



*for a living planet*®

## **Los ríos en torno a Doñana y la DMA**

*Aproximación al estudio  
preliminar del artículo 5:  
identificación de problemas en la  
adaptación de datos existentes de  
impactos y presiones*



## **Los ríos en torno a Doñana y la DMA**

*Aproximación al estudio preliminar del artículo 5:  
identificación de problemas en la adaptación  
de datos existentes de impactos y presiones*

© **WWF/Adena**

Gran Vía de San Francisco, 8-D

28005 Madrid

Tel.: 91 354 05 78

Fax: 91 365 63 36

[www.wwf.es](http://www.wwf.es)

[info@wwf.es](mailto:info@wwf.es)

**Texto:** Daphne Willems con contribuciones de Guido Schmidt y Eva Hernández

**Fotos y Mapas:** Javier Camacho

*Agradecemos el apoyo a la elaboración de este informe a:*

*Javier Camacho, Laura Serrano (Universidad de Sevilla), la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, la Oficina Técnica del Guadiamar y la Universidad Autónoma de Madrid*

*Agosto de 2004*

*Foto portada: arroyo Cárcaba*

*WWF/Adena agradece la reproducción del contenido  
del presente informe, siempre y cuando se cite la fuente.*

## Índice

<b>Introducción</b>	<b>4</b>
<b>1. La Directiva Marco del Agua</b>	<b>7</b>
1.1 Fases de la DMA	7
1.2 Masas de agua	8
1.3 Datos necesarios	8
1.4 Influencias humanas, impactos y presiones	10
1.5 Masas en riesgo	12
<b>2. La situación en Doñana</b>	<b>14</b>
2.1 Doñana	14
2.2 Masas de agua	15
2.3 Datos necesarios y datos disponibles	20
2.4 Influencias humanas, impactos y presiones	21
2.5 Masas en riesgo	32
<b>3. Observaciones y recomendaciones</b>	<b>33</b>
<b>4. Conclusiones y continuación</b>	<b>35</b>
4.1 Conclusiones de este estudio	35
4.2 El análisis de impactos y presiones	36
4.3 El informe para la CE	36
4.4 La DMA a partir de 2004	36
<b>Bibliografía y referencias</b>	<b>38</b>
<b>Anexo 1 Definiciones</b>	<b>40</b>
<b>Anexo 2 Las masas con sus datos</b>	<b>41</b>
<b>Anexo 3 puntos de muestreo</b>	<b>51</b>

## Introducción

### Contexto del estudio

La Directiva Marco del Agua (DMA) europea demanda el ‘buen estado’ de todas las aguas para el año 2015. Eso quiere decir que las características químicas y ecológicas tienen que estar ‘poco alteradas’ en relación con un estado de referencia previamente definido. Cómo se define ese estado de referencia y los límites entre los cinco estados posibles (malo, deficiente, moderado, bueno, muy bueno) para todos los tipos de agua, lo tiene que decidir cada país, aunque se esté tratando de realizar una intercalibración que equilibre las diferentes ambiciones e intenciones de los diferentes Estados miembros.

Un estudio sobre Doñana, realizado por WWF/Adena en 2001, ya da una idea del estado en que se encuentran los ríos y riberas entorno a ese espacio protegido (Camacho, 2001). Durante 17 meses se realizó un detallado trabajo de campo, apoyado por el análisis de fotos aéreas y entrevistas a personas conocedoras de los ríos y riberas, centrándose en gran parte en la situación de la vegetación. El mencionado estudio concluye que los ríos y riberas están en un estado muy alterado (90%). Para mejorar este estado, la DMA estipula que es necesario conocer las causas de la alteración: las presiones y los impactos que influyen sobre el estado de los ríos. Camacho también describe las causas y presiones que encontró en su estudio, de modo que sus datos, si bien no abarcan todos los aspectos requeridos en la DMA, pueden ser útiles para el análisis de la cuenca.



*Foto 1: Arroyo Sajón en verano*

Conforme a las exigencias de la DMA, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG) deberá realizar un trabajo analítico sobre el estado de las masas de agua en la cuenca del Guadalquivir (incluido Doñana) y las presiones que sufren; en marzo de 2005 deberá trasladar a la Unión Europea (UE) un informe al respecto. El objetivo de este análisis de presiones y de la evaluación de impactos es identificar el riesgo de que las masas de agua no alcancen los objetivos medioambientales previstos en la DMA para el año 2015. Hay que recordar, además, que la DMA no permite el deterioro del estado de todas las masas. En base a esa información, cada Estado miembro (EM) deberá redactar un plan de medidas para asegurar el buen estado de todas sus aguas en el año 2015.

WWF/Adena cuenta con una dilatada experiencia en la zona de Doñana que no puede ser desaprovechada en la redacción del informe de impactos y presiones. Mediante el presente estudio esta organización pretende contribuir a los análisis de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir con sus conocimientos y con un somero análisis de los principales documentos existentes al respecto. El análisis en profundidad de dichos documentos no es imprescindible para el objeto de este estudio y deberá hacerse, en cualquier caso, de modo que cumpla los requisitos estipulados por la CHG para toda la cuenca del Guadalquivir.

## Objetivos

Este informe trata de conectar el estudio elaborado por Camacho sobre los ríos del entorno de Doñana con los requisitos del informe de impactos y presiones que según la DMA deberá trasladarse a la Comisión Europea (CE), utilizando al tiempo otros datos fácilmente disponibles de la comarca. De este modo se analiza provisionalmente el estado de los ríos del entorno de Doñana.

Los conocimientos adquiridos durante la elaboración de este mismo estudio, pueden ser asimismo valiosos para los autores del informe impactos y presiones, ya que durante el proceso de búsqueda de datos y la interpretación e implementación del texto de la DMA y de los documentos guía, surgieron algunas observaciones que pueden ser de gran utilidad.

## Alcance

Con este estudio se pretende realizar una aproximación preliminar sobre el Sistema A de tipificación, ya que en el momento de su elaboración la tipología provisional del CEDEX no estaba desarrollada ni disponible. La dificultad para acceder a determinados datos y el limitado tiempo de elaboración del estudio han condicionado igualmente su alcance.

## Ámbito de estudio

El presente estudio abarca las siguientes subcuencas del Guadalquivir, afluentes de Doñana:

- Subcuenca de La Rocina por el margen izquierdo, que recoge las de los arroyos de Laguna de los Reyes y arroyo del Avispero/Vaqueriza/ de la Cañada, Palomera/Fraile/Higuerón/del Villar. Los arroyos de Sotos Grande y Chico, aunque vierten sus aguas directamente a la marisma, pueden considerarse como pertenecientes a esta subcuenca a efectos territoriales. Esta subcuenca forma parte del acuífero Almonte-Marismas.
- Subcuenca Central, que agrupa cursos que son independientes pero que se encuentran situados sobre un territorio similar lo que les hace presentar características comunes: trazado con predominio norte-sur, cursos medio-altos localizados en áreas con fuerte transformación agrícola y litología predominantemente arenosa. El arroyo del Partido y sus afluentes, Cañada Mayor y Almirante/Sajón/Juncosilla/Portachuelo (cada uno de ellos desembocando independientemente en las marismas), el río Guadiamar y arroyo Majaberraque. No incluye los tributarios del río Guadiamar por la falta de datos.
- Subcuenca de Marisma, que comprende a los Brazos de la Torre, de los Jerónimos y del Este, hasta las marismas localizadas en la Algaida.

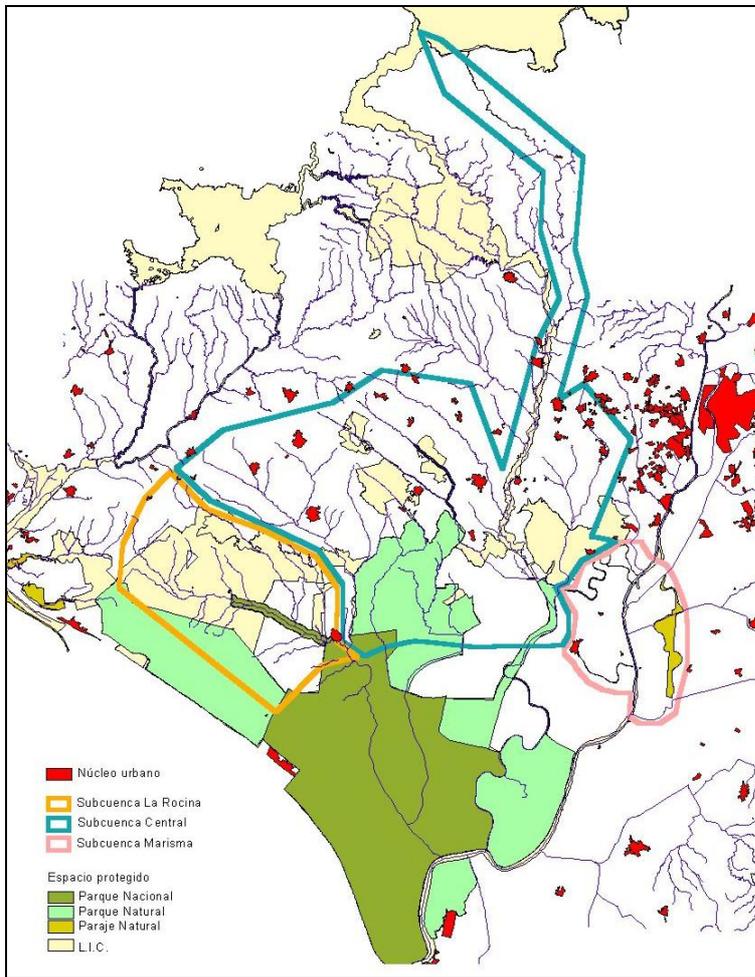
El estudio se centra en las aguas superficiales, en especial los ríos. El límite del estudio está allí donde los ríos se transforman en un gran humedal (Parque Nacional de Doñana) de modo no contempla las marismas y lagunas. Tampoco se incluye el río Guadalquivir, las aguas subterráneas, las aguas costeras o las transitorias. En el último capítulo, sin embargo, se dan algunas recomendaciones sobre cómo se pueden abordar estos tipos de agua.

## Estructura del documento

El primer capítulo explica qué es lo que exige la DMA para las aguas en Europa. Se explica cómo se deben definir las masas de agua (1.2), qué datos hacen falta (1.3) y cuáles son los impactos y presiones (1.4). En el segundo capítulo, se analizan estos tres aspectos en relación con Doñana. El tercer capítulo identifica las lagunas de conocimiento para completar el informe de impactos y presiones.

Si bien aún no es posible hacer un análisis completo del artículo 5 de la DMA, debido que todavía hay demasiados datos no disponibles, al efectuar este estudio se analizaron sus partes más importantes, lo que queda recogido en el capítulo 4

Finalmente, el último capítulo resume las conclusiones sobre el estado de los ríos del entorno de Doñana, y enumera las principales lagunas que existen todavía para hacer el informe de impactos y presiones.



Mapa 1: Ámbito del estudio con las subcuencas del Guadalquivir analizadas

# 1. La Directiva Marco del Agua

## 1.1 Fases de la DMA

Lo primero que hay que saber es qué pasos deben darse conforme a las exigencias de la Directiva Marco del Agua (DMA): ¿qué debemos hacer en Doñana para implementar la Directiva? La figura 1 describe las etapas que deben completarse. Estas fases tienen por qué ser acciones sucesivas, muchas actuaciones se pueden desarrollar al mismo tiempo, y de hecho algunas son necesarias a la vez.

1. Definición de las cuencas, análisis de las características de los ecosistemas naturales
2. Categorías y tipos de agua en las cuencas
3. Condiciones de referencia y objetivos de los tipos
  
4. *Definición de las masas de agua en la cuenca*
5. *Descripción de las características y el estado de las masas (tipos)*
6. *Definición de impactos y presiones*
7. Análisis económico del uso del agua
  
8. Plan de gestión de la cuenca: programa de medidas
9. Participación del público
10. Elaboración del programa de medidas

*Figura 1: Pasos de la DMA; en letra cursiva los pasos objeto de este estudio*

Las fases 1-3 de la figura anterior son temas nacionales, responsabilidad del Ministerio de Medio Ambiente. Las fases 4-10 son acciones de la Confederación de la cuenca, que en el año 2004 debe haber cumplido los pasos 4-7. Aunque el análisis económico del agua es de suma importancia, es un tema transversal en la DMA, no indispensable para cumplir los pasos 4-6, y queda fuera de los objetivos de este estudio.



*Foto 2: Arroyo del Partido*

Este informe se centra en los impactos y presiones (punto 6 de la figura 1) sobre las masas de agua de Doñana como parte de la cuenca del Guadalquivir. Previamente, sin embargo, es necesario conocer el límite de la cuenca y las categorías y los tipos de masas que hay (1-2) -al no estar éstos disponibles todavía, este documento utiliza una tipología propia simplificada-. Hay que definir además las masas de agua (4) antes de entrar en las fases posteriores. Para conocer el estado de las masas (malo,

insuficiente, moderado, bueno, muy bueno) (5), es imprescindible tener una referencia y unos objetivos (3). Como estos dos aspectos tampoco están disponibles actualmente, este estudio se limita a definir las masas de agua y los impactos y presiones que sufren. Con todo ello, WWF/Adena pretende dar una idea del estado de las masas definidas, aunque no sea integral ni definitiva.

## 1.2 Masas de agua

Para describir las cuencas, éstas se dividen en partes más o menos homogéneas: las masas de agua. El documento guía de la Estrategia Común de Implementación (CIS) sobre las masas de agua (2001), explica cómo se delimita una masa (fig. 2). El agua tiene que ser de una categoría (lago, río, costera o transitoria), y de un tipo. La DMA describe dos sistemas (A y B) para clasificar las masas por tipos. El primer sistema está desarrollado, pero de una forma muy general (anexo II, sec.1.2). El segundo sistema usa los mismos criterios, si bien pueden añadirse otros criterios optativos. Para definir la masa, los determinantes hidrográficos e hidrológicos tienen que ser uniformes. Por ejemplo, un lago con una parte muy profunda y una parte superficial puede ser dividido en dos masas, porque las características de cada parte son muy distintas (estratificación). Las áreas protegidas, por su parte, conllevan objetivos diferentes por lo que el tramo de un río que está dentro un parque natural se define aparte del resto. Por último, el estado de la masa debe ser igual en la masa entera. Técnicamente, dos masas no pueden solaparse y una masa debe ser continua (el agua no está interrumpida).

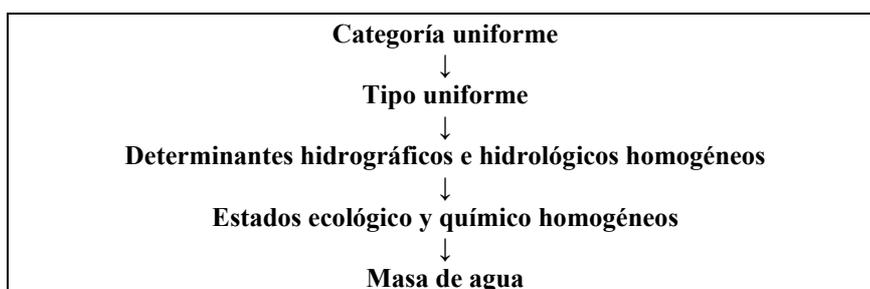


Figura 2: Procedimiento para definir masas de agua (CIS, 2002)

Es importante evitar una exagerada fragmentación de las masas. La guía habla de ‘buscar un equilibrio entre la necesidad de describir el estado de la masa adecuado y la necesidad de evitar un número de masas incontrolado’. Por lo tanto, para evitar un número de masas enorme se pueden agregar varias masas similares. La DMA permite igualmente excluir masas pequeñas, menores de 0,5 km<sup>2</sup> (en el caso de lagos) o con una cuenca menor de 100 km<sup>2</sup> (para los ríos). Esto puede hacerse únicamente cuando la descripción de estas masas no es necesaria para alcanzar los objetivos de la DMA para *todas las aguas*, lo que incluye también a las masas pequeñas no descritas. Por otra parte, no hay que olvidar que la definición de los límites de las masas de agua es un proceso iterativo: nuevos criterios o conocimientos pueden modificar la clasificación en cualquier momento.

## 1.3 Datos necesarios

El Ministerio de Medio Ambiente está actualmente describiendo las categorías y los tipos de aguas para España. Los determinantes hidrográficos e hidrológicos y los estados de las masas de agua están relacionados con las características de la región en la que se encuentran, por lo que es cada cuenca la que tiene que definirlos para sí misma. Para hacerlo de una forma adecuada se necesitan muchos datos (§1.3). Cuando faltan datos, no es posible saber en qué estado está una masa de agua. En este caso, la masa está ‘en riesgo de no cumplir los objetivos de la DMA’, y es obligatorio designar un plan para mejorar su estado.

