

## INDICADORES SOBRE EL AGUA PARA LA EVALUACIÓN DEL DESARROLLO TERRITORIAL: APLICACIÓN A ANDALUCÍA

Leandro del Moral Ituarte, David Sampedro Sánchez y Manuel Bernal Márquez

*Universidad de Sevilla*

### Resumen

Se presentan los resultados del proceso de identificación, elaboración e incorporación de indicadores sobre el agua en un trabajo más general de medición del desarrollo territorial aplicado al caso de Andalucía que se viene desarrollando desde 1998 en la Universidad de Sevilla. En este proyecto se parte de un concepto complejo del Desarrollo Territorial que incluye, como no puede ser de otra manera, aspectos físico-naturales y ambientales, aspectos económico-sociales, institucionales y culturales. Se ha pretendido innovar en lo que se refiere a la incorporación de nuevos criterios y variables, a la vez que dar continuidad a algunos indicadores para poder valorar la evolución de los estados, los impactos o las respuestas de los sistemas territoriales estudiados. Los indicadores se refieren a calidad de las masas de las masas de agua superficiales, subterráneas y costeras, usos urbanos, agrarios e industriales, estado de la depuración de aguas residuales, costes, precios y productividades.

**Palabras clave:** desarrollo territorial, evaluación, indicadores, agua

### 1. Presentación

En esta comunicación se presentan los resultados del proceso de identificación, elaboración e incorporación de indicadores sobre el agua en el trabajo más general de medición del desarrollo territorial aplicado al caso de Andalucía. Desde el Grupo de Investigación Estructuras y Sistemas Territoriales (GIEST) se ha venido impulsando el debate y el análisis de conceptos como diversidad, cohesión y desarrollo territorial. Esta línea de investigación está orientada a la precisión conceptual y metodológica del desarrollo territorial como expresión del equilibrio ambiental, económico y social. En este sentido se parte de la idea de que el desarrollo territorial es un concepto de naturaleza compleja, que debe sustentarse en los principios de cohesión y diversidad territorial, es decir, el desarrollo debe contar con una equilibrada distribución territorial, al tiempo que debe sustentarse en las características propias de cada ámbito (Pedregal et al, 2006). Así pues se ha intentado superar la visión economicista del desarrollo, considerando aspectos físico-naturales y ambientales, aspectos económico-sociales, institucionales y culturales. De forma paralela se ha avanzado en el estudio y medición del desarrollo territorial en el ámbito andaluz. Como resultado de esta línea de trabajo que se viene desarrollando desde 1998 en la Universidad de Sevilla se han publicado tres informes (accesibles en la página web de GIEST <http://grupo.us.es/giest/>): *Informe de Desarrollo Territorial de Andalucía* (Zoido, 2001), *Andalucía: Segundo Informe de Desarrollo Territorial* (Zoido y Caravaca, 2005) e *IDTA 2010: Tercer Informe de Desarrollo Territorial* (Pita y Pedregal, 2011). Este último Informe es el principal producto científico del *Observatorio de la cohesión, la diversidad y el desarrollo territorial. Aplicación multiescalar en Andalucía*, proyecto de investigación de Excelencia de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía. La aportación específica del equipo del IDTA, formado mayoritariamente por geógrafos, ha consistido en el énfasis en la espacialización (como alternativa plasmación/traslación espacial) de los fenómenos estudiados y la cuidadosa cartografía a escala municipal a través de la cual se expresan la mayoría de las decenas de indicadores elaborados.

En este contexto, se presenta una síntesis de lo que ha constituido el capítulo dedicado al agua en esta experiencia de evaluar el estado y evolución del desarrollo territorial en Andalucía.

Los indicadores se refieren a calidad de las masas de las masas de agua superficiales, subterráneas y costeras, usos urbanos, agrarios e industriales, estado de la depuración de aguas residuales, costes, precios y productividades. Esta tarea ha suscitado varios interrogantes y problemas metodológicos: ¿Qué papel otorgar al agua en este proceso general? ¿Qué variables e indicadores seleccionar? ¿Con qué información se cuenta para ello? ¿Cómo interpretar los resultados? ¿Qué peso concederles en la expresión integrada de resultados?

## **2. Consideraciones previas**

En cuanto a la selección de variables e indicadores se parte de varias premisas que deben tenerse en cuenta puesto que han condicionado la elección de las variables.

En primer lugar debemos considerar que el IDTA es un *informe territorial* y no ambiental. En este sentido los indicadores seleccionados deben contribuir al objetivo final de valorar el papel jugado por el medio ambiente y los recursos naturales, en este caso por el agua, en la calificación final de un territorio. Por tanto los indicadores deben tener una vocación integradora y no la de evaluar sistemáticamente la situación del agua en Andalucía.

En segundo lugar la escala seleccionada a partir de la que se obtiene y se representa la información. La elección de la *escala municipal*, otro de los elementos que caracteriza estos informes, otorga mediante el análisis la posibilidad de detectar matices y características propias de los territorios que difícilmente se obtendrían con otras escalas más amplias (Pita y Pedregal, 2011). Sin embargo la recopilación de los datos desagregados a estos niveles, el tratamiento la espacialización de esta información y su representación cartográfica no es sencilla, especialmente en el caso del agua. Los datos suelen presentarse en la documentación hidrológica a escala de cuenca hidrográfica o desagregados en sistemas de explotación en el caso de los recursos y demandas. Por el contrario la escala municipal permite homogeneizar el tratamiento y el análisis con otros recursos naturales, reforzando su papel como elemento clave en el análisis integrado.

En tercer lugar, y para todo el Informe, se establecieron criterios comunes para elegir las variables buscando la máxima representatividad con el menor número de ellas, privilegiado las variables que mostraran una clara evolución en el tiempo y que reflejaran el grado de avance, en positivo o negativo, del fenómeno analizado en cada caso. En este sentido, en este último IDTA sólo se han reproducido variables expresivas de recursos naturales cuando se han relacionado con algún otro parámetro para dar lugar a un indicador relativo (p.e. lluvia útil por unidad de superficie) (Pita y Pedregal, 2011).

En referencia a las fuentes, durante el amplio periodo de selección y recogida de datos, se produjo la transferencia a la Junta de Andalucía de las competencias sobre la práctica totalidad de los recursos hídricos de la región (Real Decreto 1666/2008, de 17 de octubre, sobre traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de recursos y aprovechamientos hidráulicos correspondientes a las aguas de la cuenta del Guadalquivir que discurren íntegramente por el territorio de la comunidad autónoma, siendo anulado dicho acto administrativo el 14 de junio de 2011 por Fallo de la Sala de lo Contencioso-Administrativo del Tribunal Supremo). Esta unidad en la gestión no se trasladó a la disponibilidad de la información, encontrando diferencias notables en la actualización de los datos y en las etapas del proceso de planificación hidrológica (las competencias sobre la planificación hidrológica no fueron transferidas a la Comunidad Autónoma).

