



**COMUNIDAD DE REGANTES
DEL CAMPO DE CARTAGENA**
Paseo Alfonso XIII, 22 Palacete "El Regidor"
30201 CARTAGENA
☎: 968-51 42 00 - Fax: 968-51 94 72



Manuel Martínez Madrid, Presidente de la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena (CRCC), actuando en nombre y representación de dicha Corporación, cuyo domicilio radica en el paseo Alfonso XIII, nº 22, 30201 Cartagena (Murcia), disponiendo de CIF nº G-30.607.345, como mejor proceda, **DIGO**:

Que nuestra Entidad ha solicitado a la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) la realización de un estudio con el fin de analizar distintos aspectos relacionados con las actuaciones sobre la gestión de los recursos hídricos superficiales y subterráneos propuestas en el Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental del "Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena" publicado en el BOE núm. 136, de 5 de junio de 2018 (páginas 39204 a 39206) por la Subdirección General de Infraestructuras y Tecnología de la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. En base a este estudio de la UPCT, y dentro del término de 45 días hábiles concedidos, se formulan las siguientes **ALEGACIONES**:

- 1º. Se debe **considerar completamente el Estudio de la UPCT**, que se adjunta al presente escrito, sobre el Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental del "Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena" redactado por los Catedráticos Victoriano Martínez Álvarez y Bernardo Martín Górriz.
- 2º. Se debe contemplar la **modificación del Resumen Ejecutivo por proporcionar una visión sesgada de la realidad, ya que focaliza el problema casi exclusivamente en el regadío**, minimizando otras presiones e impactos, que fueron claramente identificados por el Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor. No es aceptable que el Resumen Ejecutivo argumente la focalización en el sector agrícola a partir del análisis de una serie de figuras que contienen información parcial y errores que transmiten una visión tergiversada de la problemática del Mar Menor, y donde



**COMUNIDAD DE REGANTES
DEL CAMPO DE CARTAGENA**
Paseo Alfonso XIII, 22 Palacete "El Regidor"
30201 CARTAGENA
☎: 968-51 42 00 - Fax: 968-51 94 72

la agricultura de regadío parece la única responsable. **Además el Proyecto Informativo y el Estudio de Impacto Ambiental deben considerar ampliamente todas las presiones e impactos que afectan al Mar Menor** como: vertidos urbanos, minería, desarrollo turístico, conectividad entre Mar Menor y Mediterráneo, actividades recreativas y deportivas, etc.

- 3º. **Es trascendental la actuación 5 (extracciones para el drenaje del acuífero cuaternario mediante pozos y/o drenes)** y deberá dimensionarse en función de los resultados de los estudios piezométricos actuales para garantizar el vertido cero desde el acuífero cuaternario.
- 4º. **Es imprescindible la construcción del salmueroducto.** Los argumentos contrarios a esta alternativa, pueden ser superados con las necesarias medidas de control de los pozos no registrados; y las herramientas de monitorización en tiempo real de los pozos registrados y de los vertidos al salmueroducto. Además la alternativa que consiste en el cierre de todos los pozos (registrados o no), la construcción de una nueva batería de pozos colectivos y un colector de aguas salobres, y los tratamientos de desalobración y desnitrificación en El Mojón **presenta las siguientes desventajas** frente a la opción del salmueroducto:
 - Complejos procesos administrativos y/o jurídicos para el cierre de pozos registrados (legales), que se pueden dilatar en el tiempo, e incluso lo puede hacer inviable.
 - La necesidad de enviar a El Mojón un volumen de agua muy superior al salmueroducto, con las implicaciones técnicas y económicas que conlleva.
 - La necesidad de construir una gran planta desalobradoradora en El Mojón, de en torno a 77 hm³/año.
 - La necesidad de retomar hasta las explotaciones un volumen próximo a los 60 hm³, con el consiguiente consumo energético y ante la



**COMUNIDAD DE REGANTES
DEL CAMPO DE CARTAGENA**
Paseo Alfonso XIII, 22 Palacete "El Regidor"
30201 CARTAGENA
☎: 968-51 42 00 - Fax: 968-51 94 72

circunstancia de que la red hidráulica de la CRCC no puede dar servicio a los regantes ajenos a la misma.

- Mayores emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), en contra de lo indicado en el Proyecto Informativo, donde no se evalúan correctamente.

5º. Inclusión de una nueva actuación que es compatible con cualquier escenario, y que consiste en **una segunda etapa de desalobración en la planta de El Mojón**. Esta actuación no afecta a la valoración de los escenarios en relación con su capacidad para mejorar el estado del Mar Menor, es coherente con la tendencia actual hacia suministro de agua desalinizada de mar en la región, y permitiría recuperar sobre unos 12 hm³/año adicionales de agua de calidad. Además, los escenarios que incluyen la 2ª desalobración reducen las emisiones específicas de GEI (tCO₂/hm³) en relación a los mismos escenarios sin esta actuación complementaria, y sustituyendo estos volúmenes por agua marina desalinizada.

En su virtud, **SOLICITO** admita el presente escrito, junto al citado Estudio de la UPCT, se tengan en cuenta todas las alegaciones presentadas, y se realice tal como recomienda el mismo un escenario resultado de la combinación de las alternativas 5B ó 5C (extracciones para el drenaje del acuífero cuaternario mediante pozos y/o drenes) + 6A (pozos registrados, desalobradoras particulares en parcela y salmueroducto) + segunda desalobración y desnitrificación de salmueras en El Mojón, por:

- Garantizar el objetivo de vertido cero, necesario para la recuperación del Mar Menor.
- Resolver los problemas de exceso de salinidad en el agua subterránea y de nitratos en el rechazo proveniente de la desalobración.



**COMUNIDAD DE REGANTES
DEL CAMPO DE CARTAGENA**
Paseo Alfonso XIII, 22 Palacete "El Regidor"
30201 CARTAGENA
☎: 968-51 42 00 - Fax: 968-51 94 72

- Encajar perfectamente en la concepción de economía circular, promovida por el Proyecto Informativo, ya que maneja caudales mucho menores y pone en valor infraestructuras e instalaciones ya existentes.
- Realizar un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos gracias a la segunda desalobración, fortaleciendo la resiliencia de la agricultura de regadío frente a cambios externos.
- Presentar menores emisiones específicas de GEI (tCO_2/hm^3) que los escenarios promovidos en el Proyecto Informativo.
- Que la Ley 26/2009, de 23 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para el año 2010, recoge la Declaración de interés general de las obras de "Recogida y eliminación de las salmueras procedentes de la red de desalobradoras del Campo de Cartagena y su vertido al Mar Mediterráneo".
- Que los posibles inconvenientes asociados a la garantía de extracción y vertido en los pozos particulares registrados se pueden superar con tecnologías de telecontrol.

En Cartagena, 27 de julio de 2018



SUBDIRECTOR GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS Y TECNOLOGÍA



Universidad
Politécnica
de Cartagena

***Informe sobre el Proyecto
Informativo y Estudio de
Impacto Ambiental del "Análisis
de soluciones para el objetivo
del vertido cero al Mar Menor
proveniente del Campo de
Cartagena"***

**Informe promovido por la Comunidad de
Regantes del Campo de Cartagena (CRCC)**

Autores:

Dr. Ing. Victoriano Martínez Álvarez

Dr Ing. Bernardo Martín Górriz



**Universidad
Politécnica
de Cartagena**



Sobre este informe

Este informe ha sido promovido por la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena (CRCC), que ha contratado su realización a la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) con el fin de analizar distintos **aspectos relacionados con las actuaciones sobre la gestión de los recursos hídricos superficiales y subterráneos** propuestas en el *Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental del "Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena"* publicado en el BOE núm. 136, de 5 de junio de 2018 (páginas 39204 a 39206) por la Subdirección General de Infraestructuras y Tecnología de la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Estas actuaciones dan lugar a distintos escenarios de captación, desalobración y desnitrificación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, así como del tratamiento de la salmuera resultante hasta su vertido al mar Mediterráneo, todas ellas orientadas a objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena. Además, se consideran actuaciones adicionales o complementarias a las recogidas en el Proyecto Informativo que, en opinión de los autores, aportan valor añadido a las alternativas consideradas, analizándose un total de 7 escenarios (combinaciones de alternativas) cuya comparación aporta datos relevantes a la hora de valorar y tomar decisiones respecto a las mismas.

También se incluye un análisis específico de gases de efecto invernadero en los escenarios propuestos en el *Proyecto Informativo*, así como de los escenarios adicionales generados con la combinación de las actuaciones propuestas y otras complementarias, poniéndose de manifiesto importantes diferencias con respecto a la información recogida en el *Proyecto Informativo*. Por este motivo, el estudio finaliza con una determinación alternativa de las emisiones de gases de efecto invernadero de los 7 escenarios considerados, cuyo análisis comparativo también aporta datos relevantes.

Informe realizado en Julio de 2018



Sobre los autores

El Dr. Victoriano Martínez Álvarez forma parte del personal docente e investigador del Grupo de Investigación "Diseño y Gestión en Agricultura de Regadío" de la UPCT. Actualmente es Catedrático de Universidad y Director del Departamento de Ingeniería de los Alimentos y del Equipamiento Agrícola, así como Director de la Cátedra Traslase y Sostenibilidad - José Manuel Claver Valderas.

D. Victoriano Martínez Álvarez es Ingeniero Agrónomo por la Universidad Politécnica de Madrid, Doctor Ingeniero Agrónomo por la Universidad Politécnica de Madrid, Master en Hidrología General y Aplicada por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Especialista en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección por la Universidad de Castilla-La Mancha y Especialista en Fotointerpretación del Medio Natural para su Aplicación a los Estudios Agronómicos y Medioambientales por la Universidad Politécnica de Madrid. Acapara 20 años de experiencia en investigación sobre la gestión del agua en la agricultura, la hidrología superficial y el drenaje, y el riego agrícola.

El Dr. Bernardo Martín Górriz forma parte del personal docente e investigador del Grupo de Investigación "Diseño y Gestión en Agricultura de Regadío" de la UPCT. Actualmente es Catedrático de Universidad, así como Subdirector de la Cátedra Traslase y Sostenibilidad - José Manuel Claver Valderas.

D. Bernardo Martín Górriz es Ingeniero Agrónomo y Doctor Ingeniero Agrónomo por la Universidad Politécnica de Valencia. Ha desarrollado su actividad investigadora en diversas líneas de investigación el área de Ingeniería Agroforestal, entre las que cabe destacar la interrelación del agua-energía-carbono en sistemas agrícolas. Ha participado en diversos proyectos de ámbito europeo, nacional y regional relacionados con el análisis de los gases de efecto invernadero en la agricultura.



Índice

	Página
Resumen Ejecutivo	1
1. Introducción	12
2. Análisis del Resumen Ejecutivo	15
2.1. Diagnóstico	15
2.2. Soluciones (actuaciones)	20
2.3. Escenarios	40
2.4. Plazos y costes	43
3. Actuaciones complementarias a considerar	44
4. Propuesta y discusión de escenarios	47
4.1. Escenario 1: Alternativas 5ª-6ª (Opción salmueroducto)	48
4.2. Escenario 2: Alternativas 5A-6A-2ªD (Opción salmueroducto + 2ª desalobración)	49
4.3. Escenario 3: Alternativas 5C-6A (Opción salmueroducto)	50
4.4. Escenario 4: Alternativas 5C-6A-2ªD (Opción salmueroducto + 2ª desalobración)	51
4.5. Escenario 5: Alternativas 5ª-6B (Pozos comunitarios)	53
4.6. Escenario 6: Alternativas 5C-6B (Pozos comunitarios)	55
4.7. Escenario 7: Alternativas 5C-6B-2ªD (Pozos comunitarios +2º desalobración)	56
4.8. Comparación de escenarios	57
5. Análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero del Apéndice 15 y del Resumen Ejecutivo	61
5.1. Observaciones a la metodología	62
5.2. Observaciones a puntos concretos del <i>Apéndice 15</i>	64
5.3. Observaciones a puntos concretos del Resumen Ejecutivo	80
6. Análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero de los siete escenarios considerados en el <i>Epígrafe nº4</i>	83
7. Conclusiones Ejecutivo	86
Referencias Ejecutivo	88



Resumen ejecutivo

El *Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental del "Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena"* representa la primera propuesta global para poner en marcha las actuaciones necesarias para revertir el proceso de degradación del Mar Menor. Se trata de un documento clave para el futuro ambiental del Mar Menor y de las actividades económicas que se localizan tanto en su entorno más inmediato y como en el conjunto del Campo de Cartagena. El nivel de definición de las actuaciones presentadas corresponde al de análisis de alternativas, por lo que consideramos que debe prestarse más atención al contenido e implicación de las actuaciones analizadas que al valor de las variables que las definen, que deberán analizarse con mayor rigurosidad mediante la redacción de los proyectos de ejecución correspondientes. Esta circunstancia también puede justificar cierta disparidad en los valores manejados para distintas variables a lo largo del documento, ya que provienen de estudios o análisis previos donde los ámbitos territoriales o temporales no son exactamente los mismos.

Este informe se redacta a petición de la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, con el objetivo principal de **analizar las actuaciones y escenarios propuestos en el Proyecto Informativo en lo que concierne a la gestión de los recursos hídricos superficiales y subterráneos en el Campo de Cartagena**. No se pretende cuestionar valores ni actuaciones concretas, aunque se señalan los errores/erratas identificados, sino participar en el proceso de participación pública aportando información para una mejor definición de las soluciones planteadas, así como argumentando consideraciones que podrían modificar la valoración de las alternativas y por tanto promover escenarios distintos a los que el *Proyecto Informativo* plantea.

Este informe se centra en el *Resumen Ejecutivo*, aunque también se analiza la información que define las actuaciones más relevantes para la gestión de los recursos hídricos en el *Proyecto Informativo*, concretamente la nº4 (Establecimiento del régimen de explotación de la masa subterránea de agua), nº5 (Extracción directa de las aguas subterráneas para el drenaje del acuífero cuaternario, tratamiento y utilización), nº6 (Extracción de las aguas subterráneas por aprovechamiento mediante pozos,



tratamiento y utilización), nº8 (Control de procesos erosivos y transporte de sedimentos a nivel de parcela), nº9 (Control procesos erosivos y transporte de sedimentos a nivel de cuenca) y nº17 (Adecuación y ampliación de los sistemas de drenaje agrícola). Finalmente, se le dedica una especial atención al *Apéndice 15*, donde se analizan las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), dado que es una de las variables considerada en la valoración de los escenarios y en cuya determinación se han identificado errores metodológicos que derivan en importantes desviaciones de los resultados, alterando por tanto la valoración final de los escenarios.

Diagnóstico

En cuanto al diagnóstico, no se puede negar la importante y evidente implicación del sector agrario en la problemática del Mar Menor, pero consideramos que el *Resumen Ejecutivo* proporciona una visión sesgada de la realidad, ya que focaliza el problema casi exclusivamente en el regadío, minimizando las presiones e impactos relacionados con el importante desarrollo urbanístico y turístico del entorno del Mar Menor en las últimas décadas. En este sentido, la relevancia de las presiones urbano-turístico ya fueron claramente identificadas por el Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, que en su diagnóstico establece que el incremento de la ocupación del suelo ha provocado la desaparición de hábitats naturales y ecosistemas singulares, necesarios para el equilibrio biológico del Mar Menor. El *Resumen Ejecutivo* argumenta la focalización en el sector agrícola a partir del análisis de una serie de figuras (Figs. 2, 4 y 5), pero las mismas contienen información parcial y errores que transmiten una visión tergiversada de la problemática del Mar Menor, y donde la agricultura de regadío parece la única responsable.

Soluciones (Actuaciones)

Compartimos el planteamiento general en la propuesta de soluciones (actuaciones), donde se parte de la premisa de hacer compatible la recuperación de los valores naturales del Mar Menor con el aprovechamiento de los recursos productivos del Campo de Cartagena, buscando el equilibrio que permita ambos objetivos. En este sentido, consideramos que el gran valor socioeconómico tanto de la actividad turística en el entorno del Mar Menor como de la agricultura de regadío en el Campo de Cartagena justifica la búsqueda de soluciones que permitan preservar, en la medida de lo posible, dichas actividades. Se destaca positivamente que las actuaciones



propuestas no afecten a las dotaciones para el regadío, abriendo incluso la puerta a un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos.

La metodología aplicada identifica problemas concretos y se proponen una o varias actuaciones para resolverlos. En general, se valora positivamente la adecuación de las medidas propuestas, cuya puesta en marcha deberían producir una notable mejoría ambiental en el Mar Menor y su entorno. Sin embargo, en consonancia con el diagnóstico, se echan en falta actuaciones relevantes orientadas a resolver los problemas relacionados con la excesiva presión del sector urbano-turístico en el entorno del Mar Menor, aspecto que vuelve a ser minimizado frente a las numerosas actuaciones propuestas sector agrícola.

Para conseguir la compatibilidad de la agricultura de regadío en el Campo de Cartagena resultan imprescindibles estrategias que (1) independicen hidrológicamente el Campo de Cartagena del Mar Menor, tanto en sus aguas superficiales como subterráneas; y (2) recuperan la máxima cantidad de agua con suficiente calidad para la práctica sostenible del riego a partir de las extracciones autorizadas del acuífero, de forma que se fortalezca la resiliencia del sistema productivo frente a cambios externos. Estas estrategias se desarrollan en las alternativas propuestas para el desarrollo de las **actuaciones 5 y 6** respectivamente, cuyo protagonismo se pone de manifiesto en el hecho de que dichas actuaciones sean la base para definir y denominar a los escenarios evaluados, tanto en el *Proyecto Informativo* como en este documento.

En relación con las actuaciones y las alternativas propuestas que están directamente relacionadas con la gestión de los recursos hídricos, se destacan las siguientes observaciones:

Actuación 4. Establecimiento del régimen de explotación de la masa subterránea de agua

Se comparte la necesidad de proteger el acuífero con la oportuna declaración de riesgo para desarrollar medidas que reduzcan su contaminación y, consecuentemente, protejan el Mar Menor. Para establecer un programa de actuación que consiga un control global de las captaciones se considera necesaria, además de la clausura de pozos no registrados, la instalación de controles de extracción y calidad de las aguas (medida ya propuesta en el *Proyecto Informativo* para esta actuación), que junto a las herramientas tecnológicas actualmente disponibles para la monitorización y telecontrol de instalaciones deberían permitir un correcto control en tiempo real de los pozos registrados. Este sistema se debe complementar con una red piezométrica



telecontrolada, que permita contrastar si se cumplen los objetivos de las actuaciones y que sea la base de un seguimiento técnico/científico para futuras revisiones y actualizaciones que adecuen el régimen anual de explotación al vertido cero. No compartimos la necesidad de sustituir las captaciones individuales preexistentes por captaciones comunitarias, transformándose los títulos individuales en uno colectivo, ya que implica tramites administrativos que pueden dar lugar a largos y complejos procesos judiciales, afectando a la eficiencia de esta actuación.

Actuación 5. Extracción directa de las aguas subterráneas para el drenaje del acuífero cuaternario, tratamiento y utilización

Esta actuación es imprescindible para hacer compatible la recuperación del Mar Menor con la agricultura de regadío en su cuenca vertiente. Dado que las estimaciones actuales de la descarga del acuífero cuaternario al Mar Menor son variables e inciertas, resulta necesario conocer con precisión el régimen de funcionamiento del acuífero cuaternario para definir la intensidad de esta actuación. No se comparte el establecimiento de distintas alternativas en cuanto a la magnitud de las extracciones, sino que se considera que las mismas deben ser las necesarias para garantizar el vertido cero en función de los estudios piezométricos que se desarrollan actualmente.

Actuación 6. Extracción de las aguas subterráneas por aprovechamiento mediante pozos, tratamiento y utilización

La actuación propuesta pretende hacer compatible este aprovechamiento tradicional de las aguas subterráneas, que se caracterizan por una elevada salinidad y concentración de nitratos, con una mejora de su calidad como agua de riego (desalobración) y la eliminación de los nitratos en las salmueras generadas (desnitrificación), para su vertido final al Mar Mediterráneo. Por tanto, junto a la actuación 5, consideramos que es clave para compatibilizar la recuperación de los valores naturales del Mar Menor con la agricultura de regadío.

El *Proyecto Informativo* considera dos alternativas: la 6A, basada en el mantenimiento de los pozos y desalobradoras particulares y en la construcción de un nuevo salmueroducto, y la 6B, basada en la clausura de pozos particulares, la construcción de un nuevo sistema de pozos particulares y el sistema de colectores correspondiente para la desalinización y desnitrificación en El Mojón. En el *Resumen Ejecutivo* se indica que la alternativa 6A no es conveniente para la recuperación del Mar Menor debido a (1) la dificultad de gestión y mantenimiento del sistema; (2) la falta de garantía en relación al control de las extracciones y la conexión de un número tan



elevado de pozos y (3) el riesgo de eliminación sin control de los rechazos de salmuera. En este informe se rebaten estos argumentos ya que consideramos que las herramientas actuales de automatización y telecontrol de redes hidráulicas permiten superar las dificultades de gestión y mantenimiento, mientras que el riesgo relativo al control de las extracciones y vertidos de salmueras está principalmente asociado a los pozos no registrados, afectando por igual a ambas alternativas. Por este último motivo, tampoco se comparte la afirmación del *Resumen Ejecutivo* que indica que las dificultades que entraña la alternativa 6A se solventan mediante la alternativa 6B.

Además hacer notar que en la alternativa 6B se manejan caudales 4 veces superiores a los de la alternativa 6A, y además hay que desplazar todas las extracciones hasta el Mojón, para posteriormente devolver al agua desalobrada a las parcelas. En la alternativa 6A el agua desalobrada ya se encuentra en las parcelas donde se genera, siendo necesario desplazar únicamente la salmuera (25% del volumen). En base a estas observaciones, consideramos que **la alternativa 6A también** resuelve los problemas de exceso de salinidad en el agua subterránea y de nitratos en las salmueras, presentando ventajas respecto a la alternativa 6B en cuanto a la magnitud de volúmenes a manejar y las emisiones específicas de GEI, como se analiza posteriormente, por lo que **resulta válida y a considerar en la búsqueda de soluciones para la recuperación del Mar Menor.**

Actuación 8. Control procesos erosivos y transporte de sedimentos en parcela

Respecto a esta actuación, no compartimos la obligatoriedad de implantar, de forma general, las “estructuras vegetales de barrera y conservación” y el “laboreo del suelo y erosión” recogidos en la Ley 1/2018. Estas medidas son muy poco relevante en terrenos llanos o con poca pendiente, donde la transferencia de lluvias a escorrentías es prácticamente independiente de la orientación de cultivos y laboreo. Además, para el correcto drenaje superficial de cultivos en regadío son recomendables pequeñas pendientes en el laboreo para evitar el encharcamiento, por lo que estas medidas pueden llegar a ser incluso contraproducentes. Por estos motivos sugerimos que estas medidas se regulen y localicen en función de criterios técnicos (fundamentalmente la pendiente del terreno) oportunamente considerados en informes realizados por técnicos competentes en la materia, ya que en parcelas que tienen una pendiente inferior al 2-3% resultan poco efectivas.

Actuación 9. Control procesos erosivos y transporte de sedimentos en cuenca



Compartimos el interés de esta actuación ya que presenta una triple funcionalidad: (1) eliminar o reducir las llegadas de escorrentías, con los contaminantes asociados, al Mar Menor, y (2) reducir los daños asociados a avenidas extraordinarias retirando de las ramblas parte de la escorrentía, y (3) aumentar los recursos hídricos disponibles para fines agrícolas o medioambientales. Sin embargo, se han realizado distintas consideraciones sobre la metodología aplicada en el dimensionamiento, que consideramos resulta en una sobreestimación de los volúmenes de almacenamiento necesarios.

Actuación 17. Adecuación y ampliación de los sistemas de drenaje agrícola

Aunque la mayoría de las medidas recogidas responden adecuadamente a los problemas identificados en los estudios previos, se incluye alguna que debería reconsiderarse, como el realce de solera en la intersección de la Rambla del Alujón con el Canal Principal, que ya existe. La medida de "implementación de la red de drenaje agrícola en aquellos sectores de riego que se omitieron en las obras iniciales del Plan Coordinado de la CRCC" se valora positivamente, aunque resulta poco realista por la dimensión de la actuación (cerca de 20.000 ha) y las dificultades administrativas y jurídicas que conllevaría. En general se considera que los presupuestos asignados para estas medidas están muy lejos de los que realmente serían necesarios, ya que la magnitud real de la infraestructura que se pretende adecuar ha sido infravalorada.

Actuación complementaria: segunda etapa de desalobración

Además de estas actuaciones en el *Proyecto Informativo*, **se propone la inclusión de una nueva actuación** que afecta a la gestión de los recursos hídricos y es compatible con cualquier escenario, **que consiste en una segunda etapa de desalobración en la planta de El Mojón**. Esta actuación permitiría recuperar de en torno a 12 hm³/año adicionales de agua de calidad, fortaleciendo la resiliencia del sistema productivo frente a cambios externos. Además, reduciría la generación de salmuera a sólo el 40% de la salmuera generada en ausencia de esta segunda desalobración, dando lugar a nuevas opciones de gestión que incluso podrían evitar la construcción del nuevo emisario. Esta actuación es coherente con la tendencia actual hacia suministro de agua desalinizada en la región y su implementación no debe afectar a la valoración de los escenarios en relación con su capacidad para mejorar el estado del Mar Menor.

Escenarios propuestos en el *Proyecto Informativo*



Las distintas alternativas planteadas para las actuaciones propuestas en el *Proyecto Informativo* dan lugar a distintos escenarios. Concretamente, **el Proyecto Informativo identifica y valora 3 escenarios: tendencial, adaptativo y objetivo.**

El **escenario tendencial** se identifica con el mantenimiento del modelo actual. Sin embargo, esta cuestión no es cierta en lo referido a la recogida y tratamiento de salmueras, ya que se incluye la construcción de un salmueroducto para su recogida y tratamiento, cuestión que solucionaría la problemática actual asociada a estos efluentes. La inclusión del salmueroducto exclusivamente en el escenario tendencial implica en la práctica su automática desestimación, como ha ocurrido a la hora de valorarlo en el *Proyecto Informativo*. Por tanto, desde nuestro punto de vista, **la alternativa del salmueroducto se ha combinado con otras alternativas que no garantizan la mejora ambiental del Mar Menor, motivo por el que consideramos ha sido injustamente valorada.** Este estudio ofrece argumentos suficientes a favor del salmueroducto cuando se combina con las alternativas 5B ó 5C, que debería dar lugar a una valoración al menos similar a la de los escenarios adaptativo y objetivo. Hay que destacar que **el salmueroducto** encaja perfectamente en la concepción de economía circular promovida por el *Proyecto Informativo* y, como ya se ha indicado, **implica un manejo de caudales 4 veces inferiores a los asociados al aprovechamiento del acuífero mediante pozos colectivos, además de poner en valor de infraestructuras o instalaciones ya existentes.**

No compartimos la diferenciación de los **escenarios adaptativo y objetivo** respecto a la actuación 5, ya que consideramos que esta actuación es necesaria en cualquier planteamiento cuyo objetivo sea el de vertido cero, dimensionada para el nivel de extracciones que se obtenga como recomendable en el proyecto de seguimiento piezométrico que se desarrolla actualmente. La relevancia que se da a la diferenciación de la intensidad en la actuación 5 (5A-5B-5C) no han permitido considerar otros escenarios alternativos que desde nuestro punto de vista son más interesantes, especialmente el resultado de la combinación de las alternativas 5B ó 5C (extracción mediante drenes/pozos para el drenaje del acuífero) con la alternativa 6A (captación individualizada de aguas subterráneas + desalobración en parcela + salmueroducto + desnitrificación en planta de tratamiento del Mojón + emisario), como ya se ha señalado en el párrafo anterior.

Escenarios propuestos y analizados en este documento



Con el fin de poder comparar una mayor diversidad de escenarios para la gestión de la extracción y aprovechamiento de las agua subterráneas del Campo de Cartagena, nuestro análisis propone y analiza 7 escenarios. Los escenarios se han obtenido como resultado de combinar las alternativas propuestas en el documento para las actuaciones 5 y 6, además de la actuación complementaria de incluir una segunda desalobración en la planta de El Mojón. Para cada escenario se presenta un esquema con los principales flujos que sigue el agua extraída del acuífero y una estimación primaria de valores representativos de los volúmenes y conductividades eléctricas de dichos flujos. Los principales resultados que se deducen de de este análisis son:

- Los escenarios que contienen la alternativa 5A no tienen capacidad de contribuir al vertido cero al Mar Menor, por lo que no deberían considerarse como opciones en un *“Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena”*.
- Respecto a la capacidad de adaptación a la merma en la disponibilidad de recursos hídricos asociada al cambio climático y a la incidencia de episodios de sequía disponibilidad de recursos hídricos, los escenarios que contemplan la actuación complementaria de la segunda etapa de desalobración en El Mojón permiten recuperar una cantidad adicional de agua significativa (alrededor de 12 hm³/año), generando un volumen de salmuera que representa aproximadamente el 40% del generado en los escenarios sin segunda desalobración.
- Los escenarios que incluyen la segunda etapa de desalobración se encuentran ligeramente por encima del resto en cuanto a emisiones de GEI (tCO₂/año). Sin embargo, cuando se consideran las emisiones específicas de GEI por escenario (tCO₂/hm³), los escenarios que incluyen la segunda etapa de desalobración muestran valores significativamente menores que los equivalentes sin segunda etapa de desalobración.
- El escenario que combina las alternativas 5C, 6A y la segunda desalobración se encuentra entre los más favorables en cuanto a volumen generado de agua de calidad para uso agrícola, volumen de la salmuera generada en El Mojón, y emisiones específicas de GEI.