Para definir las masas de agua y describir los impactos y presiones (significativos), hay tres grupos de datos necesarios: biológicos, hidromorfológicos y (físico-) químicos (fig.3). No todos los datos sirven: la DMA define la antigüedad que pueden tener los datos para ser válidos (DMA anexo V, sec. 1.3.4). Transcurrido ese periodo de tiempo las características pueden haber cambiado y es necesario obtener datos nuevos. En la figura 3 se indican los periodos máximos estipulados por la DMA.



Foto 3: Arroyo de Majaberraque

<b>Datos biológicos</b>	<b>Características</b>	<b>Periodo de validez</b>
Vegetación	Composición y abundancia, presencia de especies sensibles	6 años
Peces	Composición y abundancia, presencia de especies sensibles, estructura de edad	6 años
Algas/ diatomeas	Composición y abundancia, presencia de especies sensibles, frecuencia e intensidad de crecimientos exponenciales	6 años
Macro invertebrados	Composición y abundancia, presencia de especies sensibles	6 años
<b>Datos hidromorfológicos</b>		
Régimen hidrológico	Cantidad y dinámica de la corriente del agua	6 años
Continuidad del río	Estructuras transversales	6 años
Morfología	Profundidad, anchura, cantidad/estructura/substrato del cauce, estructura de la ribera	6 años
<b>Datos (físico)químicos</b>		
Transparencia		3 meses
Oxígeno		3 meses
Conductividad		3 meses
Salinidad		3 meses
Condición térmica	Temperatura	3 meses
Nutrientes	Concentración de N y P	3 meses
Grado de acidez	pH, alcalinidad, capacidad de neutralizar ácidos	3 meses
Substancias peligrosas		1 mes
Otros tóxicos		3 meses

Figura 3: Datos necesarios para establecer el estado de una masa de agua, y su plazo de validez (fuente: DMA anexo V sec. 1.3.4; CIS, 2002)

## 1.4 Influencia humana, impactos y presiones

La influencia humana ('fuerzas controladoras') pueden ejercer presiones que causan impactos sobre las aguas superficiales. No todas las formas de influencia humana tienen efectos sobre las aguas, ni todas las presiones conllevan impactos significativos (para las definiciones, ver anexo 1). Para definir los impactos hay que empezar por describir las formas de influencia humana, seleccionar las presiones que éstas causan y, finalmente, concluir cuáles son las presiones significativas que causan impactos (fig. 4).

Un ejemplo de la influencia humana son las acciones ligadas a la agricultura: en determinados casos se corta el bosque existente, se aplican plaguicidas y fertilizantes, y además se usa el agua (superficial o subterránea) para regadíos (actividades humanas). Estas actividades provocan la erosión del suelo y cambios negativos en la calidad y la cantidad del agua (presiones). Todo ello deriva en un grave impacto para la flora y la fauna, por la destrucción de hábitats disponibles. Sin embargo no todas las prácticas agrícolas tienen por qué causar grandes impactos o presiones, algo a lo que tiende la agricultura ecológica.

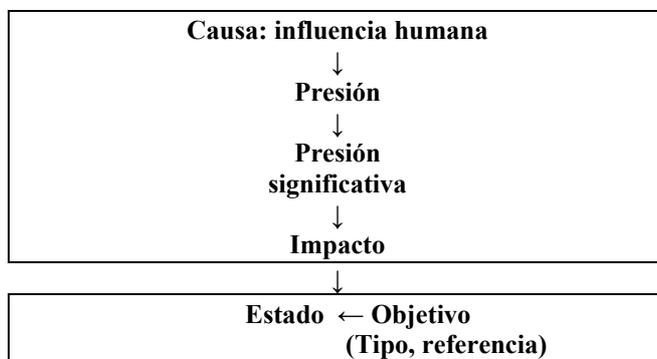


Figura 4: Pasos para definir el estado de una masa (CIS, 2002)

### 1.4.1 Influencia humana

La ordenación y el uso del suelo (urbano, industrial, agrícola, forestal) pueden ser muy útiles para identificar áreas con diferentes tipos de influencia humana.

### 1.4.2 Presiones

En cuanto a las presiones sobre aguas superficiales, la DMA diferencia cuatro grupos (DMA, anexo II, sec.1):

1. Contaminación de una fuente puntual
2. Contaminación difusa
3. Efectos de la modificación del régimen hidrológico causado por abstracción o regulación
4. Modificaciones morfológicas

El documento guía describe los posibles impactos y presiones de una cuenca (CIS, 2002).

### 1.4.3 Presiones significativas

Para saber si una presión es significativa, hay que definir umbrales: ¿a partir de qué intensidad la presión causará un impacto? Para identificar estas presiones significativas se pueden utilizar datos reales, modelos y la apreciación de expertos. El uso de los datos de campo es obligatorio, ya que es la única manera de saber qué es lo que ocurre en la cuenca. Para entender cómo funciona el sistema y completar los datos no disponibles, los modelos y los expertos pueden ser de utilidad.

El Manual del Ministerio de Medio Ambiente (2003) determina umbrales para identificar las presiones significativas procedentes de fuentes puntuales y difusas.

#### 1.4.4 Impactos

Los impactos pueden variar en el tiempo y en el espacio, por lo que son más difíciles de encontrar y cuantificar que las presiones. Además, a menudo faltan los métodos apropiados para evaluar la relación entre una presión y su impacto. Esta relación es difícil, en especial cuando diferentes presiones se combinan y causan en conjunto un impacto. Por ejemplo, los alpechines agravan los efectos negativos de los metales pesados (entre otras Cabrera *et al.*, 1986).

El Manual del Ministerio de Medio Ambiente (2003) contiene tablas en las que se explica cuándo un impacto es comprobado o probable. Un impacto es *comprobado* cuando se detectan sustancias peligrosas a una concentración superior a la fijada en los Objetivos de Calidad Ambiental (OCA) o, en caso de Sustancias Prioritarias, superior a de las Normas de Calidad Ambiental (NCA) establecidas por sustancia. Paradójicamente, al no existir criterios legales para la valoración del estado ecológico, estos no están incluidos en el mencionado manual.

Un impacto se considera *probable* si:

- la calidad calculada con los índices biológicos es inferior a buena;
- la observación del ecosistema y/o comunidades existentes indica la presencia de anomalías;
- se observa deficiencia de oxígeno disuelto, salinización y/o eutrofización;
- se detectan contaminantes del anexo VIII de la DMA a una concentración superior a la NCA;
- se detectan sustancias prioritarias a una concentración superior a la NCA provisional.

Los umbrales que aparecen en el Manual están incluidos en la figura 11.

En cuanto a las zonas protegidas, la DMA considera válidos los criterios aplicables según la directiva correspondiente (consumo humano, baño, directiva hábitat, etc.).



Foto 4: Soto Chico

#### 1.4.5 Estados

El buen estado de una masa de agua consiste en el buen estado ecológico y el buen estado químico. Aquí se aplica la regla “*One out – all out*”: la característica con el peor estado, determina el estado de

la masa. Por ejemplo, cuando no hay ningún problema químico ni físico-químico, pero la composición de las especies de peces está muy alterada, la masa de agua no estará en buen estado.

El estado de una masa se determina en función del estado de referencia previamente fijado, y los objetivos para esa masa en función del tipo que sea. Al mismo tiempo, el estado de la masa es indispensable para definir sus límites, y esos límites son necesarios para describir los impactos y las presiones. Tanto los estados de referencia como los tipos de masas están aún por definir, de modo que no es posible hablar con detenimiento de estados, impactos y presiones.

## 1.5 Masas en riesgo

Una masa está ‘en riesgo’ cuando se estima que no va a cumplir con los objetivos de la DMA en los plazos establecidos: cuando el estado de la masa no puede alcanzar los objetivos para ese tipo de masa en 11 años.

### 1.5.1 Objetivos

El Ministerio tiene que designar los tipos de agua en España para asegurar la uniformidad de las cuencas. Una vez se tengan los tipos, se podrán tener estados de referencia y objetivos (§1.1). Aunque en España aún están por fijar todos esos aspectos, y por eso no se pueden describir definitivamente los estados de las masas (figura 4), los objetivos de la DMA en relación con las masas están muy bien definidos:

1. Prevenir el deterioro del estado de las masas de agua
2. Proteger y mejorar el estado de las masas para obtener el buen estado en 2015

Hay presiones que no se pueden mejorar en el plazo de una década, independientemente de qué medidas se apliquen. Un ejemplo es el lixiviado de nutrientes o metales del suelo al agua. Las masas de agua que sufren presiones como éstas no estarán en un buen estado en 2015, de modo que pueden considerarse “en riesgo”. El Manual del Ministerio de Medio Ambiente (2003) define los diferentes grados de riesgo de la siguiente manera:

RIESGO	MASA de agua
<b>ALTO</b>	Sometida a presiones significativas + Impacto comprobado
	No sometida a presiones significadas + Impacto comprobado
<b>MEDIO</b>	Sometida a presiones significativas + Impacto probable
	No sometida a presiones significativas + Impacto probable
	Sometida a presiones significativas + No se dispone de datos analíticos sobre el estado
<b>BAJO</b>	No sometida a presiones significativas + No se dispone de datos analíticos sobre el estado
	Sometida a presiones significativas + Sin impacto aparente

Figura 5: Especificación de los riesgos (Ministerio de Medio Ambiente, 2003)

La metodología que el Manual del MMA fija para definir las masas de agua con riesgo de no cumplir los Objetivos Medio Ambientales (OMA, tabla 3, pág. 23), no usa las presiones significativas como un aspecto decisivo para asignar una masa de agua a una clase de riesgo u otra. Aunque las “presiones significativas” aparezcan en el esquema del Manual, en realidad, el factor decisivo para la asignación es el tipo de impacto (“comprobado”, “probable”, “aparente”), siendo indiferente que la masa de agua esté o no sometida a presiones significativas. Este esquema de toma de decisiones contradice las recomendaciones del Documento Guía europeo IMPRESS, que considera la existencia de presiones significativas como esencial a la hora de definir el riesgo que una masa de agua no cumpla los OMA.

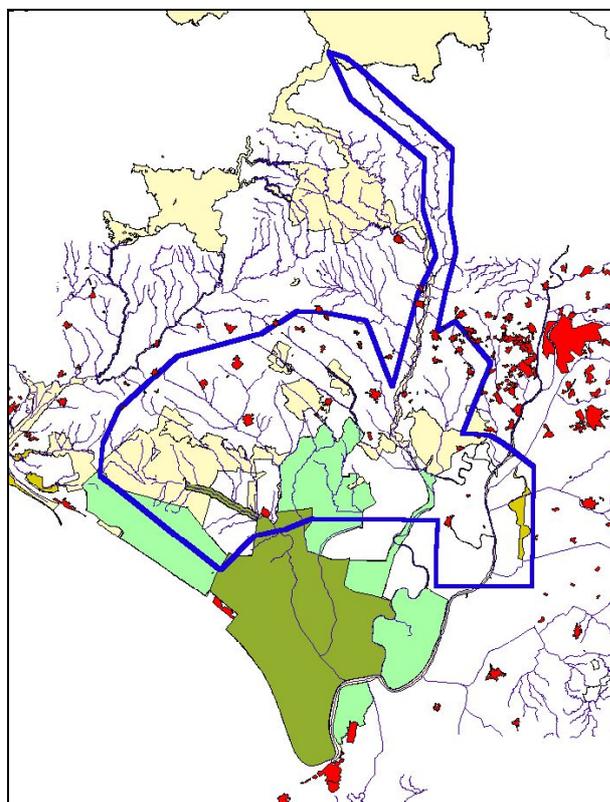
En el manual tampoco se sigue la recomendación del Documento Guía IMPRESS de que, a falta de información sobre el impacto, se tiene que asignar la masa de agua a la categoría de riesgo “alto” (en el Manual español se asigna a riesgo “medio”).

## 2. La situación en Doñana

### 2.1 Doñana

El Parque Nacional de Doñana se estructura en torno a un gran humedal de valores naturales irremplazables; de hecho ha sido declarado humedal de importancia internacional dentro del Convenio Ramsar, y Reserva de la Biosfera y Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. El Parque Natural de Doñana, el Paisaje Protegido del Guadamar y los espacios de la Red Natura 2000 también son áreas protegidas (mapa 2). La calidad de estas zonas depende en gran medida del agua, de su cantidad y calidad. En consecuencia, los ríos del entorno de Doñana son esenciales para el futuro de los Parques, aunque no todos estén protegidos.

Dos grandes proyectos tratan en este momento de mejorar el estado de Doñana y su entorno: ‘Doñana 2005’ y ‘Corredor Verde del Guadamar’, cuyos datos de seguimiento han sido utilizados para este informe.



Mapa 2: Doñana y el ámbito del estudio (línea azul) con las áreas protegidas

#### 2.1.1 El estudio de WWF/Adena

El informe elaborado en 2001 por Camacho para WWF/Adena se centra en la vegetación de ribera. Aporta otros datos biológicos de relevancia (en relación con aves, mamíferos, anfibios y reptiles) que sin embargo no son de utilidad a efectos de la Directiva Marco del Agua -la DMA considera de interés los datos referentes a algas, diatomeas, macrófitos, macro invertebrados y peces-.

En el mencionado trabajo se distinguen una serie de actividades humanas que suponen impactos o presiones que influyen sobre la vegetación de ribera y su fauna asociada, no tanto sobre las masas de agua en sentido estricto. Se incluye igualmente información sobre geografía, hidrología, historia (compara la situación entre 1956 y 2000 usando fotos aéreas), vías pecuarias, responsables del terreno, tipos de áreas protegidas y leyes aplicables. El estudio incluye un GIS en el que se pueden combinar los mapas con fotos de campo y fotos aéreas para construir una imagen detallada de la situación. Finalmente, se proponen una serie de medidas para mejorar la situación en el ámbito de estudio.

Si bien los datos de calidad de las aguas que recoge el estudio no son suficientemente recientes para que la DMA los dé por válidos, también es cierto que son los únicos que existen actualmente y sirven para tener una idea aproximada de la calidad ecológica de las aguas en la zona.

## 2.2 Masas de agua

Para definir las masas se siguen los cuatro pasos señalados en la figura 2 (§1.2), y se parte de que todas las masas estudiadas son de la misma categoría (ríos). Bajo esta perspectiva, el presente apartado se centrará en identificar los tipos (§2.2.1), los determinantes hidrográficos e hidrológicos (§2.2.2) y los estados de los ríos (§2.2.3). Más adelante se hará referencia a las áreas protegidas y masas muy alteradas, ya que están bajo tratamientos distintos (2.2.4). Finalmente, las masas sugeridas se recogen en §2.2.5.

### 2.2.1 Tipología

El CEDEX ha elaborado una tipología para implementar la DMA, que considera 21 ‘tipos’ diferentes de masas (en Fidalgo *et al.*, 2004). No son tipos verdaderos, en realidad se definen regiones, y dentro de cada región las masas de agua se consideran del mismo tipo.

Al realizar este estudio la tipología de CEDEX aún no estaba disponible, por lo que se utilizó la tipología del sistema A de la DMA a pesar de tener lagunas importantes (Hidalgo *et al.*, 2004; Munné Torres *et al.*, 2002). A la espera de la tipología para toda España, no parecía razonable designar una tipología amplia para Doñana por lo que la clasificación que genera el sistema A se consideró suficiente. Además, puesto que este sistema solamente usa los criterios obligatorios, posteriormente pueden añadirse otros criterios para diferenciar más tipos de agua: es una base sencilla y flexible. Los criterios del sistema A están descritos en la figura 6.

Ecoregión (DMA anexo XI)	25 regiones en Europa (Doñana: Ibérico- Macaronésica)			
Altitud	< 200 m	200 – 800 m	> 800 m	
Tamaño de la cuenca	10-100 km <sup>2</sup>	100-1.000 km <sup>2</sup>	1.000-10.000 km <sup>2</sup>	> 10.0000 km <sup>2</sup>
Geología	Calizo	Silíceo	Arcilloso	

Figura 6: Criterios del sistema A de la DMA (anexo II, sec.1.2.1)

Con estos criterios se pueden formar 36 tipos (1 x 3 x 4 x 3). Para los ríos del entorno de Doñana la ecoregión es uniforme. La altitud también es igual para casi todos los ríos: solamente el Guadiamar pasa por un tramo más alto. Por esto, el Guadiamar queda dividido en dos masas: el tramo aguas arriba de Pilas es más elevado y su sustrato es silíceo; el tramo bajo tiene menor altitud y es arcilloso. El tamaño de las cuencas es menor de 100 km<sup>2</sup>, salvo algunos arroyos más pequeños. El sustrato de los ríos es arenoso, excepto en la parte oriental (Brazo del Este, Brazo de la Torre y Brazo de los Jerónimos) y en el ya mencionado tramo bajo del Guadiamar, donde es arcilloso. Por lo tanto, según el sistema A, en el entorno de Doñana existen solamente cinco tipos de ríos (figura 7).