### 3. El uso del recurso agua.

El uso del agua en los sectores del regadío y del abastecimiento urbano constituye un 95,61% de la demanda total de agua en Andalucía (cuadro 1). En este apartado se analiza su situación actual y su evolución reciente.

**Cuadro 1. Distribución sectorial de la demanda de agua en Andalucía en 2010.**

Cuencas	Sectores (%)			
	Usos Agrarios	Urbano	Industrial	Otro Uso
Guadalquivir	87,3	11,1	1,7	-
D.H. Tinto- Odiel-Piedras	58,2	12,7	27,7	1,4
D.H. Guadalete-Barbate	71,9	19,6	4,6	4,0
D.H. Mediterráneo	72,9	21,2	4,0	1,9
Guadiana	62,5	31,3	6,3	-
Segura	89,4	10,6	-	-
<b>Total Andalucía</b>	<b>81,46</b>	<b>14,15</b>	<b>3,26</b>	<b>0,70</b>

Fuente: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

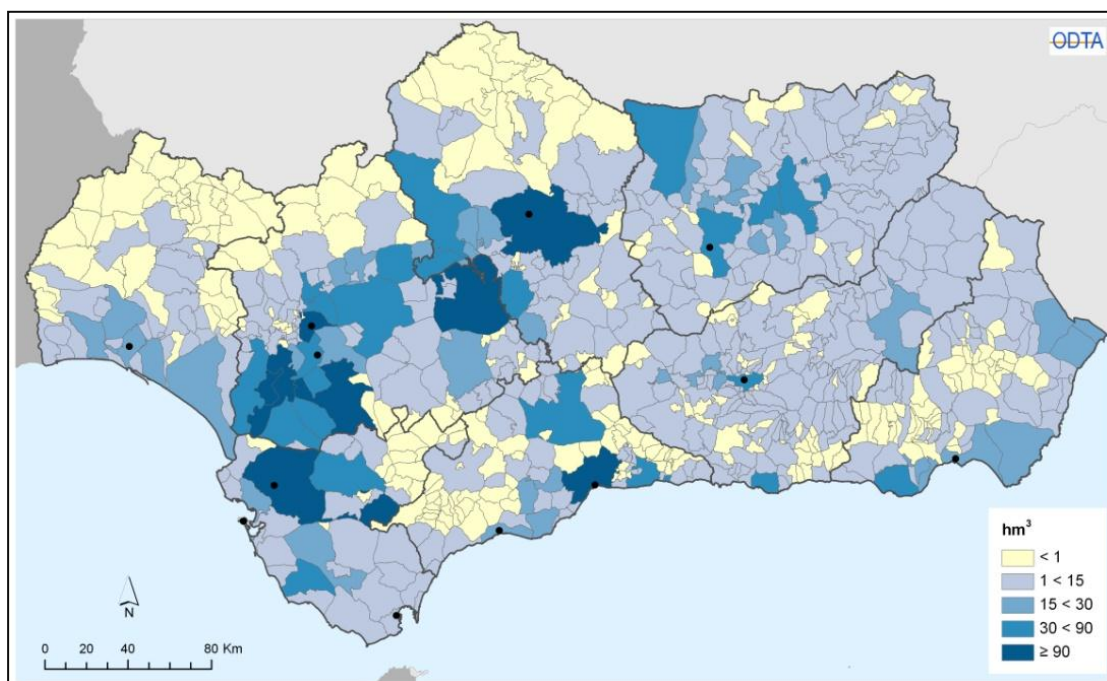
Por lo que se refiere a la demanda agraria, que por sí sola constituye el 81,5% de la demanda total en el conjunto de Andalucía y más del 87% en la cuenca del Guadalquivir. En general, crecen de manera muy considerable las superficies regadas, salvo en los entornos metropolitanos o aglomeraciones urbanas litorales, en donde se presenta una fuerte competencia entre el uso del suelo no agrario y los aprovechamientos agrícolas, salvo en zonas de agricultura muy intensiva. También crecen las demandas hídricas, pero en menor proporción que las superficies, como consecuencia de la disminución de las dotaciones unitarias medias ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ), tanto por el aumento de la eficiencia (modernización de los sistemas de riego), como por la participación muy destacada del olivar de regadío (con relativamente bajos requerimientos hídricos) en esta expansión de las superficies regadas.

Para las cuencas andaluzas (mediterránea y atlánticas) se dispuso de la información del último Inventario de los Regadíos de Andalucía, el tercero de la serie, con información actualizada a 2008. Por el contrario, no se pudo disponer de los datos correspondientes a la cuenca del Guadalquivir de este inventario. En este caso, se ha recurrido a un inventario realizado específicamente para esta cuenca en 2005, con datos de 2004. Así pues, la información disponible para el territorio de las cuencas totalmente transferidas (mediterránea y atlánticas) está más actualizada que la disponible para el Guadalquivir.

Por lo que se refiere a los usos urbanos, no ha sido posible actualizar los datos de demanda urbana de agua por municipios respecto de los utilizados en el Segundo Informe, en el que se manejaron datos de 2003. En cualquier caso, el suministro urbano de agua viene descendiendo desde hace años, tanto en términos absolutos ( $\text{hm}^3/\text{año}$ ) como —obviamente, teniendo en cuenta el incremento de la población— en términos de dotaciones ( $\text{l}/\text{hab}/\text{día}$ ). Por estos motivos, los datos disponibles en este Tercer Informe (referidos a 2003), pueden introducir, en términos generales, una sobreestimación de la demanda urbana de agua de en

torno al 10%. Dado que la demanda urbana constituye menos del 15% de la demanda total de agua en Andalucía, esta sobrestimación queda muy amortiguada en la cifra total.

