Mar Menor estamos observando que lo que verdaderamente restituye la integridad del ecosistema es la reducción de la entrada de nutrientes. Lagunas como la de Thau, con amplias explotaciones de ostras no han visto reducida su eutrofización hasta que no se han tomado medidas en la cuenca de drenaje y es la bajada en la entrada de nutrientes lo que ha producido una reducción en la producción acuícola y no al revés. Los sistemas de filtradores que deberían fomentarse en el Mar Menor son los basados en comunidades naturales, como las que se establecen en los postes de los balnearios y en los propios fondos lagunares.

En todo caso, los planteamientos experimentales de la propuesta siempre pueden ayudar a la toma de decisiones.

Finalmente, actuación d) Recuperación de sub-hábitats lagunares de gran valor ecológico comete errores graves de concepto en la consideración que hace de las praderas de *Caulerpa*. El documento alude a ellas como de *Caulerpa racemosa*, cuando en realidad son de *Caulerpa prolifera*, pero esto no es el principal problema. El error consisten en el papel positivo que se atribuye a *Caulerpa* en el funcionamiento del Mar Menor, cuando dicha especie constituye uno de sus problemas, lamentablemente con difícil solución. *Caulerpa prolifera* es la principal responsable de la fuerte acumulación de materia orgánica en los sedimentos del Mar Menor que pasan de contenidos inferiores al 2%, incluso en los sitios naturalmente fangosos, a concentraciones superiores al 30%. Ello conduce a sedimentos negros, anóxicos, con desprendimientos de sulfhídrico y pobres en especies. La propuesta de recolonizar fondos con *Caulerpa* sería un gran error, si bien este alga no necesita que la ayuden a recolonizar. Habría que valorar cuidadosamente también las consecuencias de la anoxia que produce el alga en los sedimentos en las poblaciones de *Pinna nobilis* a medio y largo plazo. Dicha propuesta se fundamenta en su papel captador de nutrientes pero dicho argumento ignora que los fondos bien iluminados, sin *Caulerpa*, se recubren por diatomeas y cianofíceas bentónicas que tienen la misma capacidad de captación de nutrientes, con la ventaja añadida de que, al contrario que *Caulerpa*, son fácilmente incorporadas a las redes tróficas a través de los sedimentívoros y microherbívoros, facilitando comunidades más diversas y una mayor producción pesquera (por ejemplo de doradas, salmonetes y mújoles).



La parte de este apartado referida a potenciar otros habitats y especies como *Cymodocea nodosa*, *Pinna nobilis*, *Hippocampus guttulatus*, por citar los del documento y realizar los seguimientos adecuados puede considerarse muy válida.

## **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**Javier Gilabert Cervera** (Departamento de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad Politécnica de Cartagena)

## **Comentarios a la Actuación:**

La actuación 20 se refiere a la alteración de las condiciones físico-químicas de la laguna y está dividida en 4 apartados

### **a) Adaptación de las infraestructuras de conexión entre el Mar Menor y el Mar Mediterráneo**

Tal y como se ha puesto de manifiesto a lo largo de la literatura científica del Mar Menor, la apertura del canal de El Estacio produjo unos cambios en el hidrodinamismo que llevaron a cambios indeseados en el ecosistema lagunar. El problema de la eutrofización como el acaecido en el Mar Menor se produjo, básicamente por el desacoplamiento de los vertidos frente a la tasa de dilución. Los vertidos, principalmente de nitratos, se venían realizando desde años antes sin producirse el cambio de fase de “aguas limpias y vegetación sumergida” a “aguas turbias sin vegetación sumergida”. Esto pudo ser debido a que el sistema no hubiera llegado hasta capacidad máxima de retención por la biota y sedimentos sin que cambiara de fase, pero también pudiera ser que esta capacidad se sobrepasara y la dilución por intercambio entre los dos mares mantuviera la fase primera sin alcanzarse la segunda.

En la actualidad no se dispone de un modelo hidrodinámico ni ecológico que pueda determinar estos aspectos con la precisión requerida para establecer escenarios y tomar medidas acordes con las predicciones. No obstante, en trabajos recientes citados en la memoria (López-Castejón 2017), pero no considerados en la discusión de las propuestas, se demuestra que en verano existe un intercambio entre el Mar Menor y el Mediterráneo mucho menor que en invierno, determinando una mayor turbidez (entendida como falta de transparencia, mayormente debida al aumento de la biomasa de fitoplancton). Este mismo fenómeno se puede observar entre la denominada cubeta norte y la cubeta sur en verano cuando las corrientes segmentan el Mar Menor en dos partes, la sur con mayor salinidad y generalmente mayor turbidez y la norte donde el intercambio por el Canal de El Estacio es mayor en verano.