Tipo Carácter	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5
Altitud (m)	200 – 800	< 200	< 200	< 200	< 200
Cuenca (km <sup>2</sup> )	100-1000	100-1000	100 – 1.000	< 100	< 100
Geología	Silíceo	Arcilloso	Silíceo	Arcilloso	Silíceo
Nº de Masas	1	1	4	5	14
Referencia disponible	No	No	No	No	Sí
Ejemplo en Doñana	Guadamar norte	Guadamar sur	Arroyo de Pilas	Brazo del Este	Ayo. Laguna Reyes

Figura 7: Tipos de ríos en torno a Doñana según sistema A de la DMA

### 2.2.2 Determinantes hidrográficos e hidrológicos

Como con la tipología, se pueden considerar muchos determinantes hidrográficos e hidrológicos para definir masas de agua homogéneas. En este estudio, se utiliza el criterio de si una masa es permanente o temporal, sin duda una característica muy importante. Las comunidades de los ecosistemas sufren un enorme estrés cuando el río se seca, lo que influye en su estructura y en el funcionamiento del sistema entero (entre otros Vidal Abarca *et al.*, 1992). En el entorno de Doñana, la mayor parte de los ríos que reciben vertidos residuales durante todo el año son permanentes, a excepción de casos como el de La Rocina y el Brazo de los Jerónimos.



Foto 5: Arroyo de Pilas

### 2.2.3 Estado de los ríos

Cuando un río tiene tramos diversos con estados diferentes, se divide en varias masas de agua. A veces resultarían masas muy pequeñas: por ejemplo, el arroyo de Pilas se compone de cinco tramos con estados diferentes, variando desde un estado bueno (2) hasta otro malo (5) (Camacho, 2001, mapa 3). Aunque sería más fácil controlar y mejorar los estados de los tramos definiendo cinco masas, esta medida no sería práctica porque al final serían masas pequeñas, cuyos estados dependen mucho de sus alrededores. Además, la información ambiental que ya hace falta (§2.3) no está disponible a este nivel tan detallado, y una red de seguimiento en todos estos tramos sería algo exagerado.

De todas formas, incluso dentro de una masa homogénea, siempre puede haber variaciones en el estado, por ejemplo debido a una contaminación desde una fuente puntual. En la naturaleza nada es homogéneo. En estos casos es posible atribuir todo el río a una masa, que recibirá el estado *peor* de los

diferentes tramos. Sin embargo, para que un tramo pequeño en estado malo no pueda dominar sobre el estado del arroyo entero por lo demás muy bien conservado, se puede aplicar el estado dominante del arroyo.

El estudio de Camacho ya trata de definir regiones homogéneas en función del estado de la vegetación (mapa 3). Sus propuestas suponen un punto de partida para este estudio. Sin embargo, ya que la DMA incluye el cauce como un elemento más pero pone el mayor énfasis en el agua, se necesita más información.

#### 2.2.4 Áreas protegidas y masas muy alteradas

Una parte de la región estudiada es área protegida (ver mapa 1). Cuando un río pasa por un área protegida, hay dos opciones: la primera es que todo el río sea considerado una masa de agua protegida y tenga que cumplir las normas más estrictas; la segunda opción es dividir el río en dos o tres masas de agua, con normas diferentes. En general en este estudio hemos elegido la primera opción: en el entorno de Doñana, normalmente es la parte del curso alto del río la que no forma parte del parque, mientras la parte baja está dentro del parque. El agua de la parte alta pasa por el parque río abajo, y por lo tanto tiene que tener un estado bueno.

Existe la posibilidad de designar masas muy alteradas (heavily modified water bodies, HMWB), aunque no es obligatorio. Para poder designarlas, el país Miembro tiene que justificar que sea imposible para esta masa alcanzar los objetivos de la DMA, sin que ello tenga consecuencias económicas enormes ni provoque la degradación de la naturaleza existente. En el entorno de un área de máxima protección como Doñana es improbable que la UE permita HMWB's, por lo que no han sido consideradas para este estudio.

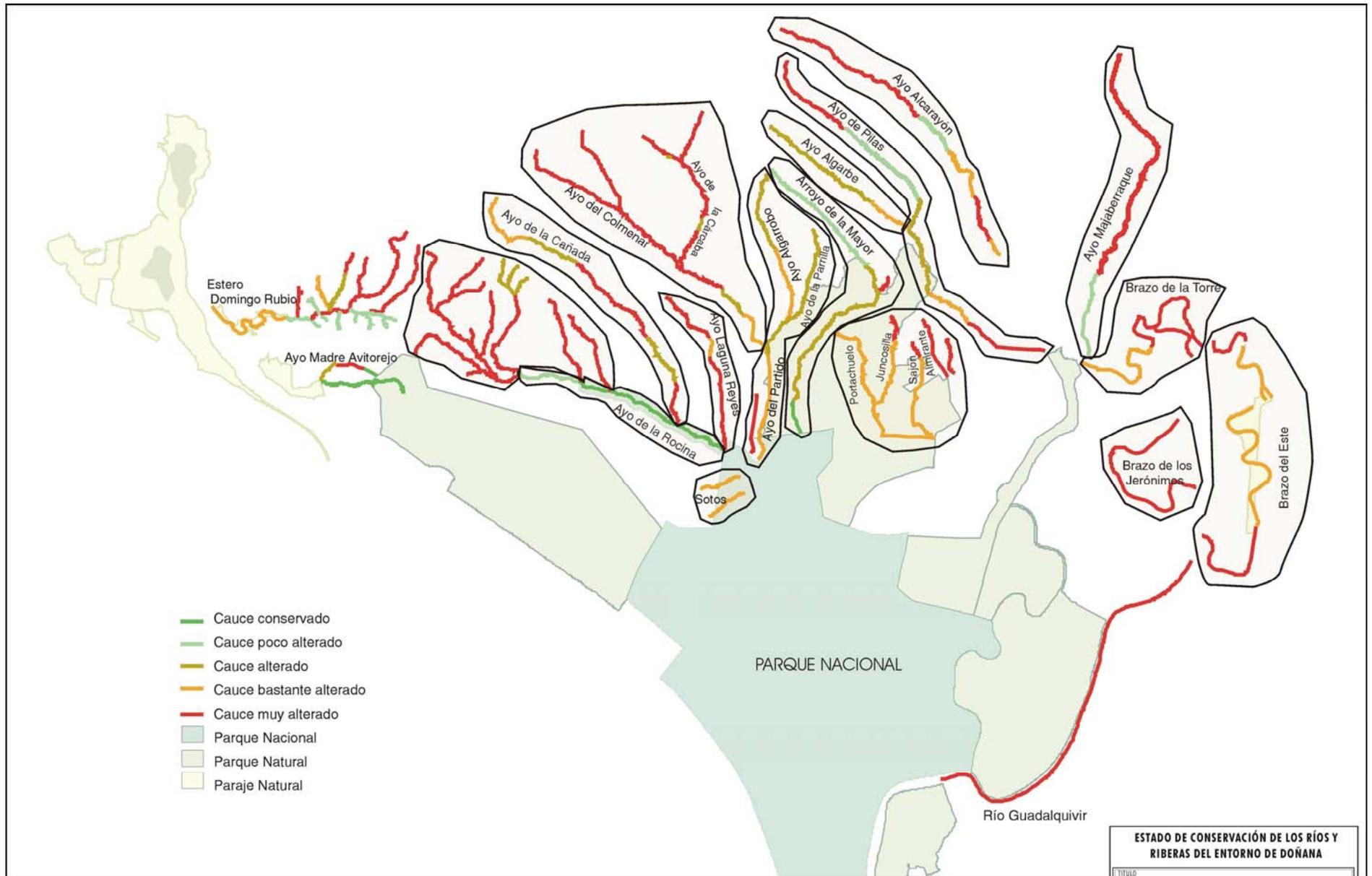
#### 2.2.5 Las masas del entorno de Doñana

En función de los criterios que se acaban de exponer, podemos definir 24 masas de agua para Doñana (figura 8). Los estados de las masas considerados son los estados dominantes detectados por el estudio de Camacho. Para indicar que una masa tiene tramos con diferentes estados, las valoraciones de éstos se indican entre paréntesis en la tabla siguiente. Para el Guadiamar, que no estaba incluido en el estudio de Camacho, se ha hecho una estimación del estado según la metodología de ese estudio.

La DMA permite además agregar masas muy parecidas, cuando dos o más masas de agua no se tocan, pero son iguales por lo demás (categoría, tipo, determinantes hidrográficos/hidrológicos y estado). La idea es que las mismas medidas servirán a estas masas para mejorar su estado y/o prevenir el deterioro. Después de la agregación, en Doñana quedan 18 unidades. En función de las normas que dicte el Ministerio de Medio Ambiente y la intercalibración, es posible que haya una mayor agregación: por ejemplo, el arroyo de la Laguna de los Reyes y el arroyo de la Cañada se parecen mucho. Lo mismo ocurre en el caso con los tres brazos antiguos del Guadalquivir (de la Torre, del Este y de los Jerónimos). Si los impactos y presiones son iguales, y entonces las medidas serán idénticas, la decisión de agruparlos será correcta. Hay más posibilidades de agregar de esta manera y en cuanto se tengan más datos disponibles, la definición de las masas y la agregación podrán cambiar. La caracterización de las masas definidas está descrita en el anexo 2.

No.	Masa de agua	Tipo (1-5)	Permanente (P); temporal (T)	Estado (1=muy malo, 5= muy bueno)	Área Protegida	Agregación
1	Arroyo de la Rocina (AR)	5	P	5(4)	Sí	1
2	Arroyo del Vilar y alrededores	5	T	1(3)		} 2
3	Arroyo lat. de AR 1	5	T	1		
4	Arroyo lat. de AR 2	5	T	1		} 3
5	Ayo. de la Cañada	3	T	1(3)		
6	Soto Grande	5	T	2(3)	Sí	} 4
7	Soto Chico	5	T	2(3)	Sí	
8	Ayo. Laguna Reyes	5	T	1		5
9	Ayos. de Colmenar, Calancha, y Cárcaba	3	T	1(3)		6
10	Ayos. del Partido, Algarrobo y Parilla	5	T	2(3)		7
11	Ayo. de la Mayor	5	T	3/4(5)	Sí	8
12	Ayos. Portachuelo/ Juncosilla y Sajón	5	T	2(1)	Sí	} 9
13	Ayo. Almirante	5	T	1		
14	Ayo. Algarbe	5	P	3(2)		10
15	Ayo. de Pilas	3	P	1/2/3/4	(Sí)	11
16	Ayo. Alcarayón	3	P	1(2/4)		12
17	Ayo. Majaberraque	5	P	1(4)		13
18	Brazo de la Torre 1	4	T	1(2)		} 14
19	Brazo de la Torre 2	4	T	1		
20	Brazo de la Torre 3	4	T	1		
21	Brazo del Este	4	T	2(1)	Sí	15
22	Brazo de los Jerónimos	4	T	1		16
23	Río Guadamar norte	1	P	2?	No	17
24	Río Guadamar sur	2	P	2?	Sí	18

Figura 8: Masas de agua y agregaciones de masas del entorno de Doñana



Mapa 3: Masas de agua y agregaciones de masas del entorno de Doñana (delimitadas con línea negra)

## 2.3 Datos necesarios y datos disponibles

El estudio de Camacho contiene muchos datos de fuentes diferentes que forman la base de este informe. El Guadiamar no estaba incluido en dicho estudio, de modo que los datos de este río proceden del proyecto Corredor Verde del Guadiamar (Oficina Técnica, 2004). Se han incluido, además, los datos de la CHG (Doñana 2005, redes de investigación) y algunos estudios independientes. La CHG tiene cuatro redes de seguimiento (ver mapa 3): ACI, SAICA (ambas sobre la calidad del agua), SAIH y aforos (las dos controlan cantidad de agua). La red ACI tiene seis puntos de muestreo en la zona de estudio, mientras que SAICA sólo dos. De la red SAIH no hay ningún punto de muestreo en el entorno de Doñana, y la red de aforos tiene tres puntos de muestreo. Los datos del proyecto Doñana 2005 proceden de diferentes grupos científicos, y no se pudieron recopilar todos al realizar este estudio. Se han incluido, sin embargo, otras publicaciones, la mayor parte de las veces con un ámbito limitado (solamente un arroyo o río), pero la información es válida y estos estudios ayudan a entender mejor el sistema. No se ha utilizado información del periodo inmediatamente posterior al accidente minero (1998) de Aznalcóllar; aunque su plazo de validez no ha terminado, la situación ha cambiado mucho en los 6 años posteriores.

La figura 9 da una primera impresión sobre la disponibilidad de datos para las masas de agua en Doñana y su entorno. Se ve claramente que todavía faltan datos, y en consecuencia muchas masas estarán catalogadas como ‘en riesgo’. Diseñar y ejecutar un programa de medidas para todas estas masas sería caro, y quizás en algunos casos innecesario. Por ello es muy importante recopilar e incluir todos los datos existentes.

Incluso en las masas de agua dónde se encuentra un punto de muestro ICA, falta mucha información química. La cantidad de sustancias peligrosas debe ser medida al menos una vez, para asegurar que no están presentes en el agua. La parte más importante de los datos que faltan son datos biológicos (peces, macro invertebrados, algas y diatomeas). De los tóxicos solamente hay datos de algunos metales pesados; de otros tóxicos no hay. En relación con los datos químicos que están incluidos, hay que advertir de su falta de validez, ya que esta información se ha quedado antigua. Los datos químicos representan solamente el momento y lugar en el que se toma la muestra, y por ello tienen un alcance limitado. Los indicadores biológicos permiten conocer el estado del medio antes del momento de muestreo porque su desarrollo precisa de un cierto tiempo. Por eso debe prestarse más atención a los indicadores biológicos, tal y como la DMA estipula. Es indispensable, en conclusión, diseñar y ejecutar un programa de investigación para obtener periódicamente datos sólidos (§3.3).



Foto 7: Arroyo de la Rocina (masa de referencia)

Nº	Masas/ agregaciones de masas de agua	Datos biológicos				Datos hidromorfológicos			Datos (físico)químicos								
		Vegetación *	Peces *	Algas / diatomeas *	Macro-invertebrados *	Régimen hidrológico *	Continuidad	Morfología *	Transparencia *	Condición térmica	Oxígeno	Conductividad	Salinidad	Nutrientes *	Grado de acidez *	Tóxicos prioritarios	Otros tóxicos
1	Ayo. de la Rocina ☀	c	cf	-	-	c x	c±	c	a±	ca	ca	ca	c	ca	ca ±	ca ±	ca ±
2	Ayos. laterales y cabecera de La Rocina	c	c±	-	-	c±	c±	c	-	c±	c	c	c	c	c±	c±	c±
3	Ayo. de la Cañada	c	-	-	-	c±	c±	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Sotos Grande y Chico ☀	c d?	d?	d?	d?	cd	c±	c	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Ayo. Laguna Reyes	c d?	c± d?	d?	d?	c±	c±	c	-	c±	c	c	c	c	c±	c±	c±
6	Ayos. de Colmenar y Cárcaba ☀	c	-	-	-	c±	c±	c	-	c±	c	c	c	c	c±	c±	c±
7	Ayos. del Partido, Algarrobo y Parilla, ☀	c d	d?	d?	d?	c xd	c±	cd	as ±	ca s	ca s	ca s	c	ca	ca s	ca	ca
8	Ayo. de la Mayor ☀	c	-	-	-	c±	c±	c	-	c±	c	c	c	c	c±	c±	c±
9	Ayos. Portachuelo, Juncosilla, Sajón, Almirante ☀	c	-	-	-	c±	c±	c	-	c±	-	-	-	-	-	-	-
10	Ayo. Algarbe	c							-	c±	c	c	c	c	c±	c±	c±
11	Ayo. de Pilas	c	c±	-	±	c±	c±	c	-	c±	c	c	c	c	c±	c±	c±
12	Ayo. Alcarayón	c	-	-	-	c±	c±	c	-	c±	c	c	c	c	c±	c±	c±
13	Ayo. Majaberraque	c	c±	-	-	-	c±	c	-	c±	c	c	c	c	c±	c±	c±
14	Brazo de la Torre ☀	c d?	d?	d?	d?	c±	c±	c	a±	ca	ca	ca	c	ca	ca ±	ca ±	ca ±
15	Brazo del Este ☀	c	c±	-	-	c±	c±	c	-	c±	c	c	c	c	c±	c±	c±
16	Brazo de los Jerónimos	c	-	-	-	c±	c±	c	-	c±	c	c	c	c	c±	c±	c±
17	Río Guadiamar norte	g	g	g	g	g x	g	g	ga s	ga s	ga s	ga s	g	ga	ga s	ga	ga
18	Río Guadiamar sur ☀	g	g f	g	g	g	g	g	ga ±	ga	ga	ga	g	ga	ga	ga ±	ga ±

Figura 9: Datos disponibles (c/a/s/x/d/g/f/r: disponible, -/±: no disponible/parcialmente disponible)

\*: la figura 3 explica las características de cada grupo de datos;