**Figura 1. Demanda total de agua, 2008.**

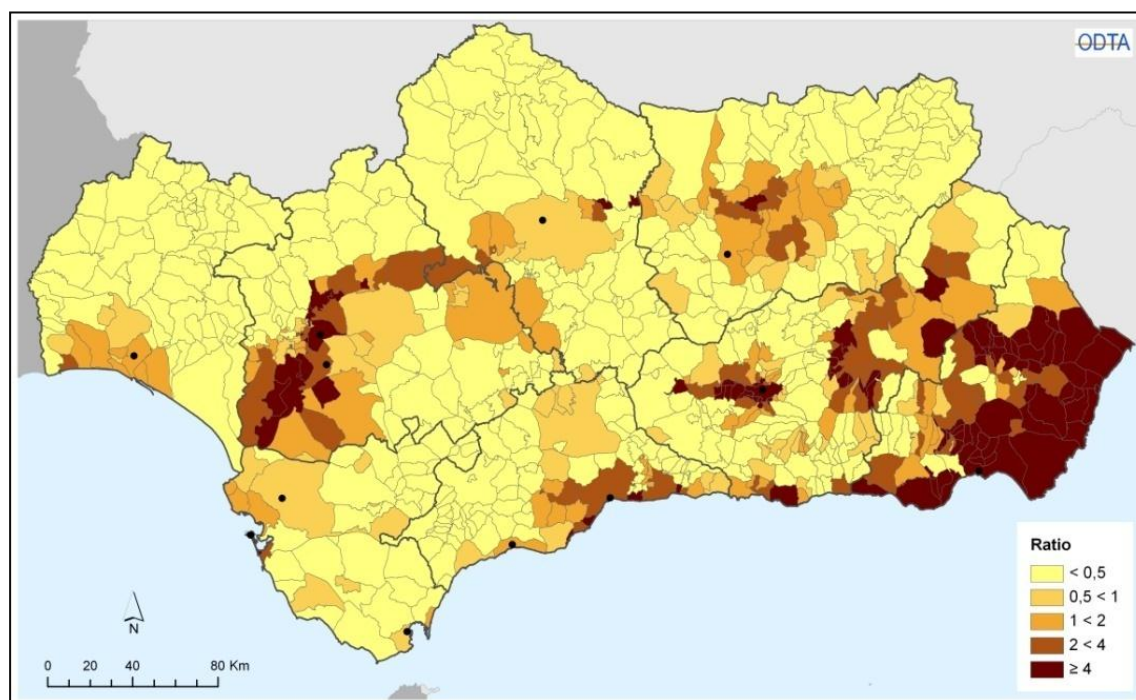


Fuente: Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente; Consejería de Agricultura y Pesca; Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Entre 2002 y 2008, dentro de una sensible continuidad (lógica, por el corto espacio de tiempo transcurrido), se aprecian dos tendencias significativas. La primera consiste en la intensificación del uso de agua (aumento de la demanda total) en algunos municipios del tronco del Guadalquivir (vegas de Jaén, Córdoba y Sevilla), del tramo final del Genil, del Guadalete, y en menor medida del Barbate (Cádiz), en los que se localizan grandes zonas regables. La segunda puede tener una significación hidrológica y territorial superior: se trata de la expansión difusa de la demanda total del agua, derivada principalmente de la expansión del regadío del olivar en municipios serranos y campieñeses. La expresión cartográfica de este fenómeno (mapa demanda de agua) es la expansión de tonos más oscuros de la gama a la práctica totalidad de los municipios de Jaén, buena parte de los de la provincia de Granada, la Subbética cordobesa y, en menor medida, el norte de la provincia de Málaga (comarca de Antequera). Estos cambios de intensidades están indicando el paso de demandas de menos de 1 hm³/año a demandas situadas entre 1 y 15 hm³/año.

El mapa de relación entre demanda municipal total de agua y lluvia útil generada en el propio territorio municipal (figura 2) junto con el nuevo mapa de huella hídrica permiten hacer una lectura territorialmente muy matizada de la demanda de agua en Andalucía. Con el mapa de la huella hídrica (figura 3) hemos querido profundizar en las relaciones entre las demandas de cada territorio municipal (relativizadas por sus respectivas poblaciones, es decir, expresadas en m³/hab/año) y sus propias potencialidades de generación, cuantificadas a partir de la superficie municipal (km²) y los caudales específicos (l/s/km²) que corresponden a los sistemas de explotación en los que se sitúa cada uno de los municipios.

**Figura 2. Relación entre demanda total de agua y lluvia útil, 2008.**



Fuente: Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente; Consejería de Agricultura y Pesca; Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

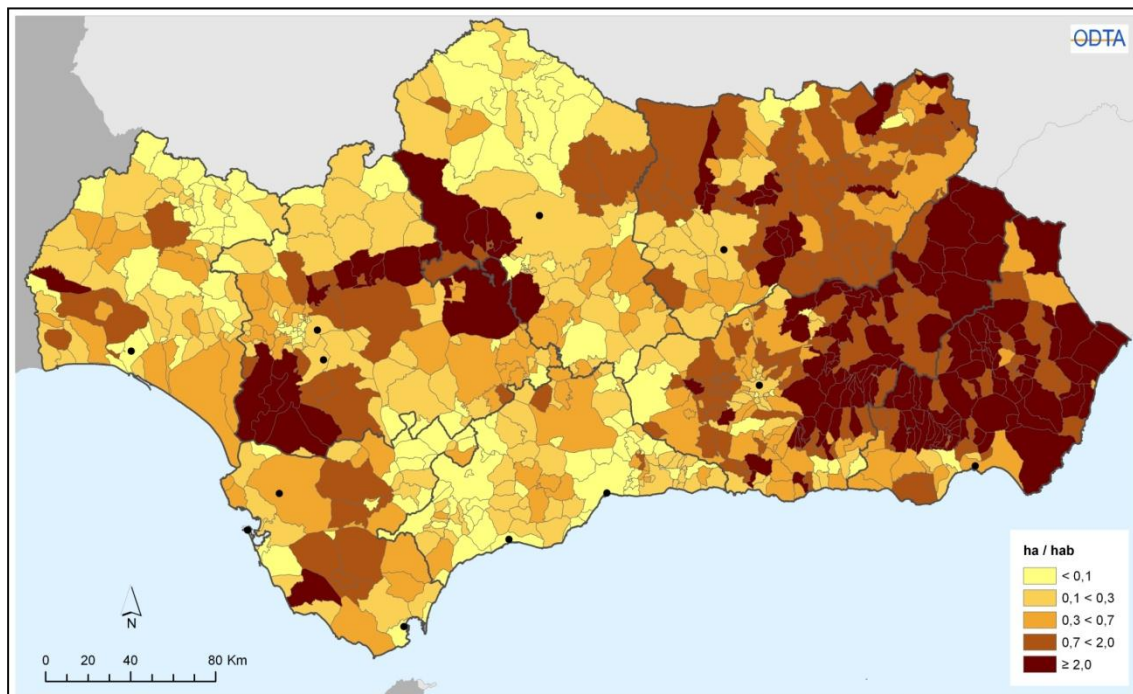
El mapa 2 dibuja con gran nitidez los espacios en los que las demandas totales (absolutas) exceden del recurso natural (precipitación menos evapotranspiración) generado en su propia superficie: las campiñas, vegas y hoyas (interiores o litorales) en las que se localizan grandes superficies de riego y las aglomeraciones urbanas, con pequeños términos municipales (bahía de Cádiz, Sevilla, Granada, Jaén, Almería), en las que esa relación también es muy deficitaria (demandas que exceden más de dos veces la lluvia útil “local”). A estos espacios se añaden otros (interior de Almería, sector más oriental de Granada: el llamado “Sureste árido” en los que el desequilibrio se debe al pequeño volumen de la lluvia útil. Gran parte del territorio es generador neto de agua: toda Sierra Morena, los sistemas béticos (excluido el mencionado sector más oriental) y buena parte de las campiñas de Córdoba, Sevilla, Cádiz y Huelva.