Análisis de emisiones de gases de efecto invernadero

Se ha dedicado una **especial atención al análisis las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)**. Estamos de acuerdo con la relevancia de este indicador en



el análisis, pero **se han detectado errores metodológicos en su determinación** que derivan en importantes desviaciones de los resultados y, consecuentemente, afectan a la valoración de las alternativas/escenarios considerados.

Destacar en primer lugar que en el *Resumen Ejecutivo* (Tabla 4) no se han considerado las emisiones de GEI de la desalobración en El Mojón para el escenario objetivo (5C y 6B), lo que supondría añadir unas emisiones de 71.982 tCO₂/año. Corregido este error, el escenario objetivo presenta más emisiones que el tendencial-salmueroducto, por lo que la valoración de este indicador sería opuesta a la que se ha realizado en el *Proyecto Informativo*. En el mismo sentido, indicar que en el escenario objetivo tampoco se han considerado las emisiones de GEI asociadas a la de instalación de una planta desalobrador de grandes dimensiones (Tabla 4), ya que sería necesario desalobrar un volumen en torno a 77 hm³/año en El Mojón.

Por otra parte es necesario aclarar que las emisiones de la fase de instalación se producen una sola vez en la vida útil de una instalación (sus unidades son tCO₂), mientras que las emisiones de la fase de explotación son valores anuales (tCO₂/año). Por lo tanto, para obtener el valor total de emisiones de GEI no se pueden sumar ambos valores, circunstancia que se produce en la Fig. 7 del *Resumen Ejecutivo*. Para poder agregar ambos valores de emisiones de GEI, se debe dividir la cuantía de las emisiones de la fase de instalación por la vida estimada de la instalación. Hecha esta corrección, los valores en la fase de instalación resultan muy pequeños en comparación con la fase de explotación.

Resueltos estos problemas metodológicos, de la **determinación alternativa de las emisiones de gases de efecto invernadero** de los escenarios 7 considerados en este estudio se derivan las siguientes conclusiones:

- No existen las diferencias en las emisiones de GEI entre los escenarios que se indican en el *Anexo 15* y el *Resumen Ejecutivo*; por lo que las emisiones de GEI no resultan un argumento determinante en la comparación de alternativas/escenarios.
- En cualquier caso, las emisiones GEI asociadas al escenario objetivo (5C-6B) son superiores a las del escenario tendencial-salmueroducto (5A-6B), en contra de la valoración presentada en el *Proyecto Informativo*.
- Los escenarios que incluyen el salmueroducto tienen entre un 4 y 8% menos emisiones que los escenarios equivalentes con pozos comunitarios. En este sentido, el escenario 5C-6A-salmueroducto ofrece mejores resultados tanto



para las emisiones de GEI como para las emisiones específicas de GEI que el escenario que el 5C-6B-Pozos comunitarios (escenario objetivo), representando una clara opción para la gestión de la extracción y aprovechamiento de las agua subterráneas del Campo de Cartagena, opción que no ha sido contemplada en el *Proyecto Informativo*.

- Todos los escenarios que incluyen la 2ª desalobración reducen las emisiones específicas (tCO_2/hm^3), circunstancia que justifica el interés de la 2ª desalobración como actuación complementaria en cualquiera de los escenarios. Estas emisiones específicas también son sensiblemente inferiores a las vinculadas a la desalinización de agua marina de las plantas desaladoras que actualmente suministran a la agricultura de regadío en la zona.

Conclusiones

Este informe analizar las actuaciones y escenarios propuestos en el *Proyecto Informativo* y *Estudio de Impacto Ambiental del "Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena"* en lo que concierne a la gestión de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Las actuaciones 5 y 6 recogen las medidas más relevantes para conseguir la compatibilidad de la agricultura de regadío en el Campo de Cartagena y la recuperación ambiental del Mar Menor

La actuación 5 (extracciones para el drenaje del acuífero cuaternario mediante pozos y/o drenes) se considera imprescindible y debería dimensionarse en función de los resultados de los estudios piezométrica actuales para garantizar el vertido cero desde el acuífero cuaternario. En la actuación 6 (extracciones mediante pozos del acuífero) se valora injustamente la alternativa de mantener los pozos registrados actuales, desalobrando en parcela y construyendo un salmueroducto para la recogida y tratamiento de salmueras, ya que esta opción únicamente se ha combinado con otras alternativas que no garantizan la mejora ambiental del Mar Menor a la hora de formular escenarios. Este documento rebate los argumentos contrarios a la alternativa del salmueroducto, que pueden ser superados con: (1) las necesarias medidas de control de los pozos no registrados; y (2) herramientas de monitorización en tiempo real de los pozos registrados y de los vertidos al salmueroducto. La alternativa que consiste en el cierre de todos los pozos (registrados o no), la construcción de una nueva batería de pozos colectivos y un colector de aguas salobres, y los tratamientos de desalobración y desnitrificación en El Mojón presenta las siguientes desventajas frente a la opción del salmueroducto: (1) complejos procesos administrativos y/o jurídicos para el cierre de



pozos registrados (legales), que se pueden dilatar en el tiempo; (2) la necesidad de enviar a El Mojón un volumen de agua muy superior al salmueroducto, con las implicaciones técnicas y económicas que conlleva; (3) la necesidad de construir una gran planta desalobradoradora en El Mojón, de en torno a 77 hm³/año; (4) la necesidad de retornar hasta las explotaciones un volumen próximo a los 60 hm³, con el consiguiente consumo energético y ante la circunstancia de que la red hidráulica de la CRCC no puede dar servicio a los regantes ajenos a la misma; y (5) mayores emisiones de GEI, en contra de lo indicado en el *Proyecto Informativo*, donde no se evalúan correctamente.

Además, se analiza la inclusión de una nueva actuación que es compatible con cualquier escenario, y que consiste en una segunda etapa de desalobración en la planta de El Mojón. Esta actuación no afecta a la valoración de los escenarios en relación con su capacidad para mejorar el estado del Mar Menor, es coherente con la tendencia actual hacia suministro de agua desalinizada en la región, y permitiría recuperar de en torno a 12 hm³/año adicionales de agua de calidad. Además, los escenarios que incluyen la 2ª desalobración reducen las emisiones específicas de GEI (tCO₂/hm³) en relación a los mismos escenarios sin esta actuación complementaria.

En base a estas observaciones, recomendamos la consideración de un **escenario resultado de la combinación de las alternativas 5B ó 5C (extracciones para el drenaje del acuífero cuaternario mediante pozos y/o drenes) + 6A (pozos registrados, desalobradoras particulares en parcela y salmueroducto) + segunda desalobración y desnitrificación de salmueras en El Mojón**, ya que (1) garantiza el objetivo de vertido cero, necesario para la recuperación del Mar Menor; (2) resuelve los problemas de exceso de salinidad en el agua subterránea y de nitratos en las salmueras; (3) encaja perfectamente en la concepción de economía circular, promovida por el *Proyecto Informativo*, ya que maneja caudales mucho menores y pone en valor infraestructuras e instalaciones ya existentes; (4) realiza un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos gracias a la segunda desalobración, fortaleciendo la resiliencia de la agricultura de regadío frente a cambios externos; (5) presenta menores emisiones específicas de GEI (tCO₂/hm³) que los escenarios promovidos en el *Proyecto Informativo*; y (6) los posibles inconvenientes asociados a la garantía de extracción y vertido en los pozos particulares registrados se pueden superar con tecnologías de telecontrol. Por todos estos motivos, **consideramos este escenario válido y muy competitivo en relación con el escenario adaptativo/objetivo promovido en el *Proyecto Informativo*.**



1. Introducción

El *Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental del “Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena”* publicado en el BOE núm. 136, de 5 de junio de 2018, por la Subdirección General de Infraestructuras y Tecnología de la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, es un documento clave para el futuro ambiental del Mar Menor y de las actividades económicas que se localizan tanto en su entorno más inmediato y como en el conjunto del Campo de Cartagena.

Las relaciones de las actividades productivas con el sistema Campo de Cartagena-Mar Menor-Mar Mediterráneo son complejas y de amplio espectro, incluyendo componentes biológicos, hidrológicos, hidrogeológicos, climáticos, económicos, etc. Desde la crisis eutrófica del 2015, los esfuerzos para recuperar el Mar Menor se han centrado en la identificación y el análisis del problema ambiental, que se encuentran recogidos en el “Informe integral sobre el estado ecológico del Mar Menor” (Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor, 2017), y en la adopción de medidas urgentes para la ordenación y sostenibilidad de las actividades en el entorno del Mar Menor, mediante la Ley 1/2018 (BORM, 2018). Por tanto, el *“Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena”* representa la primera propuesta global para poner en marcha las actuaciones necesarias que reviertan el proceso de degradación del Mar Menor, siendo el *Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental* el primer paso del procedimiento para poner en marcha actuaciones concretas (infraestructuras, obras, intervenciones en el medio terrestre y marino, medidas de carácter administrativo y normativo, etc.) con un nivel de concreción correspondiente a un análisis de alternativas. Según se declara en el *Resumen Ejecutivo*, esta primera fase consistente en la realización del diagnóstico y la identificación de las opciones alternativas de actuación más urgentes que, en fases posteriores, darán lugar a su desarrollo mediante la redacción de proyectos de ejecución en las diferentes materias.

El principal objetivo de este documento es analizar las actuaciones y escenarios propuestos en el *Proyecto Informativo* y que estén directamente relacionados con la gestión de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, valorándolas desde nuestro conocimiento de sector del regadío en la zona de estudio, donde



desarrollamos una intensa actividad de I+D+i, e intentando aportar información en favor de otras actuaciones complementarias o adicionales que consideramos permitirían mejorar las soluciones propuestas en beneficio del Mar Menor y su entorno. Concretamente, las actuaciones analizadas son las siguientes, conforme a su definición en el *Proyecto Informativo*:

4. Establecimiento del régimen de explotación de la masa subterránea de agua.
5. Extracción directa de las aguas subterráneas para el drenaje del acuífero cuaternario, tratamiento y utilización.
6. Extracción de las aguas subterráneas por aprovechamiento mediante pozos, tratamiento y utilización.
8. Control procesos erosivos y transporte de sedimentos a nivel de parcela.
9. Control procesos erosivos y transporte de sedimentos a nivel de cuenca.
17. Adecuación y ampliación de los sistemas de drenaje agrícola.

Este documento se estructura en cinco Epígrafes, además de esta Introducción. El *Epígrafe nº2* realiza un análisis general de los distintos apartados del *Resumen Ejecutivo* (Diagnostico, Soluciones y Escenarios), y profundiza en la valoración de cada una de las actuaciones enumeradas anteriormente. En el *Epígrafe nº3* se presenta y justifica una nueva actuación, denominada *segunda desalobración*, que permitiría una gestión más eficiente de los recursos hídricos en la zona de estudio, caracterizada por un severo déficit hídrico, y que además ofrecería opciones alternativas para el vertido de la salmuera desnitrificada al Mar Mediterráneo. El *Epígrafe nº4* propone y analiza los 7 escenarios considerados en nuestro análisis, que son resultado de la combinación de distintas alternativas de actuación, y donde también se han incluido las presentadas en el *Resumen Ejecutivo*.

Los dos epígrafes restantes se centran en el análisis de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), dado que es una de las variables considerada en la valoración de los escenarios (*Comportamiento ante el cambio climático, incluidos GEI*), y cuya determinación consideramos contiene errores metodológicos que derivan en importantes desviaciones de los resultados, alterando por tanto la valoración final de los escenarios considerados en el *Resumen Ejecutivo*. Por tanto, el Epígrafe nº5 presenta un análisis detallado de *Apéndice 15* y de la parte del *Resumen Ejecutivo* donde se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero en los escenarios considerados. Finalmente, el Epígrafe nº6 contiene una determinación alternativa de



las emisiones de gases de efecto invernadero de los 7 escenarios considerados en nuestro análisis, con el fin de que este aspecto pueda tenerse en cuenta correctamente en la valoración de los resultados.

Los datos manejados en este informe provienen fundamentalmente del *Proyecto Informativo*, que a su vez se derivan de estudios científicos e informes técnicos diversos, algunos realizados desde la administración, y que en ocasiones presentan valores dispares por corresponder a distintas fechas o a ámbitos geográficos que no coinciden exactamente. En cualquier caso, no ponemos en cuestión la validez de esos datos, aunque en ocasiones advertimos de su imprecisión o escasa representatividad para los fines perseguidos. Los datos considerados o aportados por los autores son los que se consideran más representativos, de entre los manejados en el *Proyecto Informativo*, para los análisis realizados. En lo relativo a la determinación de emisiones de GEI, se ha decidido manejar los mismos factores de emisión y de conversión para los procesos considerados que en el *Proyecto Informativo*, con el fin de que no se pueda achacar la diferencia en los resultados obtenidos y los presentados en el *Proyecto Informativo* a esta circunstancia.

Finalmente, aclarar que no es el propósito de este informe poner en cuestión las soluciones consideradas en el *Proyecto Informativo*, sino **participar en el proceso de participación pública aportando información que permita una mejor definición y valoración de las soluciones planteadas**, o complementarlas con otras actuaciones que potencien sus efectos beneficiosos sobre el Mar Menor y su entorno.



2. Análisis del Resumen Ejecutivo

El *Resumen Ejecutivo* presenta de forma sintetizada el contenido del Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental del “*Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena*”, focalizándose en el diagnóstico y la definición de las actuaciones propuestas, valorando los escenarios analizados, y presentando sucintamente los plazos de ejecución y los costes asociados. Además presenta varias figuras, gran parte de las cuales se discuten posteriormente.

2.1. Diagnóstico

La exposición del diagnóstico del Mar Menor es clara y se basa en los informes de expertos y en los datos de un intenso seguimiento científico-técnico, especialmente durante los últimos dos años: “*el actual y principal problema en la laguna del Mar Menor es el grave estado de eutrofización en el que se encuentra, alcanzando un estado de “crisis ecológica grave”, con elevados niveles de nitratos y alteración drástica de las comunidades biológicas*”.

Sin embargo, se enumeran una serie de **presiones-afecciones** que focalizan el problema exclusivamente en el sector agrícola y en procesos hidrológicos poco frecuentes como son las escorrentías superficiales y avenidas asociadas a eventos de precipitaciones intensas, **ignorando otros impactos muy significativos** relacionados principalmente con la contaminación y la presión de origen urbano, según expone el Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor (2018):

- *Se estima que el 50% del nitrógeno inorgánico disuelto proviene de fuentes agrícolas, mientras que el 70% del P total y el 91% del carbono orgánico provienen de fuentes puntuales urbanas.*
- *El desarrollo urbano-turístico ha dado lugar a un importante volumen de aguas residuales, parte del cual se ha vertido al Mar Menor hasta fechas muy recientes, aportando contaminación orgánica y de nutrientes. Las descargas urbanas se consideran habitualmente como la principal fuente de fósforo en los sistemas acuáticos y muchas lagunas costeras mediterráneas.*

- Se han detectado la entrada de unos 11 kg anuales de fármacos procedentes de vertidos urbanos.
- El incremento de la ocupación del suelo ha provocado la desaparición de hábitats naturales y ecosistemas singulares.
- El aumento de infraestructuras y la ocupación del Dominio Público también causa una alteración de la cuenca hidrográfica, incrementando los riesgos naturales, principalmente las inundaciones y su consecuente incremento en aportes sedimentarios, nutrientes, agua dulce, etc., que afecta a todas las comunidades de las zonas receptoras.
- Las actuaciones de dragados y rellenos de terrenos para la generación de nuevas playas, junto con la construcción de paseos marítimos y puertos han dado lugar a la modificación de las características de los fondos de la laguna y las comunidades asociadas, produciendo una sustitución de los fondos arenosos por fondos fangosos.
- Los arrastres por escorrentías de restos desde la Sierra Minera procedentes de aprovechamientos mineros no restaurados.

Esta focalización del problema exclusivamente en el sector agrícola también se intenta justificar en la Figura 2 del *Resumen Ejecutivo*, donde se intenta dar a entender que existe una relación prácticamente lineal entre la acumulación de nitrógeno en las aguas subterráneas y la superficie de riego (Fig. 1):

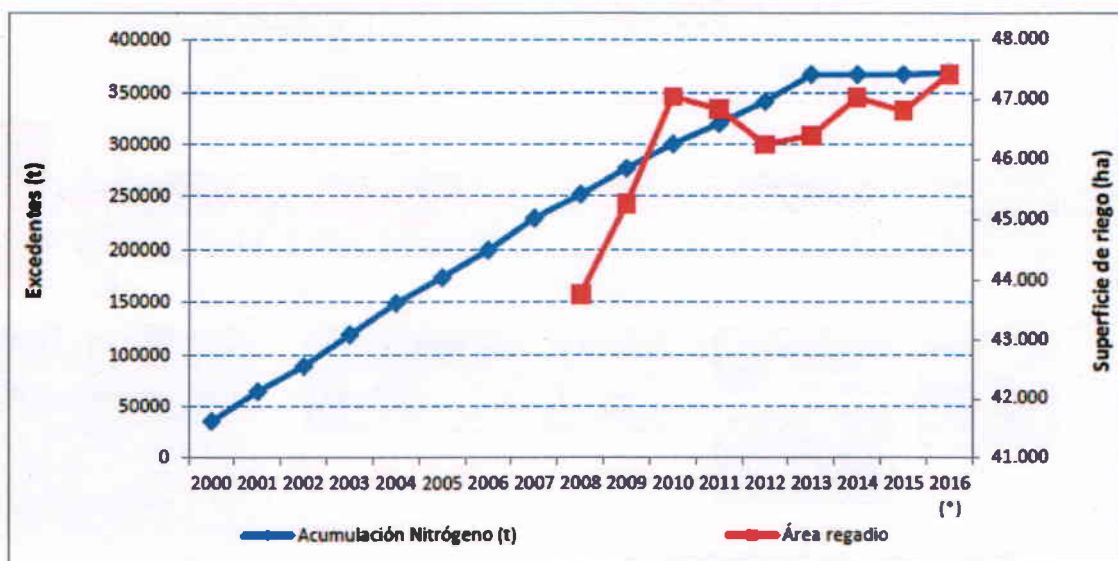


Figura 1. Representación de la Figura 2 del *Resumen Ejecutivo*.

Sin embargo, la representación del área regada comienza en 2008, tercer año consecutivo de un ciclo de sequía (2006-2008), momento en que la superficie de riego

sufrió un claro retroceso, y que posteriormente se recuperó (años 2009-2010) al producirse varios años relativamente húmedos en la cabecera del Tajo. Una representación del área regada desde el año 2000 cuestionaría claramente esta relación. Además, la escala del eje de ordenadas para el área regada comienza en 41.000 ha, falseando la percepción del incremento de la superficie regada. Otra interpretación de la gráfica, más evidente, es que el incremento de la acumulación de nitrógeno en las aguas subterráneas finaliza en 2013, momento desde el cual permanece estable a pesar del ligero incremento en del área regada, reflejando que se ha interrumpido la tendencia creciente. Esta circunstancia podría atribuirse tanto a unas mejores prácticas agrícolas como a una compensación entre las entradas y salidas de N en el acuífero.

Nuevamente la Figura 4 del *Resumen Ejecutivo* (Fig.2 - Esquema de la evolución de la laguna del Mar Menor según los diferentes acontecimientos ocurridos desde la década de 1970 hasta la actualidad) focaliza los acontecimientos relevantes para la evolución de la laguna en los aspectos agrícolas, ignorando el importante desarrollo urbanístico y de presión turística que se ha producido de forma paralela al desarrollo del regadío.

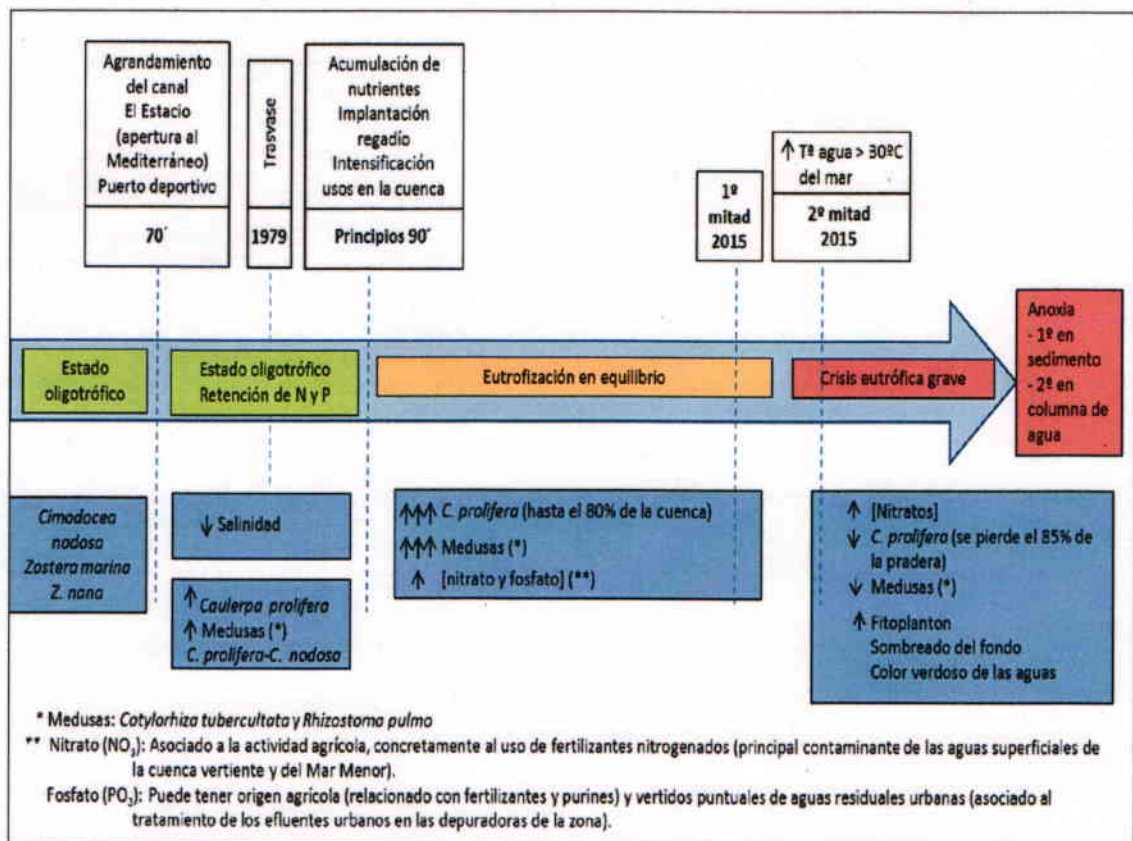
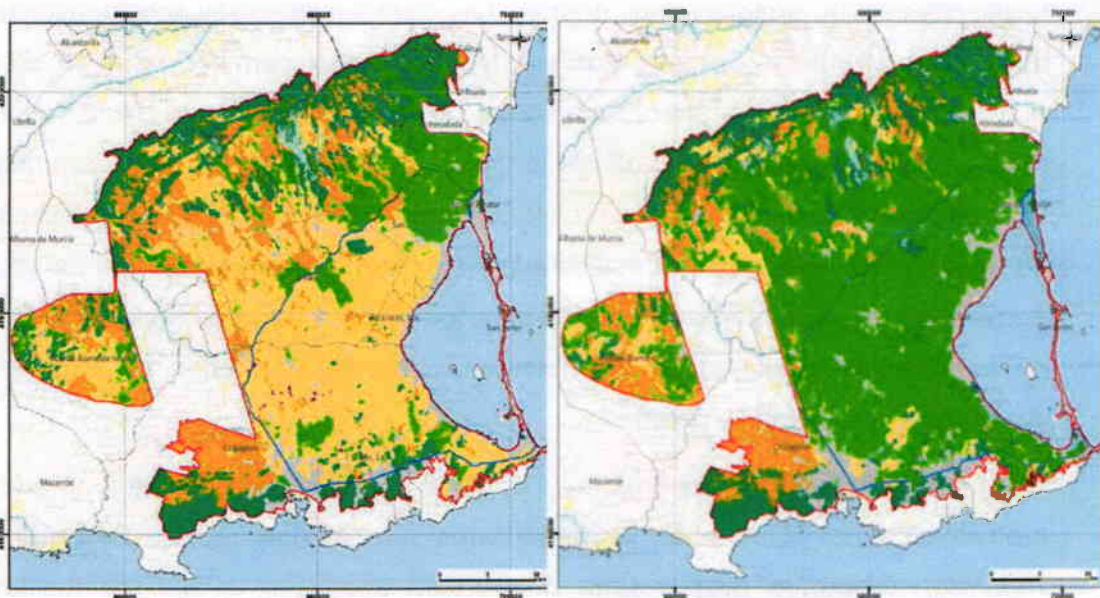


Figura 2. Representación de la Figura 4 del *Resumen Ejecutivo*.

En la página 9, se relacionan las principales actividades desarrolladas en el Campo de Cartagena y Mar Menor coadyuvantes en el proceso de eutrofización. Cuando se refiere a la Agricultura, se indica un crecimiento del porcentaje de regadío del 12% al 63% de la superficie agrícola total, sin indicar referencia o periodo temporal del incremento. Este dato es muy dudoso, al menor considerando los últimos 50 años, ya que existen referencias oficiales de los años 70 (antes de la puesta en del trasvase Tajo-Segura) donde se reconocen 20.000 ha de regadío en el Campo de Cartagena (IRYDA, 1972). En sintonía con esta discordancia, el *Resumen Ejecutivo* presenta La Figura 5 sobre los usos del suelo en la masa de agua subterránea Campo de Cartagena para el periodo 2000-2009, que es completamente errónea, intentando transmitir un falso crecimiento explosivo de los regadíos en esa década, y con errores tan evidentes como la clasificación como secano en el año 2000 de la mayor parte de la superficie regable de la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena (Fig.3). **Esta continua argumentación en contra de la agricultura del regadío, basada en información que contiene frecuentes e importantes errores, da lugar a una visión tergiversada de las problemática del Mar Menor, donde se ignora la contaminación y presión de origen urbano-turístico, y se focaliza la problemática casi exclusivamente en el sector agrícola.**



LEYENDA: SECANO (sepia) y REGADIO (verde)

Figura 3. Representación de la Figura 5 del *Resumen Ejecutivo*, donde erróneamente se trasmite un desmesurado crecimiento del regadío en el periodo 2000-2009.

Compartimos la observación de que la persistencia en el tiempo de una carga enorme de nutrientes y agroquímicos en las aguas subterráneas y en los suelos se explica por



el ejercicio en el pasado de prácticas inadecuadas, pero también **se debe reconocer que las prácticas actuales se caracterizan por su alto grado de tecnificación, que permite un uso ajustado a la demanda de agua y nutrientes en las instalaciones de fertirrigación.** En concordancia con esta observación, la Fig. 1 (Figura 2 del *Resumen Ejecutivo*) muestra como desde 2013 no se ha producido un aumento de la acumulación de nitrógeno en las aguas subterráneas.

Al final de la página 10 también se afirma que el vertido de la salmuera generada como rechazos de desalobradoras particulares es de 22 hm³ anuales, dato que proviene del esquema del balance hídrico de la cuenca del Mar Menor (Figura 6 del *Resumen Ejecutivo*) y que se asume posteriormente en los escenarios analizados en el documento. Este dato también es muy dudoso, ya que no es cierto que la totalidad de las extracciones del acuífero (88 hm³) se desalobren, sino que una parte muy importante de estas extracciones se utilizan en procesos de mezcla de agua de distintas calidades, ya que las aguas del trasvase Tajo-Segura tienen una conductividad eléctrica en torno a 1 dS/m y el agua marina desalinizada en torno a 0,5 dS/m, siendo práctica habitual utilizar hasta 1/3 de agua subterránea salobre para la mezcla con las anteriores con el fin alcanzar una conductividad eléctrica en torno a 2 dS/m en el agua de riego, mezcla que se realiza en las numerosas balsas de riego localizadas en las explotaciones. Además hay ciertos cultivos (alcachofa, últimas fases del cultivo de melón, ...) que por sus singularidades permiten el riego con agua mayoritariamente subterránea, así como pozos profundos que tiene valores de conductividad en torno a 3 dS/m, por lo que se emplean directamente para riego. Por tanto, se puede estimar que un porcentaje entre el 25% y el 50% de las extracciones de agua subterránea no son desalobradas y, por tanto, **los volúmenes de salmuera generada son sensiblemente inferiores a los 22 hm³.** Además debe recordarse que en la situación actual todas las desalobradoras en el Campo de Cartagena se encuentran precintadas y paradas.

Por tanto, sin negar la importante y evidente implicación del sector agrario en la problemática del Mar Menor, **consideramos que el diagnóstico recogido en el *Resumen Ejecutivo* proporciona una visión sesgada,** ya que se focaliza casi exclusivamente en el regadío y minimiza las presiones/impactos/acontecimientos relacionadas con el importante desarrollo urbanístico del entorno del Mar Menor en las últimas décadas, y con las actividades de ocio asociadas, que fueron claramente identificadas por el Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor (2018).