☀: (en parte) área protegida

Fuente de los datos disponibles:

c = Camacho, 2001

a = ACI 2003 (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir)

s = SAICA (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir)

x = Red de aforos (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir)

d = Doñana 2005 (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir), d?= posiblemente hay datos

g = PICOVER (Consejería de Medio Ambiente; Oficina Técnica del Guadiamar)

f = Fernández-Delgado et al., 2000

## 2.4 Influencias humanas, impactos y presiones

Las influencias humanas, los impactos y presiones se extraen fácilmente del estudio de WWF/Adena (Camacho, 2001). El Guadiamar no está incluido en ese trabajo, y aunque se sabe mucho de este río

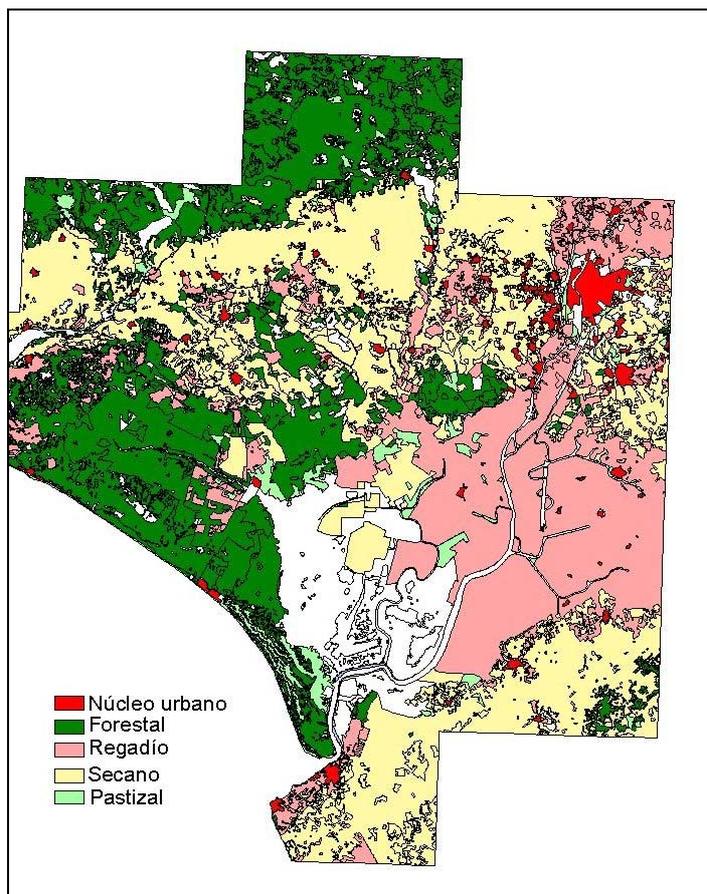
gracias al proyecto del Corredor Verde, son tantos los datos que en el plazo de ejecución del presente estudio no fue posible analizar estos elementos en profundidad.

#### 2.4.1 Causas: influencias humanas

El del Guadalquivir es un cauce con usos muy diversos, al igual que el área estudiada del Bajo Guadalquivir. Se describen aquí solamente los usos más importantes, resumidos en el mapa 4. La fuente de ingresos más relevante es la agricultura, a la que está destinada la mayor parte de la superficie del ámbito del estudio. Si bien algunos de estos cultivos tienen beneficios ambientales, como es el caso del arrozal que sirve de marisma de recambio para multitud de aves acuáticas, también es cierto que la agricultura puede tener efectos negativos: erosión del suelo, contaminación por pesticidas, etc. Estos problemas son especialmente llamativos en el caso del cultivo de fresón.

En general, el sistema hidrológico ha sido muy alterado en favor de la agricultura: embalses, drenajes, encauzamientos y entubamientos... son ejemplos de las adaptaciones realizadas para asegurar el riego a las explotaciones agrícolas, en una región mediterránea donde el agua es un recurso restringido.

En cuanto a los usos urbanos, aunque la población de la zona no es muy grande, su influencia en la calidad de las aguas es importante por las basuras y aguas residuales que producen; la depuración de aguas urbanas aún no está completamente resuelta en la zona.



*Mapa 4: Usos del suelo en el ámbito de estudio (forestal 28%; agricultura de regadío 22%; agricultura de secano 35%; pastizal 4%; otros 11%)*

## 2.4.2 Presiones

Hay cuatro grupos de presiones que, de ser significativos, pueden producir un impacto sobre el estado del agua y tener graves consecuencias sobre los ecosistemas de la zona. La calidad del agua está relacionada con fuentes de contaminación difusas (1) y puntuales (2). Fuentes puntuales son por ejemplo vertidos residuales; mientras que los residuos de pesticidas constituyen un ejemplo de una fuente difusa. La cantidad del agua está influida por extracciones y regulaciones (3). El último grupo de presiones lo constituyen las alteraciones morfológicas (4).

### *2.4.2.1 Fuentes difusas*

Agricultura y ganadería conforman las fuentes difusas más importantes en el ámbito del estudio (ver figura 14). Otras fuentes son las autovías, las gasolineras, las zonas mineras y los suelos contaminados.

#### Vertidos de la agricultura: fresón

En el oeste del entorno de Doñana domina el cultivo de fresón, que produce una presión más fuerte sobre el medio ambiente que otras formas de agricultura en la región: las fresas necesitan muchos pesticidas y fertilizantes y usan una considerable cantidad de agua –entre 4.000 y 5.000m<sup>3</sup> por hectárea y año- (Faraco, 2004).

#### Vertidos de la agricultura: arrozales

En el este del ámbito del estudio, donde el suelo es arcilloso, la antigua marisma se ha transformado en arrozales (Brazo del a Torre, Brazo del Este y Brazo de los Jerónimos). Aunque esta forma de agricultura es la que más se asemeja a las características del sistema natural original, y a pesar de los esfuerzos realizados en Producción Integrada, aún salen plaguicidas (insecticidas, herbicidas y fungicidas) de los arrozales que pueden comprometer la calidad de las aguas.

#### Explotaciones ganaderas

La ganadería intensiva produce gran cantidad de estiércol, que puede provocar una presión sobre la calidad del agua superficial. El sobrepastoreo es igualmente causa de la erosión de los suelos. La ganadería constituye una presión en casi todo el ámbito de estudio.



*Foto 8: Cañada Mayor, un río de arena*

#### 2.4.2.2 Fuentes puntuales

##### Vertidos urbanos

Aún quedan en el entorno de Doñana poblaciones sin depuración adecuada de sus aguas residuales (mapa 5). Por ello llegan a las aguas superficiales gran cantidad de nutrientes que pueden provocar la eutrofización de las masas y la falta de oxígeno.

##### Vertidos industriales

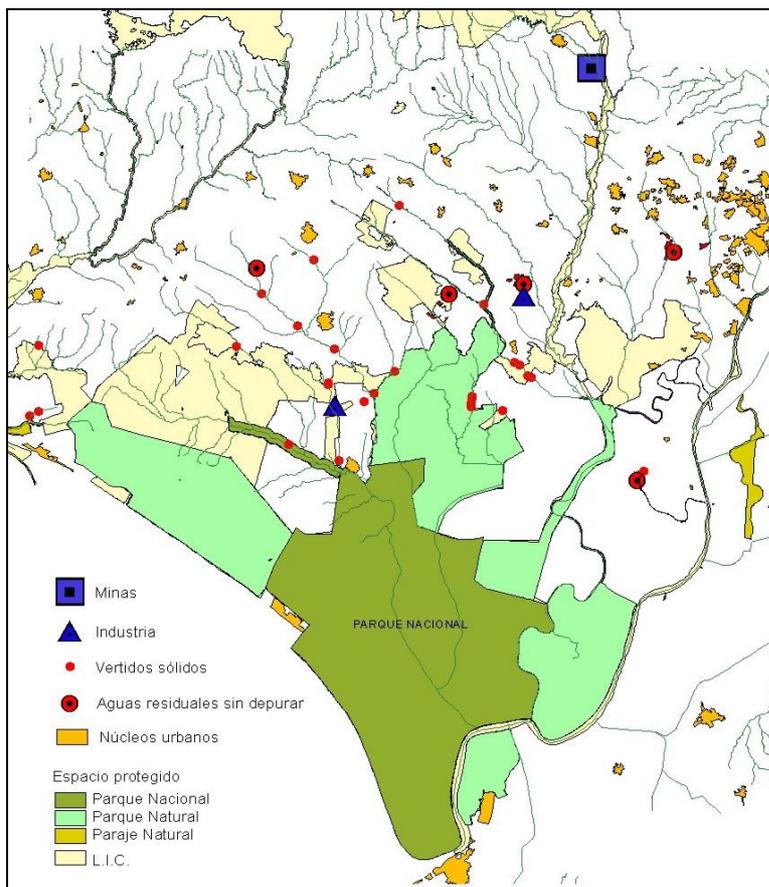
No hay muchos polígonos industriales grandes en el ámbito del estudio. Junto al arroyo de los Reyes el agua superficial recibe vertidos líquidos diversos. En Pilas, la industria relacionada con la aceituna produce aguas residuales enriquecidas en nutrientes.

##### Basura/ Vertidos sólidos/ vertederos

La basura existente en los arroyos y sus riberas, también es una forma de presión. Escombros, desperdicios domésticos, plásticos de la agricultura, etc. contaminan el entorno.

##### Minería

La minería existe en la región desde el tiempo de los romanos, por lo que aparecen metales pesados en el agua y en el suelo (zinc, cadmio, talio, plomo, cobalto, manganeso y níquel) (WWF/Adena, 2002). Los metales pesados constituyen una presión significativa (Arambarri *et al.*, 1996), agravada por el accidente minero en 1998. Los efectos de la rotura de la balsa todavía aún ejercen presión sobre el medio ambiente (Consejería de Medio Ambiente, 2004). Además de los metales, el agua que procede de escorrentías superficiales y lixiviados de la mina es ácida y esto modifica el pH de las aguas receptoras, influyendo en sus características físico-químicas.



Mapa 5: Fuentes puntuales de contaminación

### 2.4.2.3 Efectos de la modificación del caudal (extracción o regulación de la cantidad)

La carencia de agua es posiblemente la presión más importante del área, aunque los datos de aprovechamientos y extracciones de agua superficial y subterránea de la cuenca del Guadalquivir todavía no están totalmente disponibles en un mapa o GIS – se han indicado algunos pozos en el mapa 5-. La tabla 10 da una idea de la presión que supone el uso del agua en el conjunto de la cuenca.

Sector	Demanda (hm <sup>3</sup> / año)	Porcentaje (%)
Urbano- industrial	426	11,8
Industrial singular	76	2,1
Regadíos	2.874	79,7
Resguardo ante avenidas	57	1,6
Medioambiental	173	4,8
embalses	87	
cauces	21	
tapón salino	65	
<b>Total demanda bruta</b>	<b>3.606</b>	<b>100</b>
Retorno	405	
<b>Total demanda neta</b>	<b>3.201</b>	

Figura 10: Distribución sectorial de la demanda en la cuenca del Guadalquivir en el año 1992 (Plan Hidrológico del Guadalquivir (1994-1995))

La situación en el ámbito de estudio no difiere mucho de la general en la cuenca del Guadalquivir: la agricultura de regadío, principalmente los arrozales y el algodón, usa la mayor parte de los recursos. Solamente el 11% de las extracciones se devuelve al sistema.

### 2.4.2.4 Adaptaciones morfológicas

#### Encauzamiento / Ocupación del cauce original

Los cambios en el curso de una masa de agua suelen causar el estrechamiento del cauce, lo que acelera la velocidad de las aguas, provocando un aumento de la erosión tanto en profundidad como lateral. Esto afecta sobremanera a los hábitats acuáticos: el curso de agua se hace más profundo hasta que sólo contiene un tipo de hábitat, poco apto para la flora y la fauna, mientras las marismas situadas junto de la masa de agua se secan por falta de inundaciones.

#### Drenaje

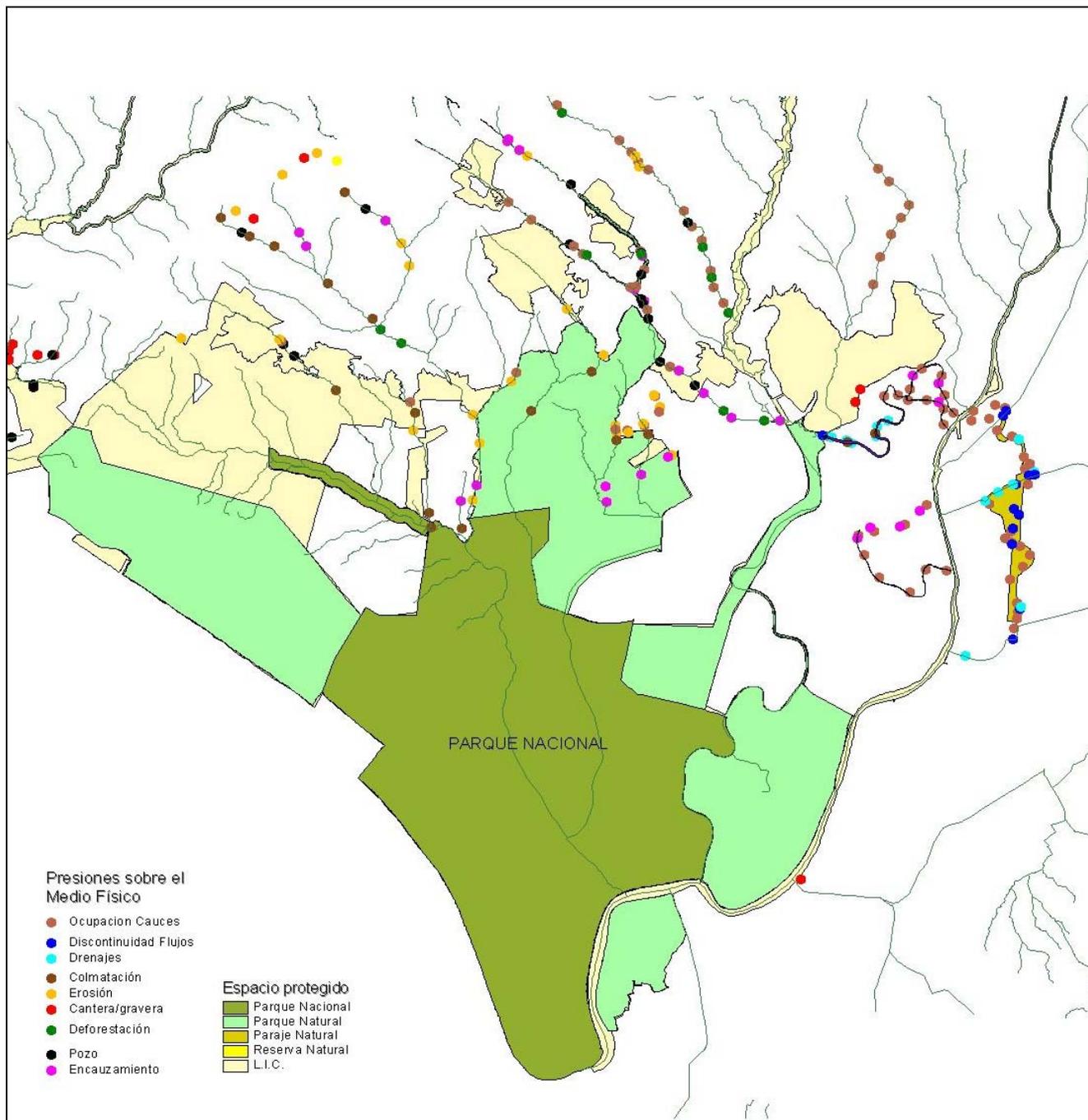
La excavación de acequias para drenar zonas inundables y hacerlas cultivables provoca la pérdida de agua de las masas de los alrededores. Como resultado, el nivel de los arroyos baja y la masa puede llegar a secarse temporalmente.

#### Discontinuidad de flujos

Los antiguos brazos del Guadalquivir ya no están conectados con el río en sí: no hay flujo de agua, sedimentos y seres vivos desde y hacia el cauce principal. La dinámica hidrológica está alterada por completo; la pérdida de corriente en estos brazos provoca un gran incremento de la sedimentación y finalmente el aterramiento de los cauces.

#### Malas prácticas agrícolas / deforestación

Cuando se ocupan las orillas de los arroyos para cultivos, al dejarse ese suelo en barbecho se erosiona con las lluvias y el viento. La deforestación de las márgenes de los cauces, la extracción o el acúmulo de arenas (canteras/graveras) causan los mismos efectos.



Mapa 6: Presiones morfológicas e impactos resultantes (erosión y colmatación)

### 2.4.3 Presiones significativas

El Manual del Ministerio de Medio Ambiente (2003) define los umbrales para identificar las presiones significativas procedentes de fuentes puntuales y difusas. En este estudio no podemos usar muchos de ellos porque se necesita información muy específica de la que no disponemos con los estudios a los que hemos tenido acceso. De un vertido industrial, por ejemplo, hay que saber si es biodegradable, persistente o con sustancias peligrosas; cada uno tiene su propio umbral. Los únicos datos que podemos utilizar son aquellos de las fuentes difusas en los que el umbral se refiere a la superficie que ocupa determinada afección o uso (como en el caso de agricultura de secano y de regadío), ya que ese tipo de información se puede deducir del GIS. No obstante, el Manual dice de estas presiones difusas: ‘... es difícil determinar un valor umbral que sea aplicable para todas las cuencas hidrográficas. El valor umbral ‘x’ se estudiará caso por caso a juicio de expertos.’ De todas formas, en el documento guía (CIS, 2003) en un ejemplo se dice que una ocupación de más del 40% sería una presión significativa. En la cuenca del Guadalquivir, la ocupación de la agricultura de regadío ya alcanza ese porcentaje (figura 11).