El mapa de huella hídrica (figura 3) matiza esta imagen al presentar las demandas de agua de cada municipio no en valores absolutos ( $\text{hm}^3/\text{año}$ ) sino en dotaciones por habitante ( $\text{m}^3/\text{hab}/\text{año}$ ). Estas dotaciones se relacionan con la superficie (en hectáreas) necesaria para producir el agua con la que cubrir cada una de esas dotaciones teniendo en cuenta la “productividad hídrica” (caudal específico,  $\text{l/s}/\text{km}^2$ ) local. De esta manera, se aplica la regla habitual en el cálculo de la huella ecológica, es decir, relacionar los consumos de materiales y energía per cápita (en este caso, las dotaciones de agua por habitante) con la superficie necesaria para producirlos, teniendo en cuenta la productividad del propio ámbito considerado. Como resultado, aquellas aglomeraciones urbanas con pequeños términos (aglomeraciones de Huelva, bahía de Cádiz, bahía de Algeciras, Sevilla, Granada y Costa del Sol), sin demandas agrarias y, por tanto, con consumos totales que pueden ser relativamente elevados pero con dotaciones por habitante, al ser estrictamente urbanas, bajas (entre 50 y 100  $\text{m}^3/\text{hab}/\text{año}$ ), se sitúan en el rango más bajo ( $< 0,1$  ha/hab). Por el contrario, algunos municipios serranos pequeños y de poca población, con regadíos tradicionales de consumos relativamente elevados (riegos tradicionales por gravedad), como los de ambas vertientes de Sierra Nevada, se sitúan en los niveles más elevados de la escala ( $> 2$  ha/hab). En general, el



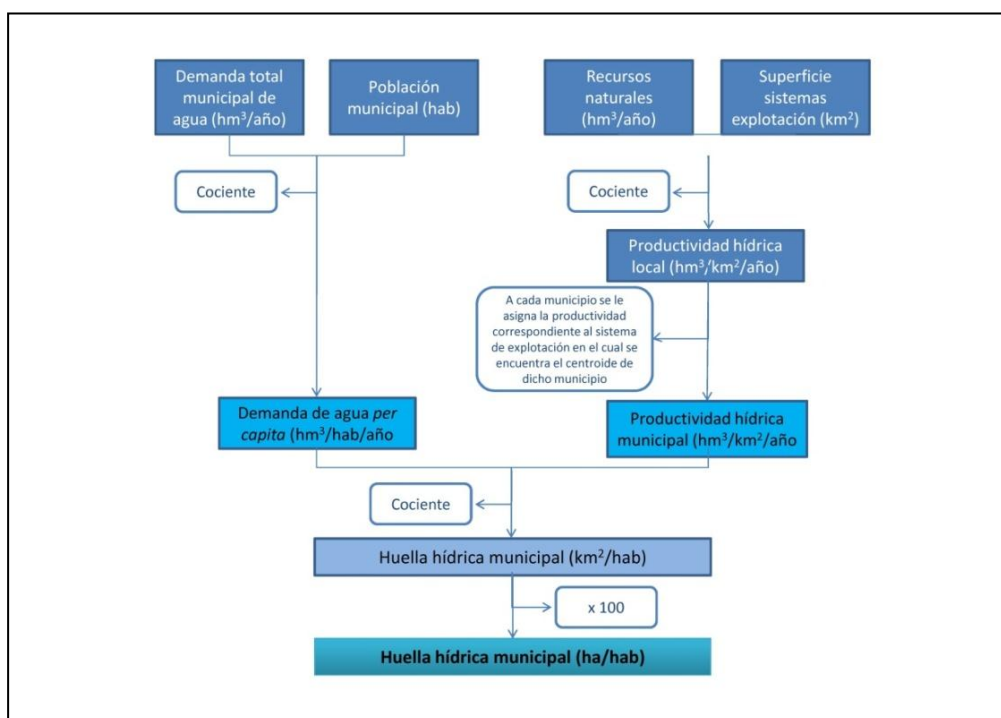
mapa traduce la realidad de dotaciones más elevadas en los municipios rurales con superficies de regadío y escasa población, en los que la huella hídrica (ha/hab) se incrementa. Este hecho se acentúa, también en este caso, en el “sureste árido”, por la aplicación en él de los bajos caudales específicos (l/s/km<sup>2</sup>) que les corresponden.

**Figura 3. Huella hídrica, 2008.**



Fuente: Elaboración propia a partir de Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente; Confederaciones Hidrográficas del Guadalquivir, Guadiana y Segura, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

**Cuadro 2.**



Elaboración propia.