En el documento analizado no queda claro si la *“adaptación de las infraestructuras de conexión entre el Mar Menor y el Mar Mediterráneo de modo que pueda gestionarse dicha conexión en respuesta a las condiciones ecológicas de la laguna, evitando situaciones irreversibles (elevadas temperaturas, turbidez y anoxia) sin alterar de forma permanente las características genuinas del ecosistema hipersalino lagunar”* se refiere a aumentar la dilución para evitar efectos indeseados por una tasa de dilución menor que la de vertido y asimilación por la biota y sedimentos - que deberían quedar resueltos con el vertido cero -. El hecho de que en el verano del 2018 se hayan observado aguas mucho más limpias que en años previos incluso a los veranos de 2016 y 2017 pone de manifiesto que, o bien se han reducido las entradas de nutrientes, o bien ha aumentado la tasa de dilución con respecto a estos años, a ambas posibilidades a la vez.

La actuación *“adaptación de las infraestructuras de conexión entre el Mar Menor y el Mar Mediterráneo”* se podría entender mejor si fuera para restaurar el ecosistema, es decir revertir las condiciones a las previas a la apertura del canal de El Estacio. Una gestión dinámica del intercambio podría ser beneficiosa, no tanto para parar el problema de los vertidos - que como se ha indicado debería quedar resuelto con el auténtico vertido cero por escorrentías superficiales (incluidas salmueras) y subterráneas - sino con fines de restauración de la laguna. Debe tenerse en cuenta que las entradas de organismos invasores alóctonos quedaría facilitada por el incremento de la tasa de dilución, pudiendo provocar mayores perjuicios que ventajas. La clave de una gestión dinámica no está tanto en controlar los niveles de turbidez del agua de la laguna como en el control de la red trófica y las especies invasoras.

Por lo expuesto anteriormente, queda claro que los términos en los que se trata la *“redacción de estudio hidrológico con modelo hidrodinámico preciso del Mar Menor y su conexión con el Mar Mediterráneo”* es claramente deficiente (también en el esfuerzo tanto científico como económico que requiere).

#### **b) Mejora en la gestión de la masa de agua, incluyendo intercambios y flujos de agua y los sedimentos del lecho lagunar**

El enunciado de esta actuación es más bien difuso al considerar intercambios, flujos y sedimentos en una misma actuación. En este apartado no queda clara la motivación de la actuación. Es evidente la necesidad de un estudio de caracterización y zonación de sedimentos (algunos estudios que habría que tenerse en cuenta son los que están en desarrollo por el IEO), pero no quedan justificadas las acciones de extracción de sedimentos. Otro tipo de estudios previos al planteamiento de estas actuaciones es el de la cantidad de nutrientes que pueden pasar a la columna de agua procedentes del sedimento. La cantidad de nitrógeno y fósforo en el sedimento no ha sido todavía evaluada con el detalle requerido para plantear estas medidas. No obstante, los datos de los





estudios preliminares indican altas tasas de remineralización de nitrógeno que, en cambio, no se han visto reflejadas en los contenidos de clorofila en verano de 2018 (estos estudios todavía están en desarrollo y son preliminares por lo que habría que considerarlos en mayor extensión y profundidad).

Los fangos parecen el problema más relevante de los sedimentos. El alto contenido en materia orgánica, mayormente de restos de *Caulerpa*, generan anoxia en el sedimento. Una parte de estos sedimentos queda inmovilizada al ser difícilmente resuspendido por el oleaje, otro en la parte más somera puede resuspenderse. Por las observaciones obtenidas actualmente, cuando ha habido una resuspensión por vientos importante, el agua ha aumentado en turbidez y concentración de clorofila. Antes de determinar la acción de “extracción de sedimentos” bien sea intensa o experimental, se debería determinar el efecto de los mismos sobre la columna de agua. Si bien los datos preliminares muestran una elevados flujos de Nitrógeno del sedimento hacia la columna de agua, el hecho es que en verano de 2018 no se ha manifestado como cabría esperar. Este hecho puede deberse a una mayor tasa de dilución por intercambio de los canales, una redistribución o homogénea en la laguna o una mayor absorción por la biota. En cualquier caso, es necesario evaluar el efecto de la remoción de sedimentos, que realizado con extrema precisión evitando toda posible resuspensión, podría considerarse una acción adecuada para: disminuir la cantidad de nutrientes disponibles en el fondo y acortar el tiempo que el sedimento estaría introduciendo vertiendo a la columna de agua. En cualquier caso, el dragado experimental es un requisito precedente al dragado intensivo e incluso éste debería abordarse por zonas y con patrones de parcelas heterogéneos considerando la cantidad a extraer en cada zona concreta. Observaciones recientes muestran que las zonas de mayor resuspensión por oleaje proporcionan más nutrientes al agua cuando existen vientos suficientemente fuertes, aumentando así la concentración de clorofila (turbidez). El estudio de la resuspensión de sedimentos es por tanto clave a la hora de determinar las entradas de nutrientes al agua y serían por tanto estas zona de mayor preferencia para retirar los sedimentos. De otro lado, deberían plantearse otras alternativas como reoxigenación del sedimento en lugar de su extracción como alternativa. En ambos casos se requiere: evaluación previa y fase experimental previa.