<b>Tipo de cultivo</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Porcentaje en la cuenca (%)</b>	<b>Porcentaje nacional (%)</b>
Cereales invierno	31.719	7,16	6,43
Cereales primavera, arroz	34.000	7,68	37,37
Cereales primavera, otros	35.087	7,92	9,61
Leguminosas grano	3.378	0,76	7,86
Patatas	15.460	3,49	11,40
Remolacha azucarera	21.927	4,95	16,29
Algodón	70.321	15,87	85,56
Oleaginosas	70.926	16,01	37,58
Tabaco y otros industriales	2.750	0,62	14,32
Cultivos forrajeros	23.014	5,20	5,99
Hortícolas aire libre	33.377	7,53	9,51
Hortícolas protegidas	11.641	2,63	16,43
Flores y ornamentales	543	0,12	10,65
Barbecho	15.213	3,43	8,32
HERBÁCEOS Y BARBECHO	396.356	83,37	14,44
Cítricos	17.182	3,88	6,49
Frutales	17.418	3,93	8,03
Frutos secos (almendro)	2.362	0,53	3,88
Viñedo	799	0,18	1,23
Olivar	35.907	8,11	76,74
LEÑOSOS	73.668	16,63	17,98
TOTAL CUENCA	443.024	100,00	13,84

*Figura 11: Estimación de la distribución de la superficie de regadío de la cuenca del Guadalquivir en 1990 por grupos de cultivos y superficie regada total (Elaboración propia a partir del Anuario de Estadística Agraria de 1990)*

Cabe concluir, por tanto, que con la información de la que disponemos en el estudio de Camacho no podemos determinar si las presiones en el ámbito de estudio son significativas o no.

### 2.4.4 Impactos

Hay tres grupos de impactos importantes que resultan de las presiones definidas: baja calidad del agua, falta de agua y erosión/sedimentación.

### *La calidad del agua*

La calidad del agua puede no alcanzar los objetivos por varias razones. Un elevado nivel de nutrientes influye sobre todo el sistema y a menudo provoca una falta de oxígeno. Los lodos cargados de nutrientes se pueden originar a partir de los vertidos de pueblos que no depuran sus aguas residuales, de los vertidos de la industria del aceite (alpechines), de la ganadería o de fertilizantes utilizados en la agricultura. Otros problemas de la calidad son los plaguicidas (agricultura) y los metales pesados (minería) y aguas residuales de industrias. Las basuras y otros vertidos sólidos pueden causar muchas formas de contaminación, en función de sus características. Por último las aguas dulces pueden sufrir cambios en la concentración de sales u otros compuestos disueltos, en general como resultado de las alteraciones en la cuenca debido al regadío.

### *Falta de agua*

La agricultura utiliza gran cantidad de agua para los regadíos (figura 10). Las extracciones de agua superficial y subterránea suponen una amenaza para el funcionamiento de los procesos ecológicos de la marisma y los arroyos mismos. Además, los pozos, los encauzamientos y la ocupación del cauce original, la discontinuidad de flujos y los drenajes son presiones que afectan gravemente al sistema hidrológico. La naturaleza que depende de estos recursos es vulnerable y ese tipo de cambios amenaza su supervivencia. Desgraciadamente, no es fácil cuantificar estos efectos; de la información de la red de aforos (niveles y caudales) no se puede concluir que haya falta de agua: se necesita una referencia de cómo funciona el sistema sin presiones, datos sobre el clima del año y datos sobre extracciones del agua. Además, los datos de la red aforos son recientes, no cuentan con una serie histórica suficientemente larga, y tienen muchas lagunas.

### *Erosión y sedimentación*

Las malas prácticas agrícolas y la deforestación pueden provocar la erosión de los márgenes de los arroyos. En el ámbito del estudio existen además graveras, de donde escapa mucha arena en tiempos secos y ventosos (mapa 5). El agua arrastra todos estos materiales hasta que los deposita en un lugar con menos corriente. Estos procesos influyen mucho el (micro)hábitat de flora y fauna.

## 2.4.5 Valoración de impactos

Con los datos disponibles, concluir que un impacto es *comprobado* depende de la concentración de algunas sustancias peligrosas (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn, fenoles) (figura 12). Solamente una masa “suspende” por este criterio: el río Guadiamar (figura 13; anexo 2).

De los cuatro criterios del Manual (§1.4.4), dos son aplicables con la información disponible. Existe entonces un impacto *probable* si:

- la calidad calculada con los índices biológicos es inferior a buena, esto quiere decir en este estudio que la valoración del estado de la vegetación según el sistema de Camacho es peor que 4 (buen estado);
- se observa una deficiencia de oxígeno disuelto, existencia de salinización o eutrofización.

Además de los umbrales que cubre el Manual, a la hora de establecer umbrales para valorar impactos usamos los valores de umbrales fisicoquímicos para la fauna ciprinícola según la directiva 78/659/CEE (figura 12). La CHG reconoce el entorno de Doñana como un área de interés para el mantenimiento de la ictiofauna bajo esta directiva (CHG, 2003). Las normas de esta directiva son indicativas para el estado ecológico: indican la calidad del agua en la cual determinados grupos de peces sensibles no pueden sobrevivir. No hay umbrales para todas las características que demanda la DMA (figura 3). Algunas características no tienen umbral: por ejemplo la conductividad y la alcalinidad dicen mucho del *carácter* de una masa de agua, pero no de si es malo o bueno. De otras características aún falta por definir el umbral. Los umbrales usados están descritos en figura 12.

Las presiones relacionadas con cantidad de agua y alteraciones morfológicas son más difíciles de cuantificar. Si estas presiones hidromorfológicas son significativas o no, se ve en los datos biológicos

de campo. Son necesarios, por tanto, estudios específicos para determinar el impacto de este tipo de presiones.

<b>Características (físico)químicas</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Umbral Manual 2003 DMA</b>	<b>Umbral 78/659/CEE peces</b>
Transparencia	Turbidez		< 25 mg/l materia en suspensión
Oxígeno	Concentración de O <sub>2</sub>	> 4 mg/l	> 4 mg/l
Salinidad	Cloro residual total	Conc.máx. 860 mg/l, Conc.med. 230 mg/l	< 0,005 mg/l HOCl
Condición térmica	Temperatura		Agua < 28 °C
Nutrientes	Conc. de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		< 1 mg/l
	Conc. de NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		< 0,03 mg/l
	Conc. de P-tot	<0,035 mg/l (lago/embalse)	< 0,4 mg/l
Grado de acidez	pH		6 – 9
Tóxicos	Arsénico	0,05 mg/l	
	Cadmio	0,005 mg/l (red nacional 0,001 mg/l)	
	Cobre	Depende de la alcalinidad; 0,005-0,120 mg/l	< 0,04 mg/l Cu
	Cromo	0,05 mg/l	
	Mercurio	0,001 mg/l	
	Níquel	Depende de la alcalinidad; 0,05-0,2 mg/l	
	Plomo	0,05 mg/l	
	Zinc	Depende de la alcalinidad; 0,03 - 0,5 mg/l	< 0,3 mg/l Zn

Figura 12: Umbrales fisicoquímicos para peces sensibles, usados en este estudio

La valoración del estado químico de las masas es provisional y va de 1 (malo) a 5 (muy bueno). Cuando una característica no cumple las normas de figura 12, la masa no puede estar en un estado bueno (valoración 3); cuando incumple más de una característica, el estado es peor (1 o 2). Para los datos de las masas, ver anexo 2.

El estado de las masas de agua se determina por el peor valor de su estado químico y ecológico. Por lo tanto, para que el estado de una masa de agua sea bueno debe cumplirse que tanto el estado ecológico como el químico sean buenos. Basta que uno de los dos no sea bueno para que exista riesgo de incumplir los objetivos de la DMA. En la figura 13 se recoge, a modo de conclusión, el estado final: el peor de los estados ecológicos y (físico)químicos.

No.	Masas (o agregaciones)	Estado ecológico	Estado (físico) químico	Estado final (provisional)
1	Arroyo de la Rocina (AR)	5(4)	4(5)	4(5)
2	Ayos. laterales y cabecera de la Rocina	1(3)	3(2)	1(2)
3	Ayo. de la Cañada	1(3)	3(4)	1(2)
4	Sotos Grande y Chico	2(3)	?	1 (faltan datos)
5	Ayo. Laguna Reyes	1	3(2)	1(2)
6	Ayos. de Colmenar y Cárcaba	1(3)	2(3)	1(2)
7	Ayos. del Partido, Algarrobo y Parilla	2(3)	1	1
8	Ayo. de la Mayor	3/4(5)	3	3
9	Portachuelo/ Juncosilla/ Sajón/ Almirante	2(1)	?	1 (faltan datos)
10	Ayo. Algarbe	3(2)	3(2)	3
11	Ayo. de Pilas	1/2/3/4	2(1)	1
12	Ayo. Alcarayón	1(2/4)	2	1
13	Ayo. Majaberraque	1(4)	2(1)	1
14	Brazo de la Torre	1(2)	1	1
15	Brazo del Este	2(1)	2	2
16	Brazo de los Jerónimos	1	2	1
17	Guadamar norte	2?	1	1
18	Guadamar sur	2?	1	1

Figura 13: Estado final, determinado en función de los estados ecológicos (Camacho, 2001) y (físico)químicos (anexo 2)

1: malo; 2: deficiente; 3: moderado; 4: bueno; 5: muy bueno

#### 2.4.6 Las masas: presiones, impactos y estado provisional

En la figura 14 se resumen presiones, impactos y estado de las masas (o agregaciones) en el ámbito de estudio. Para cada masa los estados de las características están recogidos en el anexo 2; los estados (malo, deficiente, moderado, bueno, muy bueno) son provisionales, ya que faltan muchos datos y otros no valen por su antigüedad.

Nº	Masas (o agregaciones)	Presiones										Impactos			Impacto Comprobado/ Probable/ No impacto/ no Datos	Estado				
		Vertidos de la Agricultura: fresas	Vertidos de la Agricultura: arrozales	Vertidos residuales	Industria	Basura/ Vertidos sólidos	Ganadería	Minería	Pozos/ regadíos: extracción de agua	Encanamiento/ ocupación cauce original	Drenajes	Discontinuidad de flujos	Malas prácticas agrícolas/ deforestación	Calidad del agua baja: nutrientes/ falta de oxígeno			Calidad del agua baja: pesticidas	Calidad del agua baja: metales pesados	Calidad del agua baja: salinidad	Falta de agua: pérdida de hábitat
1	Arroyo de la Rocina				X	X		?										?	N	Bueno/ Muv bueno
2	Ayos. laterales/ cabecera Ayo. de la Rocina	X			X			?			X		X					? X	P	Malo/ Deficiente
3	Arroyo de la Cañada	X			X	X		X	X									? X	P	Malo/ Deficiente
4	Soto Grande y Soto pequeño	X											X					?	D	Malo*
5	Arroyo Laguna Reyes	X		X	X	X			X				X					? X	P	Malo/ Deficiente
6	Arroyos del Colmenar y Cárcaba	X	X		X	X		X	X		X		X					? X	P	Malo/ Deficiente
7	Arroyos del Partido, Algarrobo y Parilla				X	X			X				X					? X	P	Malo
8	Arroyo de la Mayor			X		X					X		X					? X	N	Moderado
9	Portachuelo, Juncosilla, Sajón y Almirante	X			X	X		X					X	X				? X	D	Malo*
10	Arroyo Algarbe			X		X		X	X		X		X					?	P	Moderado
11	Arroyos de Pilas			X		X		X	X		X		X					? X	P	Malo
12	Arroyo Alcarayón			X	X			X	X		X		X		X		X	? X	P	Malo
13	Arroyo de Majaberraque			X		X		X			X		X		X		X	? X	P	Malo
14	Brazo de la Torre		X			X		X	X	X	X		X	X			X	? X	P	Malo
15	Brazo del Este		X			X		X	X	X			X	X			X	? X	P	Deficiente
16	Brazo de los Jerónimos		X	X				X	X				X	X			X	? X	P	Malo
17	Río Guadamar norte	X	X	X			X	?	?		X	X	X	X		X		?	C	Malo
18	Río Guadamar sur	X	X	?				X	X		X		X		X			?	C	Malo

Figura 14: Presiones, impactos y estados de las masas de agua (o agregaciones) del entorno de Doñana; X: presión o impacto presente, \*: malo por falta de datos

## 2.5 Masas en riesgo

Una masa está 'en riesgo' cuando es probable que no vaya a cumplir sus objetivos en el año 2015. Estos objetivos se fijan para cada tipo de masa en función de las características de una masa de referencia previamente determinada, una masa en muy buen estado.

Según el estudio de Camacho, en el entorno de Doñana solamente existe una referencia para un tipo, el tipo 5 (pequeños arroyos en zona de arenal). Buscar referencias en otras partes del país, en datos históricos o sobre la base de modelos no está al alcance de este estudio. Si bien habría que esperar a las referencias que determine el Estado, desde aquí se pretende dar una idea aproximada de si hay masas en riesgo o no.



*Foto 6: Brazo de la Torre*

Provisionalmente, es posible dar una idea del número de las masas en riesgo en el ámbito de este estudio. Según el Manual del Ministerio de Medio Ambiente (2003) (figura 5, §1.5), se deduce el riesgo (alto, medio o bajo) de la combinación de las presiones (significativa, no significativa o sin datos) y los impactos (seguro, probable, no impacto o sin datos). Como ya se ha comentado en el apartado 1.5, el método del Manual es discutible: según éste, cuando no hay datos, el riesgo de una masa es automáticamente menor que alto, aunque el Documento Guía dice que sin conocimiento del estado, el riesgo que sufre la masa es automáticamente alto. Además, según el manual del Ministerio cuando hay datos sobre los impactos, no hace falta conocer las presiones: el riesgo se puede definir sin esta información.

Para este estudio, todo esto quiere decir que podemos concluir el riesgo de las masas de agua del entorno de Doñana, a falta de la valoración de las presiones (figura 14). En conclusión, hay:

- 2 masas de agua sufriendo un riesgo alto (el río Guadiamar norte y sur),
- 12 masas de agua, o agregaciones, con un riesgo medio,
- 2 masas de agua que no están en riesgo (arroyo de la Rocina y arroyo de la Mayor),
- 2 agregaciones de masas sin conocimiento del riesgo, por la falta de datos (Portachuelo/ Juncosilla/ Sajón/ Almirante y Sotos grande y pequeño).

En necesario desarrollar un plan de medidas para las masas (o agregaciones) en riesgo alto, medio o desconocido, mientras que para todas las masas en general es preciso un plan de investigación y seguimiento.

### 3. Observaciones y recomendaciones

Durante la elaboración de este estudio surgieron algunas observaciones interesantes. Son pensamientos y recomendaciones para las Confederaciones Hidrográficas que van a hacer el informe sobre impactos y presiones. Consideramos que estas ideas pueden facilitar el difícil trabajo que estas administraciones tienen por delante.

#### **Recomendación 1: usar estudios piloto de otros países**

Aparte de los documentos guía (CIS 2002, 2003 y 2003a) y del manual (Ministerio de Medio Ambiente, 2003) es muy práctico leer los estudios piloto de España y de otros países (por ejemplo de España (Júcar): Fidalgo *et al.*, 2004; Dinamarca (Odense) Fyn County, 2003; Noruega (Suldal): Glover, 2004). Aunque la situación es diferente en cada país y ninguno de estos ejemplos contiene la fórmula ideal, muchos problemas de la implementación de la DMA son comunes a diferentes lugares.

#### **Recomendación 2 (§1.4.4): definir umbrales (físico)químicos y ecológicos**

Aún falta definir umbrales (físico)químicos y ecológicos para hacer el análisis de impactos y presiones adecuado. El Manual del Ministerio de Medio Ambiente dice, por ejemplo: “Como no existen criterios legales para la valoración del estado ecológico para el impacto comprobado, no puede realizarse”. Al mismo tiempo, también distingue: “buen estado = buen estado ecológico + buen estado químico”. Quedan por desarrollar criterios (legales) para definir el impacto comprobado partiendo de los elementos ecológicos. Sin estos, sencillamente, no se puede realizar el análisis.

#### **Recomendación 3 (§1.5): definir el riesgo de otra manera**

El esquema del Manual para definir masas en riesgo es discutible: no usa las presiones significativas como un aspecto distintivo para definir el riesgo (aunque el documento guía (2002) las considera “esenciales”), ni sigue la recomendación de este documento de que la falta de información conlleve un riesgo alto. Hay que revisar este esquema.