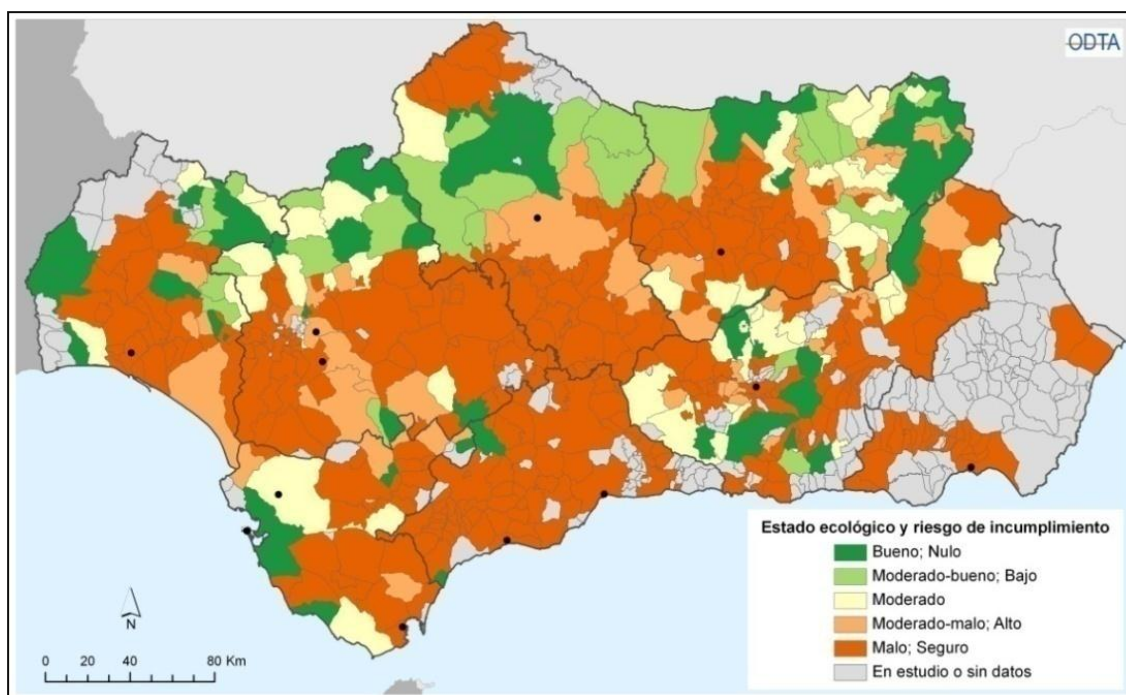
#### 4. La calidad del agua

La implementación de la *Directiva Marco del Agua* ha supuesto un verdadero revulsivo al consagrar la calidad del agua como protagonista principal y al obligar a un control riguroso de estos aspectos. Este profundo cambio de orientación de la gestión del agua se ha reflejado en las categorías e indicadores manejados, inducido por la implementación de la propia *Directiva*. Las limitaciones de esta información y la provisionalidad de sus conclusiones expresan también la situación muy inicial e incompleta de esta nueva trayectoria de gestión.

En 2010 para la cuenca del Guadalquivir, se pudo obtener el mapa de *evaluación del estado ecológico*, clasificado en 5 rangos, elaborado a partir de criterios físico-químicos, biológicos y morfodinámicos. Era un primer resultado de la nueva metodología de evaluación del estado de las aguas, referida a la red hidrográfica incluida en la categoría ríos y a las masas de agua de transición (estuarios, marismas, deltas). La red hidrográfica identificada está condicionada por criterios de cuenca vertiente ( $>10 \text{ km}^2$ ) y caudal modular ( $>100 \text{ l/s}$ ) adoptados para su identificación, que deja fuera, sobre todo en la Andalucía más árida, gran parte de la red fluvial temporal. Para las demarcaciones andaluzas, la información disponible fue la referida a la *evaluación del riesgo de incumplimiento de los objetivos* de la *Directiva marco del agua*, clasificada en tres rangos. Se trata de una información correspondiente a la etapa inicial del proceso de planificación (Informes del art. 5º), de peor calidad que la disponible para la demarcación del Guadalquivir, para la que se ha contado con la *evaluación del estado ecológico* contenida en el *Esquema de Temas Importantes* (ETI) de 2009.

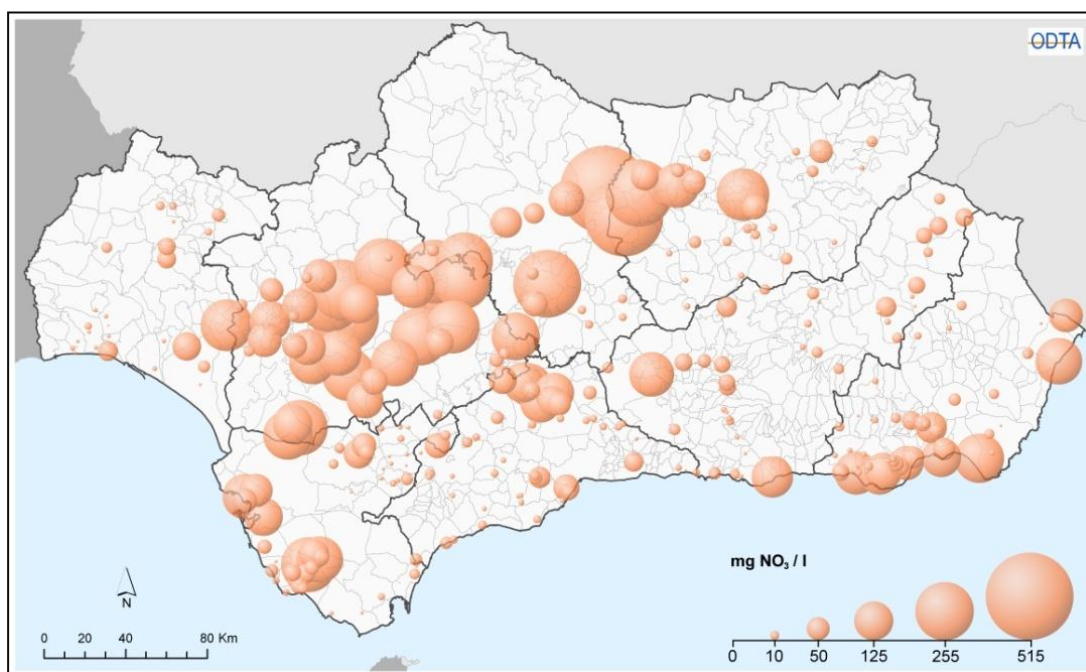
Con el objetivo de municipalizar y homogeneizar esta información a escala de toda Andalucía, se ha realizado una operación de fusión de indicadores y de extrapolación espacial de la red fluvial a los territorios municipales. En primer lugar, para aunar indicadores, se asimilaron los estados ecológicos *muy bueno/bueno* a *riesgo nulo*, los estados *muy malo/malo* al *riesgo seguro*, y el estado *moderado* al riesgo de mismo nombre. Luego, la atribución de una escala numérica de valores (0-1) a las masas de agua, de acuerdo a su caracterización en términos de estado ecológico y riesgo de incumplimiento, sirvió como paso previo a la integración a nivel municipal. La asignación final de un valor u otro a un municipio resultó del promedio ponderado de los valores de las masas de agua que le afectan, teniendo un peso superior en esta media los valores de aquellas masas de agua con mayor superficie en el municipio. El resultado ha sido un mapa sintético de evaluación del estado ecológico y riesgo de incumplimiento (figura 4). En él se muestra la existencia de un grupo reducido de municipios con *buen estado/riesgo nulo*, localizados en la cabecera del Guadalquivir (sierras de Cazorla, Segura y Sagra); cabeceras de los afluentes de la margen derecha (Sierra Morena de Jaén, Córdoba, Sevilla y Huelva); algunas manchas menores de *buen estado/riesgo nulo* en las cabeceras del Genil (Sierra Nevada) y Guadalfeo (Sierra Harana). La presencia de color verde en algunos enclaves de la costa gaditana (bahía de Cádiz, Barbate), se debe al peso del *buen estado* de las aguas de transición (marismas gaditanas) en la ponderación de la clasificación de estos municipios. El *mal estado/riesgo seguro* predomina en todo el Valle del Guadalquivir, las campiñas cordobesas, sevillanas y gaditanas, las hoyas intrabéticas, las cuencas del Guadalete-Barbate y el litoral, con las excepciones mencionadas. El principal problema de contaminación difusa en los ríos Tinto y Odiel es el causado por los drenajes ácidos de minas, asociados a la explotación del cinturón pirítico ibérico, que afecta a 240 km de cauce en la cuenca del Odiel y 77 km de la cuenca del Tinto. El estado *moderado* se extiende por el resto de Sierra Morena, algunos enclaves de las subbéticas de Jaén Granada y Sevilla. Es de destacar la amplia proporción del territorio andaluz *en estudio o sin datos*, lo que se debe al retraso de los estudios adaptados a las nuevas metodologías, sobre todo en la demarcación mediterránea andaluza y a la demarcación del Guadiana.