2.2. Soluciones (actuaciones)

El conjunto de actuaciones que configuran el *Proyecto Informativo* son las soluciones propuestas para responder a presiones y afecciones específicas. Las mismas, junto los problemas que pretenden resolver, se encuentran organizadas en la Tabla 1 del *Resumen Ejecutivo* (Fig. 4). En general, compartimos el planteamiento realizado, en el que se identifican problemas concretos y se proponen una o varias actuaciones para resolverlos. Del mismo modo, y de forma general, valoramos positivamente la adecuación de las medidas propuestas, cuya puesta en marcha deberían producir una notable mejoría ambiental en el Mar Menor y su entorno. Sin embargo, en consonancia con el *Epígrafe 2.1*, **se echan en falta actuaciones relevantes orientadas a resolver los problemas relacionados con la excesiva presión del sector urbano-turístico en el entorno del Mar Menor**, aspecto que vuelve a ser minimizado frente a las numerosas actuaciones propuestas sector agrícola.

Compartimos el planteamiento de compatibilidad entre la recuperación de los valores naturales del Mar Menor y el aprovechamiento de los recursos productivos del Campo de Cartagena a través de la agricultura de regadío, buscando el equilibrio que permita ambos objetivos. Tanto las actividades turísticas como la agricultura de regadío en el entorno del Mar Menor tienen un gran valor socioeconómico y una función en la región, que debe preservarse en la medida de lo posible. En este sentido, se valora positivamente que las actuaciones propuestas no afecten a las dotaciones para el regadío, abriendo incluso la puerta a un mejor aprovechamiento de los mismos, tanto en cantidad como en calidad.

ACTUACIONES PARA RESOLVER LA LLEGADA DE CONTAMINANTES AL MAR MENOR PROCEDENTES DEL CAMPO DE CARTAGENA A TRAVÉS DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS		
Problemas		Actuaciones para solucionar estos problemas
Contaminantes	Aporte excesivo de fertilizantes	1. Mejora de la fertilización mineral y orgánica 2. Adaptación de modelo productivo
	Deficiencias en instalaciones almacenamiento deyecciones	3. Revisión y adecuación de las instalaciones de almacenamiento
Subterráneas	Incorporación de contaminantes a aguas subterráneas	4. Establecimiento del régimen de explotación de la masa subterránea de agua
		Extracción de aguas subterráneas para el drenaje del acuífero cuaternario, tratamiento y utilización
	Sobreelevación del nivel freático por los retornos del regadío	5. Extracción directa para el drenaje del acuífero 6. Extracción por aprovechamiento mediante pozos
Superficiales	Procesos erosivos y transporte de sedimentos	7. Reducir al mínimo los retornos de agua de riego
		Control procesos erosivos y transporte de sedimentos
	Desbordamiento de sistemas de saneamiento	8. Actuaciones a nivel de parcela 9. Actuaciones a nivel de cuenca 10. Restauración hidrológico-forestal cuencas mineras 11. Mejora de los sistemas de saneamiento
ACTUACIONES PARA RESOLVER OTROS PROBLEMAS CON INCIDENCIA EN LA SITUACIÓN DEL MAR MENOR		
Problemas		Actuaciones para solucionar estos problemas
Capacidad de depuración insuficiente de las EDAR		12. Ampliación y mejora de los sistemas e instalaciones de depuración
Deficiente gestión de residuos agrícolas		13. Gestión de residuos agrícolas
Deficiente gestión de las deyecciones ganaderas		14. Gestión de deyecciones
Concentración de explotaciones ganaderas intensivas		15. Ordenación y dimensionamiento de la actividad ganadera a escala comarcal
Contaminación por residuos sólidos urbanos		16. Eliminación de vertederos en la masa de agua Rambla del Albujón
Deficiente estado de la red de drenaje agrícola		17. Adecuación y ampliación de sistemas de drenaje agrícola
Contaminación cruzada entre acuíferos		18. Clausura o adecuación de los pozos involucrados en la contaminación cruzada entre acuíferos
Presiones por diferentes usos en la masa de agua		19. Mejora en la integración ambiental de usos (navegación, turismo, pesca y actuaciones costeras)
ACTUACIONES PARA CONTRIBUIR A LA RECUPERACIÓN DEL MAR MENOR		
Problemas		Actuaciones para solucionar estos problemas
Alteración de las condiciones físico-químicas de la laguna		20. Mejora de las condiciones físico-químicas de la laguna (golas, extracción sedimentos y bioextracción y restauración sumergida)
Alteración del estado ecológico de la laguna y de los hábitats asociados		21. Recuperación de hábitats lagunares de gran valor ecológico

Figura 4. Representación de la Tabla 1 del *Resumen Ejecutivo*, donde se resumen la problemática y las actuaciones propuestas.

Para conseguir esta compatibilidad resulta necesario desarrollar una estrategia de gestión y planificación de los recursos hídricos que permita: (1) independizar hidrológicamente el Campo de Cartagena del Mar Menor, tanto en sus aguas superficiales como subterráneas; y (2) recuperar la máxima cantidad de agua con **suficiente calidad para la práctica sostenible del riego a partir de las extracciones** autorizadas del acuífero, de forma que se fortalezca la resiliencia del sistema productivo frente a cambios externos (e.g. reducción de aportaciones a través de trasvase Tajo-Segura o cambio climático). Estas estrategias se desarrollan en las



alternativas propuestas para el desarrollo de las **actuaciones 5 y 6** respectivamente, cuya relevancia se pone de manifiesto en el hecho de que las alternativas propuestas para su desarrollo sean la base para definir y denominar a los escenarios evaluados, tanto en el en *Proyecto Informativo* como en este documento. **El resto de medidas carecen de la misma relevancia** para conseguir la compatibilidad entre la recuperación del Mar Menor y el mantenimiento de una agricultura de regadío, por lo que podrían considerarse complementarias, sin que ello suponga un menoscabo de su importancia para resolver los problemas concretos para los que se proponen.

Se analizan en este epígrafe las actuaciones y las alternativas propuestas que están directamente relacionadas con la gestión de los recursos hídricos, sin profundizar en aquellas que afectan a las prácticas agrícolas o las dirigidas a otros sectores. Concretamente, se han considerado las siguientes:

4. Establecimiento del régimen de explotación de la masa subterránea de agua.
5. Extracción directa de las aguas subterráneas para el drenaje del acuífero cuaternario, tratamiento y utilización.
6. Extracción de las aguas subterráneas por aprovechamiento mediante pozos, tratamiento y utilización.
8. Control procesos erosivos y transporte de sedimentos a nivel de parcela.
9. Control procesos erosivos y transporte de sedimentos a nivel de cuenca.
17. Adecuación y ampliación de los sistemas de drenaje agrícola.

2.2.1. Establecimiento del régimen de explotación de la masa subterránea de agua (Actuación 4)

Esta actuación consiste en declarar la masa de agua subterránea 070.052 Campo de Cartagena en riesgo de no alcanzar el buen estado cuantitativo o químico, lo cual implicará el establecimiento del programa de actuación con el propósito de reducir la contaminación difusa al Mar Menor.

Dado que no se identifica en el *Proyecto Informativo* ningún problema de sobreexplotación en la masa de agua subterránea, sino más bien todo lo contrario (sobreelevación del nivel freático del acuífero cuaternario), se entiende que el problema tratado es básicamente un problema cualitativo (contaminación), que se ha producido fundamentalmente por los retornos de riego y vertido de salmueras, y que

ha resultado en una sobreelevación del nivel freático del acuífero cuaternario, con el consiguiente aumento del aporte de contaminación al Mar Menor.

Resulta necesario proteger el acuífero con la oportuna declaración de riesgo para desarrollar medidas que reduzcan su contaminación y, consecuentemente, protejan el Mar Menor. En este sentido, consideramos estratégicas otras actuaciones propuestas en el *Proyecto Informativo* como la actuación 1- *Mejora de la fertilización mineral y orgánica*; la actuación 3- *Extracción directa para el drenaje del acuífero*; y la actuación 7- *Reducir al mínimo los retornos de agua de riego*. Sin embargo, **no valoramos de la misma forma la medida de sustitución de las captaciones individuales preexistentes por captaciones comunitarias**, transformándose los títulos individuales en uno colectivo, según se propone en la actuación 6- *Extracción de las aguas subterráneas por aprovechamiento mediante pozos, tratamiento y utilización*. La sustitución de las captaciones individuales por comunitarias implica la puesta en marcha de importantes cambios administrativos, normativos y organizativos, que puede encontrar la oposición de los distintos agentes locales, especialmente agricultores individuales o comunidades de usuarios de pozos, lo que podría dar lugar a procesos judiciales que se prolonguen en el tiempo, con el consiguiente efecto negativo para la consecución de los objetivos del *Proyecto Informativo*. Además, consideramos que la sustitución de las captaciones individuales preexistentes por captaciones comunitarias puede resultar por completo inefectiva si no se actúa contra los pozos no registrados (ilegales), y que según se menciona en el *Resumen Ejecutivo* (Pág. 11) representan al menos un 200% de los pozos registrados. **Esta medida de identificación y clausura de pozos no registrados sí es fundamental para el establecimiento efectivo de un régimen de explotación de la masa subterránea de agua**, con independencia de que las captaciones sean individuales o comunitarias. También hay que tener en cuenta que la obligatoriedad de constituir una Comunidad de Usuarios asociada a la declaración de "masa en riesgo" no implica la sustitución de las captaciones individuales por colectivas, sino que persigue un mayor control de las extracciones, cuestión que no se podrá conseguir mientras existan pozos no registrados.

Para establecer un programa de actuación que consiga un control global de las captaciones consideramos necesaria, además de la clausura de pozos no registrados, la instalación de controles de extracción y calidad de las aguas (medida ya propuesta en el *Proyecto Informativo* para esta actuación), que junto a las herramientas tecnológicas actualmente disponibles para la monitorización y telecontrol de



instalaciones deberían permitir un correcto control en tiempo real de los pozos registrados. Este sistema **se puede complementar con una red piezométrica telecontrolada, que permita contrastar en tiempo real si se cumplen los objetivos de las actuaciones y que sea la base de un seguimiento técnico/científico para futuras revisiones y actualizaciones que adecuen el régimen anual de explotación al vertido 0**, especialmente las relacionados con la actuación 5- *Extracción directa para el drenaje del acuífero*.

2.2.2.Extracción directa de las aguas subterráneas para el drenaje del acuífero cuaternario, tratamiento y utilización (Actuación 5)

Si se pretende hacer compatible la recuperación de los valores naturales del Mar Menor con la agricultura de regadío en su cuenca vertiente, resulta imprescindible independizar hidrológicamente el Campo de Cartagena del Mar Menor, por lo que esta actuación es clave en relación con el planteamiento general del *Proyecto Informativo*.

Dado que las estimaciones actuales de la descarga del acuífero cuaternario al Mar Menor son variables e inciertas, **resulta necesario conocer con precisión el régimen de funcionamiento del acuífero cuaternario para valorar las alternativas propuestas para esta actuación**. En este sentido, el proyecto que está desarrollando actualmente el MAPAMA, a través de la Confederación Hidrográfica del Segura, para la cuantificación, control de la calidad y seguimiento piezométrico de la descarga de agua subterránea del acuífero cuaternario del Campo de Cartagena al Mar Menor debe proporcionar la información necesaria para definir esta actuación y que sea realmente eficiente. Estos resultados se esperan para el primer trimestre de 2019.

Como se ha sugerido en el epígrafe anterior, consideramos que el seguimiento piezométrico que se plantea en el proyecto que está desarrollando actualmente el MAPAMA debería convertirse en **un sistema de monitorización del acuífero en tiempo real (red piezométrica telecontrolada)**, que permita valorar los efectos de las extracciones en el nivel freático del acuífero cuaternario y que sirva tanto para garantizar el vertido 0 como para evitar intrusiones de agua marina. El seguimiento continuo de este nivel piezométrico y su variación ante las distintas actuaciones (zanjas drenantes/pozos perimetrales) permitirá alcanzar una solución y diseño verdaderamente eficiente.



Otras observaciones a esta actuación son las siguientes:

- Ante la incertidumbre en la descarga, el *Proyecto Informativo* asume un valor "conservador" de 32 hm³/año, mientras que las soluciones consideradas sólo plantean la extracción de 12 hm³/año en la alternativa 5B (zanjas drenantes) y de 20 hm³ en la alternativa 5C (zanjas drenantes + pozos perimetrales), por lo que con los valores de extracción propuestos se seguirían produciendo importantes descargas desde el acuífero cuaternario.
- En ambas alternativas (5B y 5C) se propone la instalación de dos "filtros verdes" (Rambla del Albuji3n 18 ha + El Moj3n 36-51 ha), que t3cnicamente resultan redundantes con el tratamiento de desnitrificaci3n previsto en la planta de El Moj3n. Por tanto, deber3a justificarse la finalidad o funcionalidad de estos filtros m3s all3 que los procesos de desnitrificaci3n que se puedan producir en los mismos (e.g. actuaciones ambientales, recuperaci3n de ecosistemas, etc.).
- Se indica que el filtro verde previsto en la Rambla del Albuji3n se alimentar3 con 2 hm³/año de caudales derivados de la Rambla del Albuji3n. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los caudales en esta rambla ser3n anecd3ticos una vez se ponga en marcha el drenaje del acuífero cuaternario.
- En el *Resumen Ejecutivo* se plantea la desnitrificaci3n de la salmuera de las desalobradoras, tanto en las instalaciones de tratamiento de El Moj3n como de Arco Sur, hasta niveles que permitan su vertido al Mar Mediterr3neo. En contraposici3n, en el *Proyecto Informativo*, se plantea la desnitrificaci3n de las aguas interceptadas/extra3das del acuífero de forma previa a la desalobraci3n, lo que representa un volumen a tratar cuatro veces superior al de las salmueras, asumiendo un rechazo en la desalobraci3n del 25%. Esta cuesti3n debe aclararse, ya que la ocupaci3n de terreno y la inversi3n para la desnitrificaci3n de las salmueras ser3a notablemente inferior.
- En el *Proyecto Informativo* se proyecta un emisario submarino para la evacuaci3n de la salmuera (rechazo) de la desalobradora de El Moj3n y "del exceso de agua subterr3nea desnitrificada no admitida por dicha planta de tratamiento". Esta hip3tesis resulta poco satisfactoria en una zona caracterizada por un d3ficit h3drico sistem3tico, donde nunca se consiguen aportar las dotaciones de riego previstas en la planificaci3n h3drica. Por tanto, deber3a dimensionarse una planta desalobradora-desnitrificadora en El Moj3n con capacidad suficiente para que no haya que eliminar por el emisario aguas no desalobradas. Hay que tener en



cuenta que en la zona se desalinizan importantes volúmenes de agua marina para riego agrícola, cuya salinidad es del orden de 10 veces superior a la de las aguas salobres de la zona. Por tanto, consideramos que la dimensión de los **sistemas de gestión/tratamiento de las aguas extraídas del acuífero deben ser lo suficientemente robustos en cuanto a eficiencia y dimensión** para evitar este tipo de planteamientos. También es evidente que para plantear la desnitrificación como un proceso posterior a la desalinización, es necesaria una capacidad de desalobración bien dimensionada.

- Como se expone posteriormente (*Epígrafe 3*), la consideración de una **segunda desalobración** es muy interesante desde el punto de vista técnico y económico, y podría evitar la construcción de un nuevo emisario en la zona de El Mojón, donde ya existen dos en funcionamiento.

2.2.3.Extracción de las aguas subterráneas por aprovechamiento mediante pozos, tratamiento y utilización (Actuación 6)

Según PHDS 2015/21 el máximo del volumen a extraer de los acuíferos del Campo de Cartagena es de 88,2 hm³/año, por lo que se trata de un volumen que representa cerca el 41% de la demanda agrícola del Campo de Cartagena (213 hm³/año, según PHDS 2015/21), porcentaje que aumenta sensiblemente en ausencia de otros aportes externos en situaciones de sequía (*e.g.* Trasvase Tajo-Segura). Por tanto, mantener esta fuente de suministro es estratégicamente fundamental para el mantenimiento de la actividad agrícola.

La actuación propuesta pretende hacer compatible este aprovechamiento tradicional de las aguas subterráneas, que se caracterizan por una elevada salinidad y concentración de nitratos, con una mejora de su calidad como agua de riego (desalobración) y la eliminación de los nitratos en las salmueras generadas (desnitrificación), para su vertido final al Mar Mediterráneo. Por tanto, junto a la actuación 5- *Extracción directa para el drenaje del acuífero*, es clave para compatibilizar la recuperación de los valores naturales del Mar Menor con la agricultura de regadío en su cuenca vertiente. Para conseguirlo maneja las siguientes alternativas:



- 6A: Captación individualizada de aguas subterráneas + desalobración en parcela + salmueroducto + desnitrificación en planta de tratamiento del Mojón + emisario. También se plantea esta alternativa con **la instalación de balsas para la evaporación de salmueras**, junto a las desalobradoras en parcela, pero esta opción **no se ha considerado** en nuestro análisis ya que según el *Proyecto Informativo* serían necesarias entre 1266 y 1473 balsas, que ocuparían una superficie entre 950 y 1105 ha. La opción "balsas" no presenta ventajas técnicas, económicas ni ambientales sobre el resto, generando una gran ocupación del terreno y la necesidad de retirar y gestionar un nuevo residuo (se estima que en torno a 200.000 t de sal al año). Por tanto consideramos que la instalación de balsas para la evaporación de salmueras debe considerarse únicamente en casos singulares como almacenamientos temporales (e.g. situación transitoria hasta la construcción del salmueroducto) o desalobradoras cuya ubicación impida o dificulte la conexión con el salmueroducto.
- 6B: Aprovechamiento comunitario de las aguas subterráneas mediante 102 pozos + red colectora de aguas salobres + desnitrificación en planta de tratamiento de El Mojón + desalobración en planta de El Mojón + emisario submarino.

En el *Resumen Ejecutivo* se indica que la alternativa 6A, consistente en un sistema de captaciones individualizadas de las aguas subterráneas, su desalobración en parcela y su evacuación a través del salmueroducto, no es conveniente para la recuperación del Mar Menor. Para ello argumenta principalmente (1) la dificultad de gestión y mantenimiento del sistema; (2) la falta de garantía en relación al control de las extracciones y la conexión de un número tan elevado de pozos (755 pozos en la Comunidad de Regantes en el Campo de Cartagena, valor que se incrementaría para el conjunto de la cuenca vertiente) al sistema de colectores; y (3) el riesgo de eliminación sin control de los rechazos de salmuera cargada de nitratos. Estos argumentos resultan claramente rebatibles:

- La dificultad técnica en la construcción del salmueroducto puede ser comparable con del sistema de colectores para 102 pozos de la opción 6B. En primer lugar, los volúmenes a manejar (16,8 hm³/año, según el *Proyecto Informativo*) son sólo el 24% de los volúmenes que sería necesario manejar en el sistema de colectores de los pozos colectivos (70 hm³/año, según el *Proyecto Informativo*), lo que implica importantes diferencias en los diámetros a instalar y en el coste asociado, por lo que se compensa la mayor ramificación y el mayor número de puntos de



servicio del salmueroducto con respecto al del sistema de colectores para 102 pozos.

- La capacidad de gestionar y mantener un sistema hidráulico como el salmueroducto puede ser asumida por entidades locales que ya manejan sistemas similares, como la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, que gestiona una red de riego con 1033 km de tuberías, 1310 válvulas hidráulicas, 1351 totalizadores volumétricos y 7 estaciones de bombeo (Soto-García et al., 2013). Las **herramientas de automatización y telecontrol de redes hidráulicas** se han generalizado en la última década en el sector del regadío, permitiendo hacer un seguimiento en tiempo real de una infraestructura de este tipo. Por tanto, se considera que la alegación de que dicha infraestructura “*es casi imposible su control a la gran dispersión territorial para su implantación*” carece de justificación con los medios técnicos que existen actualmente. Por otra parte, la complejidad de la gestión y mantenimiento del sistema de colectores para 102 pozos colectivos no diferiría demasiado de la del salmueroducto.
- Considerando los principios de la **economía circular** (promover la producción de bienes y servicios de manera sostenible, reduciendo el consumo, el tiempo, las fuentes de energía y los desperdicios), también parece poco justificable ante la sociedad el cierre de 755 pozos, ya construidos legalmente y una parte de ellos con desalobradoras (*Apéndice 17. Diseño de la red de recogida y transporte de los rechazos procedentes de las desalobradoras del ámbito regable de la C.R.C.C. y su posterior tratamiento y vertido al mar Mediterráneo, pág. 20, Tabla 5*), para posteriormente hacer una red de 102 pozos y un sistema de colectores para el aprovechamiento comunitario (Alternativa 6B).
- El riesgo relativo al control de las extracciones es el mismo en ambos escenarios, ya que está asociado principalmente a los pozos no registrados, mientras que la garantía de conexión de un número tan elevado de pozos al salmueroducto sí representa un condicionante importante de la alternativa 6A, pero que puede ser resuelto con las **necesarias medidas de control**. En este sentido, resulta necesaria la identificación y clausura de todos los pozos no registrados, la instalación de contadores en pozos registrados y el telecontrol de los mismos en tiempo real, con el fin de contrastar los caudales extraídos del acuífero con los volúmenes vertidos al salmueroducto. Por tanto, la disposición de un **sistema de telecontrol de los pozos registrados resulta necesaria y complementaria con el sistema de telecontrol del salmueroducto**. Sin duda, conseguir las garantías



suficientes en el sistema es una tarea compleja, pero también debe tenerse en cuenta que muchas de las medidas necesarias (e.g. identificación y clausura de pozos no registrados, telecontrol de pozos, ...) también son necesarias para conseguir garantías en la alternativa 6B.

- Sin las medidas de control de pozos registrados y no registrados, necesarias en cualquiera de los escenarios, no tiene sentido afirmar que el riesgo de eliminación sin control de los rechazos de salmuera cargada de nitratos es mayor en el escenario 6A que en el 6B. La existencia de un sistema colectivo de pozos no garantiza el cese de la operación de los pozos particulares sin las necesarias medidas de control.

Teniendo en cuenta estos argumentos, consideramos que (1) no se puede establecer que la alternativa 6A no es conveniente para la recuperación del Mar Menor; y (2) tampoco se puede afirmar que las dificultades que entraña la alternativa 6A se solventan mediante la alternativa 6B; afirmaciones que aparecen en el *Resumen Ejecutivo*. Tanto la alternativa 6A como la 6B resuelven los problemas de exceso de salinidad y de nitratos en el agua subterránea, resultando igualmente válidas para la recuperación del Mar Menor. Son alternativas que presentan ventajas e inconvenientes al compararlas entre sí, y que deben ser analizadas técnica y económicamente para su correcta valoración.

Otras observaciones a esta actuación son las siguientes:

- En la alternativa 6A las instalaciones ya existentes en los pozos registrados (pozo + desalobrador) pueden ser suficientes para la extracción y desalobración de los volúmenes considerados (88,2 hm³/año menos otras extracciones de la actuación 5), mientras que en la actuación 6B es necesario construir todas las instalaciones (pozos + desalobradoras) y dismantelar las existentes.
- Todas las alternativas asumen la desalobración del 100% de las aguas subterráneas extraídas, mientras que la realidad es que entre el 25% y el 50% de las extracciones se mezcla de forma minoritaria con recursos hídricos de buena calidad (e.g. Tránsito Tajo-Segura o agua marina desalinizada de Valdelentisco, Escombreras o Torre Vieja).
- La tasa de evaporación anual en balsas de riego del Campo de Cartagena se encuentra en torno a 1,2 m de altura de agua, por lo que la profundidad considerada en el dimensionamiento de las balsas evaporativas de salmuera (2 m) es incompatible con su funcionalidad. Si se dimensionan con este criterio en 2-



4 años ya estarían llenas de salmuera y no serían operativas, ya que la entrada de salmuera sería superior a las salidas por evaporación. Por tanto, sería necesaria una superficie de balsas aún mayor a la considerada en el *Proyecto Informativo*.

- Se comparte el planteamiento del diseño de un salmueroducto en carga para conseguir un mejor funcionamiento hidráulico y mayor facilidad de automatización y telecontrol. Sin embargo, se considera que un diseño del mismo sectorizado en función de la altimetría y con embalses de cola para la regulación de caudales resultaría más eficiente energéticamente y más sencillo de gestionar.
- El salmueroducto de la alternativa 6A es una infraestructura para un 24% del volumen de agua de sistema de colectores para pozos comunitarios de la alternativa 6B, con las implicaciones técnicas y económicas que esta diferencia implica.
- Según se plantea esta actuación (sin segunda desalobración), la alternativa 6A no requiere una planta desalobradoras en El Mojón, mientras que la alternativa 6B requeriría una planta para el tratamiento de 77 hm³/año (según el *Proyecto Informativo*). La dimensión de la planta sería prácticamente equivalente a la de las grandes IDAMs de la zona (Valdelentisco o Águilas-Guadalentín).
- La alternativa 6B requiere la elevación de 66 hm³/año de agua desalinizada hasta las parcelas de riego, no sólo hasta el canal de la CRCC, con el consiguiente consumo energético. La distribución del agua correspondiente a los pozos fuera del perímetro de la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena no quedaría resuelta a través de su infraestructura, circunstancia que no ha sido considerada y que representa un claro hándicap de la alternativa 6B frente a la 6A, donde el agua de riego no se mueve de las parcelas donde se desalobra.
- En la alternativa 6B **se plantea la desnitrificación de las aguas interceptadas/extraídas del acuífero de forma previa a la desalobración**, lo que representa un volumen a tratar cuatro veces superior al de las salmueras, asumiendo un rechazo en la desalobración del 25%. Esta cuestión debe aclararse, ya que la inversión para la desnitrificación de las salmueras sería notablemente inferior.



2.2.4. Control procesos erosivos y transporte de sedimentos a nivel de parcela (Actuación 8)

Esta actuación tiene por objetivo desarrollar medidas en parcela para reducir el volumen de sólidos en suspensión, nutrientes y otros contaminantes de origen agrícola que alcanzan el Mar Menor asociados a la escorrentía de las escasas pero intensas precipitaciones que caracterizan la hidrología de la cuenca vertiente al Mar Menor.

Para este fin, las alternativas 8A y 8B se basan en el cumplimiento de la normativa vigente, especialmente la *Ley de medidas urgentes para garantizar la sostenibilidad ambiental en el entorno del Mar Menor* (Ley nº 1/2018, de 7 de febrero) y el *Código de Buenas Prácticas Agrarias para la Región de Murcia*. La Ley nº 1/2018 recoge en sus artículos 4 y 5 las medidas “Obligación de implantación de estructuras vegetales de barrera y conservación” y “Laboreo del suelo y erosión”, respectivamente. En relación con estas medidas se realizan las siguientes observaciones, cuya justificación se expone con mayor detalle en el documento *Informe sobre los aspectos de hidrología superficial recogidos en el Decreto-Ley n.º 1/2017 y en las enmiendas presentadas por los Grupos Parlamentarios Socialista, Podemos y Ciudadanos-Partido de la Ciudadanía* (Martínez-Alvarez, 2017):

- Las medidas de estructuras vegetales de barrera y el laboreo siguiendo curvas de nivel son dos técnicas de conservación de suelos que disminuyen su funcionalidad conforme disminuye la pendiente del terreno y conforme aumenta la magnitud de la precipitación (TRAGSA, 1998). La cuenca vertiente al Mar Menor se caracteriza por la torrencialidad de sus precipitaciones y por presentar en gran parte de su territorio una pendiente inferior al 2%, especialmente en las zonas dedicadas a la agricultura de regadío (Fig. 5). Concretamente, en la Comunidad de Regantes el 96,1% de la superficie presenta pendientes inferiores al 2%. Por estos motivos, no consideramos adecuada la obligatoriedad de forma generalizada de adoptar este tipo de medidas, sino que recomendamos que su aplicación quede condicionada a características propias de la explotación como la pendiente del terreno (e.g. > 2-3%), la forma de la parcela, su ubicación en relación con la red de drenaje superficial, etc., de forma que siempre se garantice la idoneidad y eficiencia de las medidas adoptadas.