No queda tampoco clara que se entiende por zonas degradadas, que criterio debería seguirse para determinar el alcance del dragado en su caso.

### **c) Desarrollo de sistemas de bioextracción de nutrientes mediante organismos filtradores Autóctonos**



Esta actuación, si bien se dice que se trata de una medida de tipo experimental, hay que tomarla con cautelas pues, aunque es conocido el efecto de los filtradores en la calidad del agua, resulta en la introducción, aunque sea controlada, de organismos que pueden posteriormente proliferar alterando la estructura trófica actual.

Si bien la bioextracción es considerado un mecanismo blando de depuración de aguas en sistemas naturales, hay que tener en cuenta el riesgo que supone la introducción de nuevos organismos en la laguna y su eficiencia.

Al considerarse una medida de tipo experimental podría llevarse a cabo con las precauciones exigidas.

#### **d) Recuperación de sub-hábitats lagunares de gran valor ecológico**

Aunque la idea de recuperación de hábitats lagunares de valor ecológico es atractiva, y en parte son las tendentes a revertir el ecosistema a su estado más primigenio posible, idealmente antes de la apertura del canal de El Estacio, este tipo de medidas no se relacionan con el vertido cero al que hacer referencia el estudio, sino más bien a la restauración del ecosistema.

Si bien el documento en general recoge medidas y estudio equilibrado y valioso en su conjunto en lo referente al vertido cero, queda endeble en lo referente a la restauración del ecosistema, ya que únicamente se apuntan actuaciones sin una justificación clara. Restauración y vertido cero son dos actuaciones independientes, siendo condición *sine qua non* el vertido cero frente a la restauración.

Las praderas de *Caulerpa prolifera* han jugado un papel determinante retrasando el cambio de estado del sistema al asimilar una parte importante del nitrógeno vertido desde la cuenca vertiente. No obstante, y cuando ha llegado el cambio de fase con la desaparición de la pradera de *Caulerpa*, ha permanecido en el agua una gran cantidad de materia orgánica particulada y disuelta procedente de esta alga que ha proporcionado una coloración peculiar. La introducción de caulerpa en el Mar Menor, si bien ha podido retrasar el cambio de fase en el proceso de eutrofización, al hacer de *buffer*, las consecuencias de la desaparición de esta pradera han supuesto efectos muy contraproducentes en el ecosistema. Hay que tener en cuenta también, que *Caulerpa* ha generado una parte muy importante de los fangos existentes en la laguna y que, si bien puede ser adecuado retirarlos, no lo sería revegetar con una especie que los volvería a producir. Encontrándose una contradicción entre esta medida y la anterior de retirada de sedimentos.

En cambio, la revegetación con *Cymodocea* si podría considerarse como una acción adecuada para reemplazar los fangos en las zonas más superficiales y próximas a la costa.



Respecto a las acciones dirigidas a la recuperación de especies de fauna emblemáticas / protegidas (Pinna nobilis, Hippocampus guttulatus), sería conveniente indicar que Pinna nobilis, aunque es una especie con grado de protección, se ha introducido en la laguna sólo recientemente sin disponerse de registros históricos que indiquen que es una especie emblemática de la laguna.

## **Investigadores y Técnicos autores del informe**

**José Álvarez Rogel** (UPCT – Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria.)

### **Comentarios específicos**

- PÁG. 196. ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE SEDIMENTOS.

Comentario: Ya se está realizando

- PÁG. 196. EXTRACCIÓN DE SEDIMENTOS DEL LECHO LAGUNAR DE MODO EXPERIMENTAL Y EXTRACCIÓN INTENSA DE SEDIMENTOS DEL LECHO LAGUNAR EN ZONAS DEGRADADAS

Comentario: Este tipo de actuaciones agresivas no deberían contemplarse, o si se contemplan debería estar supeditadas a un exhaustivo desde dos puntos de vista:

- seguimiento ambiental para evitar daños en la vegetación bentónica y/o otras comunidades biológicas u otros organismos (peces, aves, etc...)
- evaluación de los efectos geoquímicos que podrían tener las extracciones cuando se trata de sedimentos procedentes de residuos mineros con elevado contenido en metales (oxidación de sulfuros, acidificación y solubilización de metales)

Por otro lado, no hay una definición de "zonas degradadas" ¿A qué alude esto? Hay muchas zonas en las que la muerte de la vegetación ha contribuido a que los sedimentos sean anóxicos, pero su recuperación se puede producir de forma natural cuando la materia orgánica acumulada sea procesada por los organismos y microorganismos. Extraer estos sedimentos para acelerar, supuestamente, la "recuperación" puede causar un efecto negativo difícilmente reversible.