**Figura 4. Síntesis de la evaluación del estado ecológico y del riesgo de incumplimiento en aguas superficiales (y de transición), 2009**



Fuente: Elaboración propia a partir de Agencia Andaluza del Agua y Confederaciones Hidrográficas del Guadalquivir, Guadiana y Segura, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

**Figura 5. Concentración de nitratos en aguas subterráneas, 2008.**



Fuente: Informe de Medio Ambiente en Andalucía 2008, Consejería de Medio Ambiente.

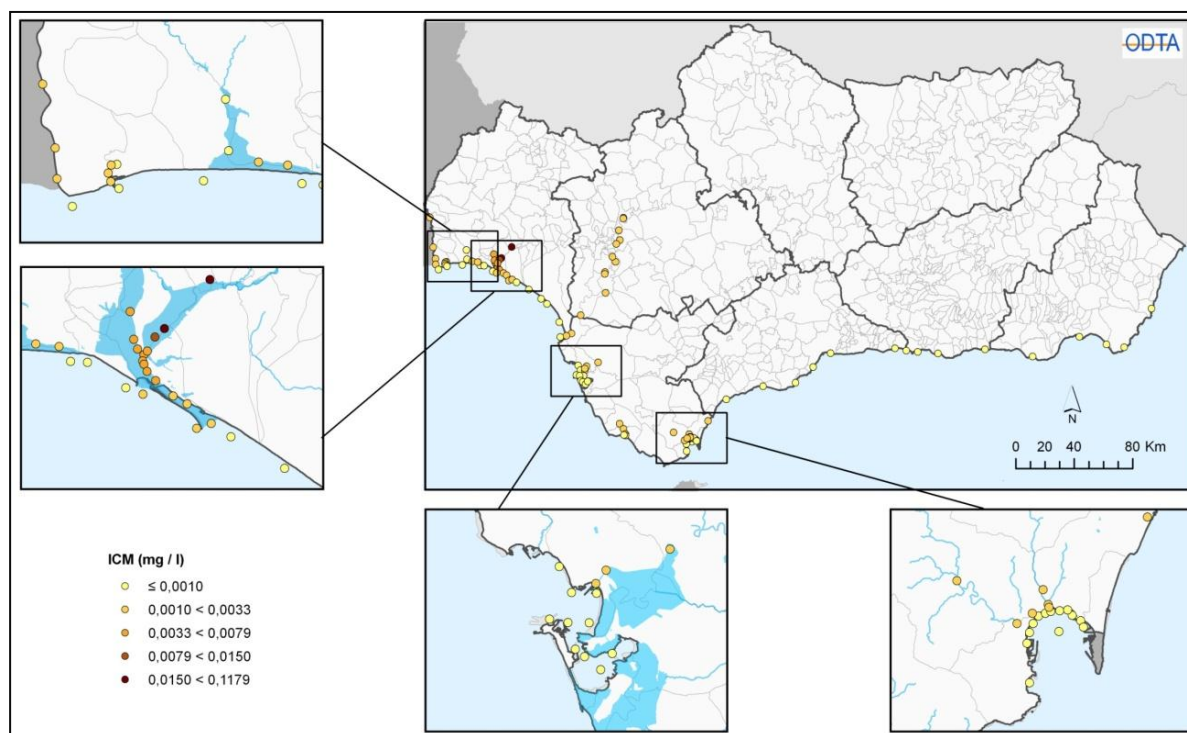
La caracterización de las aguas superficiales se complementa con la información sobre la concentración de nitratos en las aguas subterráneas, debida sobre todo a la actividad agropecuaria localizada en zonas permeables, especialmente la agricultura de regadío, en la que se utilizan fertilizantes nitrogenados en dosis excesivas (figura 5). La correlación entre



altos niveles de nitratos en los acuíferos y *mal estado/riesgo de incumplimiento* de las aguas superficiales es muy elevada, salvando algunos casos (como bahía de Cádiz) donde otros factores (*buen estado* de las aguas de transición) modulan esta correlación. Las zonas más afectadas por este problema se sitúan sobre terrenos de naturaleza predominantemente detrítica, en general llanas y aptas para la práctica agrícola, como son: ejes de los ríos Guadalquivir y Genil, la parte más occidental de Almonte-Marismas, las campiñas (sobre todo las de Sevilla y Córdoba), la depresión de Granada y la comarca de La Loma en Jaén (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009b). En la cuenca mediterránea los principales impactos se detectan en Carchuna-Castell de Ferro, Río Vélez; Llanos de Antequera-Vega de Archidona y Fuente de Piedra, declaradas zonas vulnerables por la Junta de Andalucía (*Decreto 36/2008, de 5 de febrero, por el que se designan las zonas vulnerables y se establecen medidas contra la contaminación por nitratos de origen agrario*) Por su parte, los altos contenidos de nitratos en el aluvial del río Guadiaro desde su inicio hasta San Martín del Tesorillo no quedan suficientemente reflejados en los datos analíticos, pero han obligado a clausurar captaciones de abastecimiento urbano de San Pablo Buceite (Agencia Andaluza del Agua, 2009a).