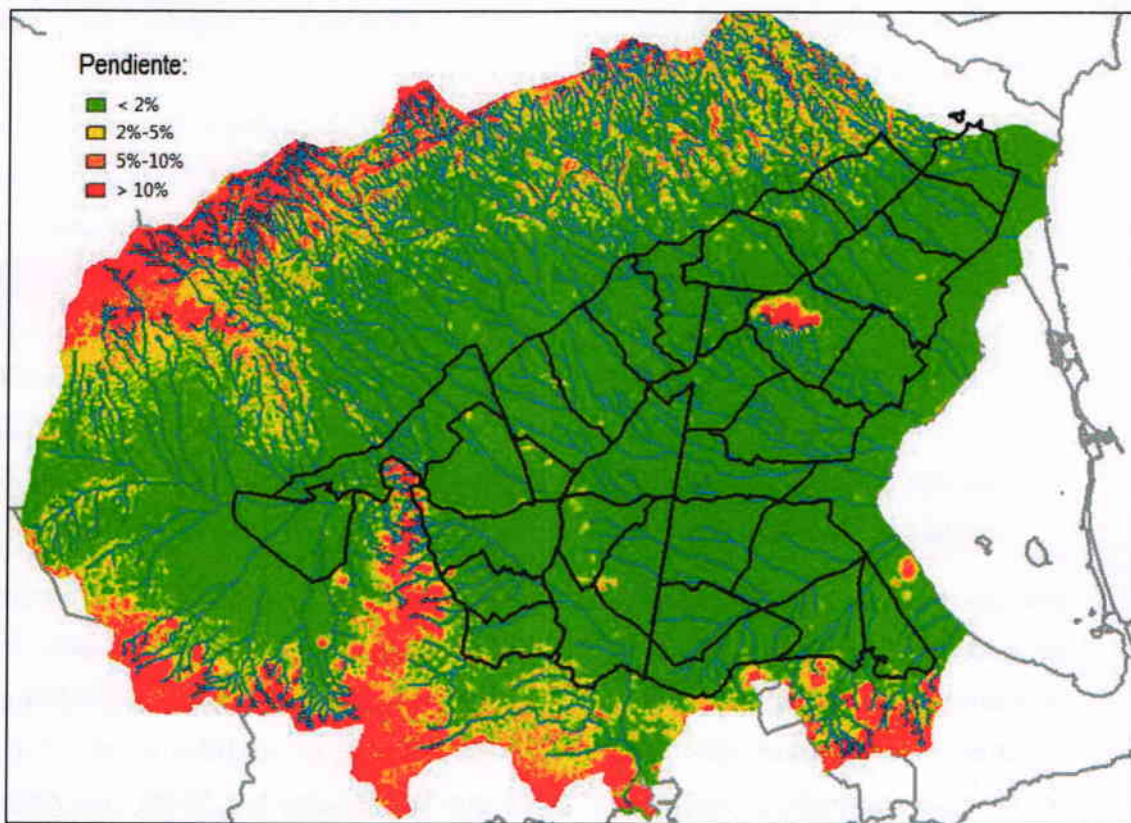


Figura 5. Localización de la CRCC en relación al sistema de drenaje natural del Campo de Cartagena y pendiente de la cuenca vertiente al Mar Menor.

- La orientación de cultivos y la práctica del laboreo según las curvas de nivel son medidas consolidadas en cultivos de secano con pendientes significativas con el fin de reducir la transferencia de lluvias a escorrentías y favorecer la conservación del suelo (TRAGSA, 1998), pero muy poco relevante en regadíos con poca pendiente. Es más, para el correcto drenaje superficial de cultivos en regadío son recomendables pendientes en el laboreo entre el 0,1% y el 0,5% para conducir, sin causar erosión y arrastre de suelo, la escorrentía superficial producida por las lluvias hasta los canales de drenaje. Por tanto, el laboreo según las curvas de nivel es una medida poco compatible con la agricultura de regadío en zonas llanas (Martínez Beltrán, 1986; Rizema, 1994).
- La implementación de estructuras vegetales de barrera y el laboreo según las curvas de nivel apenas influye en la generación de escorrentías superficiales con pendientes inferiores al 2-3%, cuando la transferencia de lluvias a escorrentías es prácticamente independiente de la orientación de cultivos y laboreo (USDA-SCS, 1993; Ministerio de Fomento, 2015). Por otra parte, se trata de medidas que requieren una reorganización de los sistemas de riego e infraestructuras auxiliares



en las explotaciones agrarias, con el consiguiente coste económico y efecto sobre el normal desarrollo de los planes de cultivo.

- La implementación de estructuras vegetales de barrera destinadas a la “retención y regulación de agua” difícilmente podrán realizar estas funciones en un terreno prácticamente llano, especialmente si deben tener un “comportamiento permeable”. El concepto de regulación implica almacenamiento de agua, con los consiguientes perjuicios para la actividad agrícola (encharcamiento), y con evidente riesgo de que las estructuras sean erosionadas en situaciones de precipitaciones muy intensas, generando flujos de escorrentía no controlados y deslocalizados, que deriven en erosiones y arrastres importantes, y que trascurren por lugares ajenos a la red de drenaje agrícola o natural.

Por estos motivos consideramos que la obligación de implantación de “estructuras vegetales de barrera y conservación” y el “Laboreo del suelo y erosión” **deben regularse y localizarse en función de criterios técnicos (fundamentalmente la pendiente del terreno) oportunamente considerados en un informe realizado por un técnico competente en la materia**, ya que en parcelas que tienen una pendiente inferior al 2-3% la aplicación generalizada de estas medidas resulta poco efectiva.

La alternativa 8C de esta actuación además recoge actuaciones concretas para el control de los procesos erosivos y transporte de sedimentos, sobre las que se realizan las siguientes observaciones:

- Recuperación de terrazas y bancales. Se considera una medida necesaria ya que su función como medida para el control de procesos erosivos y transporte de sedimentos depende del estado de conservación, llegando incluso a ser contraproducentes en caso de abandono.
- La reorientación de los surcos en cultivos herbáceos para el laboreo en curvas de nivel, donde se indica específicamente que se aplicará también en las superficies con pendiente inferior al 3%, debería limitarse a pendientes superiores al 2-3%, como ya se ha justificado anteriormente. En cualquier caso, los cultivos herbáceos son anecdóticos en la cuenca vertiente al Mar Menor, por lo que el impacto de esta medida es muy reducido.
- En relación a la cuestión de la importancia de la pendiente del terreno en la efectividad de las medidas propuestas, **el propio Proyecto informativo reconoce su importancia** cuando indica: *La instalación de fajas de cubiertas vegetales vivas están incluidas dentro de los compromisos adquiridos por los agricultores adscritos a ayudas para la instauración de técnicas de conservación*



de suelos y agua, del Programa de Desarrollo Rural que **se aplica en pendientes mayores del 5% a los cultivos leñosos** (cítricos, frutos secos, frutales de pepita y hueso, viñedo y olivar).

- Además, estas actuaciones a nivel de parcela deben estar coordinadas con las actuaciones hidráulicas en la redes de drenaje en toda la zona para evacuación de escorrentías superficiales e inundaciones, de forma que se garantice una continuidad en el sistema de drenaje y se eviten "puntos críticos".

2.2.5. Control procesos erosivos y transporte de sedimentos a nivel de cuenca (Actuación 9)

Esta actuación tiene por objetivo desarrollar medidas (plazoletas de sedimentación + estructuras de retención) a nivel de cuenca para reducir el volumen de sólidos en suspensión, nutrientes y otros contaminantes que de origen agrícola que alcanzan el Mar Menor asociados a la escorrentía de las escasas pero intensas precipitaciones que caracterizan la hidrología de la cuenca vertiente.

Las estructuras de retención (balsas laterales) pretenden evitar la llegada directa de las escorrentías de las avenidas ordinarias al Mar Menor. El ámbito de actuación son las ramblas del Albuñón, de la Maraña y de Miranda.

Las plazoletas de sedimentación y diques pretenden disminuir la llegada de contaminantes en forma de partículas a las estructuras de retención y, en su caso, al Mar Menor. El ámbito de actuación son las ramblas del Albuñón y de la Cobatilla (o Mirador).

Por tanto, esta actuación presenta una doble funcionalidad: (1) eliminar o reducir las llegadas de escorrentías, con los contaminantes asociados, al Mar Menor, y (2) reducir los daños asociados a avenidas extraordinarias retirando de las ramblas parte de la escorrentía, que posteriormente se puede utilizar con fines agrícolas o medioambientales.

Se realizan las siguientes observaciones en relación a esta actuación:

- No se comparte el planteamiento del dimensionamiento del número de balsas de retención y superficie de las mismas, basado en una serie de aportaciones anuales de 14 años. Se considera que este procedimiento da lugar a un marcado sobredimensionamiento de la infraestructura necesaria. Consideramos que el planteamiento debe basarse en la definición de un periodo de retorno objetivo (e.g. 2 ó 5 años), que permita dimensionar las balsas de retención con el fin de



acoger los volúmenes de escorrentía asociados a los eventos hidrológicos propios de dicho periodo de retorno. Con este planteamiento de "avenidas ordinarias" los volúmenes a almacenar serían notablemente inferiores, evitándose extensiones de balsas de 300, 57 y 64 ha en las ramblas del Albuñón, de la Maraña y de Miranda respectivamente.

- Parece necesario realizar un análisis de frecuencia de las avenidas de distinta magnitud en las ramblas objeto de esta actuación, con el fin de prever con qué frecuencia entrarán en funcionamiento y que volúmenes de escorrentía se interceptarán, de manera que se puedan prever los medios necesarios para su adecuada gestión.
- Las balsas deben permanecer vacías para que puedan desarrollar su función de retención de la escorrentía, por lo que deben preverse los medios necesarios para extraer el agua acumulada tras un evento, así como el organismo que mejor pueda encargarse de su aprovechamiento y mantenimiento (e.g. comunidades de regantes).
- En ambos tipos de medidas (balsas de retención y plazoletas de sedimentación se producirán importantes acumulaciones de sedimentos y habrá que prever la retirada periódica de los materiales acumulados.

2.2.6. Adecuación y ampliación de los sistemas de drenaje agrícola (Actuación 17)

El correcto funcionamiento del sistema hidrológico superficial de una zona llana, dedicada a la agricultura de regadío, y con presencia estacional de lluvias torrenciales, requiere de un sistema de drenaje natural y agrícola que garantice la correcta evacuación de las escorrentías superficiales. Por tanto, resulta muy recomendable rehabilitar y potenciar los sistemas de drenaje natural y agrícola en la cuenca vertiente al Mar Menor, cuya capacidad y estado de mantenimiento debe ser suficiente para conducir las escorrentías asociadas a lluvias. Junto a las actuaciones 8- *Control procesos erosivos y transporte de sedimentos a nivel de parcela* y 9- *Control procesos erosivos y transporte de sedimentos a nivel de cuenca*, esta actuación constituye una medida eficaz para reducir los daños (inundaciones) de las avenidas en las inmediaciones del Mar Menor y minimizar el arrastre de suelos ricos en agroquímicos por los desbordamientos resultantes en una red de drenaje insuficiente o inexistente.



El informe *Diferenciación de la red de desagües naturales y los canales de drenaje agrícola en el Campo de Cartagena* (Martínez Álvarez, 2015) pone de manifiesto los principales problemas del sistema de drenaje de la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena (CRCC) que, en general, se pueden hacer extensibles a la cuenca vertiente al Mar Menor:

- Una parte importante de la red de drenaje de la CRCC (19% de los tramos analizados) tiene una funcionalidad principalmente hidrológica (tránsito de las escorrentías naturales que alcanzan el perímetro de la comunidad de regantes y sirven de puntos de vertido o desagüe de los drenajes propiamente agrícolas), por lo que representan las zonas prioritarias de actuación. Generalmente son ramblas y ramblizos de cierta entidad, con toponimia propia, alguna de las cuales ya han sido considerados en la *Actuación 9- Control procesos erosivos y transporte de sedimentos a nivel de cuenca*, como las ramblas de la Maraña y de Miranda. La longitud de estos tramos de actuación prioritaria se estima en 90 km sobre una longitud total próxima a 400 km en el sistema de drenaje de la CRCC.
- El estado de conservación de la gran mayoría de los tramos de drenaje es precario, lo que pone de manifiesto la insuficiencia de las labores de mantenimiento actuales.
- La presencia de tramos tapados en la red de drenaje, así como numerosos puntos de vertido y explanaciones, produce falta de conectividad y funcionalidad en el sistema de drenaje de la CRCC.
- Las obras de paso del sistema de drenaje en el Canal Principal de la CRCC presentan una capacidad hidráulica manifiestamente insuficiente para su función hidrológica, y además se encuentran parcial o totalmente obstruidas en numerosas ocasiones.

El *Proyecto Informativo* considera tres alternativas en esta actuación, La primera (17A) consiste en el mantenimiento de la situación actual, alternativa que parece inadmisibles dados los importantes problemas existentes en el sistema de drenaje. La segunda (17B, denominada Mejora sistemas de drenaje 1ª Fase) recoge una serie de medidas, sobre las que se realizan las siguientes observaciones:

- Labores de limpieza y mantenimiento periódico de la red de drenaje agrícola. Se consideran necesarias y urgentes, respondiendo a uno de los problemas destacados por Martínez Álvarez (2015).



- Revisión del estado actual de la red de drenaje agrícola, realizando todas las labores de mejora y mantenimiento necesarias para asegurar la total funcionalidad de la propia red. Se consideran necesarias y urgentes, respondiendo a otro de los problemas destacados por Martínez Álvarez (2015).
- Implementación de la red de drenaje agrícola en aquellos sectores de riego que se omitieron en las obras iniciales del Plan Coordinado de la CRCC. Esta propuesta se valora positivamente, aunque **resulta poco realista**, ya que afectaría a 17 sectores de la CRCC, lo que representa aproximadamente el 50% de su superficie (cerca de 20.000 ha). La definición de una red de drenaje en estos sectores implicaría largos y costosos procesos administrativos, incluyendo la expropiación de una importante superficie (la ocupación de la red de drenaje actual es de 400 ha, por lo que representaría una superficie equivalente).
- Revisión y obras de mejora de todos los tramos de drenaje desaparecidos y/o desviados por las obras de construcción de las diferentes autopistas y carreteras del Campo de Cartagena. Es una actuación que se considera necesaria para recuperar conectividad y funcionalidad en el sistema de drenaje de la CRCC, en concordancia con la segunda medida propuesta en esta alternativa.
- El presupuesto asignado para esta primera fase (50.000€) está completamente infravalorado, incluso considerando que la medida de implementación de red de drenaje agrícola en aquellos sectores de riego que se omitieron en las obras iniciales del Plan Coordinado de la CRCC no se realizase. La magnitud real de la infraestructura que se pretende adecuar (longitud total de drenajes y/o desagües próxima a 400 km) ha sido completamente infravalorada.

La tercera alternativa (17C, denominada Mejora sistemas de drenaje 2ª Fase) recoge otro paquete de medidas, sobre las que se realizan las siguientes observaciones:

- Diseño y construcción de la conexión de la red de drenaje superficial agrícola con la red de evacuación artificial que se llevará a cabo en la zona próxima al Mar Menor. Se desconoce a qué red de evacuación artificial se refiere esta medida, ya que conceptualmente la red de drenaje superficial agrícola debe integrarse en la red de drenaje natural, para lo que resultan suficientes las medidas para garantizar la conectividad y funcionalidad propuestas en la 1ª Fase. Si se refiere al sistema de drenes y/o pozos propuestos en la actuación 5, no parece oportuna esta conexión de agua de escorrentías (sucias) con un sistema de drenaje de aguas subterráneas (limpias).



- Mejora del canal de drenaje del Polígono Los Camachos y obras de construcción para la conexión con la red de drenaje natural. Estamos de acuerdo en que se trata de un problema concreto sobre el que resulta necesario actuar.
- Realce de solera en el Canal Principal ejecutado en su intersección con la Rambla del Albuji6n. Este realce ya existe (Figs. 6 y 7), es el 6nico punto donde se han mejorado las obras de paso del sistema de drenaje natural con el Canal Principal del Campo de Cartagena. Se entiende que se considera que esta obra est6 infradimensionada y requiere una actuaci6n adicional, en caso contraria esta medida no tendr6a sentido.
- Revisi6n del dimensionamiento de las obras de paso del sistema de drenaje en el Canal Principal de la CRCC. Dise6o y realizaci6n de las obras para el aumento de la capacidad hidr6ulica de las obras de paso del sistema de drenaje en el Canal Principal de la CRCC. Estas dos medidas tienen la misma finalidad y se consideran necesarias y urgentes, respondiendo a uno de los problemas destacados por Mart6nez 6lvarez (2015). Se estima que la actuaci6n ser6a necesaria en al menos 12 puntos de intersecci6n.
- Construcci6n de nuevos canales de drenaje en todo el Campo de Cartagena en sustituci6n de todos los que han sido tapados por los agricultores. Esta actuaci6n tambi6n responde a uno de los problemas destacados por Mart6nez 6lvarez (2015), aunque resulta conveniente analizar la funcionalidad/necesidad de estos canales, ya que en muchas ocasiones son terminales y poco relevantes para el funcionamiento del sistema.
- Como se indica en el *Proyecto informativo*, el 6xito de esta actuaci6n requiere la correcta conexi6n con el sistema de drenaje natural, de forma que si se producen drenajes agr6colas los mismos puedan ser captados en las estructuras de retenci6n (actuaci6n 9), evitando su vertido al Mar Menor.

En general se considera que los presupuestos asignados para estas medidas est6n muy lejos de los que realmente ser6an necesarios, especialmente considerando la extensi6n territorial de las medidas planteadas. Con el fin de poder priorizar las actuaciones, se sugiere utilizar la clasificaci6n realizada por Mart6nez 6lvarez (2015), actuando preferentemente en aquellos tramos de Clase 3 (funcionalidad b6sicamente hidrol6gica, 19% del total).



Figura 6. Realce de solera en la obra de paso de la Rambla del Albuñón en su intersección con el Canal Principal de la CRCC.



Figura 7. Aspecto de la obra de paso de la Rambla del Albuñón en el Canal Principal de la CRCC.



2.3. Escenarios

El *Proyecto Informativo* agrupa las actuaciones en conjuntos denominados escenarios. Se definen tres escenarios: el cero o **tendencial**, el **adaptativo** o temporal, y el **objetivo**. En la diferenciación de estos escenarios la clave se encuentra en las alternativas consideradas para las actuaciones 5 y 6, mientras que para el resto de actuaciones, en general, se puede interpretar que se consideran distintos niveles de intensidad en las medidas adoptadas, que en el escenario tendencial se limitan al cumplimiento de la normativa/mantenimiento de la situación actual.

En relación a las actuaciones 5 y 6, las alternativas consideradas en cada escenario son:

- **Escenario cero o tendencial:** 5A (Ausencia de extracción mediante drenes/pozos para el drenaje del acuífero)+ 6A (Captación individualizada de aguas subterráneas + desalobración en parcela + salmueroducto + desnitrificación en planta de tratamiento del Mojón + emisario).
- **Escenario adaptativo:** 5B (Extracción mediante drenes/pozos para el drenaje del acuífero de 12 hm³/año) + 6B (Aprovechamiento comunitario de las aguas subterráneas mediante 102 pozos + red colectora de aguas salobres + desnitrificación en planta de tratamiento de El Mojón + desalobración en planta de El Mojón + emisario submarino).
- **Escenario objetivo:** 5C (Extracción mediante drenes/pozos para el drenaje del acuífero de 20 hm³/año) + 6B (Aprovechamiento comunitario de las aguas subterráneas mediante 102 pozos + red colectora de aguas salobres + desnitrificación en planta de tratamiento de El Mojón + desalobración en planta de El Mojón + emisario submarino).

El *Proyecto Informativo* identifica el escenario tendencial con en mantenimiento del modelo actual, por lo que asocia el diagnóstico para el momento actual como el resultado de este escenario. Esta cuestión **no es cierta en lo referido a la recogida y tratamiento de salmueras**, dado que el escenario tendencial recoge la construcción de un salmueroducto inexistente actualmente y cuyo funcionamiento representa una situación radicalmente distinta en la gestión de salmueras con altos contenidos de nitratos. Por tanto, **la inclusión del salmueroducto exclusivamente en este**



escenario implica su automática desestimación, circunstancia por la que no ha sido adecuadamente valorado en el *Proyecto Informativo*. Este estudio ofrece argumentos suficientes a favor del salmueroducto cuando se combina con la Alternativa 6B, que daría lugar a una valoración al menos similar a la de los escenarios adaptativo y objetivo.

El *Proyecto Informativo* indica que tanto el escenario adaptativo como el objetivo pretenden romper el circuito de la gestión hídrica causante de la degradación del Mar Menor y del sistema subterráneo, propiciando un sistema de economía circular que tenga en cuenta el mantenimiento de la base productiva de los recursos naturales. **En este sentido, cabe destacar que el salmueroducto encaja perfectamente en esta concepción, colaborando a la economía circular incluso en mayor medida que los escenarios adaptativo y objetivo, ya que permite el aprovechamiento de infraestructuras legales ya construidas (pozos registrados y desalobradoras particulares) y evita la construcción de un nuevo sistema de pozos colectivos e infraestructuras para el manejo de unos volúmenes de agua cuatro veces superiores.**

En relación a la diferenciación de los escenarios adaptativo y objetivo respecto a la actuación 5, consideramos que esta actuación es imprescindible en cualquier planteamiento, y que el nivel de extracciones para cualquier escenario considerado debe ser el que se obtenga como recomendable en el *proyecto para la cuantificación, control de la calidad y seguimiento piezométrico de la descarga de agua subterránea del acuífero cuaternario del Campo de Cartagena al Mar Menor*, que se desarrolla actualmente. De esta forma, todos los escenarios partirían de una premisa necesaria: independizar hidrológicamente y en la medida de lo posible el Campo de Cartagena del Mar Menor, tanto en sus aguas superficiales como subterráneas.

El *Proyecto Informativo* da relevancia a la diferenciación de la intensidad en la actuación 5 (5A-5B-5C) a costa de no considerar la valoración otros escenarios alternativos que desde nuestro punto de vista son interesantes, especialmente el resultado de la combinación 5B ó 5C (extracción mediante drenes/pozos para el drenaje del acuífero) + 6A (Captación individualizada de aguas subterráneas + desalobración en parcela + salmueroducto + desnitrificación en planta de tratamiento del Mojón + emisario). Este escenario se analiza posteriormente en el *Epígrafe 4*, donde se intenta poner de manifiesto que puede ser tan efectivo como los escenarios adaptativo (5B + 6B) y objetivo (5C + 6B) en la protección del Mar Menor, llegando incluso a presentar ventajas en distintos aspectos (e.g. emisiones de gases efecto



invernadero). **Desde nuestro punto de vista, la alternativa del salmueroducto se ha combinado con otras que no garantizan la mejora ambiental del Mar Menor, motivo por el que consideramos ha sido injustamente valorada.**

En relación a los criterios empleados en la valoración de escenarios, así como de la valoración propiamente dicha, se realizan las siguientes observaciones:

- Contribución al vertido 0. Independizar hidrológicamente y en la medida de lo posible el Campo de Cartagena del Mar Menor, tanto en sus aguas superficiales como subterráneas debe ser un criterio de obligado cumplimiento en los escenarios a valorar, como da a entender el título del Proyecto: “*Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena*”. Todos los escenarios resultados de este análisis deberían basarse en el cumplimiento de este objetivo (es decir, considerar la alternativa 5C adaptada a los volúmenes de extracción que determine el estudio piezométrico que se desarrolla actualmente, por lo que consideramos que no debe constituir un elemento de discriminación entre escenarios. En relación a este criterio, se considera que el escenario 5C-6A debería tener una valoración semejante al 5C-6B en este criterio.
- Efectos socioeconómicos. Nada que aportar.
- Adecuación a las políticas europeas. Nada que aportar.
- Comportamiento ante el cambio climático, incluidos GEI. Este criterio valora la capacidad de adaptación a la merma en la disponibilidad de recursos hídricos asociada al cambio climático y a la incidencia de episodios de sequía. En este sentido, se propone valorar el volumen de recursos hídricos de calidad que cada alternativa/escenario proporciona. Para contribuir a esta propuesta, se presenta más adelante (Fig. 15) una valoración del volumen adicional de agua que cada escenario pone a disposición de la agricultura de regadío, dando entrada a una actuación complementaria no contemplada en el Proyecto, que sería una segunda etapa de desalobración en El Mojón (*Epígrafe 3*).

Estamos de acuerdo con la consideración del indicador emisiones de GEI, como se propone en el análisis, pero se han detectado errores metodológicos en su determinación que derivan en importantes desviaciones de los resultados y, consecuentemente, en la valoración de las alternativas/escenarios. Por este motivo los *Epígrafes 5 y 6* de este documento se centran en las emisiones de GEI, incluyendo una determinación alternativa a la presentada en el *Apéndice 15*.



Dicha determinación pone de manifiesto que, en relación a este criterio, el escenario 5C-6A presenta unas emisiones de GEI (tCO₂/año) inferiores al escenario 5C-6B (Fig. 23) en este criterio, diferencia que se hace mayor cuando se consideran las misiones específicas de GEI por escenario (tCO₂/hm³).

- Eficacia del sistema de gestión. Este criterio compara la gestión individualizada de pozos/desalobradoras (6A) frente a gestión colectiva de un sistema conjunto (6B). Se enumeran una serie de debilidades de la gestión individualizada, así como las fortalezas de la gestión colectiva, en base a una serie de argumentos que ya han sido rebatidos en el *Epígrafe 2.2.3*. En resumen, se está de acuerdo en que las garantías que ofrece una gestión colectiva es superior a la individualizada, pero ante la situación expuesta en el *Resumen Ejecutivo* (Pág. 11) de un 200% de pozos no registrados frente a los 996 registrados, el verdadero reto de gestión se encuentra en el control de las instalaciones no registradas, lo que afecta de igual manera al escenario 6A como al 6B. La alternativa 6A, en ausencia de pozos no registrados y apoyada en las tecnologías actuales de automatización y telecontrol (monitorización de volúmenes extraídos en los pozos y de su aportación al salmueroducto) puede ofrecer un nivel de control y garantía próximo al sistema colectivo de 102 pozos, implicando el manejo de solamente la cuarta parte de caudales y la puesta en valor de infraestructuras/instalaciones ya existentes.
- Internacionalización de costes ambientales. Nada que aportar.
- Finalmente, se considera relevante **incluir un criterio que valore el aprovechamiento de infraestructuras/instalaciones ya existentes**, cuestión en la que se observan diferencias significativas entre las alternativas propuestas. Este criterio también debería considerar algún indicador del coste económico del desarrollo de cada escenario, especialmente si no hay diferencias importantes en la valoración de los criterios anteriormente expuestos.

2.4. Plazos y costes

Dado que en la mayoría de las alternativas se realizan estimaciones someras de estas variables, consideramos que no es oportuno realizar valoraciones de plazos y costes en el estado actual de definición de las actuaciones.



3. Actuaciones complementarias a considerar

En este apartado se propone una nueva actuación, que consiste en incluir una segunda etapa de desalobración en la planta de El Mojón.

Esta actuación se justifica porque, según están definidos actualmente todos los escenarios, se contempla como solución el vertido de grandes volúmenes de salmuera con una conductividad en torno a 21 dS/m a través de un nuevo emisario submarino desde la planta de El Mojón. Esta solución de vertido resulta poco satisfactoria desde el punto de vista de la eficiencia en la gestión de los recursos hídricos y la energía, por lo que resulta aconsejable incorporar una segunda etapa de desalobración de la salmuera en todos los escenarios. Hay que tener en cuenta que en la misma localización hay dos planta desalinizadoras de agua marina (IDAMs de San Pedro I y San Pedro II) que captan agua marina con conductividad en torno a 55 dS/m para su desalinización y abastecimiento de la mancomunidad de Canales del Taibilla. Además, en las proximidades hay otras IDAMs que destinan una parte importante del agua desalinizada que producen al suministro agrícola en el campo de Cartagena (IDAMs de Torrevieja, Escombreras y Valdelentisco). Por tanto, en la planificación hídrica de esta región, se ha recurrido a la desalinización de agua marina tanto para suministro doméstico como agrícola, con el importante consumo energético y de emisiones de GEI por m³ de agua producto que esta producción lleva asociado (Shaffer et al., 2013; Martínez Alvarez et al., 2016). Ante este escenario, no se justifica el vertido al mar de grandes volúmenes de salmuera con una conductividad en torno a 21 dS/m, cuando en el mismo lugar se extrae agua marina en torno a 55 dS/m para su desalinización. Resulta mucho más **razonable incluir una segunda etapa de desalobración con el fin de recuperar una mayor cantidad de agua apta para riego y verter al mar salmueras que tenga una conductividad próxima a la del agua marina.**

Las IDAMs de San Pedro I y San Pedro II se ubican en una parcela colindante a la ubicación de la planta de El Mojón, y disponen de dos emisarios submarinos por lo que se devuelve al mar salmuera con una salinidad del orden de 100 dS/m. Ante esta situación, parece razonable plantear una segunda desalobración de las salmueras en la planta de El Mojón, que presentaría las siguientes ventajas:



- Recuperación de en torno a $12,5 \text{ hm}^3/\text{año}$ de agua adicionales (ver Fig. 15) con buena calidad para riego en una región caracterizada por su déficit hídrico y alta exposición a riesgos asociados al cambio climático.
- El volumen de agua recuperado en la segunda desalobración se realizaría a un coste y con unas emisiones de gases de efecto invernadero sensiblemente inferiores que la generada en las IDAMs de Torrevieja, Escombreras o Valdelentisco (Martínez Alvarez et al., 2017), ya que el consumo energético por m^3 de la segunda etapa de desalobración sería en torno al 50% del que se produce en estas IDAMs. Este consumo menor se justifica porque no serían necesarias instalaciones adicionales de captación ni de impulsión, ya que la impulsión al Canal Principal del Campo de Cartagena ya está prevista en todos los escenarios. Además la presión en bastidores de osmosis sería sensiblemente inferior dada la menor salinidad del agua tratada.
- Generación de un volumen de salmuera que representaría solo el 40% de la salmuera generada en ausencia de esta segunda desalobración, para cualquiera de los escenarios considerados (en torno a $8 \text{ hm}^3/\text{año}$, ver Fig. 16).
- La disminución en el volumen de salmuera abriría nuevas opciones de gestión, como una posible gestión integrada con las salmueras producidas en las IDAMs de San Pedro I y San Pedro II, planteamiento que tendría dos efectos beneficiosos: (1) disminución de la salinidad de la salmuera vertida desde las IDAMs de San Pedro I y San Pedro II; y (2) minimizar efectos ambientales asociados a la distinta composición química de las salmueras procedentes del agua salobre, en relación al agua marina.
- La disminución en el volumen de salmuera y un planteamiento de gestión conjunta con las IDAMs de San Pedro I y San Pedro II tal vez haga posible verter al Mar Mediterráneo toda la salmuera generada en El Mojón sin la necesidad de construir un tercer emisario, posibilidad que interesa estudiar.
- En cualquier caso, si la gestión conjunta de salmueras no es posible, la salmuera generada en la segunda desalobración tendría una salinidad similar al agua marina (en torno a 54 dS/m) y tercer el emisario se tendría que diseñar solo para el 40% del caudal de salmuera.
- La reducción en el volumen de salmuera afectaría notablemente al dimensionamiento de la planta desnitrificadora de salmueras, suponiendo que la desnitrificación se realiza después de la desalobración. Esta circunstancia puede



representar una importante disminución de terrenos ocupados, en el presupuesto asociado y en consumo energético en esta instalación.