Según los datos del estudio biogeoquímico que están realizando la UPCT, el IEO, la UCA y la USC, la mayor parte de los sedimentos se encontraban anóxicos en los 20 cm superficiales en marzo de 2018. ¿Se piensa acaso extraerlos en su totalidad?



## ACTUACIÓN 21: RECUPERACIÓN DE HÁBITATS LAGUNARES DE GRAN VALOR ECOLÓGICO.

---

### Investigadores y Técnicos autores del informe

José Álvarez Rogel (UPCT – Dpto. de Ciencia y Tecnología Agraria.)

### Comentarios generales

- PÁG. 200. A) RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE ESPACIOS LITORALES (humedales litorales incluidos en el ámbito geográfico del LIC ES6200006 Espacios Abiertos e Islas del Mar Menor: Salinas de San Pedro, Marina de Punta Galera y Playa de la Hita, Marina del Carmolí, Saladar de Lo Poyo, Salinas de Marchamalo y Playa de las Amoladeras))

**Comentario:** Faltan algunos humedales por incluir:

- la zona militar ubicada entre Los Alcázares y la marina del Carmolí;
- el ubicado entre Los Urrutias y la urbanización Estrella de Mar
- El ubicado en la desembocadura de la Rambla de la Carrasquilla, en la Punta Lengua de la Vaca y entre la Lengua de la Vaca y Mar de Cristal
- el ubicado entre Mar de Cristal y el Camping Caravaning
- el ubicado entre Camping Caravaning y Playa Honda

- PÁG. 200. Se pretende que contribuyan al mantenimiento de la diversidad ecológica del conjunto y que actúen como filtros frente a las aportaciones líquidas y sedimentarias procedentes de la cuenca.

**Comentario:** Nunca debería plantearse de forma expresa y como un objetivo que los humedales naturales sirvan de filtros verdes. Para eso están los humedales artificiales que se construyen con dicha finalidad. Los humedales naturales actuarán como filtros verdes en casos excepcionales y/o siguiendo la dinámica natural de humedales de descarga. Podrían considerarse, como mucho, una banda de amortiguación del Mar menor frente a eventos excepcionales.

- PÁG. 200. MEDIDAS DE DESCONTAMINACIÓN DEL HUMEDAL DE LO POYO (RESIDUOS MINEROS)

**Comentario:** Creo que no debería usarse el término "descontaminación" de Lo Poyo". Para eso, primero habría que declararlo zona contaminada. Incluso así, la descontaminación implicaría la



retirada de los contaminantes y eso es poco viable dados los enormes gastos y dificultades técnicas que supondría. No recuerdo haber escuchado "descontaminación" de la Bahía de Portman. Se utiliza restauración o regeneración. Yo hablaría de restauración de hábitats y reducción de riesgos debido a la presencia de residuos mineros con elevado contenido en metales y metaloides. Hablaría de restauración de la funcionalidad del humedal, ya que no se debe tratar como un suelo "contaminado" cualquiera. Habría que considerar que hay hábitats protegidos que dependen de los flujos de agua y el régimen hídrico y, al mismo tiempo, que se deben reducir y/o eliminar los riesgos de lixiviación/solubilización de metales y su transferencia a la cadena trófica. Estas labores de restauración deben incluir los sedimentos sumergidos de primera línea de costa, así como la Rambla del Beal y los suelos agrícolas del entorno afectados por residuos mineros. Podrían crearse tecnosuelos, pero con la premisa de restaurar la funcionalidad del humedal.

- PÁG. 200. RECUPERACIÓN DE HUMEDALES LITORALES <5.000 HA

**Comentario:** Esta superficie en qué se basa? Corresponde realmente a los humedales del entorno del Mar Menor? Según los que se citan en el documento, faltan bastantes zonas de humedal.

- PÁG. 201. ESTAS MEDIDAS PUEDEN INCLUIR LA CREACIÓN DE FILTROS VERDES SEMINATURALES EXTENSIVOS.

**Comentario.** Creo que no se debe poner "pueden". Se debería poner "deben". Si no es así se corre el riesgo de que los humedales naturales se vean deteriorados por los aportes de excesivos de agua y nutrientes. Esto es incongruente con la idea de su restauración.

- PÁG. 202. SE ESTIMA UN COSTE DE PARA LA DESCONTAMINACIÓN DEL SALADAR DE LO POYO: 350.000 €.

**Comentario.** Esta cantidad es completamente ridícula para la restauración de Lo Poyo. Con esto sólo habría para desarrollar algunas actuaciones tipo proyecto piloto en alguna pequeña zona del saladar.