Por lo que se refiere a los indicadores de calidad en aguas litorales destacan dos datos fundamentales: en primer lugar, los altos niveles del índice de contenido metálico en el estuario del Tinto y Odiel; y, en segundo lugar, la alta concentración de sólidos en suspensión en el estuario del Guadalquivir (figura 6). Estas dos situaciones están relacionadas con dos problemas territoriales importantes de Andalucía: por una parte, los efectos de la actividad minera, actual y pasada, en la franja pirítica, anteriormente mencionada, unida a la actividad de la industria química metalúrgica pesada de Huelva (polígonos industriales de Punta del Sebo, Nuevo Puerto y Tartessos); por otra, la fuerte y creciente erosión que se produce en la cuenca del Guadalquivir, acrecentada en los últimos años por la intensificación agraria y los cambios en los sistemas de cultivo, especialmente en el olivar.

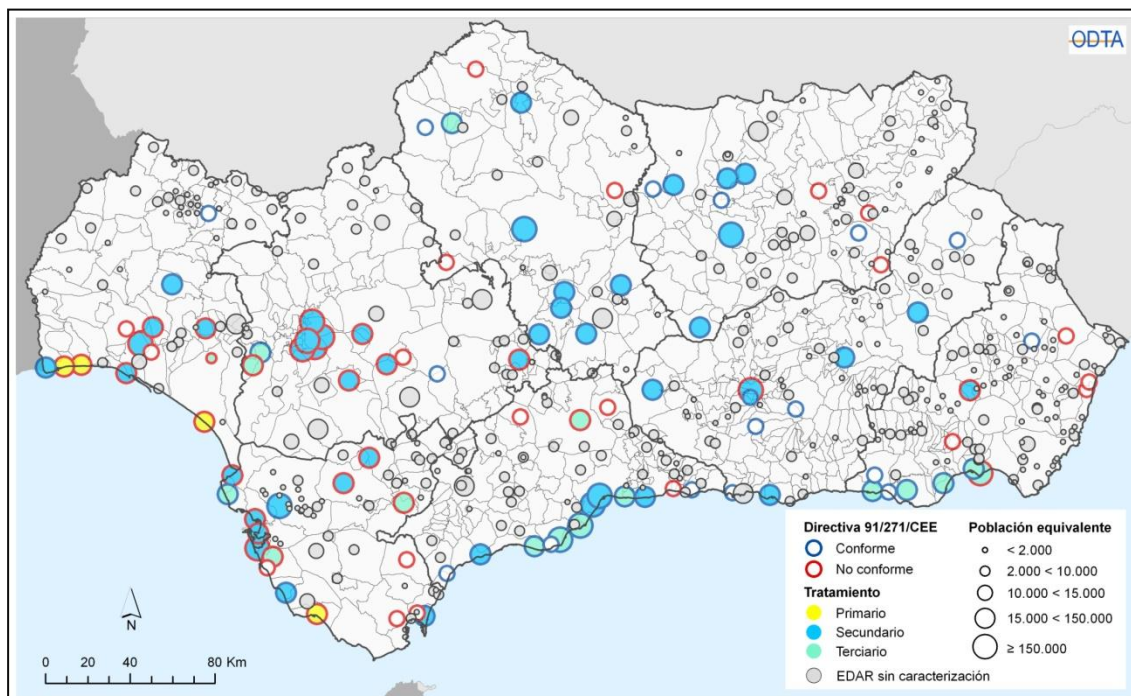
**Figura 6. Índice de contenido metálico en aguas litorales, 2008**



Fuente: Informe de Medio Ambiente en Andalucía 2008, Consejería de Medio Ambiente.

La situación y evolución de la depuración de aguas residuales es el principal indicador de que se dispone, en el marco temporal y en la escala espacial, para valorar las respuestas que se están aplicando a las presiones e impactos anteriormente presentados (figura 7).

**Figura 7. Estaciones de depuración de aguas residuales, 2008.**



Fuente: Informe de Medio Ambiente en Andalucía 2008, Consejería de Medio Ambiente.

En 2010, en la demarcación hidrográfica del Guadalquivir, existían 288 aglomeraciones urbanas con más de 2.000 habitantes equivalentes, que totalizan una carga de 6.213.894 habitantes-equivalentes (h-e). De las aglomeraciones urbanas identificadas, 210 cuentan con estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), de desigual grado de eficacia en su funcionamiento. Efectivamente, de estas 210 aglomeraciones con EDAR, 187 (159 entre 2.000 y 15.000 h-e, y 28 mayores de 15.000 h-e) no tienen un nivel de depuración adecuado, con el consiguiente riesgo de contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Otras 78 aglomeraciones urbanas aún no disponen de EDAR, con una carga contaminante total estimada de 411.261 h-e. La mayor parte de estas aglomeraciones se encuentran en las provincias de Jaén (26 aglomeraciones urbanas sin EDAR) y Granada (16), seguidas de Córdoba (12) Sevilla (10), Málaga (4) y Cádiz (1) (Consejería de Medio Ambiente, 2009b). En la demarcación del Mediterráneo existen todavía importantes aglomeraciones de población sin instalaciones de depuración de sus aguas residuales. Es destacable el caso de Algeciras, el quinto núcleo en tamaño de la demarcación, con más de 100.000 habitantes, que aún está construyendo en estos momentos su EDAR. También con más de 15.000 habitantes siguen sin depuradora las poblaciones de Nerja, Coín, Alhaurín el Grande o Cártama, mientras que Alhaurín de la Torre está conectado a la EDAR del Guadalhorce (junto a Málaga y Torremolinos). Por su parte, Coín junto con Alora y Pízarra se conectarán a una nueva EDAR a construir en este último término municipal, completándose de esta manera el sistema de depuración de los municipios de esta área. Finalmente, dentro del grupo de los mayores núcleos de población, se encuentra actualmente en construcción la segunda EDAR de Torrox (Málaga) para completar el saneamiento integral en la comarca de la Axarquía.

También los pequeños núcleos de población sin instalaciones de depuración pueden generar importantes afecciones al medio, en particular cuando se concentran en espacios pequeños, como ocurre en la cabecera del río Genal, donde hasta 15 municipios distintos de menos de 1.000 habitantes equivalentes vierten en un tramo de unos 25 km de río correspondientes a la misma masa de agua.

La contaminación puntual, por su parte, sigue siendo un problema en el ámbito de los ríos Tinto, Odiel, Piedras, Guadalete y Barbate, debido principalmente a la falta de depuración en algún núcleo y al deficiente funcionamiento de varias depuradoras existentes. Tampoco aquí se cumple la *Directiva 91/271/CEE* en lo relativo a que todas las aglomeraciones urbanas superiores a 2.000 habitantes cuenten con depuración, y además el deficiente funcionamiento de alguna de las depuradoras existentes hace que la contaminación de origen puntual sea un problema importante. Otro problema añadido a éste es la gestión y el destino final de los lodos de las depuradoras.