Frente a estas importantes ventajas hay que destacar (1) que no se identifican inconvenientes técnicos relevantes en esta actuación, (2) que la actuación sería coherente con la tendencia actual de suministro de agua desalinizada en la región y (3) que su implementación en cualquier escenario no afecta a la valoración del mismo en relación con su capacidad para mejorar el estado ambiental del Mar Menor.

4. Propuesta y discusión de escenarios

A continuación se presenta y analiza el sistema de gestión de la extracción y aprovechamiento de las aguas subterráneas del Campo de Cartagena en 7 escenarios, que se han obtenido como resultado de combinar las alternativas propuestas en el documento para las actuaciones 5 y 6, además de considerar en alguno de ellos la actuación complementaria de realizar una segunda desalobración en la planta de El Mojón. Entre los siete escenarios analizados se encuentran los escenarios **tendencial** y **objetivo** del *Proyecto Informativo* (a efectos de la gestión de las aguas subterráneas el escenario **adaptativo** se puede considerar prácticamente equivalente al **objetivo**). De esta forma se pueden comparar distintos aspectos de los nuevos escenarios aquí propuestos con los recogidos en el *Proyecto Informativo*.

Para cada escenario se presenta un esquema con los principales flujos que sigue el agua extraída del acuífero y una estimación primaria de valores representativos de los volúmenes y conductividades eléctricas de dichos flujos. La principal finalidad de estos esquemas y los valores representados es facilitar en entendimiento de los escenarios y poder realizar una comparación de cuestiones relevantes como el volumen de agua recuperado, el volumen de salmuera vertido al Mar Mediterráneo, la conductividad de las salmueras generadas, las emisiones de GEI asociadas a cada flujo, etc. En la mayor parte de los casos se manejan las mismas cifras que en el *Proyecto Informativo* con el fin de que nuestros resultados sean.

Los escenarios propuestos son los siguientes:

- **Escenario 1.** Alternativas 5A-6A (Opción salmueroducto) coincide con el **ESCENARIO TENDENCIAL**.
- **Escenario 2.** Alternativas 5A-6A-2ªD (Opción salmueroducto + 2ª desalobración).
- **Escenario 3.** Alternativas 5C-6A (Opción salmueroducto).
- **Escenario 4.** Alternativas 5C-6A-2ªD (Opción salmueroducto + 2ª desalobración).
- **Escenario 5.** Alternativas 5A-6B (Pozos comunitarios).
- **Escenario 6.** Alternativas 5C-6B (Pozos comunitarios) coincide con el **ESCENARIO OBJETIVO**.
- **Escenario 7.** Alternativas 5C-6B-2ªD (Pozos comunitarios +2º desalobración).

4.1. Escenario 1: Alternativas 5A-6A (Opción salmueroducto)

Este escenario, que coincide con el escenario “tendencial” del *Proyecto Informativo*, se representa de forma simplificada en la Fig. 8.

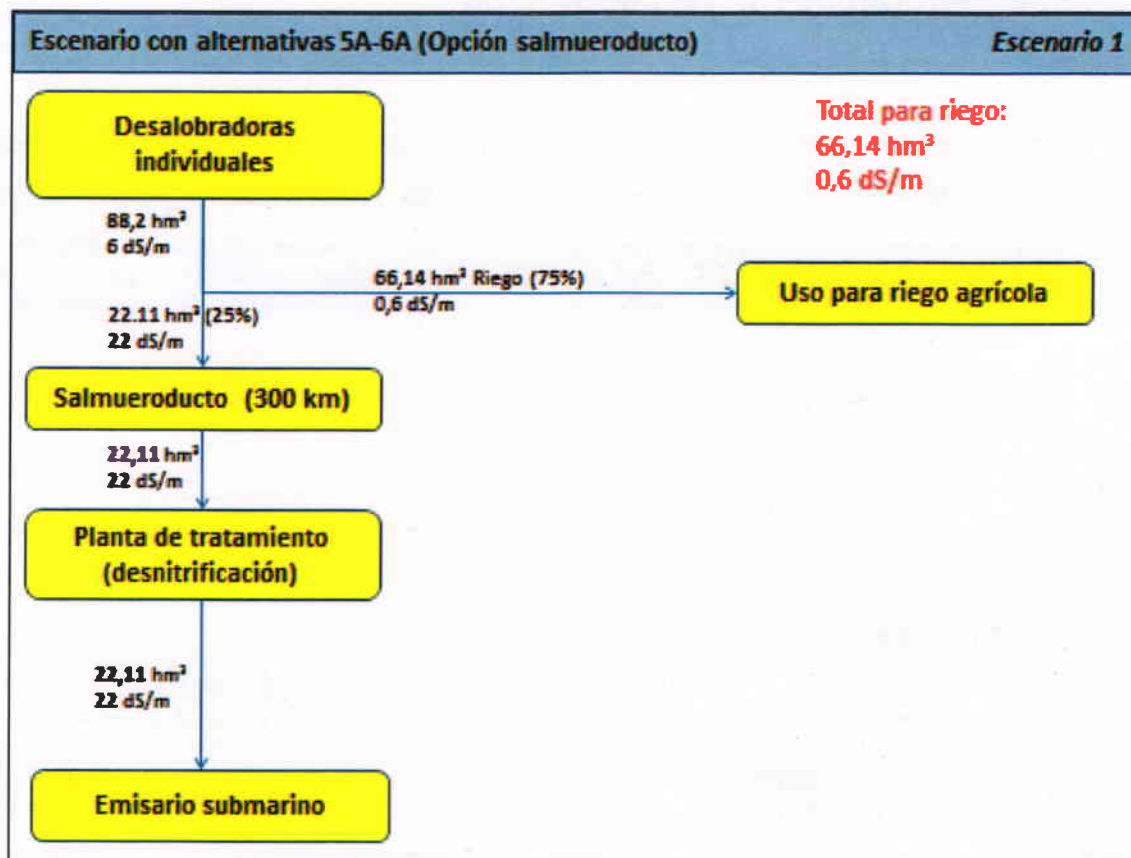


Figura 8. Esquema de los flujos de las extracciones en el escenario 1.

Los datos más relevantes de este escenario son los siguientes:

- Extracciones del acuífero: 88,2 hm³/año (volumen a extraer de los acuíferos del Campo de Cartagena según PHDS 2015/21).
- Extracción para el drenaje del acuífero (drenes y/o pozos): 0 hm³/año (alternativa 5A).
- Volumen generado de agua de calidad para uso agrícola: 66,1 hm³/año localizada en parcelas.
- Volumen y salinidad de la salmuera generada: 22,1 hm³/año con 22 dS/m.
- Aprovechamiento de infraestructuras existentes: Pozos registrados + alto porcentaje de desalobradoras individuales + Arco Sur.



- Principales infraestructuras a realizar: Salmueroducto (22,1 hm³/año) + Planta desnitrificadora para 22,1 hm³/año en El Mojón + Emisario submarino para 22,1 hm³/año.

4.2. Escenario 2: Alternativas 5A-6A-2^aD (Opción salmueroducto + 2^a desalobración)

Este escenario coincide con el anterior, pero se añade una segunda etapa de desalobración para 22,1 hm³/año. Se representa de forma simplificada en la Fig. 9.

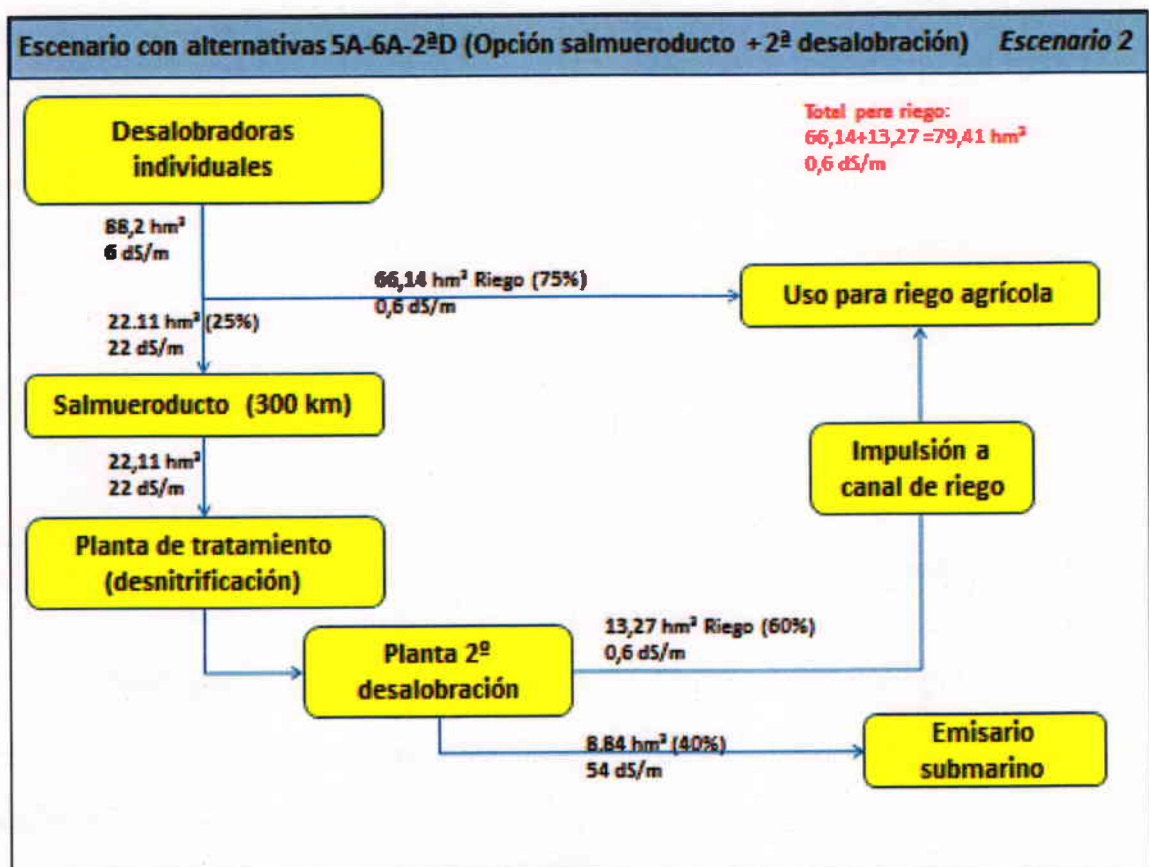


Figura 9. Esquema de los flujos de las extracciones en el escenario 2.

Los datos más relevantes de este escenario son los siguientes:

- Extracciones del acuífero: 88,2 hm³/año (volumen a extraer de los acuíferos del Campo de Cartagena según PHDS 2015/21).
- Extracción para el drenaje del acuífero (drenes y/o pozos): 0 hm³/año (alternativa 5A).



- Volumen generado de agua de calidad para uso agrícola: 66,1 hm³/año localizada en parcelas + 13,3 hm³/año de la 2ª desalobración localizada en El Mojón = 79,4 hm³/año.
- Volumen y salinidad de la salmuera generada: 8,8 hm³/año con 54 dS/m.
- Aprovechamiento de infraestructuras existentes: Pozos registrados + alto porcentaje de desalobradoras individuales + Arco Sur.
- Principales infraestructuras a realizar: Salmueroducto (22,1 hm³/año) + Planta desalobradoras para 22,1 hm³/año de El Mojón + Planta desnitrificadora para 8,8 hm³/año en El Mojón + Impulsión El Mojón-Canal para 13,3 hm³/año + Emisario submarino para 8,8 hm³/año.

4.3. Escenario 3: Alternativas 5C-6A (Opción salmueroducto)

Este escenario incorpora el sistema de drenes y/o pozos (Alternativa 5C) a la captación individualizada de aguas subterráneas y la construcción del salmueroducto. Esta combinación de alternativas no se considera en el *Proyecto Informativo*. Se representa de forma simplificada en la Fig. 10.

Los datos más relevantes de este escenario son los siguientes:

- Extracciones del acuífero: 68,2 hm³/año en pozos individuales + 20 hm³/año en drenes y/o pozos para el drenaje del acuífero cuaternario = 88,2 hm³/año (volumen a extraer de los acuíferos del Campo de Cartagena según PHDS 2015/21).
- Extracción para el drenaje del acuífero (drenes y/o pozos): 20 hm³/año (alternativa 5C).
- Volumen generado de agua de calidad para uso agrícola: 51,2 hm³/año localizada en parcelas + 11,5 hm³/año de la 1ª desalobración localizada en El Mojón + 5 hm³/año de la 1ª desalobración localizada en Arco Sur = 67,7 hm³/año.
- Volumen y salinidad de la salmuera generada: 20,9 hm³/año con 22 dS/m en El Mojón + 1,7 hm³/año con 22 dS/m en Arco Sur.
- Aprovechamiento de infraestructuras existentes: Pozos registrados + alto porcentaje de desalobradoras individuales + Arco Sur.

- Principales infraestructuras a realizar: Salmueroducto (17 hm³/año) + Planta desalobrador para 15,4 hm³/año de El Mojón + Planta desnitrificadora para 20,9 hm³/año en El Mojón + Impulsión El Mojón-Canal para 11,5 hm³/año + Emisario submarino para 20,9 hm³/año.

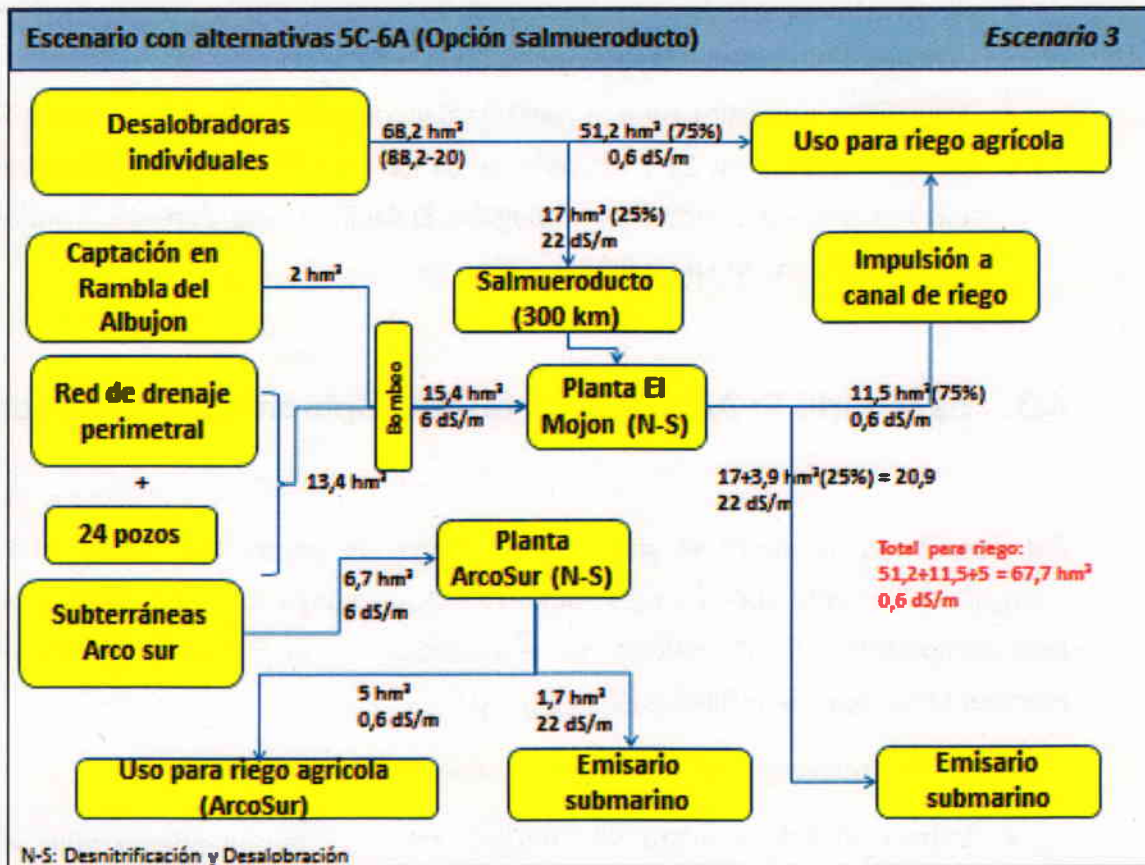


Figura 10. Esquema de los flujos de las extracciones en el escenario 3.

4.4. Escenario 4: Alternativas 5C-6A-2ªD (Opción salmueroducto + 2ª desalobración)

Este escenario coincide con el anterior, pero se añade una segunda etapa de desalobración para 20,9 hm³/año en el Mojón. Se trata de un escenario cuyo análisis resulta especialmente interesante al no haber sido considerado en el *Proyecto Informativo*. Los datos más relevantes de este escenario, que se representa de forma simplificada en la Fig. 11, son los siguientes:



- Extracciones del acuífero: 68,2 hm³/año en pozos individuales + 20 hm³/año en drenes y/o pozos para el drenaje del acuífero cuaternario = 88,2 hm³/año (volumen a extraer de los acuíferos del Campo de Cartagena según PHDS 2015/21).
- Extracción para el drenaje del acuífero (drenes y/o pozos): 20 hm³/año (alternativa 5C).
- Volumen generado de agua de calidad para uso agrícola: 51,2 hm³/año localizada en parcelas + 11,5 hm³/año de la 1ª desalobración localizada en El Mojón + 5 hm³/año de la 1ª desalobración localizada en Arco Sur + 12,5 hm³/año de la 2ª desalobración localizada en El Mojón = 80,2 hm³/año.
- Volumen y salinidad de la salmuera generada: 8,4 hm³/año con 54 dS/m en El Mojón + 1,7 hm³/año con 22 dS/m en Arco Sur.
- Aprovechamiento de infraestructuras existentes: Pozos registrados + alto porcentaje de desalobradoras individuales + Arco Sur.
- Principales infraestructuras a realizar: Salmueroducto (17 hm³/año) + Planta desalobradoras para 15,4 hm³/año en El Mojón + 2ª etapa de desalobración para 20,1 hm³/año en El Mojón + Planta desnitrificadora para 8,4 hm³/año en El Mojón + Impulsión El Mojón-Canal para 12,5 hm³/año + Emisario submarino para 8,4 hm³/año.

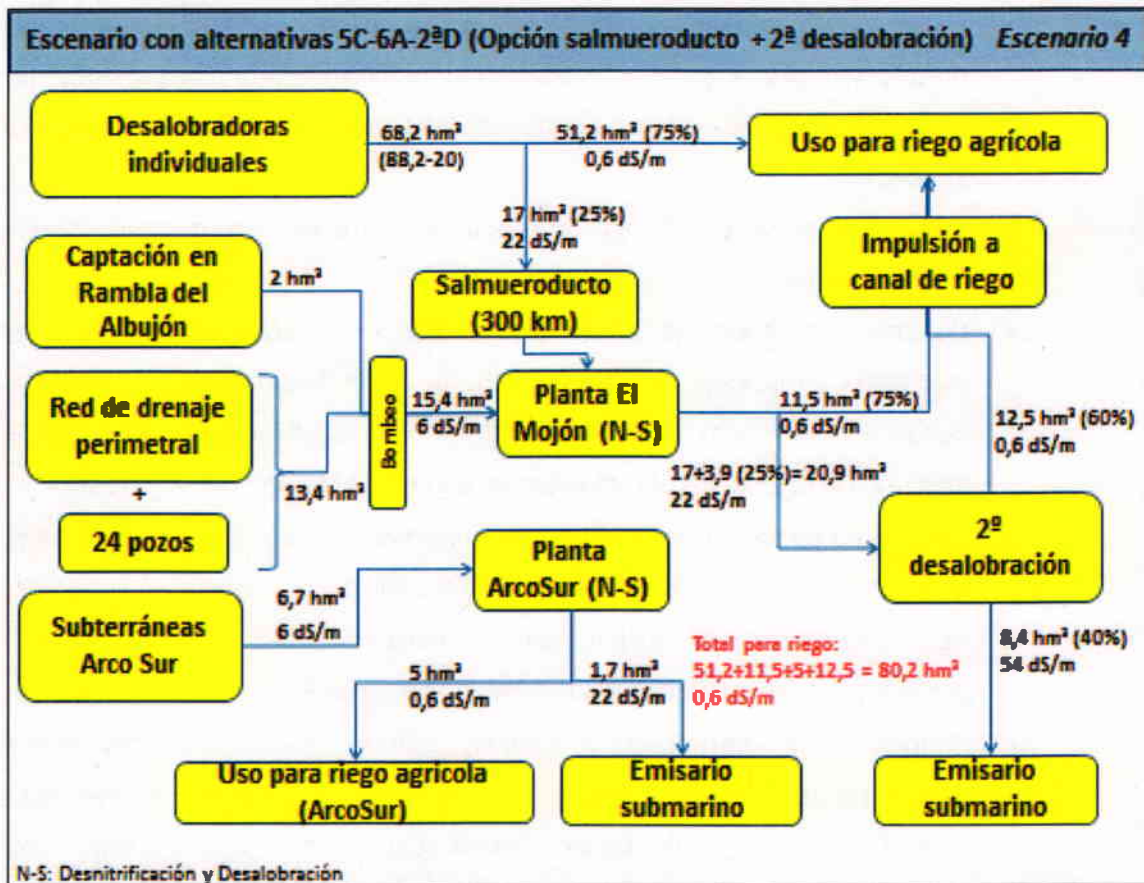


Figura 11. Esquema de los flujos de las extracciones en el escenario 4.

4.5. Escenario 5: Alternativas 5A-6B (Pozos comunitarios)

Este escenario, que tampoco ha sido considerado en el *Proyecto Informativo*, se considera interesante ya que permite comparar la captación individualizada de aguas subterráneas con el aprovechamiento comunitario, considerando en ambos casos la no existencia del sistema de extracción para el drenaje del acuífero cuaternario mediante drenes y pozos. Se representa de forma simplificada en la Fig. 12.

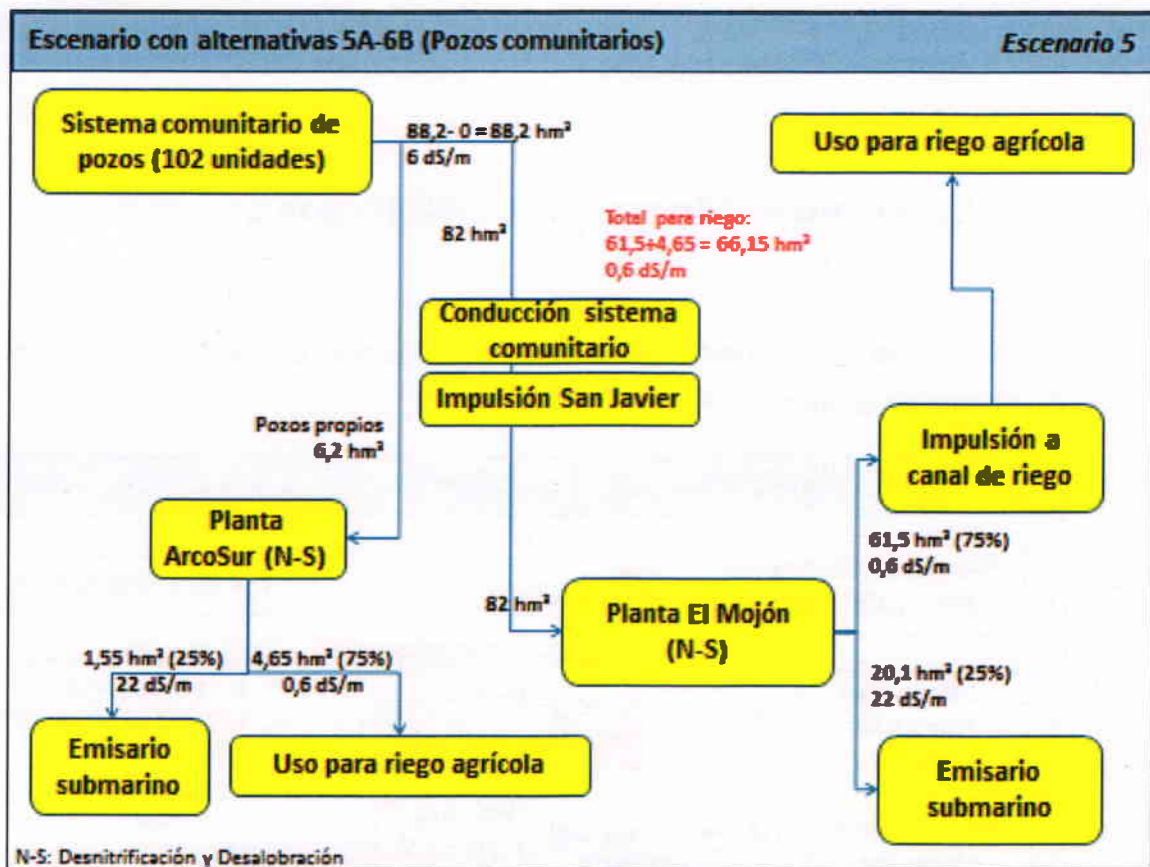


Figura 12. Esquema de los flujos de las extracciones en el escenario 5.

Los datos más relevantes de este escenario son los siguientes:

- Extracciones del acuífero: 82 hm³/año en sistema de pozos comunitario + 6,2 hm³/año en drenes y pozos de Arco Sur = 88,2 hm³/año (volumen a extraer de los acuíferos del Campo de Cartagena según PHDS 2015/21).
- Extracción para el drenaje del acuífero (drenes y/o pozos): 0 hm³/año (alternativa 5A).
- Volumen generado de agua de calidad para uso agrícola: 61,5 hm³/año en la 1ª desalobración localizada en El Mojón + 4,7 hm³/año de la 1ª desalobración localizada en Arco Sur = 66,2 hm³/año.
- Volumen y salinidad de la salmuera generada: 20,1 hm³/año con 22 dS/m en El Mojón + 1,6 hm³/año con 22 dS/m en Arco Sur.
- Aprovechamiento de infraestructuras existentes: Arco Sur.
- Principales infraestructuras a realizar: Sistema de pozos colectivos para 82 hm³/año + Colector del sistema de pozo a El Mojón para 82 hm³/año + Planta desalobrador para 82 hm³/año en El Mojón + Planta desnitrificadora para 20,1

hm³/año en El Mojón + Impulsión El Mojón-Canal para 61,5 hm³/año + Emisario submarino para 20,1 hm³/año.

4.6. Escenario 6: Alternativas 5C-6B (Pozos comunitarios)

Este escenario, que coincide con el escenario "objetivo" del *Proyecto Informativo*, se representa de forma simplificada en la Fig. 13.

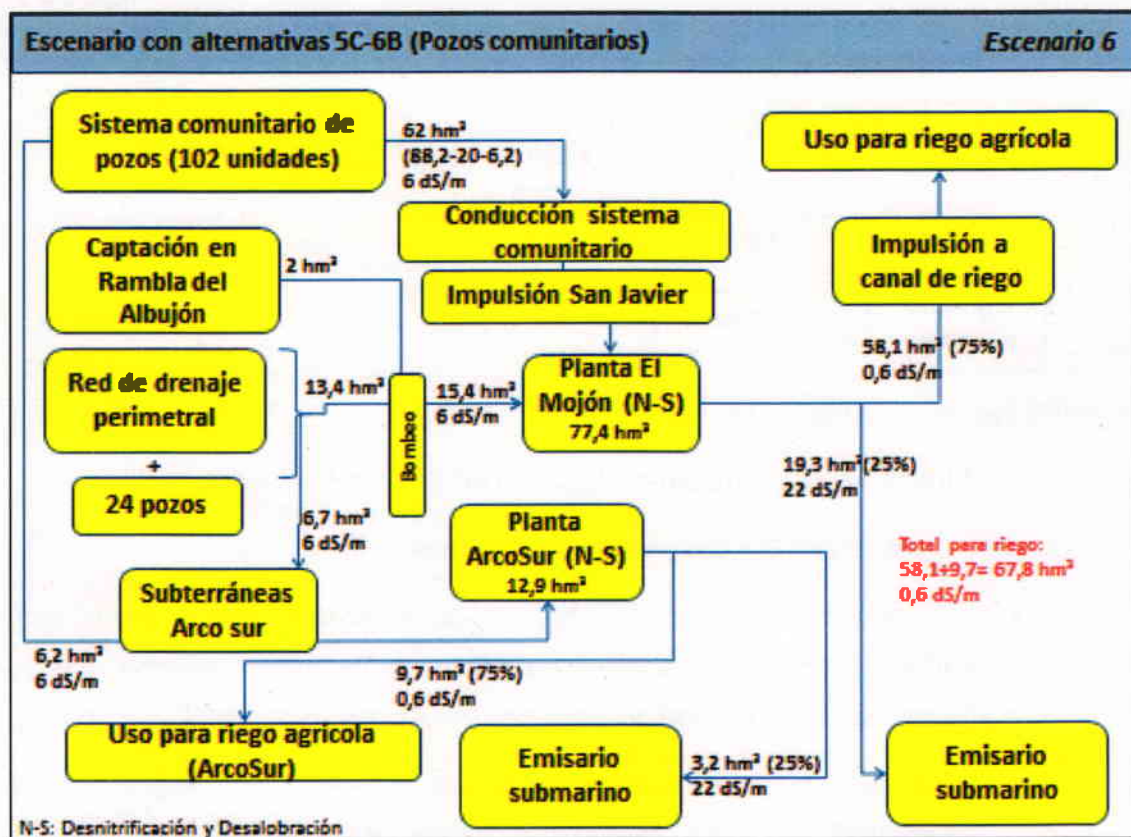


Figura 13. Esquema de los flujos de las extracciones en el escenario 6.