#### **Recomendación 4 (§2.2.1): usar una tipología en común**

La colaboración entre Confederaciones Hidrográficas es, sin duda, aconsejable. Esto es especialmente importante para la tipología de las aguas españolas: es necesaria *una* tipología en común. Sin una base uniforme, todas las cuencas repiten el trabajo de otras. Visto el plazo tan corto que queda, no es práctico. Además, la posterior sincronización de las cuencas, como indica la DMA, será más complicada sin una tipología común para España. La tipología de CEDEX puede servir como base.

#### **Recomendación 5 (§2.2.2): incluir ríos temporales**

En la experiencia piloto del Júcar, los ríos temporales quedan excluidos del estudio. De ser así, no se consideraría casi ningún río del entorno de Doñana y la protección de los parques sería muy incierta. Esto no se ajusta al espíritu de la Directiva Marco. Otros estudios también critican la filosofía del estudio piloto de Júcar respecto a este tema (Munné *et al.*, 2002).

#### **Recomendación 6 (§2.2.5): delimitar adecuadamente las masas**

La delimitación de las masas de agua es una decisión política. Aunque sea muy tentador definir masas o agregaciones grandes, es imprescindible recordar el objetivo de las masas: son la base para redactar un plan de medidas. Si las masas definidas son demasiado grandes, los resultados de las medidas no se pueden constatar y parece que no se hace nada para mejorar la situación.

#### **Recomendación 7 (§2.2.5): usar el nivel de las masas individuales**

Otros informes provisionales de cuencas piloto sobre el artículo 5 (Glover, 2004; Fyn county, 2003; Fidalgo, 2004) no describen las masas de forma tan detallada como se ha hecho aquí. Usan un sistema que define *regiones* de tipos, pero no llegan a analizar el nivel de las masas individuales. En vista de que las masas constituyen la base de la DMA, por ejemplo a la hora de ejecutar las medidas, este paso es muy importante.

**Recomendación 8 (§2.3): generar datos de investigación y seguimiento**

en este momento falta mucha información necesaria. Sin datos adecuados de todos los tóxicos ni de los grupos biológicos, no se puede atribuir mucho significado al estado provisional. Diseñar y establecer un programa de investigación que genere todos los datos necesarios es una prioridad. También se necesita un programa de seguimiento, para observar cómo los estados evolucionan en el tiempo y como respuesta a las medidas implementadas.

**Recomendación 9: cuidar el entorno de las áreas protegidas**

Una gran parte de Andalucía está declarada área protegida, de modo que recibe un trato especial bajo la DMA. De hecho, estas áreas no podrán sobrevivir sin un estado bueno de sus alrededores. La situación en el ámbito de estudio es alarmante: un área alrededor de un Parque Nacional tan protegido como Doñana debería tener un estado de conservación suficiente. La naturaleza, los animales, las plantas, no conocen lindes, entran y salen del parque continuamente. El estudio de Camacho propone ampliaciones del área protegida; para asegurar la supervivencia del parque, se necesita proteger su entorno también, ya sea con más áreas protegidas o con una mejor gestión del entorno.

**Recomendación 10: aprovechar la DMA**

La Directiva Marco del Agua pretende facilitar una manera diferente de gestionar las aguas de forma eficaz, con un conocimiento verdadero del sistema que se traduce en medidas efectivas. Cumplir los requerimientos mínimos de la Directiva solamente porque la UE lo demande, puede acabar en mucho trabajo con pocos resultados. Haciendo una buena implementación, la DMA puede ser la solución de la gestión del agua, hay que aprovecharla.



*Foto 9: Río Guadiamar (tramo sur)*

## 4. Conclusiones y propuestas

### 4.1 Conclusiones de este estudio

El estudio de Camacho ha demostrado ser de utilidad para el informe de impactos y presiones de la DMA. Distingue tanto presiones como impactos y usa cinco niveles para evaluar el estado de las masas. Aunque describe las presiones existentes, no podemos cuantificarlas conforme al Manual del Ministerio de Medio Ambiente con la información de este estudio. Por otra parte, el estudio realiza un buen análisis cualitativo de los impactos y contiene además mapas en GIS que sirven para visualizar la situación, como la DMA dicta. No obstante, solamente se estudia la vegetación en detalle. Aunque también analiza la calidad del agua, estos datos no sirven por su antigüedad. Como la falta de datos es un problema destacado para el análisis de impactos y presiones, el estudio de Camacho aporta bastante.

La conclusión sobre el estado de los ríos del entorno de Doñana es **que no hay ninguna masa de agua que tenga todos los datos disponibles, de modo que, en sentido estricto, todas las masas están en riesgo de no alcanzar los objetivos**. Si no se considera el hecho de que faltan datos, alrededor del 90% de las masas no están en un estado *aceptable* bajo la DMA, y están *en riesgo* de no cumplir sus objetivos en 2015. En vista de que hablamos de una región que en gran parte está protegida, esta conclusión es alarmante.

Las observaciones sobre los problemas que pueden aparecer durante el análisis de impactos y presiones están descritas en el capítulo 3.

#### 4.1.1 Lagunas de este estudio

Este estudio no ha considerado otras regiones de la cuenca del Guadalquivir. Tampoco se han considerado otros tipos de aguas superficiales aparte de los ríos (humedales, lagos, aguas costeras y transitorias) ni las aguas subterráneas, un grupo de aguas muy distintas.

Los humedales que forman parte de los parques, pertenecen a la DMA también. Habría, por tanto, que realizar todos los pasos de este informe (figura 1) para las marismas y los humedales de igual manera. Existen dos estudios que tienen mucha información que podría servir para este trabajo: 'EON 2000+' y el 'Plan Andaluz de Humedales' (Consejería de Medio Ambiente, 2003). La Universidad Autónoma de Madrid estudia ya desde hace tiempo estos sistemas (grupo de Carlos Montes) y cuenta igualmente con gran cantidad de información.

Respecto a los lagos, en Doñana solamente hay tres mayores de 0,5 km<sup>2</sup>: Santa Olalla, Dulce y, en la margen izquierda del Guadalquivir, Tarelo. La Universidad de Sevilla tiene mucha información sobre estas lagunas (grupo de Julia Toja; por ejemplo Lopez *et al.*, 1991 y Serrano *et al.*, 2004). Dado que la DMA incluye *todas las aguas*, los "lagos" pequeños también tienen que estar incluidos. Entonces, además de estos tres lagos hay que incluir los lucios, sea como parte de la laguna o individuales. En el estudio piloto del Suldal (Glover, 2004), de los lagos más pequeños se han descrito solo aquéllos que tienen una importancia medioambiental. En el caso de Doñana, se puede considerar también este procedimiento.

Hay que considerar las aguas costeras en un área más amplia que en este estudio.

Las aguas subterráneas tampoco están incluidas en este estudio. La DMA tiene reglas muy distintas para este grupo de aguas y para las superficiales. Las subterráneas, por ejemplo, tienen que cumplir los buenos estados químico y cuantitativo, pero se considera que el buen estado ecológico no tiene relación con aguas subterráneas. Para el estudio de las aguas subterráneas existen dos artículos muy útiles: Manzano, *et al.*, 2004 y Manzano y Custodio, 2004.

## 4.2 El análisis de impactos y presiones

El análisis de impactos y presiones debería terminar en Diciembre 2004. Este estudio concluye que todavía queda mucho y posiblemente demasiado por hacer para tener el análisis completo:

- diseñar y poner a disposición una tipología uniforme adecuada;
- establecer condiciones de referencia y objetivos para los tipos definidos;
- definir normas/umbrales/ indicadores para las características que aún no los tienen;
- aclarar los temas confusos que todavía necesitan una estrategia en común a escala estatal;
- diseñar un formato uniforme para el informe;
- ejecutar un programa de investigación para obtener más datos regularmente, especialmente datos biológicos. Sería mejor no esperar hasta el año 2006 (§4.4) y empezar ahora, para saber cuáles son los estados verdaderos de las masas. Anticipándose, se pueden evitar costes adicionales.

Además, durante el proceso de análisis de los impactos y presiones se deberían de discutir los temas complicados y sensibles.

## 4.3 El informe para la Comisión Europea

El informe para la Comisión Europea (CE) se tendrá que presentar el 22 de marzo de 2005. Será un resumen del análisis y debe contener:

1. resumen de los las características relevantes del cauce (mapa de la región, masas de aguas considerables, áreas protegidas, mapa de usos del suelo de la región)
2. resumen de los métodos usados y de las estimaciones (datos usados, valores límites, medios, etc.)
3. conexión con otros informes y cuencas
4. mapa de las masas de agua ‘en riesgo’ de no alcanzar los objetivos
5. mapa o tabla de cada presión general, dónde es significativa (incluidas las incertidumbres)

El estudio de Camacho contiene mapas en un GIS adecuado. En este sentido consideramos que los mapas a que se refiere el punto quinto ya están realizados para los ríos del entorno de Doñana.

## 4.4 La DMA a partir de 2004

El estudio de impactos y presiones sirve como *input* para las fases posteriores de la implementación de la DMA:

- Programa de investigación (2006) – en la figura 3 se incluyen los datos necesarios. Con un mayor conocimiento ecológico de las masas, posiblemente se puedan minimizar los esfuerzos de muestreo. De todas formas, hay que ejecutar un buen programa de investigación y seguimiento, conforme al documento guía CIS (2003a). Hay cuatro tipos de muestreo; los dos más importantes son: muestrear para seguir el desarrollo de las aguas en estado bueno (cada 6 años) (no-deterioro), y para seguir los resultados del plan de medidas para las aguas en estados peores (cada 3 años). Además, las áreas protegidas exigen un plan de muestreo más intensivo, y, por último, se puede desarrollar un programa de investigación cuando no se sepa por qué una masa de agua está en un estado insuficiente.
- Programa de medidas (2009) - Camacho hace propuestas para reducir muchos de los impactos que ocurren en el ámbito del estudio. El plan de medidas se desarrolla a nivel de la cuenca y a nivel de las masas, dependiendo del tipo de presión e impacto.

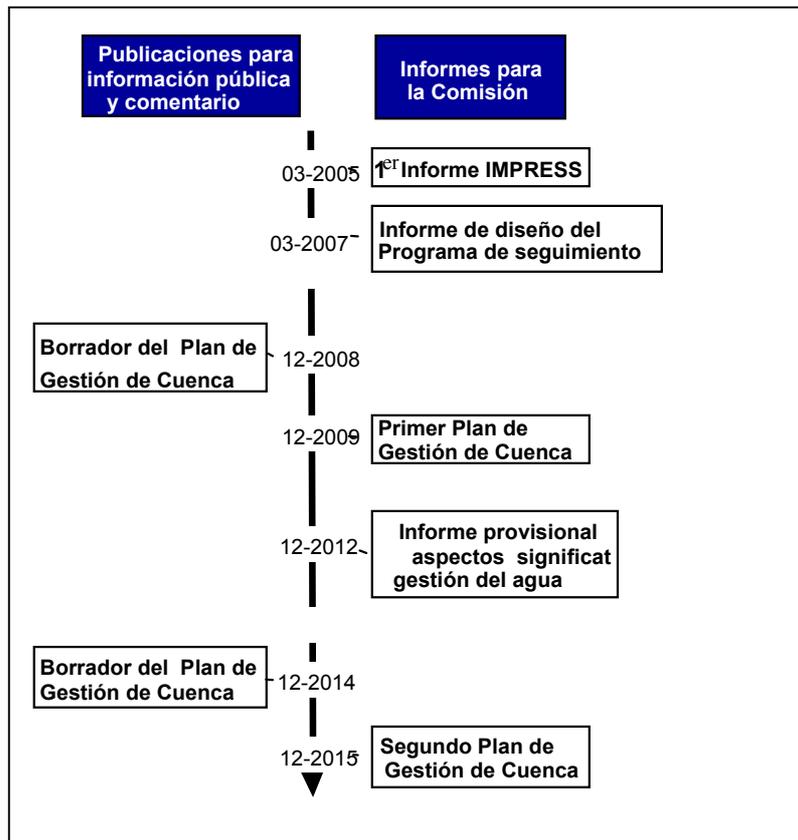


Figura 14: Pasos de la DMA a partir del análisis de impactos y presiones (CIS, 2002)

A la vista de los resultados obtenidos cabe concluir que el esfuerzo a realizar en los próximos años para poder cumplir con la Directiva Marco del Agua será importante. Ese esfuerzo deberá apoyarse y reflejarse igualmente en la obtención y seguimiento de datos fiables de los que actualmente se carece. Este esfuerzo inicial, sin embargo, se verá recompensado por una mayor facilidad de gestión de las masas de agua y, a la larga, por una mejora en la calidad de nuestros ríos y humedales.

## Bibliografía y referencias

1. Arambarri, P., F. Cabrera y R. González-Quesada, 1996. Quality evaluation of the surface waters entering the Doñana NP (SW Spain). *Science of the total environment* 191 (1996) 185-196
2. Cabrera, F., M. Soldevilla, F. Osta y P. Arambarri, 1986. Interacción de Cobre y alpechines. *Limnética* 2:311-316 (1986)
3. Camacho, J., 2001. Estado de conservación de los ríos y riberas del entorno de Doñana. WWF/Adena
4. Common implementation strategy for the Water Framework Directive (CIS), 2002. Guidance for the analyses of pressures and impacts in accordance with the Water Framework Directive
5. Common implementation strategy for the Water Framework Directive (CIS), 2003. Identification of water bodies. Horizontal guidance document on the application of the term 'water body' in the context of the WFD
6. Common implementation strategy in the context of the Water Framework Directive (CIS), 2003a. Guidance on monitoring for the Water framework Directive, working group 2.7 monitoring
7. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 2003. Explotación de la red integral de calidad de aguas; informe anual 2003
8. Consejería de Medio Ambiente, 2003. Plan Andaluz de Humedales. Junta de Andalucía
9. Consejería de Medio Ambiente, 2003. Jornada sobre la restauración del río Guadiamar después del vertido minero de Aznalcóllar. Resúmenes de ponencias y conclusiones. Sevilla, 21-23 de Abril de 2003. Junta de Andalucía
10. Consejería de Medio Ambiente, 2003. Medio Ambiente en Andalucía; informe 2003.
11. Consejería de Medio Ambiente, 2004. Calidad ambiental en el río Guadiamar, informe 2003: situación de la calidad ambiental en el corredor verde del Guadiamar a partir del seguimiento del medio físico y seres vivos. Oficina Técnica del Guadiamar, Sevilla
12. Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council of 23 October 2000, establishing a framework for community action in the field of water policy (original text of the Water Framework Directive)
13. Faraco Torres, A.L., 2004. Estudio sobre el cultivo del fresón en el ámbito de Doñana. WWF/Adena, Madrid
14. Fernández-Delgado, C., P. Drake, A.M. Arias y D. García-González, 2000. Peces de Doñana y su entorno. Ministerio de Medio Ambiente, organismo autónomo parques nacionales, Madrid
15. Fidalgo, A., J. Fullana, M.A. Pérez y A.M. Pujante, 2004. Júcar pilot river basin; provisional Article 5 report pursuant to the Water Framework Directive. Oficina de Planificación Hidrológica, Confederación Hidrográfica de Júcar, Valencia
16. Fyn County, 2003. Odense Pilot River Basin - provisional article 5 report pursuant to the Water Framework Directive. Denmark
17. Glover, B., 2004. Suldal Pilot River Basin, Norway; Provisional Article 5 report pursuant to the Water Framework Directive
18. Lopez, T., J. Toja y N.A. Gabellone, 1991. Limnological comparison of two peridunar ponds in the Doñana National Park (Spain). *Arch. Hydrobiol.* 120 3:357-378; Stuttgart, Januar 1991
19. Manzano, M., E. Custodio, C. Media Villa y C. Montes, 2004. Effects of localised intensive aquifer exploitation on the Doñana wetlands (SW Spain)
20. Manzano, M. y E. Custodio, 2004. Ground water baseline chemistry in the Doñana aquifer (SW Spain) and geochemical controls. 4ª Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica; Figueira da Foz 2004
21. Ministerio de Medio Ambiente, 2001. Doñana 2005; un proyecto para la regeneración de Doñana, Sevilla
22. Ministerio de Medio Ambiente, 2000. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Series monográficas. Secretaría General de Medio Ambiente. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid
23. Ministerio de Medio Ambiente, 2003. Manual para el análisis de impactos y presiones relacionado con la contaminación de las masas de agua superficiales

24. Munné Torres, A. y N. Prat Fornells, 2002. Desarrollo de herramientas de análisis y tipificación ecológica de los sistemas fluviales en las cuencas internas de Cataluña. III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua; La Directiva Marco del Agua: realidades y futuros, Sevilla, 13-17 de Noviembre de 2002
25. Serrano, L., M. Reina, A. Arechederra, M.A. Casco y J. Toja, 2004. Limnological description of the lagoon of Tarelo (SW Spain). *Limnetica* 2004 23:1-10
26. Vidal abarca, M.R., M.L. Suarez y Ramirez Diaz, 1992. Ecology of semiarid streams. *Limnetica* 1992 8:151-160
27. WWF/Adena, 2002. Minería en Doñana; lecciones aprendidas. Madrid