## 5. Conclusiones

- Problemas en la disponibilidad de la información, encontrándose diferencias notables en la actualización de los datos y en las etapas del proceso de planificación hidrológica.
- Continúa el incremento de la superficie regada. También aumentan las demandas hídricas, pero en menor proporción que las superficies, como consecuencia de la disminución de las dotaciones unitarias medias ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ).
- Se constata la intensificación del uso de agua (aumento de la demanda total) en algunos municipios del tronco del Guadalquivir (vegas de Jaén, Córdoba y Sevilla), del tramo final del Genil, del Guadalete, y en menor medida del Barbate (Cádiz), en los que se localizan grandes zonas regables.
- Se confirma la expansión difusa de la demanda total del agua, derivada principalmente de la expansión del regadío del olivar en municipios serranos y campiñeses. Los cambios de intensidades de color en la expresión cartográfica están indicando el paso de demandas de menos de  $1 \text{ hm}^3/\text{año}$  a demandas situadas entre 1 y  $15 \text{ hm}^3/\text{año}$ .
- Se fortalece la tendencia decreciente en el suministro urbano, tanto en términos absolutos ( $\text{hm}^3/\text{año}$ ) como en términos de dotaciones ( $\text{l}/\text{hab}/\text{día}$ ).
- Los espacios en los que las demandas totales (absolutas) exceden del recurso natural (precipitación menos evapotranspiración) generado en su propia superficie son las campiñas, vegas y hoyas (interiores o litorales) en las que se localizan grandes superficies de riego y las aglomeraciones urbanas.
- En referencia a la huella hídrica aquellas aglomeraciones urbanas con pequeños términos, sin demandas agrarias y con dotaciones por habitante bajas (entre 50 y  $100 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{año}$ ), se sitúan en el rango más bajo ( $< 0,1 \text{ ha}/\text{hab}$ ). En sentido contrario, la huella hídrica ( $\text{ha}/\text{hab}$ ) se incrementa en los municipios rurales con superficies de regadío y escasa población.
- Mala calidad general en las masas de aguas, salvo en las cabeceras de los ríos, especialmente en todo el Valle del Guadalquivir, las campiñas cordobesas, sevillanas y gaditanas, las hoyas intrabéticas, las cuencas del Guadalete-Barbate y el litoral.
- Elevada correlación entre altos niveles de nitratos en los acuíferos y *mal estado/riesgo de incumplimiento* de las aguas superficiales. Las zonas más afectadas por este problema se sitúan sobre terrenos de naturaleza predominantemente detrítica, en general llanas y aptas para la práctica agrícola.

- En las aguas litorales destacan los altos niveles del índice de contenido metálico en el estuario del Tinto y Odiel; y, en segundo lugar, la alta concentración de sólidos en suspensión en el estuario del Guadalquivir
- Aun reconociendo avances en depuración de agua, en 2010 seguían existiendo un importante número de aglomeraciones urbanas con más de 2.0000 habitantes que no depuran. Además el deficiente funcionamiento de alguna de las depuradoras existentes hace que la contaminación de origen puntual siga siendo un problema importante.

## 6. Bibliografía

Agencia Andaluza del Agua (2009a): Esquema de Temas Importantes (ETI) de la demarcación hidrográfica de las cuencas mediterráneas andaluzas. Consejería de Medio Ambiente, Sevilla.

Agencia Andaluza del Agua (2009b): Esquema de Temas Importantes (ETI) de Esquema de Temas Importantes (ETI) del Distrito hidrográfico Guadalete-Barbate y las aguas de transición y costeras.-. Consejería de Medio Ambiente, Sevilla.

Agencia Andaluza del Agua (2009c): Esquema de Temas Importantes (ETI) del Distrito hidrográfico Tinto-Odiel-Piedras y las aguas de transición y costeras. Consejería de Medio Ambiente, Sevilla. Consejería de Medio Ambiente, Sevilla.

Agencia Andaluza del Agua (2009d): Inventario de los Regadíos de Andalucía. Cuencas andaluzas.

Consejería de Agricultura y Pesca (2003): Inventario y caracterización de los regadíos en Andalucía., Actualización 2002 (CD-ROM), Sevilla.

Consejería de Agricultura y Pesca (2009): “Informe final”, en Actuaciones relacionadas con la Actualización de la Información Existente del Regadío Andaluz, 2006-2008, Sevilla.

Consejería de Medio Ambiente (en línea): Red de Información Ambiental de Andalucía (Rediam) [www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/rediam/](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/rediam/)

Consejería de Medio Ambiente (2006): Plan Director de Riberas de Andalucía, Sevilla.

Consejería de Medio Ambiente (2009): Informe de Medio Ambiente en Andalucía 2008. [www.juntadeandalucia.es/medioambiente/servtc2/visorEstadisticas/es.juntadeandalucia.cma](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/servtc2/visorEstadisticas/es.juntadeandalucia.cma).

Corominas, J. (2003): “Hacia una nueva política del agua en Andalucía”. En P. Arrojo y L. el Moral (coords.): La Directiva Marco del Agua. Realidades y futuros, III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas, Sevilla, Fundación Nueva Cultura del Agua, pp. 505-512.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2009b): Esquema Provisional de Temas Importantes (ETI) de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.

Pedregal, Belén, F. Torres, y F. Zoido, (2006): “Propuesta metodológica para la medición del desarrollo y las desigualdades territoriales. Aplicación al territorio andaluz”. Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales, vol. X, núm. 220. <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-220.htm>> [ISSN: 1138-9788]



Pita, M<sup>a</sup> F. y B. Pedregal (Coords.) (2011): IDTA 2010: Tercer Informe de Desarrollo Territorial en Andalucía, Sevilla, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.

Roldán, J. y M. P. Alcaide (2001): “El agua en la agricultura en Andalucía”. en V Simposio sobre el agua en Andalucía, Almería, Universidad de Almería, Vol III, pp. 19-44.

Vives, R. (2004): “Aspectos económicos y sociales del uso del agua para regadío en Andalucía”. Andalucía Geográfica, 10, 62-67.

Zoido, F. (Coord.) (2001): Informe de Desarrollo Territorial de Andalucía, Sevilla, Universidad de Sevilla, Grupo de Investigación Estructuras y Sistemas Territoriales.

Zoido, F. y I. Caravaca (Coord.) (2005): Andalucía: Segundo Informe de Desarrollo Territorial, Sevilla, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.