Los datos más relevantes de este escenario son los siguientes:

- Extracciones del acuífero: 62 hm³/año en sistema de pozos comunitario + 6,2 hm³/año en drenes y pozos de Arco Sur + 20 hm³/año en drenes y/o pozos para el drenaje del acuífero cuaternario = 88,2 hm³/año (volumen a extraer de los acuíferos del Campo de Cartagena según PHDS 2015/21).
- Extracción para el drenaje del acuífero (drenes y/o pozos): 20 hm³/año (alternativa 5C).



- Volumen generado de agua de calidad para uso agrícola: 58,1 hm³/año en la 1ª desalobración localizada en El Mojón + 9,7 hm³/año de la 1ª desalobración localizada en Arco Sur = 67,8 hm³/año.
- Volumen y salinidad de la salmuera generada: 19,3 hm³/año con 22 dS/m en El Mojón + 3,2 hm³/año con 22 dS/m en Arco Sur.
- Aprovechamiento de infraestructuras existentes: Arco Sur.
- Principales infraestructuras a realizar: Sistema de pozos colectivos para 62 hm³/año + Colector del sistema de pozo a El Mojón para 62 hm³/año + Planta desalobradoradora para 77,4 hm³/año en El Mojón + Planta desnitrificadora para 19,3 hm³/año en El Mojón + Impulsión El Mojón-Canal para 58,1 hm³/año + Emisario submarino para 19,3 hm³/año.

4.7. Escenario 7: Alternativas 5C-6B-2ªD (Pozos comunitarios +2ª desalobración)

Este escenario coincide con el anterior, pero se añade una segunda etapa de desalobración para 19,3 hm³/año en el Mojón. Se representa de forma simplificada en la Fig. 14. Los datos más relevantes de este escenario son los siguientes:

- Extracciones del acuífero: 62 hm³/año en sistema de pozos comunitario + 6,2 hm³/año en drenes y pozos de Arco Sur + 20 hm³/año en drenes y/o pozos para el drenaje del acuífero cuaternario = 88,2 hm³/año (volumen a extraer de los acuíferos del Campo de Cartagena según PHDS 2015/21).
- Extracción para el drenaje del acuífero (drenes y/o pozos): 20 hm³/año (alternativa 5C).
- Volumen generado de agua de calidad para uso agrícola: 58,1 hm³/año en la 1ª desalobración localizada en El Mojón + 9,7 hm³/año de la 1ª desalobración localizada en Arco Sur + 11,6 hm³/año en la 2ª desalobración localizada en El Mojón = 79,4 hm³/año.
- Volumen y salinidad de la salmuera generada: 7,6 hm³/año con 54 dS/m en El Mojón + 3,2 hm³/año con 22 dS/m en Arco Sur.
- Aprovechamiento de infraestructuras existentes: Arco Sur.

- Principales infraestructuras a realizar: Sistema de pozos colectivos para 62 hm³/año + Colector del sistema de pozo a El Mojón para 62 hm³/año + Planta desalobrador para 77,4 hm³/año en El Mojón + 2ª etapa de desalobración para 19,3 hm³/año en El Mojón + Planta desnitrificadora para 7,6 hm³/año en El Mojón + Impulsión El Mojón-Canal para 69,7 hm³/año + Emisario submarino para 7,6 hm³/año.

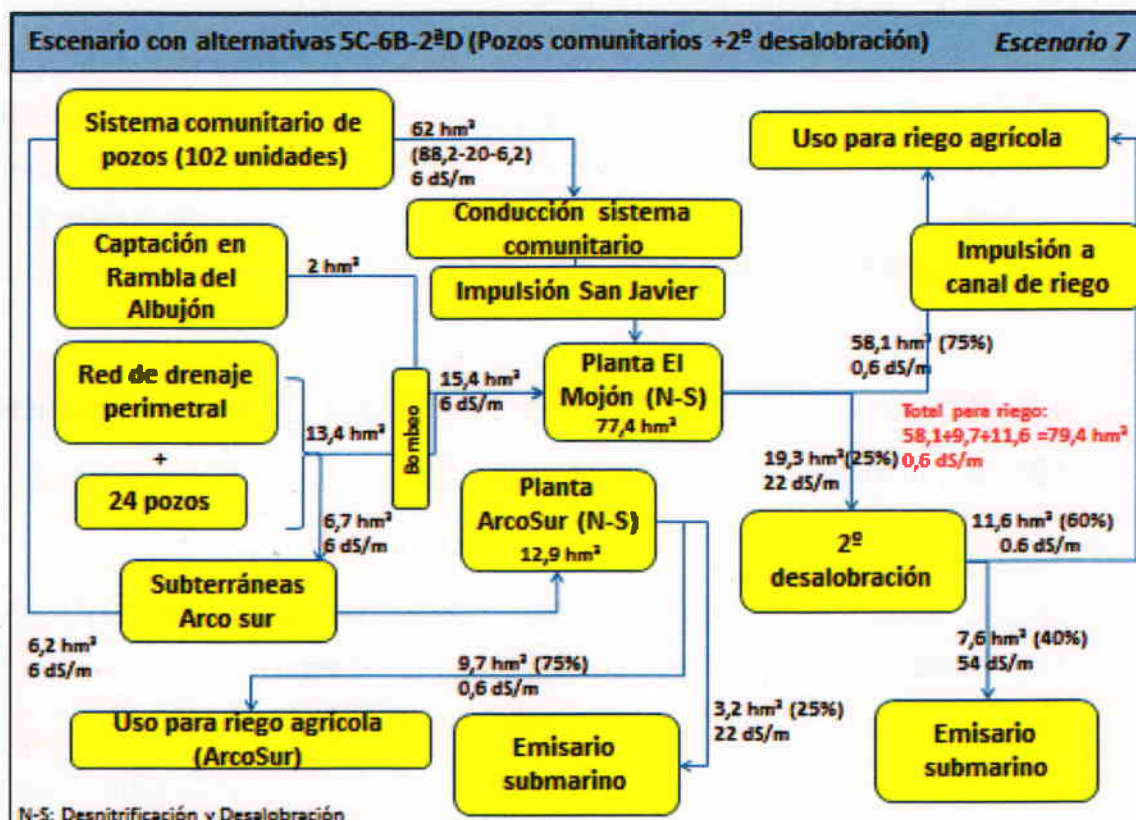


Figura 14. Esquema de los flujos de las extracciones en el escenario 7.

4.8. Comparación entre escenarios

No se pretende en este epígrafe aplicar los criterios empleados en la valoración de escenarios del *Proyecto Informativo*, sino destacar información relevante para la comparación de escenarios, obtenida de los esquemas representados en el *Epígrafe 4* de este documento para cada uno de los escenarios.

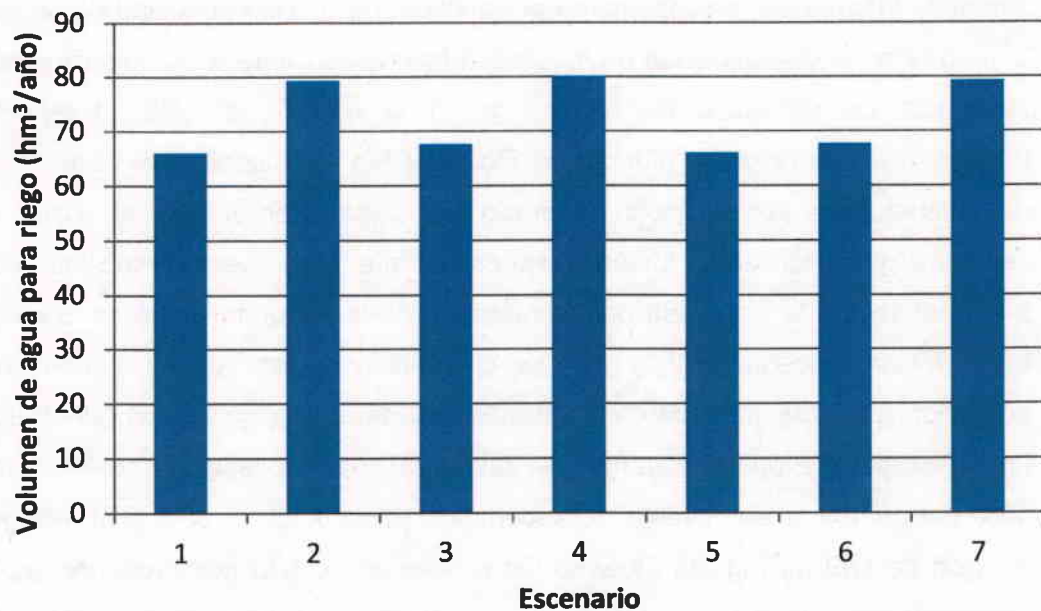
Respecto a la contribución al vertido 0, se considera que todos los escenarios que contemplan la alternativa 5C (escenarios 3, 4, 6 y 7) tienen la misma capacidad de lograr este objetivo, mientras que los que consideran la opción 5A (escenarios 1, 2 y 5)



no pueden ser valorados positivamente ni considerados en un proyecto que pretende el “Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena”. Por tanto este criterio debería ser suficiente para descartar los escenarios 1, 2 y 5.

En relación al comportamiento ante el cambio climático, en consonancia con el *Proyecto Informativo*, se considera oportuno valorar: (1) la capacidad de adaptación a la merma en la disponibilidad de recursos hídricos asociada al cambio climático y a la incidencia de episodios de sequía, y (2) la emisión de GEI. Respecto a la disponibilidad de recursos hídricos, la Fig. 15 y Fig. 16 muestran el volumen de agua de calidad para uso agrícola generado por cada alternativa y el volumen de la salmuera generada en El Mojón, respectivamente. Se observa como los escenarios que contemplan la actuación complementaria de la segunda etapa de desalobración en El Mojón (escenarios 2, 4 y 7) se diferencian de los que no contemplan dicha actuación por recuperar una cantidad adicional de agua significativa (alrededor de 12 hm³/año), generando un volumen de salmuera que representa aproximadamente el 40% del generado en el resto de escenarios (escenarios 1, 3, 5 y 6). Respecto a la emisión de GEI, la Fig. 23 muestra las emisiones de GEI por escenario (tCO₂/año), observándose que los escenarios que incluyen la segunda etapa de desalobración (escenarios 2, 4 y 7) se encuentran ligeramente por encima del resto, pero se trata de un dato que puede conducirnos a conclusiones erróneas, ya que si consideramos las emisiones específicas de GEI por escenario (tCO₂/hm³), representadas en la Fig. 24, los escenarios que incluyen la segunda etapa de desalobración muestran valores significativamente menores que los equivalentes sin segunda etapa de desalobración.

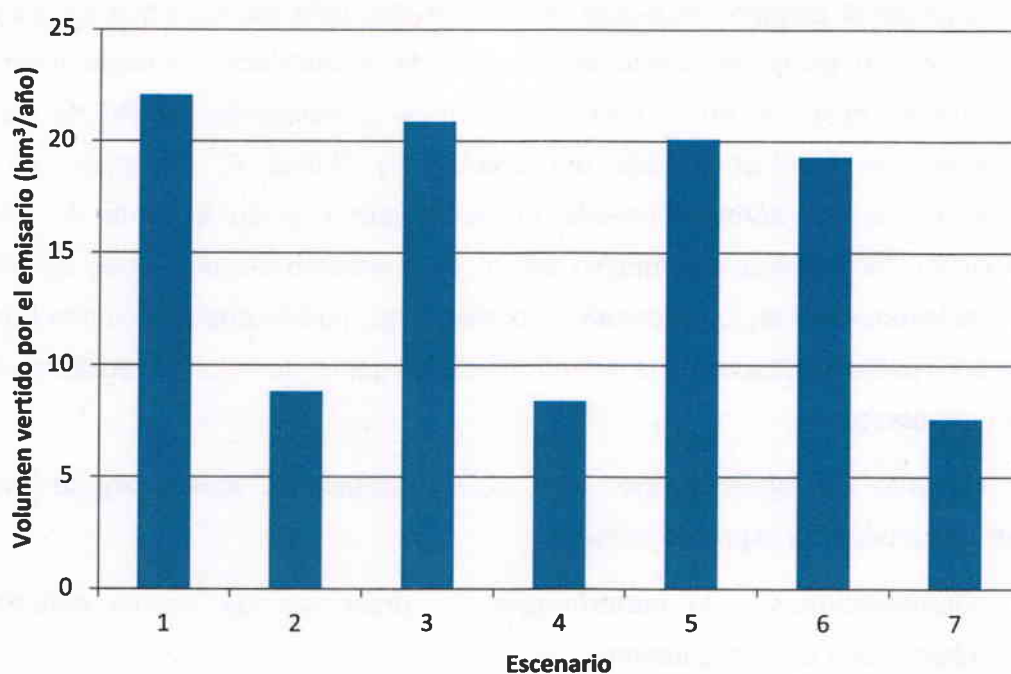
También llama la atención como el escenario 3 (5C-6A Opción salmueroconducto) ofrece mejores resultados tanto para las emisiones de GEI como para las emisiones de GEI por escenario que el escenario 6 (5C-6B Pozos comunitarios), contradiciendo los valores sobre este indicador que se presentan en el *Resumen Ejecutivo*.



Escenarios

- 1 5A-6A (Salmueroducto)
- 2 5A-6A-2ªD (Salmueroducto+2º desalobración)
- 3 5C-6A (Salmueroducto)
- 4 5C-6A-2ªD (Salmueroducto+2º desalobración)
- 5 5A-6B (Pozos comunitarios)
- 6 5C-6B (Pozos comunitarios)
- 7 5C-6B-2ªD (Pozos comunitarios +2º desalobración)

Figura 15. Volumen generado de agua de calidad para uso agrícola en cada escenario.



Escenarios

- 1 5A-6A (Salmueroducto)
- 2 5A-6A-2ªD (Salmueroducto+2º desalobración)
- 3 5C-6A (Salmueroducto)
- 4 5C-6A-2ªD (Salmueroducto+2º desalobración)
- 5 5A-6B (Pozos comunitarios)
- 6 5C-6B (Pozos comunitarios)
- 7 5C-6B-2ªD (Pozos comunitarios +2º desalobración)

Figura 16. Volumen de la salmuera generada en El Mojón en cada escenario.



5. Análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero del *Apéndice 15* y del *Resumen Ejecutivo*

En el presente epígrafe se realiza un análisis detallado del *Apéndice 15*. Estimación emisiones de gases de efecto invernadero de la instalación y explotación de las alternativas descritas en el documento “Línea 5: extracción directa de las aguas subterráneas para el drenaje del acuífero” y “Línea 6: extracción de aguas subterráneas por aprovechamiento mediante pozos” y de la parte del *Resumen Ejecutivo* del *Proyecto Informativo* donde se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero en los escenarios considerados, puesto que a él se han trasladado los principales resultados de la estimación de los gases de efecto invernadero tratados en el *Apéndice 15*.

El conjunto de observaciones que se presentan en este epígrafe han sido estructuradas de la siguiente manera:

1. **Observaciones a la metodología.** Se presentan los errores metodológicos observados en el documento.
2. **Observaciones a puntos concretos del *Apéndice 15*.** Se exponen las erratas identificadas en los diferentes apartados del documento. Las observaciones se han realizado de una manera constructiva, planteando las soluciones más adecuadas para cada caso. Cuando ha sido posible se han recalculado los valores de las emisiones de GEI, utilizando los coeficientes de emisión de GEI propuestos en el *Apéndice 15*, a pesar de haber realizado previamente las observaciones a la metodología en el *Epígrafe 5.1*, pues el objetivo es poder hacer un análisis comparativo de los escenarios y alternativas.
3. **Observaciones a puntos concretos del *Resumen ejecutivo*.** Se presentan las observaciones al apartado Comportamiento ante el cambio climático del *Resumen Ejecutivo* (págs. 27-28). Al igual que en el punto anterior, se exponen las erratas identificadas en el documento.



5.1. Observaciones a la metodología

En el *Epígrafe 3. Fundamentos metodológicos*, del *Apéndice 15*, se hace referencia a que para la elaboración del documento se han seguido las directrices de la Norma ISO 14.064 parte 1, que a su vez supone reconocer el resto de protocolos mencionados en el documento.

En primer lugar señalar que la Norma ISO 14.064 recomienda que las unidades de emisiones de GEI se expresen en CO_{2e} (CO₂ equivalente). En el documento presentado se analiza exclusivamente el CO₂, como gas de efecto invernadero; sin embargo los GEIs a considerar, son los establecidos en el Protocolo de Kioto: CO₂, SF₆, CH₄, N₂O, HFCs y PFCs. Si se han considerado todos los gases implicados como CO₂ equivalente (CO_{2e}) debe indicarse y aportar la tabla de factores de conversión utilizados. Para no crear confusión entre los lectores de este documento, y a pesar de que consideramos que la unidad más adecuada para expresar las emisiones de GEI son CO_{2e}, mantendremos la unidad CO₂ en este documento.

En la Norma ISO 14.064 también se hace referencia al nivel de alcance de los límites operativos (1, 2 ó 3). Se considera que no se ha hecho una interpretación adecuada de la Norma ISO, pues en el documento se plantea por una parte las emisiones de GEI producidos en la fase de ejecución de las obras y por otra las emisiones producidas en la fase de explotación de la obra, fundamentalmente el consumo de energía eléctrica que corresponde al nivel de Alcance 2; incluso se hace referencia a ciertas materias primas utilizadas en las obras, como las tuberías de PVC; lo que correspondería al nivel de Alcance 3, al tratarse de emisiones indirectas de GEI. Si en el análisis de GEI se utiliza en nivel de Alcance 3, por coherencia se debería haber realizar con todas las materias primas empleadas en las obras; sin embargo los equipos de bombeo empleados en los diversos escenarios no han sido considerados. Esto hace que no se cumpla el principio de exactitud que promulga la Norma ISO.

Por otra parte, a la hora de realizar con cálculos, hay que tener en cuenta que las emisiones de la fase de instalación se producen una sola vez en la vida útil de una instalación; sin embargo las emisiones de la fase de explotación son valores anuales. Por lo tanto, para obtener el valor total de emisiones de GEI no se pueden sumar ambos valores, ya que se trata de unidades diferentes. Previamente habría que haber dividir las emisiones de la fase de instalación por la vida útil de la misma. Este error se

ha cometido en el *Resumen Ejecutivo* (Fig. 7; pág. 18); así como en el *Apéndice 15* (pág. 31), en la gráfica de comparación de emisiones de la instalación y explotación de las alternativas. En dicha gráfica se muestra con la misma escala de unidades las emisiones de la fase de instalación (tCO_2) y las emisiones de la fase de explotación ($tCO_2/año$). Sin embargo, como se ha comentado no son las mismas unidades y por lo tanto no se pueden sumar.

También cabe destacar que según la Norma ISO 14.064 (apartado 3.4) se deben identificar los factores de emisión empleados en cada proceso. En el documento no constan como tales, por lo que ha sido necesario realizar una labor de deducción, que va en contra de la transparencia de la información que se presenta en el documento. No se pone en duda la validez de los factores de emisión utilizados, pero se debería haber definido un inventario previo con los materiales utilizados y sus factores de emisión, así como la fuente de información de referencia. Consideramos que no haber obrado de esta manera hace que no se cumpla el principio de transparencia que promulga la Norma ISO.

Por otra parte, se advierte que el valor de 2 kWh/m^3 utilizado en el documento para la desalobración de agua, aunque es un valor que existe en la bibliografía, se trata de un valor excesivamente conservador; ya que actualmente las nuevas tecnologías de membranas y sistemas de recuperación de energía han reducido este valor en al menos un 25% (Ruiz-García y Ruiz-Saavedra, 2015) y al tratarse de unas instalaciones que se van a proyectar para el futuro se utilizarán desalobradoras con estas tecnologías. Sin embargo, en este documento se ha mantenido el valor inicial de 2 kWh/m^3 para las observaciones realizadas puesto que el objetivo principal de este informe es comparar escenarios y no determinar el volumen total de emisiones de GEI de los escenarios. También se advierte que la falta de información sobre algunas partidas de las obras, como por ejemplo de la planta desnitrificadora de El Mojón, o de la ampliación de la planta desalobradoras del mismo nombre (pág. 12 del *Apéndice 15*) provoca una falta de precisión en los valores globales de emisiones de GEI. Hay que tener en cuenta que la capacidad actual máxima de la planta desalobradoras de El Mojón es de $2,2 \text{ hm}^3/año$, y según las diferentes alternativas que se proponen (*Epígrafe 4* de este documento) se pretende tratar un volumen de entre 12 y $20 \text{ hm}^3/año$; y las emisiones de GEI asociadas a la fase de construcción de esta planta no ha sido consideradas.

En lo que respecta al factor de emisión de la electricidad empleado en el documento, se considera también que se ha usado un valor conservador; pues $0,43 \text{ kgCO}_{2e}/\text{KWh}$



es el factor de emisiones del mix eléctrico español de las comercializadoras sin Garantía de Origen y Etiquetado de la Electricidad; Sin embargo otras comercializadoras como Iberdrola y Endesa tuvieron factores mix en 2017 inferiores; 0,28 kgCO_{2e}/KWh y 0,39 kgCO_{2e}/KWh respectivamente (MAPAMA, 2018). Es de prever que cuando se pongan en marcha las instalaciones proyectadas el porcentaje de energías renovables será mayor dado el compromiso de España con la Comisión Europea, que se plasma en el Plan Nacional de Energías Renovables actualmente en vigor.

Por último, en lo que respecta al volumen total de emisiones de GEI que se manejan en *Apéndice 15* señalar que está por debajo de los valores reales que se estiman para este tipo de infraestructuras. Solo a título de ejemplo decir que en un estudio realizado por Muñoz y Rodríguez (2008) sobre las emisiones de GEI de la planta desalobadora de Almanzora (Almería) de 11,3 hm³/año, se estimó en 1,1 kgCO_{2eq}/m³, las emisiones de GEI, incluyendo la fase de instalación y la fase de explotación para un periodo de 25 años. Trasladando esta información a los volúmenes de agua desalobrada que se manejan en el informe de vertido cero (88 hm³/año), supondría unas emisiones de 96.800 tCO₂/año de la desalobración en planta, a lo que habría que añadir las fases de desnitrificación, las captaciones y las impulsiones, lo que duplicaría el valor original del *Proyecto Informativo*.

5.2. Observaciones a puntos concretos del *Apéndice 15*

La forma de proceder en este apartado ha sido la siguiente: las observaciones al documento se han numerado de forma correlativa del nº 1 al nº 21. En primer lugar se hace mención a la página en la que se encuentra; después se transcribe el texto si es necesario, y por último se realiza la observación correspondiente y se propone una posible alternativa.

Observación nº 1

Pág. 4. Epígrafe 3. Fundamentos metodológicos

Tal y como se ha comentado en el apartado anterior, en el documento solo se tienen en cuenta las emisiones de CO₂ provenientes de la generación de electricidad consumida en los bombeos, el consumo de combustible de las máquinas de movimiento de tierras y la asociada solo a ciertos materiales (casi exclusivamente las



tuberías de PVC), sin embargo no se han considerado las emisiones de otros materiales como las bombas. Se comprende que el nivel de detalle requerido en el informe debe ser de anteproyecto; pero por coherencia se debería haber realizado para todos los materiales más importantes o para ninguno. Además, en ningún lugar del documento se informa de los factores de emisión de CO₂ utilizados. Todo ello hace que el documento se haga pesado de entender incluso para un lector con conocimiento en la materia, y le añade dificultad a la hora de interpretar los resultados.

Observación nº 2

Págs. 4-5. Epígrafe 5.1.1. Alternativa 5B (Construcción de red de drenaje perimetral)

En la tabla solo se hace mención a los conceptos de tubería de PVC y combustible para ejecutar la obra. En general se observa una falta de transparencia con la información, lo que presenta una dificultad en el seguimiento de los cálculos realizados; así como su verificación; aspecto que se considera como uno de los principios a tener en cuenta según se especifica en Norma ISO 14.064. No se presentan los factores de emisión de GEI, ni se especifica cuáles son las emisiones directas e indirectas de GEI según se especifica en la Norma ISO 14.064. En concreto en la Tabla de la pág. 5 no se hace referencia a las emisiones de GEI de las 2 bombas de 20 kW y 2 bombas de 15 kW que se instalaran en los pozos. Según la norma ISO 14.064 (pág. 27) se deben considerar todas las emisiones de GEI provenientes de la producción de materias primas o materiales incluidos en el proceso. Por lo tanto, en la tabla de instalación falta incluir 2 bombas de 15 kW y 2 bombas de 20 kW, que en la tabla de explotación son las consumidoras de 604.800 kWh.

Observación nº 3

Págs. 6-7. Epígrafe 5.1.2. Alternativa 5C (Construcción de red de drenaje perimetral)

En la tabla de instalación no se han incluido las 24 bombas de 2 kW que se instalarán en los 24 pozos de nueva construcción, además de las 2 bombas de 20 kW y 2 de 15 kW de la alternativa 5B; y sin embargo en la tabla de explotación se hace referencia a los consumos eléctricos de dichas bombas. Por lo tanto, en la tabla de instalación falta incluir 24 bombas de 2 kW, 2 bombas de 20 kW y 2 de 15 kW que en la tabla de explotación son las consumidoras de 1.019.520 kWh.

Observación nº 4

Págs. 7-8. Epígrafe 5.2. Captación en Rambla del Albujón



En la tabla de instalación no se han incluido dos bombas de 200 kW de la instalación de bombeo para la captación de 150 L/s.

Por lo tanto, en la tabla de instalación falta incluir dos bombas de 200 kW, que en la tabla de explotación son las consumidoras de 3.456.000 kWh.

Observación nº 5

Pág. 9. Epígrafe 5.3. Filtros verdes

En la tabla de instalación no se han incluido las bombas del filtro verde de 18 ha.

Por lo tanto, en la tabla de instalación falta incluir las bombas del filtro verde de 18 ha, que en la tabla de explotación son las consumidoras de 345.600 kWh.

Observación nº 6

Págs. 10-11. Epígrafe 5.4.1 Alternativa 5B (Conducciones de transporte a planta de tratamiento)

En la tabla de instalación no se han incluido las 2 bombas de 115 kW.

Por lo tanto, en la tabla de instalación falta incluir las bombas del filtro verde de 18 ha, que en la tabla de explotación son las consumidoras de 1.987.200 kWh.

Observación nº 7

Págs. 11-12. Epígrafe 5.4.2 Alternativa 5C (Conducciones de transporte a planta de tratamiento)

En este epígrafe se señala que “Esta alternativa propone las mismas infraestructuras que la alternativa anterior pero con un dimensionamiento mayor, es decir, para un volumen de 20 hm³/año”.

No se justifica porque se propone la misma infraestructura para extraer 11,4 hm³/año que 20 hm³/año. Aunque en la tabla de explotación se ha aumentado el consumo eléctrico, los valores de la tabla de instalación de la infraestructura no pueden ser los mismos al variar el tipo de bomba instalada.

Por lo tanto, se debería incluir la tabla de instalación con sus datos correctos.

Observación nº 8

Págs. 12-13. Epígrafe 5.5 Planta desnitrificadora El Mojón

En este epígrafe se ha cometido un error grave de concepto.

Según la Actuación 5:



Tanto en las instalaciones de tratamiento de El Mojón como Arco Sur se **llevará a cabo la desalobración de las aguas** hasta niveles que permitan su reutilización como agua de riego y la desnitrificación de la salmuera hasta niveles que permitan su vertido al Mar Mediterráneo.

Tanto en el Escenario 5B como en el 5C se detalla:

Extracción para el drenaje del acuífero (drenes y/o pozos) 12 hm³/año + captación y derivación de flujos + desnitrificación (filtros verdes y/o planta) **y desalinización en planta de tratamiento** + emisario submarino

Según la Actuación 6:

tanto su **tratamiento de desalobración**, como su posterior desnitrificación

En el Escenario 6B se detalla:

Aprovechamiento comunitario de los pozos conectados entre sí y **a desalobrador y desnitrificadora en planta de tratamiento (Mojón)** + emisario submarino.