Páginas de Internet consultadas:

[www.chguadalquivir.es](http://www.chguadalquivir.es)

[www.juntadeandalucia.es](http://www.juntadeandalucia.es)

[www.ebd.csic.es](http://www.ebd.csic.es)

[www.mma.es](http://www.mma.es)

## Anexo 1 Definiciones

<u>Fuerza controladora:</u>	Sectores de actividades que pueden producir presiones
<u>Presión:</u>	Actividad humana que incide sobre el estado de las aguas (agricultura, industria,...)
<u>Presión significativa:</u>	Actividad humana que incide sobre el estado de las aguas y causa un impacto que provoca que no se alcance un objetivo
<u>Impacto:</u>	El efecto ambiental de una presión (mortalidad de peces, alteración del ecosistema)
<u>Estado:</u>	La condición de una masa de agua resultante de factores naturales y antropogénicos (características químicas, físicas, biológicas)
<u>Masa en riesgo:</u>	Masa de agua que no va a cumplir con los objetivos de la DMA dentro el primer periodo (2000 – 2015)

## Abreviaturas

ACI:	Red Integral de Calidad de las Aguas
CE:	Comisión Europea
CHG:	Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
CIS:	Common Implementation Strategy (Estrategia de Implementación Comunitaria)
DMA:	Directiva Marco del Agua
EM:	Estado miembro
GIS:	Geographic Information System (Sistema de Información Geográfica)
HMWB:	Heavily Modified Water Body (Masa de agua muy alterada)
UE:	Unión Europea
LIC:	Lugar de Importancia Comunitaria
LC:	Concentración bajo el límite detectable
NCA:	Norma de Calidad Ambiental
OCA:	Objetivo de Calidad Ambiental
PICOVER:	Plan de Investigación del Corredor Verde del Guadiamar
SAICA:	Sistema Automático de Información de la Calidad de las Aguas
SAIH:	Sistema Automático de Información Hidrológica
WWF:	Fondo Mundial para la Naturaleza

## Anexo 2 Datos sobre las masas de agua del entorno de Doñana

Valoración de los datos según los umbrales de figura 11

☉ Valoración positiva

†: Valoración negativa

\* para las características descritas en la figura 3

<b>Arroyo de la Rocina</b>			
Cuenca de 400 km <sup>2</sup> , longitud 36,6 km, anchura 200-400 m, desnivel 115 m, arroyo temporal. Parte del parque Nacional de Doñana			
Punto de muestreo WWF/Adena 2001 (La Rocina sur), punto de la red ACI (El Rocío) punto de referencia			
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>		<b>Valoración</b>
Vegetación * (1: malo - 5: bueno)	5 (4)		☉
Peces * (1: malo - 5: bueno) @	4		☉
Algas / diatomeas *	-		-
Macro-invertebrados *	- (Cangrejo rojo)		-
Transparencia * mat. en suspensión mg/l	23,5 - 146,00		†
Condición térmica °C	22 (12:30 h)	ACI2003 11-27	☉
Oxígeno mg/l	O <sub>2</sub> 4,8		☉
Conductividad dS/m	0,44	ACI2003 0,27.0,62	-
Salinidad ppm	Cl <sup>-</sup> 82		☉
Nutrientes * mg/l ppm	NO <sub>2</sub> 0,0 ☉ PO <sub>4</sub> 0,02 ☉	ACI2003 NO <sub>2</sub> 0,04-0,23† NH <sub>4</sub> 0,06-0,30 ☉	☉/†
Grado de acidez *	pH 7,35	ACI2003 7,16 -7,45	☉
Sustancias peligrosas mg/l	WWF/Adena 2001 As 0,00 Cd 0,00 Cu 0,00 Cr 0,00 Ni 0,00 Pb 0,00 Zn 0,04	ACI 2003 As <LC - 0,009 Cd <LC - 0,001 Cu <LC Cr <LC Ni <LC Pb <LC Zn <LC Hg <LC Fenoles <LC	☉
Otros tóxicos mg/l	Al 0,31 B 0,0 Co 0,00 Fe 3,26 K 6,2 Mg 10,7 Mn 0,50	CN <LC - 0,01  Fe 1,3 - 6,5  Mn 0,07 - 1,07	-

@: según el estudio de Fernandez-Delgado (2001), se encuentran varias especies de peces en el arroyo de la Rocina 'en peligro de extinción' en Doñana y su entorno

<b>Arroyos laterales y en el curso alto del arroyo de la Rocina</b>		
Parte de la cuenca de la Rocina, arroyos temporales y pequeños (2° y 3° grado)		
Punto de muestreo WWF/Adena 2001 (Villarejo)		
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>
Vegetación * (1: malo - 5: bueno)	1(2)	†
Peces *	-	-
Algas / diatomeas *	-	-
Macro-invertebrados *	-	-
Condición térmica °C	25,0 (16:25 horas)	☺
Oxígeno mg/l	O <sub>2</sub> 2,5	†
Conductividad dS/m	0,55	-
Salinidad ppm	Cl <sup>-</sup> 116	☺
Nutrientes * mg/l	NO <sub>2</sub> 0,0	☺
ppm	PO <sub>4</sub> 0,0	
Grado de acidez *	pH 7,3	☺
Sustancias peligrosas mg/l	As 0,01 Cd 0,00 Cu 0,00 Cr 0,00 Ni 0,00 Pb 0,00 Zn 0,03	☺
Otros tóxicos mg/l	Al 0,38 B 0,0 Co 0,00 Fe 2,42 K 5,8 Mg 12,0 Mn 0,01	-

<b>Arroyos de la Cañada, Vaqueriza y Avispero</b>		
Parte de la cuenca de la Rocina, un arroyo temporal con longitud de 26,2 km		
Punto de muestreo WWF/Adena 2001 (Vaqueriza)		
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>
Vegetación * (1: malo -5: bueno )	1(3)	†/☺
Peces *	-	-
Algas / diatomeas *	-	-
Macro-invertebrados *	-	-
Transparencia *	-	-
Condición térmica °C	21,1 (18:00 horas)	☺
Oxígeno mg/l	O <sub>2</sub> 5,6	☺
Conductividad dS/m	0,76	-
Salinidad ppm	Cl <sup>-</sup> 72	☺
Nutrientes * mg/l	NO <sub>2</sub> 0,0	☺
ppm	PO <sub>4</sub> 0,0	
Grado de acidez *	pH 7,2	☺
Tóxicos mg/l	Lixiviados agrícolas	†

<b>Soto Grande y Soto Pequeño</b>		
Longitud 3,7 y 5,9 km, anchura 200-400 m, desnivel 115 m, arroyos temporales parte del proyecto Doñana 2005		
<i>NO punto de muestreo</i>		
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>
Vegetación * (1: malo - 5: bueno)	2(3)	†
Peces *	-	-
Algas / diatomeas *	-	-
Macro-invertebrados *	- ( <i>Cangrejo rojo</i> )	-
Transparencia *	-	-
Condición térmica °C	-	-
Oxígeno mg/l	-	-
Conductividad dS/m	-	-
Salinidad ppm	-	-
Nutrientes * mg/l	-	-
Grado de acidez *	-	-
Tóxicos mg/l	<i>Lixiviados agrícolas</i>	†

<b>Arroyo de la laguna los Reyes</b>		
Parte de al cuenca de la Rocina, arroyo temporal, longitud 14,0 km Parte del proyecto Doñana 2005		
<i>Punto de muestreo WWF/Adena 2001 (Laguna de Reyes)</i>		
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>
Vegetación * (1: malo - 5: bueno)	1(2)	†
Peces *	-	-
Algas / diatomeas *	-	-
Macro-invertebrados *	-	-
Transparencia *	-	-
Condición térmica °C	19,5 °C (12:10 h)	☺
Oxígeno mg/l	O <sub>2</sub> 3,4	†
Conductividad dS/m	0,33	-
Salinidad ppm	Cl <sup>-</sup> 50	☺
Nutrientes * mg/l ppm	NO <sub>2</sub> 0,08† PO <sub>4</sub> 0,18	†
Grado de acidez *	pH 7,5	☺
Sustancias peligrosas mg/l	As 0,02 Cd 0,00 Cu 0,00 Cr 0,00 Ni 0,05 Pb 0,00 Zn 0,03	☺
Otros tóxicos mg/l	Al 0,00 B 0,00 Co 0,00 Fe 0,50 K 6,3 Mg 5,7 Mn 0,01	-

<b>Arroyos Calancha, Colmenar y Cárcaba</b>		
Cuenca de 308 km <sup>2</sup> , longitud 34,6 km, desnivel 137 m, arroyos temporales		
<i>Dos puntos de muestreo WWF/Adena 2001 (Colmerar y Cárcaba)</i>		
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>
Vegetación *	1	†
Peces *	-	-
Algas / diatomeas *	-	-
Macro-invertebrados *	-	-
Transparencia *	-	-
Condición térmica °C	23 (18:50 h)	☺
Oxígeno mg/l	O <sub>2</sub> 0,7-2,7	†
Conductividad dS/m	1,5	-
Salinidad ppm	Cl <sup>-</sup> 180	☺
Nutrientes * mg/l	NO <sub>2</sub> 0,0	☺
ppm	PO <sub>4</sub> 2,5-5,3	
Grado de acidez *	pH 8,3	☺
Sustancias peligrosas mg/l	As 0,02 Cd 0,00 Cu 0,00-0,01 Cr 0,00 Ni 0,00 Pb 0,00 Zn 0,03-0,06	☺
Otros tóxicos mg/l	Al 0,00-0,08 B 0,6-0,9 Co 0,00 Fe 0,10 K 20,7-30,7 Mg 33,9-63,9 Mn 0,10-0,17	-

<b>Arroyos Partido, Parilla, Zumajo y Algarrobo</b>		
Cuenca de 308 km <sup>2</sup> , longitud 80,9 km, desnivel 137 km, arroyos temporales		
<i>Punto de muestreo WWF/Adena 2001 (arroyo del Partido), punto de las redes ACI y SAICA (El Rocío)</i>		
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>
Vegetación * (1:malo - 5: bueno)	2(3)	†
Peces *	-	-
Algas / diatomeas *	-	-
Macro-invertebrados *	-	-
Transparencia * suspensión mg/l	ACI2003 7 - 410	†
Condición térmica °C	21,3 (11:50 horas)	ACI2003 13,7-35,3 SAICA2004 8- 29
Oxígeno mg/l	O <sub>2</sub> 10,4	ACI2003 7,9-13,4 SAICA2004 4-10
Conductividad dS/m	1,5	ACI2003 0,6-1,6 SAICA2004 0,4-1,4
Salinidad ppm	Cl <sup>-</sup> 165	☺
Nutrientes mg/l	NO <sub>2</sub> 0,21†	ACI2003
ppm	PO <sub>4</sub> 2,12	NO <sub>2</sub> 0,3-17,3† NH <sub>4</sub> 0,23-7,33†
Grado de acidez	pH 8,3	ACI2003 7,4-9,0 SAICA2004 8

<b>Arroyos Partido, Parilla, Zumajo y Algarrobo (continuación)</b>			
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>		<b>Valoración</b>
Sustancias peligrosas mg/l	WWF/Adena 2001 <i>As 0,03</i> <i>Cd 0,00</i> <i>Cu 0,00</i> <i>Cr 0,00</i> <i>Ni 0,00</i> <i>Pb 0,00</i> <i>Zn 0,03</i>	ACI2003 <i>As &lt;LC - 0,015</i> <i>Cd &lt;LC</i> <i>Cu &lt;LC-0,03</i> <i>Cr &lt;LC</i> <i>Ni &lt;LC</i> <i>Pb &lt;LC</i> <i>Zn &lt;LC</i> <i>Hg &lt;LC- 0,000</i> <i>Fenoles &lt;LC</i>	☺
Otros tóxicos mg/l	WWF/Adena 2001 <i>Al 0,07</i> <i>B 0,4</i> <i>Co 0,00</i> <i>Fe 0,14</i> <i>K 21,6</i> <i>Mg 48,0</i> <i>Mn 0,29</i>	ACI2003 <i>CN 0,01 - 0,02</i>  <i>Fe 0,1 - 0,6</i>  <i>Mn 0,04 - 0,27</i>	-

<b>Arroyo de la Mayor</b>			
Cuenca de 79 km <sup>2</sup> ., longitud 30,4 km, desnivel 125 m, arroyo temporal			
Punto de muestreo WWF/Adena 2001 (arroyo la Mayor)			
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>		<b>Valoración</b>
Vegetación * (1: malo - 5: bueno)	3(5)		+/-
Peces *	-		-
Algas / diatomeas *	-		-
Macro-invertebrados *	-		-
Transparencia *	-		-
Condición térmica °C	19,4 (11:25 horas)		☺
Oxígeno mg/l	O <sub>2</sub> +/- 4		☺
Conductividad dS/m	1,4		-
Salinidad ppm	Cl <sup>-</sup> 206		☺
Nutrientes * mg/l ppm	NO <sub>2</sub> 0,27 <sup>†</sup> PO <sub>4</sub> 1,29		†
Grado de acidez *	pH 7,6		☺
Sustancias peligrosas mg/l	<i>As 0,03</i> <i>Cd 0,00</i> <i>Cu 0,00</i> <i>Cr 0,00</i> <i>Ni 0,00</i> <i>Pb 0,00</i> <i>Zn 0,04</i>		☺
Otros tóxicos mg/l	<i>Al 0,06</i> <i>B 0,1</i> <i>Co 0,00</i> <i>Fe 0,05</i> <i>K 10,6</i> <i>Mg 17,2</i> <i>Mn 0,01</i>		-

<b>Arroyos Portachuelo, de la Concha, Salón y Almirante</b>		
Cuenca de 60 km <sup>2</sup> , longitud de arroyos 4-10 km, desnivel 15-42 m, arroyos temporales, parte del Parque Nacional de Doñana		
<i>SIN punto de muestreo</i>		
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>
Vegetación * (1: malo - 5: bueno)	2(1)	†
Peces *	-	-
Algas / diatomeas *	-	-
Macro-invertebrados *	-	-
Transparencia *	-	-
Condición térmico	-	-
Oxígeno	-	-
Conductividad	-	-
Salinidad	-	-
Nutrientes *	-	-
Grado de acidez *	-	-
Tóxicos	-	-

<b>Arroyo Algarbe</b>		
Parte de la cuenca de Pilas, arroyo permanente, longitud 13,95 km, desnivel 112 m		
<i>Dos puntos de muestreo WWF/Adena 2001 (Algarbe sur, Algarbe norte)</i>		
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>
Vegetación * (1: malo - 5: bueno)	3(2)	†
Peces *	-	-
Algas / diatomeas *	-	-
Macro-invertebrados *	-	-
Transparencia *	-	-
Condición térmica °C	15,9 - 17,3 (20:40 -20:50 horas)	⊙
Oxígeno mg/l	O <sub>2</sub> 0,55 - 9,62	†
Conductividad dS/m	1,58-1,78	-
Salinidad ppm	Cl 227,7-274,5	⊙
Nutrientes * mg/l	NO <sub>2</sub> 0,04 - 1,33†	†
ppm	PO <sub>4</sub> 0,00 - 1,68	
Grado de acidez *	pH 8	⊙
Sustancias peligrosas mg/l	As 0,01 Cd 0,00 Cu 0,00 Cr 0,00 Ni 0,00 Pb 0,00 Zn 0,02-0,04	⊙
Otros tóxicos mg/l	Al 0,01 B 0,1-0,3 Co 0,00 Fe 0,07- 0,10 K 4,9 - 21,8 Mg 50,9 - 81,8 Mn 0,10	-

<b>Arroyo de Pilas</b>		
Cuenca de 163 km <sup>2</sup> , longitud 35,9 km, desnivel 140 m, arroyo permanente		
Cuatro puntos de muestreo WWF/Adena 2001 (Pilas norte, Pilas medio, Pilas sur, Pilas sur después de vertido)		
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>
Vegetación * (1:malo - 5: bueno)	1(4)	†
Peces *	-	†
Algas / diatomeas *	-	-
Macro-invertebrados *	-	-
Transparencia *	-	-
Condición térmica °C	15,4 - 18,4 (21:20 -10:35 horas)	☺
Oxígeno mg/l	O <sub>2</sub> 9,6 - 3,6	☺ +/-
Conductividad dS/m	1,6 - 2,0	-
Salinidad ppm	Cl <sup>-</sup> 236 - 286	+/-
Nutrientes * mg/l ppm	NO <sub>2</sub> 0,03 - 0,47† PO <sub>4</sub> 0,00 - 0,47	†
Grado de acidez *	pH 7,9 - 8,5	☺
Sustancias peligrosas mg/l	As 0,02 Cd / Cu / Cr / Ni / Pb 0,00 Zn 0,03 - 0,04	☺
Otros tóxicos mg/l	Al 0,00 - 0,10 B 0,02-0,3 Co 0,00 Fe 0,05 - 0,33 K 8,8 - 13,6 Mg 63,7 - 81,1 Mn 0,00 - 0,59	-