Lo que demuestra que en estos escenarios el agua que se lleva a El Mojón **debe ser desalobrada y desnitrificada**. Actualmente esta planta desalobrador tiene una capacidad de 2,2 hm³/año. Está en elaboración una proyecto de ampliación para entre 7 y 8 hm³/año. Por lo que actualmente no sería posible enviar a desalobrar los 12 ó 20 hm³/año planteados en los escenarios.

Por lo tanto, en primer lugar se debería cambiar el título del Epígrafe 5.5 por: Planta desalobrador y desnitrificadora El Mojón. En segundo lugar se debería incluir en la tabla de instalación las emisiones de GEI que supondría la instalación de una desalobrador para 12 hm³ y para 20 hm³ (según el escenario); y posteriormente considerar en la tabla de explotación el consumo de energía de la fase de explotación. Valorar en la fase de instalación de una planta desalobrador y desnitrificadora solo por el consumo de diésel y las tuberías de PVC no es riguroso.

Las emisiones de GEI de la fase de explotación se consideran las mismas que las utilizadas para la desalobración en parcela. Tomando como base el valor de 2 kWh/m³ utilizado para la desalobración en parcela (Apéndice 15, pág. 19), supondría 167.400.000 kWh y 71.982,00 tCO₂/año; valores similares a los obtenidos para la desalobradoras individuales en parcela. Esto supone la modificación de los resultados de este epígrafe.



Observación nº 9

Págs. 14-15. Epígrafe 5.6.1 Alternativa 5B (impulsión a canal de riego de la zona Norte)

En la tabla de instalación no se han incluido el equipo de bombeo de 900 kW.

Por lo tanto, se debería incluir en la tabla de instalación los datos correspondientes al equipo de bombeo.

Observación nº 10

Pág. 16. Epígrafe 5.6.2 Alternativa 5C (impulsión a canal de riego de la zona Norte)

En la tabla de instalación no se han incluido el equipo de bombeo de 900 kW al igual en la observación nº 9. Además en la alternativa 5C el caudal de bombeo era de 20 hm³/año, sin embargo el consumo energético que aparece en la tabla de explotación es el mismo que en la alternativa 5B (1.900.800 kWh).

Por lo tanto, se debería corregir la información.

Observación nº 11

Págs. 18-19. Epígrafe 5.8 Desalobradoras individuales en parcela

Según consta en la pág. 18 del epígrafe 5.8 se pretenden instalar entre 400 y 465 plantas desalobradoras nuevas; sin embargo en la pág. 19 se hace referencia a 865 plantas desalobradoras. Esta información deben ser revisada y corregida. Además no se ha considerado las emisiones asociadas a la fabricación de las 465 desalobradoras individuales (o las 865 unidades). Hay que recordar cómo se ha señalada anteriormente en este documento que según la norma ISO 14064 (pág. 27) se deben considerar todas las emisiones de GEI provenientes de la producción de materias primas o materiales comprados, como es el caso de las desalobradoras.

Por lo tanto, se debe aclarar el número de desalobradoras que se instalaran e incluir en la tabla de instalación las emisiones de GEI asociadas a la fabricación de las mismas.

Observación nº 12

Págs. 19. Epígrafe 5.9 Balsas de almacenamiento de salmueras

No se ha incluido en la fase de instalación de las balsas el material impermeable necesario para su instalación; pues se trata de un residuo que no puede verterse a balsas sin impermeabilizar. Solo se incluye el consumo de combustible del movimiento



de tierras. Por lo tanto, se debe incluir el material impermeable, características y factor de emisión.

Observación nº 13

Págs. 20-21. Epígrafe 5.10 Salmueroductos

En la tabla de instalación no se ha incluido el equipo de bombeo de 700 kW.

Por lo tanto, se debe incluir en la tabla de instalación los datos correspondientes al equipo de bombeo.

Observación nº 14

Pág. 22. Epígrafe 5.11 Sistema comunitario de pozos

El sistema comunitario de 102 pozos, según consta en el documento:

Cada pozo lleva una bomba de 8 pulgadas de diámetro y 125 CV, cuyo funcionamiento....

En la tabla de instalación no se han incluido los 102 equipos de bombeo. Sin embargo, en la tabla de explotación si se considera el consumo eléctrico de las bombas.

Por lo tanto, se debe incluir en la tabla de instalación las emisiones asociadas a la fabricación de las 102 bombas.

Observación nº 15

Pág. 23. Epígrafe 5.12 Conducciones sistema de pozos a planta de tratamiento

El sistema de conducciones, según consta en el documento:

Esta red tiene una longitud de 158.852 km cuyo caudal.

Realmente se trata de una errata, pues la red es de 158,8 km.

Por lo tanto, se debe rectificar la errata.

Observación nº16

Pág. 25. Epígrafe 5.14 Planta de tratamiento

Al igual que en el caso de la Planta desnitrificadora de El Mojón (Epígrafe 5.5, págs. 12-13) solo se ha planteado de desnitrificación; no se ha considerado la desalobración. Todo lo expuesto en la observación nº 8 es válido para esta; ya que las actuales instalaciones de la planta desalobrador no tiene capacidad para tratar este volumen de agua previsto; por lo que (1) habría que considerar las emisiones de GEI asociadas a la fase de instalación (o ampliación) de la desalobrador y (2) el consumo de energía



y las emisiones de GEI asociadas a la fase de explotación. Las emisiones de GEI de la fase de explotación para 77 hm³/año serían de 66.219 tCO₂/año (154.000.000 kWh). Se ha tomado como referencia los valores utilizados en el documento original para la desalobración (pág. 19) 2 kWh/m³ y 0,00043 tCO₂/kWh.

Por lo tanto, se debería incluir las emisiones de GEI de la desalobración en el documento.

Observación nº17

Pág. 27. Epígrafe 6.2 Emisiones de la alternativa 5B

En la Tabla 1 se muestra la tabla original del documento para las emisiones de la alternativa 5B; y a continuación, en la Tabla 2 la misma tabla con los valores corregidos y la justificación correspondiente.

Como no se aporta información en el documento que permita estimar las emisiones de GEI de los puntos (a) a (g), se advierte la carencia de la misma. Sin embargo, en el punto (i) sí que se ha podido estimar las emisiones de los GEI asociadas a la fase de explotación de la planta desalobradoradora; así como en el punto (j). Resumiendo todo lo expuesto, los valores totales de las emisiones de la alternativa 5B corregidos serían:

- Emisiones de instalación: 124,9 tCO₂/año.
- Emisiones de explotación: 84.828,7 tCO₂/año.

Tabla 1. Tabla del documento original para la alternativa 5B.

6.2 Emisiones de la alternativa 5.B		
Concepto	Emisiones instalación (ton CO ₂)	Emisiones explotación (ton CO ₂ /año)
Red drenaje perimetral	547,69	260,06
Captación en Rambla Albuñón	0,23	1.486,08
Filtros verdes	21,38	148,61
Conducciones a planta	758,52	854,50
Planta desnitrificador-desalobradoradora El Mojón	1.201,27	8.657,83
Impulsión a canal de riego	212,32	817,34
Emisario submarino	380,58	544,90
TOTAL	3.121,99	12.769,32



Tabla 2. Tabla corregida para la alternativa 5B.

Concepto	Emisiones instalación (tCO ₂)	Emisiones explotación (tCO ₂ /año)
Red drenaje perimetral	547,69 (a)	260,06
Captación en Rambla Albuñón	0,23 (b)	1486,08
Filtros verdes	21,38 (c)	148,61
Conducciones a planta	758,52 (d)	854,5
Planta desnitrificadora-desalobrador El Mojón	1201,27 (e)	80638,8 (i)
Impulsión a canal de riego	212,32 (f)	817,34
Emisario submarino	380,58 (g)	77,4 (j)
TOTAL	3121,99 / 25 = 124,9 (h)	84828,7 (k)

(a) No se han incluido las emisiones de GEI asociadas a la fabricación de 2 bombas de 20 kW y 2 bombas de 15 kW.

(b) No se han incluido las emisiones de GEI asociadas a la fabricación de dos bombas de 200 kW.

(c) No se han incluido las emisiones de GEI asociadas a la fabricación de las bombas usadas en el filtro verde (no se aporta información de las características de las bombas).

(d) No se han incluido las emisiones de GEI asociadas a la fabricación de dos bombas de 115 kW.

(e) No se han incluido las emisiones de GEI de la fase de ampliación de la desalobrador para 83,3 hm³/año.

(f) No se han incluido las emisiones de GEI asociadas a la fabricación del equipo de bombeo de 900 kW.

(g) No se han incluido las emisiones de GEI asociadas a la fabricación del equipo de bombeo del emisario submarino para 25 hm³/año (no se aporta información de las características de las bombas).

(h) El valor total de emisiones de la fase de instalación (tCO₂) se debe dividir la vida estimada de la instalación; que para una instalación de estas características se estima en 25 años.

(i) Emisiones de GEI de la fase de explotación de la desalobrador para 83,3 hm³/año no han sido consideradas en la tabla. Tomando como referencia los valores utilizados en el documento original para la desalobración (2 kWh/m³ y 0,00043 tCO₂/kWh) se obtendría el mismo valor que para la desalobradoras individuales (epígrafe 6.4 Emisiones alternativa 6A): 71.982 tCO₂/año a lo que habría que añadir 8657,8 tCO₂/año correspondientes a la desnitrificación.

(j) Las emisiones de GEI asociadas a la fase de explotación del emisario (consumo eléctrico del bombeo) han sido calculadas en todos los escenarios para un caudal máximo de bombeo de 25 hm³/año. En este escenario el bombeo se estima en 3,6 hm³/año; por lo que las emisiones no serían de 544,9 tCO₂/año sino de 77,4 tCO₂/año.

(k) El total corregido sería: 84828,7 tCO₂/año.



Observación nº18

Pág. 28. Epígrafe 6.3 Emisiones de la alternativa 5C

En la Tabla 3 se muestra la tabla original del documento para las emisiones de la alternativa 5C; y a continuación, en la Tabla 4 la misma tabla con los valores corregidos y la justificación correspondiente.

Como no se aporta información en el documento que permita estimar las emisiones de GEI de los puntos (a) a (g) y (j), se advierte la carencia de la misma. Sin embargo, en los puntos (k) y (l) sí que se han podido estimar las emisiones de los GEI. Por todo lo expuesto, los valores totales de las emisiones de la alternativa 5.C corregidos serían:

- Emisiones de instalación: 130,7 tCO₂/año.
- Emisiones de explotación: 85.277,0 tCO₂/año.

Tabla 3. Tabla del documento original para la alternativa 5C.

6.3 Emisiones Alternativa 5.C		
Concepto	Emisiones instalación (ton CO ₂)	Emisiones explotación (ton CO ₂ /año)
Red drenaje perimetral	685,38	438,39
Captación en Rambla Albuñón	0,23	1.486,08
Filtros verdes	28,50	-
Conducciones a planta	758,52	1.213,63
Planta desnitrificadora-desalobrador El Mojón	1.201,27	8.657,83
Impulsión a canal de riego	212,32	1.751,10
Emisario submarino	380,58	544,90
TOTAL	3.266,81	14.091,93



Tabla 4. Tabla corregida para la alternativa 5C.

Concepto	Emisiones instalación (tCO ₂)	Emisiones explotación (tCO ₂ /año)
Red drenaje perimetral	685,38 (a)	438,39
Captación en Rambla Albuñón	0,23 (b)	2477 (i)
Filtros verdes	28,5 (c)	0
Conducciones a planta	758,52 (d)	1213,63
Planta desnitrificadora-desalobrador El Mojón	1201,27 (e)	80638,8 (j),(k)
Impulsión a canal de riego	212,32 (f)	1751,1
Emisario submarino	380,58 (g)	129,0 (l)
TOTAL	3266,8 / 25= 130,7 (h)	85277,0 (m)

(a) No se han incluido las emisiones de GEI asociadas a la fabricación de 24 bombas de 2 kW que se instalarán en los 24 pozos de nueva construcción y 2 bombas de 20 kW y 2 de 15 kW.

(b) No se han incluido las emisiones de GEI asociadas a la fabricación de dos bombas de 200 kW.

(c) No se han incluido las emisiones de las bombas del filtro verde, no se aporta información al respecto; por lo que no se ha considerado.

(d) No se han incluido las emisiones de GEI de la fabricación de dos bombas de 245 kW.

(e) No se han incluido las emisiones GEI de la fase de ampliación de la desalobrador para 83,3 hm³/año.

(f) No se han incluido las emisiones de GEI asociadas a la fabricación de un equipo de bombeo de 1414 kW.

(g) Las emisiones de GEI asociadas a la construcción del emisario submarino debe ser para 6 hm³/año, no para 25 hm³/año, además no se aporta información de las características de las bombas y sus emisiones de fabricación.

(h) El valor total de emisiones de la fase de instalación (tCO₂) se debe dividir la vida estimada de la instalación; que para una instalación de estas características se estima en 25 años.

(i) El valor de emisiones de GEI que aparece en esta alternativa es el mismo que en la tabla del epígrafe 6.2 (alternativa 5.B), siendo que en esta alternativa está previsto captar 20 hm³ y en la alternativa anterior solo 12 hm³. No se justifica que el valor de consumo eléctrico sea el mismo en ambos casos; debe corregirse con las emisiones de GEI asociadas a un flujo de 20 hm³. Se estima que en este caso sería 2477 tCO₂/año.

(j) El valor de emisiones de GEI que aparece en este apartado es el mismo que en la tabla del epígrafe 6.2 (alternativa 5.B), siendo que en este escenario está previsto captar 20 hm³ y en la alternativa anterior solo 12 hm³. No se justifica que las emisiones de los fangos activos para la desnitrificación de 20 hm³ sea la misma que para el escenario anterior que solo eran 12 hm³; debe corregirse.

(k) Las emisiones de GEI de la fase de explotación de la desalobrador para 83,3 hm³/año no han sido consideradas en la tabla. Tomando como referencia los valores utilizados en el documento original para la desalobración (2 kWh/m³ y 0,00043 tCO₂/kWh) se obtendría el mismo valor que para la desalobradoras individuales (epígrafe 6.4 Emisiones alternativa 6A) 71.982 tCO₂/año a lo que habría que añadir 8657,8 tCO₂/año correspondientes a la



desnitrificación.

(l) Las emisiones de GEI asociadas a la fase de explotación del emisario (consumo eléctrico del bombeo) han sido calculadas en todos los escenarios para un caudal máximo de bombeo de 25 hm³/año. En este escenario el bombeo se estima en 6 hm³/año; por lo que las emisiones no serían de 544,9 tCO₂/año sino de 129 tCO₂/año.

(m) El total corregido sería: 85277,0 tCO₂/año.

Observación nº19

Pág. 29. Epígrafe 6.4 Emisiones de la alternativa 6A

En la Tabla 5 se muestra la tabla original del documento para las emisiones de la alternativa 6A; y a continuación, en la Tabla 6 la misma tabla con los valores corregidos y la justificación correspondiente.

Como no se aporta información en el documento que permita estimar las emisiones de GEI de los puntos (a) a (d), se advierte la carencia de la misma. Sin embargo, en el punto (f) sí que se han podido estimar las emisiones de los GEI. Por lo expuesto, los valores totales de las emisiones de la alternativa 6A corregidos serían:

- Emisiones de instalación: 1.180,0 tCO₂/año.
- Emisiones de explotación: 131.802,6 tCO₂/año.

Tabla 5. Tabla del documento original para la alternativa 6A.

6.4 Emisiones Alternativa 6.A		
Concepto	Emisiones instalación (ton CO ₂)	Emisiones explotación (ton CO ₂ /año)
Desalobradoras individuales	244,78	71.982,00
Balsas almacenamiento salmueras	20.089,13	-
Salmueroductos	5.570,39	866,88
Planta de tratamiento	3.231,07	58.545,26
Emisario submarino	380,58	544,90
TOTAL	29.497,95	131.939,04



Tabla 6. Tabla corregida para la alternativa 6A.

Concepto	Emisiones instalación (tCO ₂)	Emisiones explotación (tCO ₂ /año)
Desalobradoras individuales	244,78 (a)	71982
Balsas almacenamiento salmueras	20089,13	0
Salmueroductos	5570,39 (b)	866,88
Planta de tratamiento	3213,93 (c)	58545,26
Emisario submarino	380,58 (d)	408,5 (f)
TOTAL	29498,8 / 25 = 1180,0 (e)	131802,6 (g)

(a) No se han incluido las emisiones de GEI asociadas a la fabricación de las 465 desalobradoras individuales (o las 865 unidades). Este punto debe aclararse, según se especifica en la observación nº 12.

(b) No se han incluido las emisiones de GEI asociadas a la fabricación del bombeo de 700 kW.

(c) Existe un error en el valor que aparece en la tabla; el valor correcto es 3213,93 (pág. 25 del Apéndice 15).

(d) Las emisiones de GEI asociadas a la construcción de la planta de bombeo del emisario submarino debe ser para 19 hm³/año, no para 25 hm³/año; además no se han incluido las emisiones de GEI asociadas a la fabricación de las bombas.

(e) El valor total de emisiones de la fase de instalación (tCO₂) se debe dividir la vida estimada de la instalación; que para una instalación de estas características se estima en 25 años.

(f) Las emisiones de GEI asociadas a la fase de explotación del emisario (consumo eléctrico del bombeo) han sido calculadas en todos los escenarios para un caudal máximo de bombeo de 25 hm³/año. En este escenario el bombeo se estima en 19 hm³/año; por lo que las emisiones no serían de 544,9 tCO₂/año sino de 408,5 tCO₂/año.

(g) El total corregido sería: 131.802,6 tCO₂/año.

Observación nº20

Pág. 30. Epígrafe 6.5 Emisiones de la alternativa 6B

En la Tabla 7 se muestra la tabla original del documento para las emisiones de la alternativa 6B; y a continuación, en la Tabla 8 la misma tabla con los valores corregidos y la justificación correspondiente.

Como no se aporta información en el documento que permita estimar las emisiones de GEI de los puntos (a) a (d), se advierte la carencia de la misma. Sin embargo, en el punto (f) y (g) sí que se han podido estimar las emisiones de los GEI y corregir los datos. Por lo expuesto, los valores totales de las emisiones de la alternativa 6B corregidos serían:



- Emisiones de instalación: 396,8 tCO₂/año.
- Emisiones de explotación: 145.530,4 tCO₂/año.

Tabla 7. Tabla del documento original para la alternativa 6B.

6.5 Emisiones Alternativa 6.B		
Concepto	Emisiones instalación (ton CO ₂)	Emisiones explotación (ton CO ₂ /año)
Sistema comunitario de pozos	585,19	11.774,30
Conducciones de sistema de pozos a tratamiento	5.529,06	-
Impulsiones y bombeo	-	370,53
Planta de tratamiento	3.213,07	58.545,26
Impulsión a canal de riego	212,32	1.751,10
Emisario submarino	380,58	544,90
TOTAL	9.920,22	74.199,72

Tabla 8. Tabla corregida para la alternativa 6B.

Concepto	Emisiones instalación (tCO ₂)	Emisiones explotación (tCO ₂ /año)
Sistema comunitario de pozos	585,19 (a)	11774,3
Conducciones de sistema de pozos a tratamiento	5529,06	0
Impulsiones y bombeo	0	370,53
Planta de tratamiento	3213,07 (b)	130527,3 (f)
Impulsión a canal de riego	212,32 (c)	1751,1
Emisario submarino	380,58 (d)	408,5 (g)
TOTAL	9920,22 / 25 = 396,8 (e)	145530,4 (h)

(a) No se han considerado las emisiones de GEI asociadas a la fabricación de las 102 bombas de los pozos.



- (b) No se han considerado las emisiones de GEI asociadas a la fase de ampliación de la desalobrador para $63,3 \text{ hm}^3/\text{año}$.
- (c) Emisiones de GEI asociadas a la fabricación del equipo de bombeo.
- (d) Emisiones de GEI asociadas a la fabricación del equipo de bombeo del emisario submarino para $19 \text{ hm}^3/\text{año}$, no para $25 \text{ hm}^3/\text{año}$, Además no se aporta información de las características de las bombas.
- (e) El valor total de emisiones de la fase de instalación (tCO_2) se debe dividir la vida estimada de la instalación; que para una instalación de estas características se estima en 25 años.
- (f) Las emisiones de GEI de la fase de explotación de la desalobrador para $83,3 \text{ hm}^3/\text{año}$ no han sido consideradas en la tabla. Tomando como referencia los valores utilizados en el documento original para la desalobración ($2 \text{ kWh}/\text{m}^3$ y $0,00043 \text{ tCO}_2/\text{kWh}$) se obtendría el mismo valor que para la desalobradoras individuales (epígrafe 6.4 Emisiones alternativa 6A) $71.982 \text{ tCO}_2/\text{año}$.
- (g) Las emisiones de GEI asociadas a la fase de explotación del emisario (consumo eléctrico del bombeo) han sido calculadas en todos los escenarios para un caudal máximo de bombeo de $25 \text{ hm}^3/\text{año}$. En este escenario el bombeo se estima en $19 \text{ hm}^3/\text{año}$; por lo que las emisiones no serían de $544,9 \text{ tCO}_2/\text{año}$ sino de $408,5 \text{ tCO}_2/\text{año}$.
- (h) El total corregido sería: $145.530,4 \text{ tCO}_2/\text{año}$.

Observación nº21

Pág. 31. Epígrafe 6.6 Comparativa de las emisiones de instalación y explotación de las diferentes alternativas.

A continuación se muestra la figura original del documento (Fig. 17), y la misma figura corregida con la justificación correspondiente realizada en las observaciones anteriores (Fig. 20). Señalar que las correcciones de valores de emisiones de GEI realizadas en los observaciones nº 17 a 21 no son todo lo precisas que sería deseable pues en algunos casos no se ha dispuesto de toda la información necesaria; principalmente en las emisiones de GEI de la fase de instalación.

A continuación se presentan tres figuras que tratan de aclarar los errores cometidos en la Fig. 17. En primer lugar en la Fig. 18 se comparan las emisiones de GEI de las distintas alternativas de la fase de instalación en tCO_2 . A continuación, en la Fig. 19 se comparan las emisiones de GEI de las distintas alternativas en la fase de explotación en $\text{tCO}_2/\text{año}$; y por último, en la Fig. 20 se comparan las emisiones de GEI de ambas fases empleando las mismas unidades ($\text{tCO}_2/\text{año}$). Señalar que tal y como se muestra en la Fig. 20 las emisiones de GEI de la fase de instalación (Fig. 18) se ven reducidas en 25 veces, al dividir las por los años de vida de las instalaciones, por lo que apenas se aprecian las columnas azules en la Fig. 20.

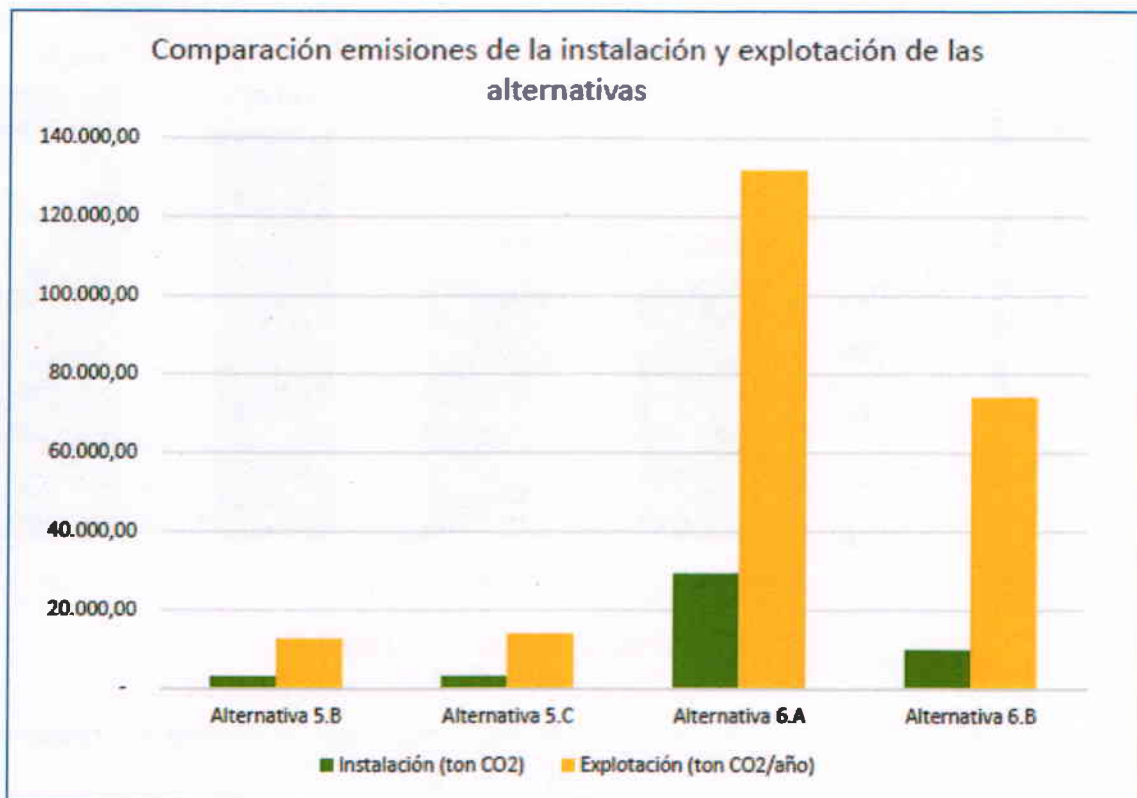


Figura 17. Comparación emisiones de la instalación y explotación de las alternativas, del Apéndice 15, pág. 31.

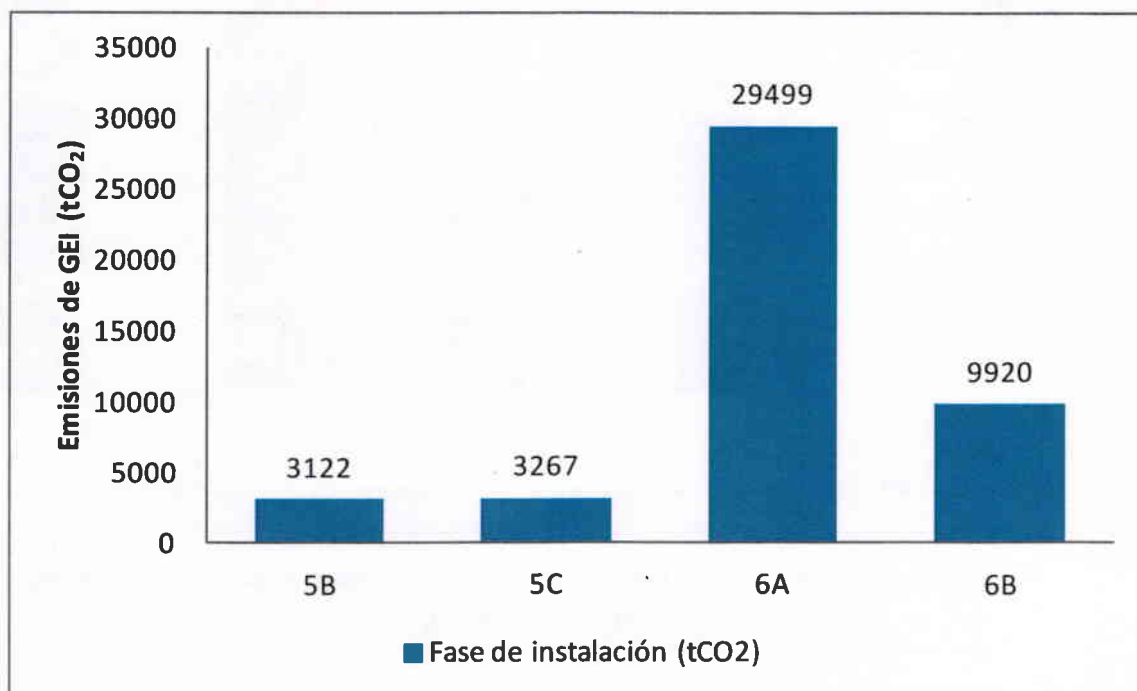


Figura 18. Emisiones de GEI de las alternativas para la fase de instalación (tCO₂).

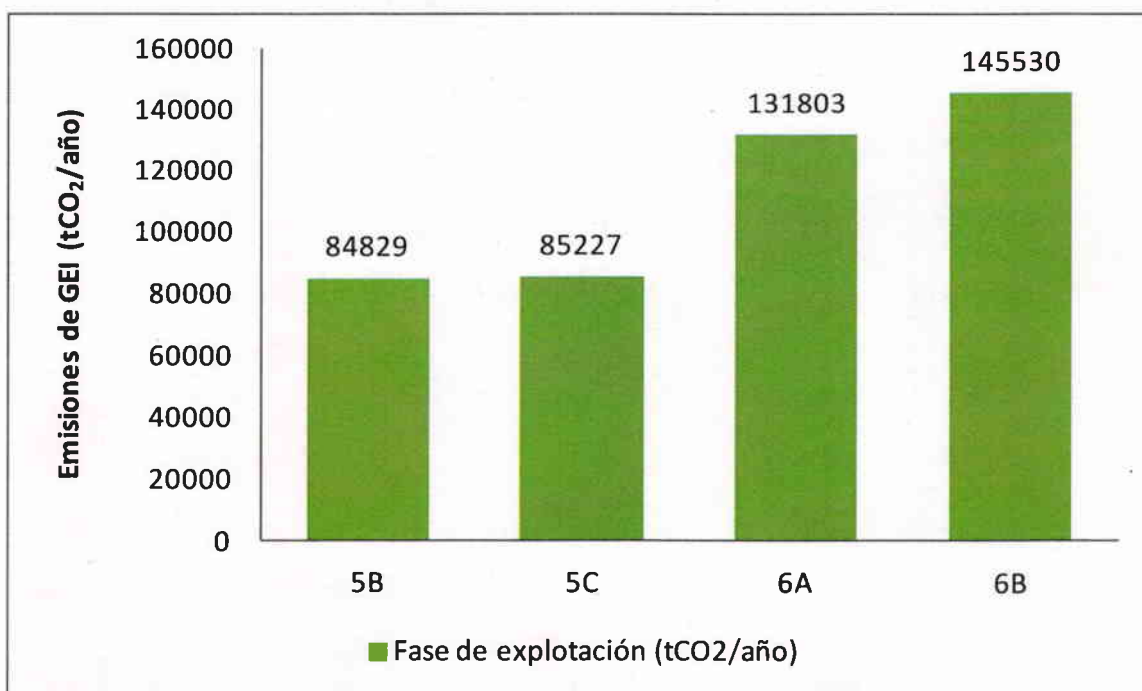


Figura 19. Emisiones de GEI de las alternativas para la fase de explotación (tCO₂/año).

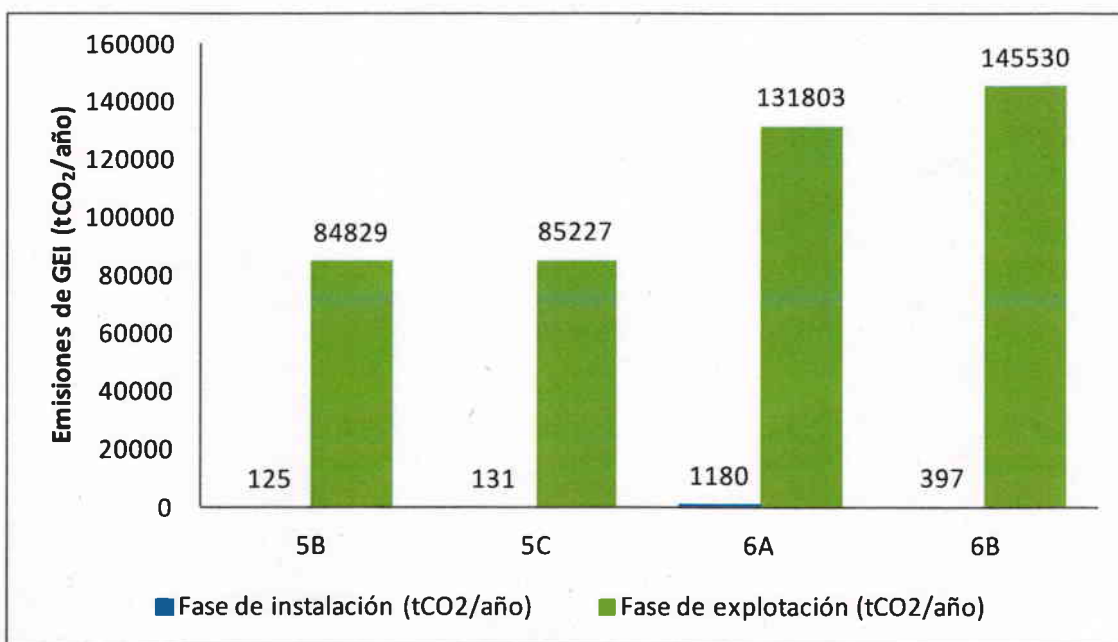


Figura 20. Emisiones de GEI de las alternativas para la fase de instalación y explotación (tCO₂/año).

Las principales diferencias entre los valores de emisiones de GEI del documento original (Fig. 17) y los que aquí se presentan (Fig. 20) se producen en la fase de



explotación. En esta fase las principales correcciones se han producido en las alternativas 5B, 5C y 6B; en las que no se había incluido las emisiones de GEI asociadas a la fase de desalobración en planta, lo que suponía unas 72.000 tCO₂/año. Sin embargo, sí que se había incluido la desalobración en parcela en la alternativa 6A. Al corregir este error, tal y como se muestra en la Fig. 20 se amortiguan las diferencias entre las emisiones de GEI de las cuatro alternativas.

En la fase de instalación las diferencias entre los valores propuestos en el documento original y los valores presentados en este documento no se han podido determinar con precisión. El motivo ha sido la falta información para poder contrastar la información existente. Aunque los valores que se muestran en unidades anuales resulta pequeño en comparación con la fase de explotación, hay que recordar que las emisiones de GEI asociados a la fase de instalación y/o ampliación de la desalobrador de El Mojón, dada la magnitud de la instalación, son importantes y no han sido consideradas.

5.3. Observaciones a puntos concretos del *Resumen Ejecutivo*

El *Resume Ejecutivo* recoge los principales resultados de la estimación de GEI que han sido trasladados del *Apéndice 15*. A continuación se presentan las observaciones al apartado **Comportamiento ante el cambio climático del Resumen Ejecutivo** (págs. 27-28).

En primer lugar señalar que en la Tabla 4 del *Resumen Ejecutivo* (Tabla 9 del presente documento), para el escenario adaptativo y objetivo (5C y 6B), no se han considerado las emisiones de GEI de la desalobración en planta de tratamiento, lo que supone unas emisiones de 71.982 tCO₂/año (Valor señalado en color verde en la Tabla 9), al igual que en los otros dos escenarios presentados. En necesario tenerlo en cuenta, pues en caso contrario se estaría comparando un **escenario tendencial balsas** (5A y 6A) y un **escenario tendencial salmuero ducto** (5A y 6A) donde si se han considerado la emisiones de GEI de la desalobración en parcela con un escenario **adaptativo y objetivo** (5C y 6B) donde no se ha considerado la desalobración en planta.



Tabla 9. Valores corregidos de la estimación de las emisiones de CO₂ de los escenarios del *Resumen Ejecutivo* (Tabla 4).

		ESCENARIOS ADAPTATIVO Y OBJETIVO		ESCENARIO TENDENCIAL BALSAS		ESCENARIO TENDENCIAL SALMUERODUCTOS	
		5.C y 6.B		5.A y 6.A		5.A y 6.A	
		Emisiones instalación (tCO ₂ /año)	Emisiones explotación (tCO ₂ /año)	Emisiones instalación (tCO ₂ /año)	Emisiones explotación (tCO ₂ /año)	Emisiones instalación (tCO ₂ /año)	Emisiones explotación (tCO ₂ /año)
ACTUACIÓN 5	Red drenaje perimetral	27.42	438.39				
	Captación Rambla Albuñón	0.01	1,486.08				
	Filtros verdes	1.14		NO APLICA		NO APLICA	
	Desalobradoras individuales	0.00		9.79	71,982.00	9.79	71,982.00
	Balsas almacena salmueras	0.00		803.57	-	-	-
	Salmueroductos (300 km)	0.00				222.82	866.88
	Sistema comunitario pozos (102 pozos)	23.41	11,774.30				
ACTUACIÓN 6	Conducciones descarga acuífero cuaternario a planta	30.34	1,213.63				
	Conducciones sistema comunitario a planta de tratamiento	221.16					
	Impulsiones y bombeo del sistema centralizado a planta		370.53				
	Impulsión a canal de riego	8.49	1,751.10				
	Desalobración en planta de tratamiento	No consid.	71,982.00				
	Planta de tratamiento (desnitrificación)	128.52	58,545.26	129.24	58,545.26	129.24	58,545.26
	Emisario submarino	15.22	544.90	15.22	544.90	15.22	544.90
Total		455.71	148,106.19	957.82	131,072.16	377.07	131,939.04
Total general		148,561.90		132,029.98		132,316.11	

Señalar también que en la Fig. 7 del *Resumen Ejecutivo* (Fig. 21 de presente documento) se ha cometido un error importante en el manejo de unidades pues no se pueden sumar valores de diferentes unidades. En la fase de instalación las unidades que se manejan son tCO₂ y en la fase de explotación son tCO₂/año. Para poder sumar ambos valores de emisiones de GEI, se debe dividir la cuantía de las emisiones de la fase de instalación por la vida estimada de la instalación; que para unas instalaciones de estas características se estiman en 25 años. Además, también hay una errata al trasladar de la Tabla 4 a la Fig. 7 el valor de emisiones de GEI de la fase de instalación del escenario 5C y 6A, cuyo valor en la Tabla 4 es 11.392,85 tCO₂ y sin embargo en la Fig. 7 aparece como 5.864 tCO₂.

En la Fig. 21 se muestra la figura original del *Resumen Ejecutivo* (pág. 28), y en la Fig. 22 la estimación corregida de las emisiones en los escenarios (tCO₂/año). Al comparar ambas figuras se observa un claro aumento de las emisiones de GEI en el escenario adaptativo y objetivo corregido, al que se le ha incluido las emisiones de GEI de la desalobración en planta de tratamiento, lo que provoca que las diferencias entre escenarios sea mínima (Fig. 22), incluso siendo ligeramente superiores en el escenario adaptativo y objetivo.

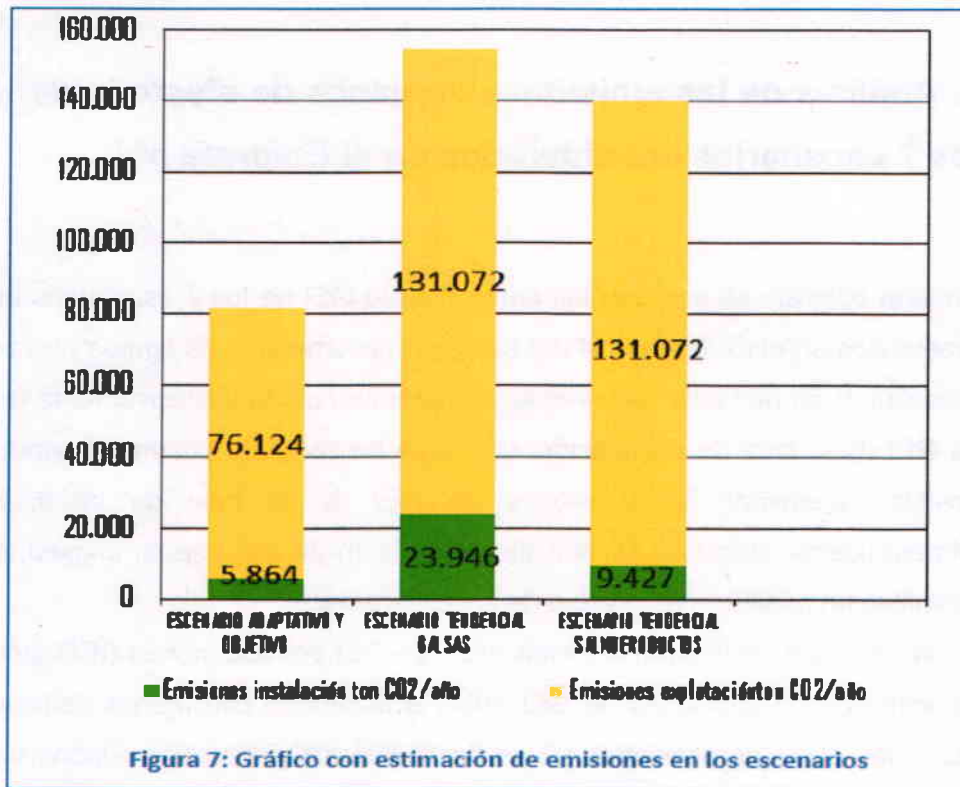


Figura 21. Estimación de las emisiones en los escenarios según el *Resumen Ejecutivo* (pág. 31).

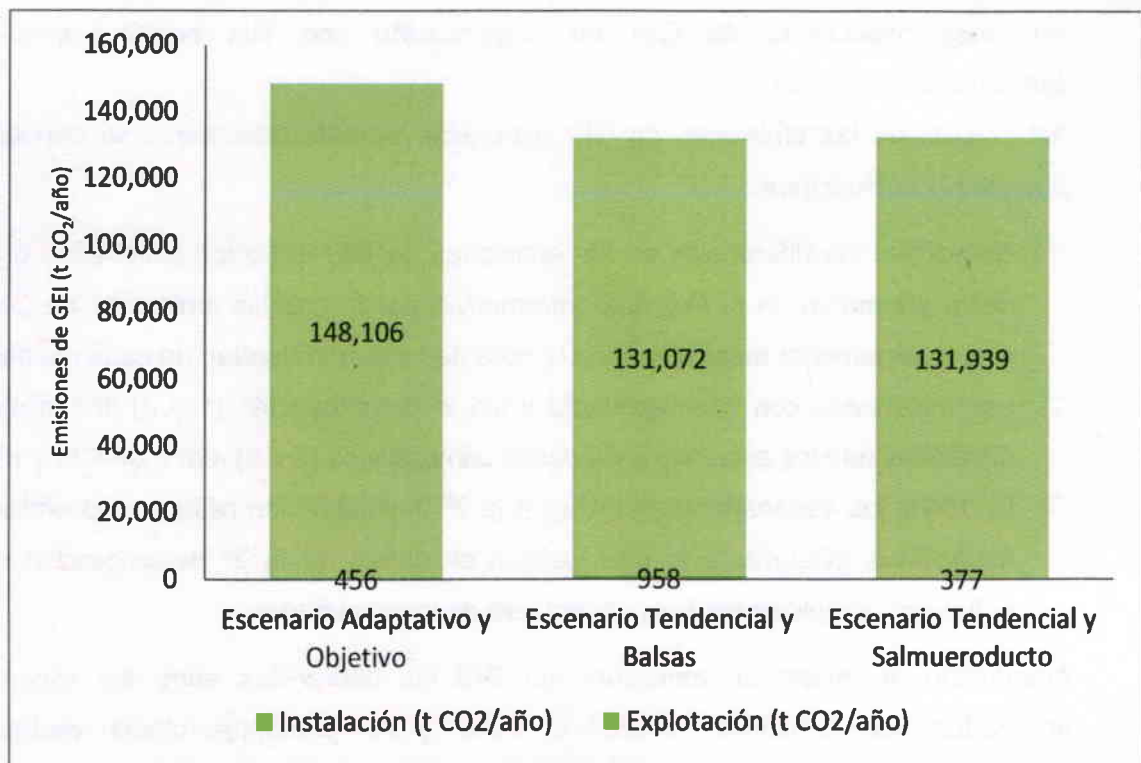


Figura 22. Estimación corregida de las emisiones en los escenarios (tCO₂/año).



6. Análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero de los 7 escenarios considerados en el *Epígrafe nº4*.

En este epígrafe se analizan las emisiones de GEI de los 7 escenarios que han sido propuestos en el *Epígrafe nº 4* del presente documento. Las figuras que se presentan a continuación han sido elaboradas teniendo en cuenta exclusivamente las emisiones de GEI de la fase de explotación. Como se ha comentado anteriormente no ha sido posible determinar las emisiones de GEI de la fase de instalación de las infraestructuras debido a la falta de información de documento original, que hubiera permitido un análisis más preciso de los escenarios.

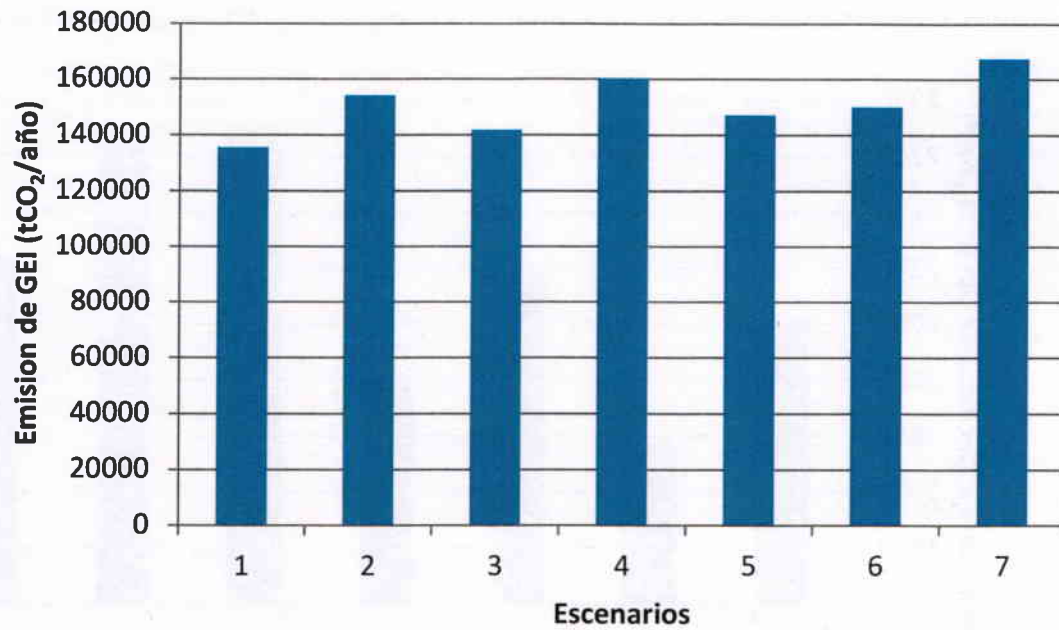
En la Fig. 23 se muestran las emisiones de GEI por escenarios ($\text{tCO}_2/\text{año}$). El rango de variación de emisiones de GEI entre el escenario con menos emisiones (1) y el escenario con más emisiones (7) es de $31.881 \text{ tCO}_2/\text{año}$; esto supone una variación del 19%.

En la Fig. 24 se muestran las emisiones específicas de GEI (en tCO_2/hm^3). El escenario 2 es de menores emisiones específicas de GEI, con $1943 \text{ tCO}_2/\text{hm}^3$. Los escenarios en los que se incluye una 2ª desalobración (2, 4 y 7) son los de menores emisiones específicas de GEI en comparación con sus homólogos sin 2ª desalobración (1,3 y 6).

Del análisis de las emisiones de GEI expuestas en este documento se derivan las siguientes conclusiones:

1. No existen las diferencias en las emisiones de GEI entre los escenarios que se decía presentan en el *Proyecto Informativo*, por lo que las emisiones de GEI no son un argumento determinante a la hora de valorar la bondad de cada escenario.
2. Los escenarios con salmueroducto y sin 2º desalobración (1 y 3) tienen menos emisiones que los escenarios de pozos comunitarios (5 y 6), entre un 4 % y 8%.
3. En todos los escenarios que incluyen la 2ª desalobración reducen las emisiones específicas (tCO_2/hm^3); lo que justifica el interés de la 2ª desalobración como actuación complementaria en cualquiera de los escenarios.

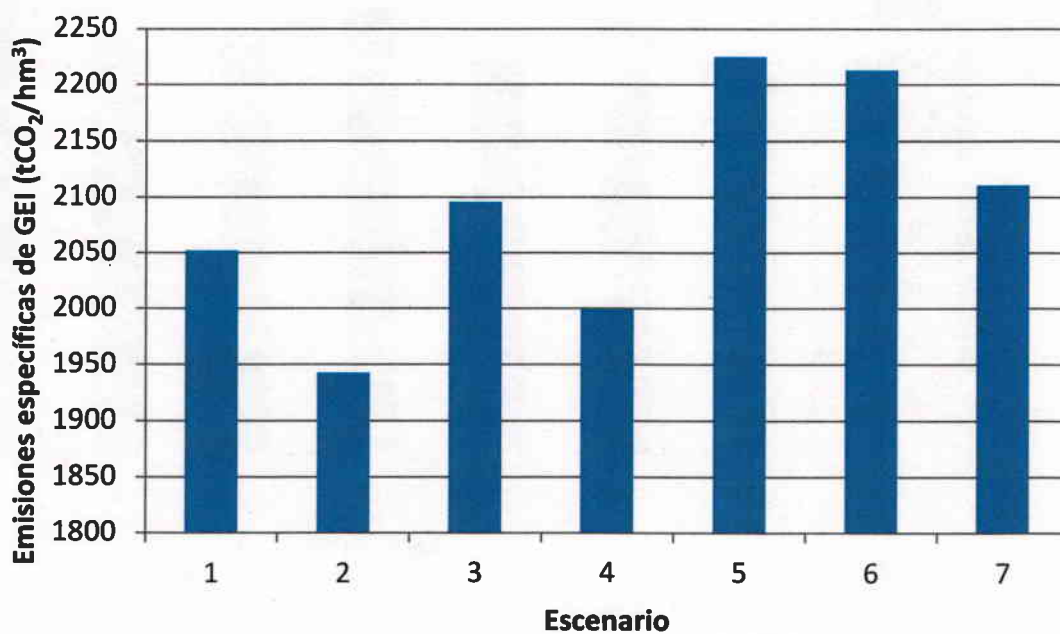
Atendiendo al criterio de emisiones de GEI las diferencias entre los escenarios analizados son reducidas (inferior al 20%) y no presentan claras ventajas o desventajas de unos escenarios frente a otros.



Escenarios

- 1 5A-6A (Salmueroducto)
- 2 5A-6A-2^ªD (Salmueroducto+2^º desalobración)
- 3 5C-6A (Salmueroducto)
- 4 5C-6A-2^ªD (Salmueroducto+2^º desalobración)
- 5 5A-6B (Pozos comunitarios)
- 6 5C-6B (Pozos comunitarios)
- 7 5C-6B-2^ªD (Pozos comunitarios +2^º desalobración)

Figura 23. Emisiones de GEI por escenario (tCO₂/año).



Escenarios

- 1 5A-6A (Salmueroducto)
- 2 5A-6A-2ºD (Salmueroducto+2º desalobración)
- 3 5C-6A (Salmueroducto)
- 4 5C-6A-2ºD (Salmueroducto+2º desalobración)
- 5 5A-6B (Pozos comunitarios)
- 6 5C-6B (Pozos comunitarios)
- 7 5C-6B-2ºD (Pozos comunitarios +2º desalobración)

Figura 24. Emisiones específicas de GEI por escenario (tCO₂/hm³).



7. Conclusiones

Este informe analiza las actuaciones y escenarios propuestos en el *Proyecto Informativo y Estudio de Impacto Ambiental del "Análisis de soluciones para el objetivo del vertido cero al Mar Menor proveniente del Campo de Cartagena"* en lo que concierne a la gestión de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Las actuaciones 5 y 6 recogen las medidas más relevantes para conseguir la compatibilidad de la agricultura de regadío en el Campo de Cartagena y la recuperación ambiental del Mar Menor

La actuación 5 (extracciones para el drenaje del acuífero cuaternario mediante pozos y/o drenes) se considera imprescindible y debería dimensionarse en función de los resultados de los estudios piezométrica actuales para garantizar el vertido cero desde el acuífero cuaternario. En la actuación 6 (extracciones mediante pozos del acuífero) se valora injustamente la alternativa de mantener los pozos registrados actuales, desalobrando en parcela y construyendo un salmueroducto para la recogida y tratamiento de salmueras, ya que esta opción únicamente se ha combinado con otras alternativas que no garantizan la mejora ambiental del Mar Menor a la hora de formular escenarios. Este documento rebate los argumentos contrarios a la alternativa del salmueroducto, que pueden ser superados con: (1) las necesarias medidas de control de los pozos no registrados; y (2) herramientas de monitorización en tiempo real de los pozos registrados y de los vertidos al salmueroducto. La alternativa que consiste en el cierre de todos los pozos (registrados o no), la construcción de una nueva batería de pozos colectivos y un colector de aguas salobres, y los tratamientos de desalobración y desnitrificación en El Mojón presenta las siguientes desventajas frente a la opción del salmueroducto: (1) complejos procesos administrativos y/o jurídicos para el cierre de pozos registrados (legales), que se pueden dilatar en el tiempo; (2) la necesidad de enviar a El Mojón un volumen de agua muy superior al salmueroducto, con las implicaciones técnicas y económicas que conlleva; (3) la necesidad de construir una gran planta desalobrador en El Mojón, de en torno a 77 hm³/año; (4) la necesidad de retornar hasta las explotaciones un volumen próximo a los 60 hm³, con el consiguiente consumo energético y ante la circunstancia de que la red hidráulica de la CRCC no puede dar servicio a los regantes ajenos a la misma; y (5) mayores emisiones de GEI,



en contra de lo indicado en el *Proyecto Informativo*, donde no se evalúan correctamente.

Además, se analiza la inclusión de una nueva actuación que es compatible con cualquier escenario, y que consiste en una segunda etapa de desalobración en la planta de El Mojón. Esta actuación no afecta a la valoración de los escenarios en relación con su capacidad para mejorar el estado del Mar Menor, es coherente con la tendencia actual hacia suministro de agua desalinizada en la región, y permitiría recuperar de en torno a 12 hm³/año adicionales de agua de calidad. Además, los escenarios que incluyen la 2º desalobración reducen las emisiones específicas de GEI (tCO₂/hm³) en relación a los mismos escenarios sin esta actuación complementaria.

En base a estas observaciones, recomendamos la consideración de un **escenario resultado de la combinación de las alternativas 5B ó 5C (extracciones para el drenaje del acuífero cuaternario mediante pozos y/o drenes) + 6A (pozos registrados, desalobradoras particulares en parcela y salmueroducto) + segunda desalobración y desnitrificación de salmueras en El Mojón**, ya que (1) garantiza el objetivo de vertido cero, necesario para la recuperación del Mar Menor; (2) resuelve los problemas de exceso de salinidad en el agua subterránea y de nitratos en las salmueras; (3) encaja perfectamente en la concepción de economía circular, promovida por el *Proyecto Informativo*, ya que maneja caudales mucho menores y pone en valor infraestructuras o instalaciones ya existentes; (4) realiza un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos gracias a la segunda desalobración, fortaleciendo la resiliencia de la agricultura de regadío frente a cambios externos; (5) presenta menores emisiones específicas de GEI (tCO₂/hm³) que los escenarios promovidos en el *Proyecto Informativo*; y (6) los posibles inconvenientes asociados a la garantía de extracción y vertido en los pozos particulares registrados se pueden superar con tecnologías de telecontrol. Por todos estos motivos, **consideramos este escenario válido y muy competitivo en relación con el escenario adaptativo/objetivo promovido en el *Proyecto Informativo*.**



Referencias

- BORM. 2018. Ley 1/2018, de 7 de febrero, de medidas urgentes para garantizarla sostenibilidad ambiental en el entorno del Mar Menor. BORM nº 36, 3201-3260.
- CHS. 2015. Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura 2015/21. Memoria. Confederación Hidrográfica del Segura, 762 pp.
- Comité de Asesoramiento Científico del Mar Menor. 2017. Informe integral sobre el estado ecológico del Mar Menor. Consejería de Agricultura Agua y Medio Ambiente, 125 pp.
- ICID. 1982. ICID standard 109, Construction of Surface drains. Committee on Irrigation and Drainage. ICID Bulletin, 31: 47-57.
- MAPAMA. 2018. Factores de emisión. Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono. http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factores_emision_tcm30-446710.pdf
- Martínez Álvarez, V. 2015. Diferenciación de la red de desagües naturales y los canales de drenaje agrícola en el Campo de Cartagena. 126 pp.
- Martínez-Alvarez, V., Martín-Gorriz, B., Soto-García, M. 2016. Seawater desalination for crop irrigation – A review of current experiences. Desalination 381: 58-70.
- Martínez Álvarez, V. 2017. Informe sobre los aspectos de hidrología superficial recogidos en el Decreto-Ley n.º 1/2017 y en las enmiendas presentadas por los Grupos Parlamentarios Socialista, Podemos y Ciudadanos-Partido de la Ciudadanía. 36 pp.
- Martínez-Alvarez, V., González-Ortega, M.J., Martín-Gorriz, B., Soto-García, M., Maestre-Valero, J.F. 2017. The use of desalinated seawater for crop irrigation in the Segura River Basin (south-eastern Spain). Desalination 422: 153-164.
- Martínez Beltrán, J. 1986. Drenaje Agrícola. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Ministerio de Fomento. 2015. NORMA 5.2 – IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras. Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero de 2016.
- Muñoz, I., Rodríguez, A. 2008. Reducing the environmental impacts of reverse osmosis desalination by using brackish groundwater resources. Water Research 42: 801-811.
- Ritzema, H. 1994. Drainage Principles and Applications. ILRI Publication 16. ILRI Wageningen.
- Ruiz-García, A., Ruiz-Saavedra, E. 2015. 80,000 h operational experience and performance analysis of a brackish water reverse osmosis desalination plant. Assessment of membrane replacement cost. Desalination 375: 81-88.



Shaffer, D.L., Yip, N.Y., Gilron, J., Elimelech, M. 2012. Seawater desalination for agriculture by integrated forward and reverse osmosis: Improved product water quality for potentially less energy, *J. Membrane Sci.*, 415–416: 1–8.

Soto-Garcia, M. Del-Amor-Saavedra, P., Martin-Gorriz, B., Martínez-Alvarez, V. 2013. The role of information and communication technologies in the modernisation of water user associations' management. *Computers and Electronics in Agriculture* 98: 121–130.

TRAGSA. 1998. Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión. Ministerio de Medio Ambiente.

USDA-SCS. 1993. National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology. United States Government Printing Office, Washington D.C.