<b>Arroyo Alcarayón</b>		
Cuenca de 101 km <sup>2</sup> , arroyo permanente con longitud 29,3 km y desnivel 163 m		
Dos puntos de muestreo WWF/Adena 2001 (Alcarayón norte, Alcarayón sur)		
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>
Vegetación * (1: malo - 5: bueno)	1(4)	†
Peces *	-	-
Algas / diatomeas *	-	-
Macro-invertebrados *	-	-
Transparencia *	-	-
Condición térmica °C	16,4 - 17,0 (19:00 - 21:40 horas)	☺
Oxígeno mg/l	O <sub>2</sub> 2,24, - 0,71	†
Conductividad dS/m	1,6 - 3,2	-
Salinidad ppm	229 - 1472	†
Nutrientes * mg/l ppm	NO <sub>2</sub> 0,01 - 0,69† PO <sub>4</sub> 1,76 - 1,81	†
Grado de acidez *	pH 7,7 - 7,9	☺
Sustancias peligrosas mg/l	As 0,02-0,03 Cd / Cu / Cr / Ni / Pb 0,00 Zn 0,03-0,04	☺
Otros tóxicos mg/l	Al 0,07-0,08 B 0,3-0,4 Co 0,00 Fe 0,23-0,38 K 18,9 - 44,1 Mg 59,5 - 61,6 Mn 0,29 - 0,41	-

<b>Arroyo Majaberraque</b>		
Cuenca de 165 km <sup>2</sup> , arroyo permanente con longitud 27,7 km y desnivel 136 m		
Tres puntos de muestreo WWF/Adena 2001 (Majaberraque sur, Majaberraque norte, Majaberraque norte afluente)		
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>
Vegetación * (1: malo - 5: bueno)	1(4)	†
Peces *	-	-
Algas / diatomeas *	-	-
Macro-invertebrados *	-	-
Transparencia *	'negro'	†
Condición térmica °C	17,7 - 19,8 (9:30 - 18:25 horas)	☺
Oxígeno mg/l	O <sub>2</sub> 2,2 - 9,1	†
Conductividad dS/m	2,2 - 2,0	-
Salinidad ppm	Cl <sup>-</sup> 410 - 349	†
Nutrientes * mg/l	NO <sub>2</sub> 0,08 - 0,18†	†
ppm	PO <sub>4</sub> 0,00 - 0,76	
Grado de acidez *	pH 8,0 - 9,1	☺
Sustancias peligrosas mg/l	As 0,01 - 0,02 Cd / Cu / Cr / Ni / Pb 0,00 Zn 0,01 - 0,03	☺
Otros tóxicos mg/l	Al 0,06 - 0,1 B 0,1 - 0,2 Co 0,00 Fe 0,01 - 0,33 K 1,0 - 9,9 Mg 78,5 - 107,0 Mn 0,00 - 0,13	-

<b>Brazo del Este</b>		
Antiguo brazo del Guadalquivir; superficie del cauce 4,50 km <sup>2</sup> (1956: 8,40 km <sup>2</sup> ), longitud 36 km; la continuidad del agua de la masa está interrumpida		
Tres puntos de muestreo WWF/Adena 2001 (Caño Navarro, Las Dueñas, Encauzamiento)		
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>
Vegetación * (1: malo - 5: bueno)	2(1)	†
Peces *	-	-
Algas / diatomeas *	-	-
Macro-invertebrados *	-	-
Transparencia *	-	-
Condición térmica °C	16,3 - 17,9 (10:00 - 11:50 horas )	☺
Oxígeno mg/l	O <sub>2</sub> 5,4 - 12,7 DQO 14 - 333	☺
Conductividad dS/m	1,86 - 6,47	-
Salinidad ppm	Cl <sup>-</sup> 356 - 7444	†
Nutrientes * mg/l	NO <sub>2</sub> 0,02- 0,49†	†
ppm	PO <sub>4</sub> 0,00 - 0,11	
Grado de acidez *	pH 7,8 - 8,7	☺
Sustancias peligrosas mg/l	As 0,01-0,02 Cd / Cu /Cr / Ni/ Pb 0,0 Zn 0,03 - 0,08	☺
Otros tóxicos mg/l	Al 0,1-0,2 B 0,2-0,6 Cu 0,00- 0,01 Fe 0,03-0,06 K 15,7 - 65,0 Mg 46,9 -183,0 Mn 0,01 - 0,04	-

<b>Brazo de la Torre</b>			
Antiguo brazo del Guadalquivir; superficie del cauce 1,57 km <sup>2</sup> (1956: 4,27 km <sup>2</sup> ), longitud 27 km; la continuidad del agua en la masa está interrumpida			
Tres puntos de muestreo WWF/Adena 2001 (Los Pobres, Venta el Cruce, punto de la red ACI (Entremuros))			
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>	
Vegetación * (1: malo - 5: bueno)	1(2)	†	
Peces *	-	-	
Algas / diatomeas *	-	-	
Macro-invertebrados *	-	-	
Transparencia * mat.en suspensión mg/l	ACI2003 84,5 -380	†	
Condición térmica °C	17,7 - 22,9	ACI2003 12,1-31,1	†
Oxígeno mg/l	O <sub>2</sub> 8,9 - 18,2	ACI2003 8,2-12,2	☺
Conductividad dS/m	2,01 - 2,78	ACI2003 0,31-8,66	-
Salinidad ppm	Cl- 333 - 1186		†
Nutrientes * mg/l	NO <sub>2</sub> 0,19 - 0,34 †	ACI2003 NH <sub>4</sub> 0,06	†
ppm	PO <sub>4</sub> 0,00 - 1,68	- 0,3 ☺	
Grado de acidez *	pH 8,23 - 9,01		☺
Sustancias peligrosas mg/l	WWF/Adena 2001 As 0,00-0,02 Cd 0,00 Cu 0,00 Cr / Ni/ Pb 0,00 Zn 0,02-0,05	ACI2003 As <LC - 0,014 Cd <LC - 0,001 Cu <LC - 0,02 Cr /Ni / Pb <LC Zn <LC - 0,24 Hg <LC Fenoles <LC	☺
Otros tóxicos mg/l	Al 0,01 - 0,15 B 0,2 - 0,3 Co 0,00 Fe 0,02-0,05 K 18,3 - 82,4 Mg 53,2 - 82,5 Mn 0,01-0,56	CN <LC - 0,01  Fe 0,3 - 2,7  Mn 0,09 - 0,89	-

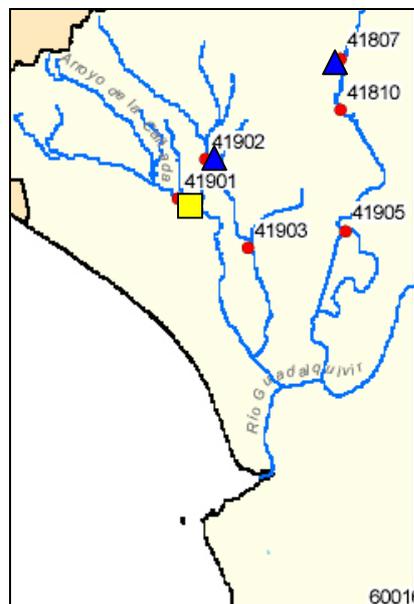
<b>Brazo de los Jerónimos</b>			
Antiguo brazo del Guadalquivir; superficie del cauce 0,30 km <sup>2</sup> (1956: 4,33 km <sup>2</sup> ), longitud 18 km			
Tres puntos de muestreo WWF/Adena 2001 (Charca anexa al cauce, Núcleo urbano, Tramo sur)			
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>	
Vegetación * (1: malo - 5: bueno)	1	†	
Peces *	-	-	
Algas / diatomeas	-	-	
Macro-invertebrados *	-	-	
Transparencia *	-	-	
Condición térmica °C	19,4-20,7 (13:30 - 14:00 horas)	☺	
Oxígeno mg/l	O <sub>2</sub> 4,5 - 6,2	☺	
Conductividad dS/m	2,01 - 2,26	-	
Salinidad ppm	Cl- 341 - 430	†	
Nutrientes * mg/l	NO <sub>2</sub> 0,11 - 0,63 †	†	
ppm	PO <sub>4</sub> 0,01-0,19		
Grado de acidez *	pH 7,8 - 8,7	☺	
Sustancias peligrosas mg/l	As 0,00 - 0,01 Cd / Cu /Cr / Ni/ Pb 0,0 Zn 0,04	☺	
Otros tóxicos mg/l	Al 0,07 - 0,14 B 0,2- 0,3 Co 0,00 Fe 0,04 - 0,05	K 15,9 - 26,5 Mg 47,5 - 73,1 Mn 0,00 - 0,06	-

<b>Río Guadamar norte</b>		
Parte alta de la cuenca del Guadamar de 1.300 km <sup>2</sup> , altitud máxima 250 m, longitud 42 km, pendiente media 0,39%. Hidrología: caudal del 745 m <sup>3</sup> /seg. a 0 m <sup>3</sup> /seg.		
Punto de muestreo de las redes ACI (Aznaalcázar) y SAICA (enero – marzo)(Aznaalcázar)		
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>
Vegetación * (1: malo - 5: bueno)	2	†
Peces * (1: malo - 5: bueno)	3	†
Algas / diatomeas * (1: malo - 5: bueno)	1	†
Macro-invertebrados * (1: malo - 5: bueno)	2	†
Transparencia * suspensión mg/l	ACI2003 24,00 - 538,00, SAICA2004 0 - 500	†
Condición térmica °C	ACI2003 11,4 - 26,3 SAICA2004 9 - 21	☺
Oxígeno mg/l	ACI2003 O <sub>2</sub> 8,3 - 10,8 SAICA2004 O <sub>2</sub> 0 - 10	☺/†
Conductividad dS/m	ACI2003 0,37 - 1,97 SAICA2004 0,32 - 1,6	-
Salinidad	-	-
Nutrientes mg/l*	ACI2003 NO <sub>2</sub> 0,03 - 0,265† NH <sub>4</sub> <LC - 0,20☺	†
Grado de acidez *	ACI2003 6,9 - 8,1 SAICA2004 7	☺
Sustancias peligrosas mg/l	ACI2003 Cu <LC - 0,05† ACI2003 Zn <LC - 1,96†	†
Otros tóxicos	-	-

<b>Río Guadamar sur</b>		
Parte baja de la cuenca del Guadamar de 1.300 km <sup>2</sup> , altitud menor de 100m, longitud 40 km, pendiente media 0,39%. Hidrología: caudal del 745 m <sup>3</sup> /seg. a 0 m <sup>3</sup> /seg.		
Punto de muestreo de la red ACI (Vado del quema)		
<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Valoración</b>
Vegetación * (1: malo - 5: bueno)	2	†
Peces * (1: malo - 5: bueno)	3	†
Algas / diatomeas * (1: malo - 5: bueno)	2	†
Macro-invertebrados * (1: malo - 5: bueno)	2	†
Transparencia * suspensión mg/l	ACI2003 24,5 - 904,00	†
Condición térmica °C	ACI2003 12,3-26,9	☺
Oxígeno (mg/l)	ACI2003 O <sub>2</sub> 5,0- 9,9	☺
Conductividad (dS/m)	ACI2003 0,79-19,9	-
Salinidad	-	-
Nutrientes (mg/l)*	ACI2003 NO <sub>3</sub> 4,0-20,4† NH <sub>4</sub> <LC - 0,58☺	†
Grado de acidez *	ACI2003 6,8-8,2	☺
Sustancias peligrosas mg/l	As <LC - 0,055†      Ni <LC Cd <LC - 0,004      Pb <LC Cu 0,01 - 0,06†      Zn <LC - 1,48† Cr <LC                      fenoles <LC Hg <LC- 0,000	†
Otros tóxicos	CN <LC - 0,01 Fe 0,3 - 1,3 Mn 0,13 - 0,64	-

## Anexo 3 Puntos de muestreo

### *A. Puntos de muestreo de la Confederación Hidrográfica*



*Mapa de los puntos de muestreo de las redes ICA, Aforo y SAICA*

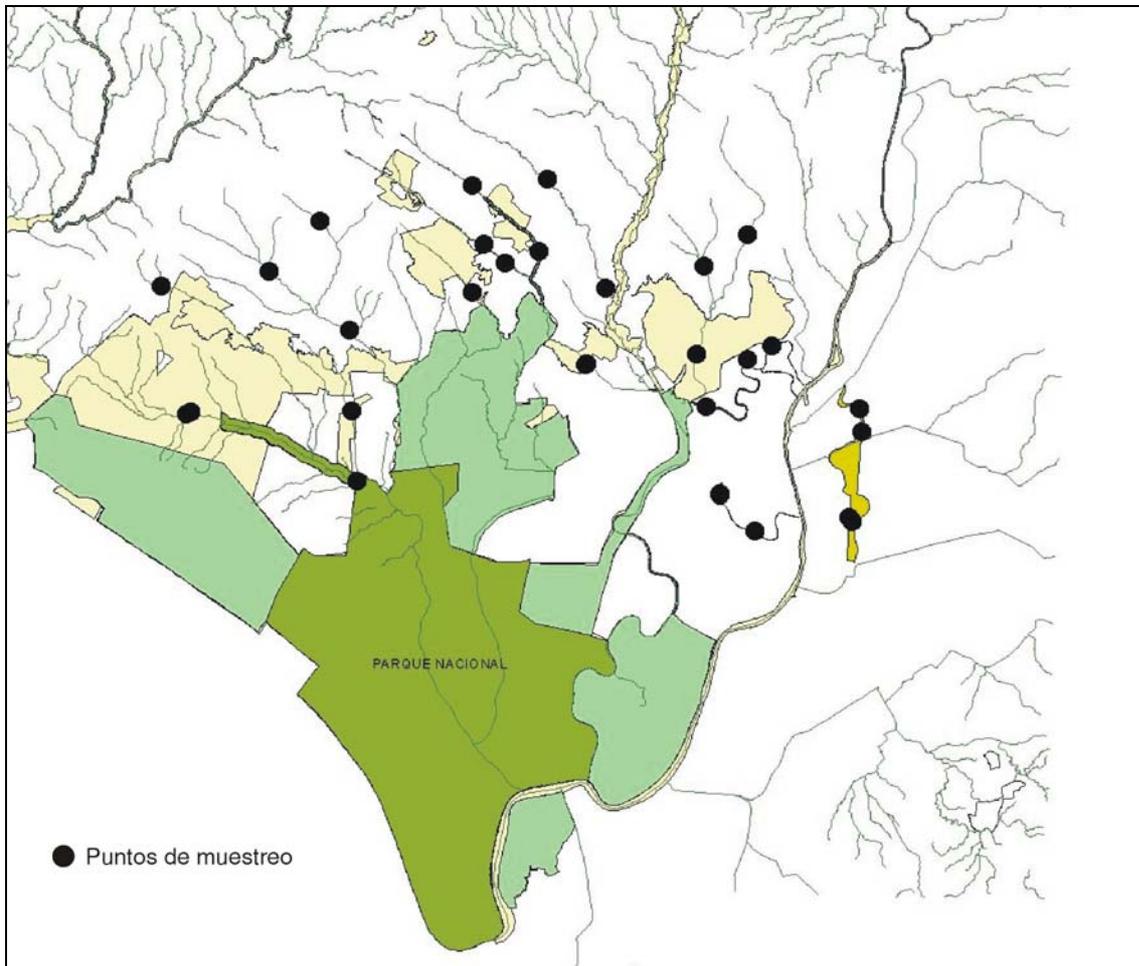
- Estaciones de la Red ICA
- Estaciones de red ICA y Aforo
- ▲ Estaciones de red ICA, aforo y SAICA

- 41901: Arroyo de la Rocina en puente de la Canariega, punto de muestreo de la red ICA y Aforo (punto 150)
- 41902: Arroyo del Partido en el Rocío, punto de muestreo de la red ICA, SAICA (punto 509) y Aforo (punto 151)
- 41903: SIN DATOS
- 41905: Brazo de la Torre en Entremuros
- 41807: Guadiamar en Aznalcázar, punto de muestreo de la red ICA, SAICA (punto 519) y Aforo (punto 76)
- 41810: Guadiamar en Vado del Quema

*Red de aforos: datos disponibles (a veces con muchas lagunas dentro el año)*

- Punto 150 (arroyo de la Rocina)
  - niveles 1992-1996; 2002-2003
  - caudales 1992-1996
- Punto 151 (arroyo del Partido)
  - niveles 1981-1983; 1988-1989; 1993-1994
  - caudales 1981-1983; 1988-1989; 1993-1994
- Punto 76 (ríoGuadiamar)
  - niveles 1963-1964; 1967-1971(73); 1974; 1982-1983; 1986-1987; 1992-2002
  - caudales 1970-1971(73); 1974; 1982-1983; 1986-1987; 1992-1993; 1994-2002

*B. Puntos de muestreo de WWF/Adena*



*Mapa de los puntos de muestreo de WWF/Adena (Camacho, 2001)*