

## Anejo 2. Inventario de recursos hídricos

### Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras





## ÍNDICE

<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2 BASE NORMATIVA</b>	<b>2</b>
<b>3 ANTECEDENTES</b>	<b>4</b>
<b>4 INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS NATURALES</b>	<b>5</b>
4.1 ESQUEMATIZACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS NATURALES DE LA DEMARCACIÓN	5
4.1.1 Límites administrativos y de gestión. Red hidrográfica principal	5
4.1.2 Recursos de agua subterránea en la Demarcación	8
4.1.3 Zonificación	10
4.2 DESCRIPCIÓN E INTERRELACIÓN DE LAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	12
4.2.1 Disponibilidad de información	12
4.2.2 Distribución espacial de las principales variables hidrológicas	13
4.3 ESTADÍSTICAS DE LAS SERIES HIDROLÓGICAS EN LA DEMARCACIÓN	22
4.3.1 Series anuales	22
4.3.2 Series mensuales	26
4.3.3 Contraste de aportaciones y registros	37
4.4 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN CONDICIONES NATURALES	40
<b>5 OTROS RECURSOS HÍDRICOS DE LA DEMARCACIÓN</b>	<b>41</b>
5.1 RECURSOS HÍDRICOS NO CONVENCIONALES	41
5.1.1 Desalación	41
5.1.2 Reutilización	41
5.1.3 Recursos hídricos externos	42
5.2 RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES EN LA DEMARCACIÓN	43
5.3 RECURSOS DISPONIBLES EN LA DEMARCACIÓN	45
5.3.1 Recursos disponibles de origen superficial	45
5.3.2 Recursos disponibles de origen subterráneo	47
5.3.3 Recursos disponibles procedentes de otras cuencas	48
5.3.4 Recursos disponibles de origen no convencional	48
5.3.5 Estimación de los recursos disponibles totales en la Demarcación	48
<b>6 EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<b>50</b>

APÉNDICE 2.1: DESCRIPCIÓN DEL MODELO UTILIZADO

APÉNDICE 2.2: SERIE DE APORTACIONES EN LOS PUNTOS DEFINIDOS

### FIGURAS:

FIGURA 4.1.1. (1): LOCALIZACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	6
FIGURA 4.1.1. (2): RED HIDROGRÁFICA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TINTO-ODIEL-PIEDRAS	7

FIGURA 4.1.2. (1): DEFINICIÓN DE MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TINTO-ODIEL-PIEDRAS	<b>10</b>
FIGURA 4.1.3.1. (1): MAPA DE LA ZONIFICACIÓN UTILIZADA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TINTO-ODIEL-PIEDRAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.	<b>11</b>
FIGURA 4.2.1. (1): LOCALIZACIÓN DE LAS SERIES RESTITUIDAS EN ESPAÑA UTILIZADAS PARA LA CALIBRACIÓN DEL MODELO SIMPA.	<b>12</b>
FIGURA 4.2.1. (2): MAPA DE PUNTOS SELECCIONADOS DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA E HIDROMETRÍA	<b>13</b>
FIGURA 4.2.2.1. (1): DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL (MM/AÑO) EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA TINTO-ODIEL-PIEDRAS. (PERÍODO 1980-2005)	<b>16</b>
FIGURA 4.2.2.1. (2): DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C) EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TINTO-ODIEL-PIEDRAS. (PERÍODO 1940/41-2005/06)	<b>17</b>
FIGURA 4.2.2.1. (3): MAPA DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA SEGÚN EL ÍNDICE DE HUMEDAD O DE ARIDEZ DE LA UNESCO EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA TINTO-ODIEL-PIEDRAS (DHTOP)	<b>18</b>
FIGURA 4.2.2.2. (1): DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL TOTAL ANUAL (MM/AÑO) (PERÍODO 1980/81-2005/06) EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA TINTO-ODIEL-PIEDRAS (DHTOP)	<b>19</b>
FIGURA 4.2.2.2. (2): DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA INFILTRACIÓN/RECARGA TOTAL ANUAL (MM/AÑO)	<b>20</b>
FIGURA 4.3.3. (1): ESTACIONES DE AFORO EXISTENTES EN LA PROVINCIA DE HUELVA DE LAS QUE SE DISPONE DE INFORMACIÓN	<b>37</b>
FIGURA 4.3.3. (2): SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL SELECCIONADAS	<b>38</b>
FIGURA 4.4. (1): TRAMOS AFECTADOS POR CONTAMINACIÓN “MINERA”	<b>40</b>

**GRÁFICOS:**

GRÁFICO 4.2.2.1. (1): DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL (MM/MES) EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA TINTO-ODIEL-PIEDRAS.	<b>15</b>
GRÁFICO 4.2.2.1. (2): EVOLUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL (MM/AÑO) EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA TINTO-ODIEL-PIEDRAS PARA EL PERÍODO 1940-2005.	<b>15</b>
GRÁFICO 4.2.2.2. (1): DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA ESCORRENTÍA TOTAL ANUAL (MM/MES) PERÍODO 1980/81-2005/06)	<b>22</b>
GRÁFICO 4.3.1. (1): SERIE DE APORTACIONES ANUALES (HM3) EN EL RÍO TINTO. (PERÍODO 1940/41-2005/06).	<b>25</b>

GRÁFICO 4.3.1. (2): SERIE DE APORTACIONES ANUALES (HM <sup>3</sup> ) EN EL RÍO ODIEL. (PERÍODO 1940/41-2005/06).	<b>25</b>
GRÁFICO 4.3.1. (3): SERIE DE APORTACIONES ANUALES (HM <sup>3</sup> ) EN EL RÍO PIEDRAS. (PERÍODO 1940/41-2005/06).	<b>26</b>
GRÁFICO 4.3.2.1. (1): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA DHTOP. PERÍODO 1940/41-2005/06	<b>28</b>
GRÁFICO 4.3.2.1. (2): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA DHTOP. PERÍODO 1980/81-2005/06	<b>28</b>
GRÁFICO 4.3.2.2. (1): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA DEL CONDADO DE HUELVA. PERÍODO 1940/41-2005/06	<b>30</b>
GRÁFICO 4.3.2.2. (2): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA DEL CONDADO DE HUELVA. PERIODO 1980/81-2005/06	<b>30</b>
GRÁFICO 4.3.2.3. (1): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA COSTA DE HUELVA-ANDÉVALO. PERÍODO 1940/41-2005/06	<b>32</b>
GRÁFICO 4.3.2.3. (2): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA COSTA DE HUELVA-ANDÉVALO. PERIODO 1980/81-2005/06	<b>32</b>
GRÁFICO 4.3.2.4. (1): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA DE LA CUENCA MINERA. PERÍODO 1940/41-2005/06	<b>34</b>
GRÁFICO 4.3.2.4. (2): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA DE LA CUENCA MINERA. PERIODO 1980/81-2005/06	<b>34</b>
GRÁFICO 4.3.2.5. (1): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA DE LA SIERRA DE HUELVA. PERÍODO 1940/41-2005/06	<b>36</b>
GRÁFICO 4.3.2.5. (2): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA DE LA SIERRA DE HUELVA. PERIODO 1980/81-2005/06	<b>36</b>
GRÁFICO 4.3.3. (1): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LOS CAUDALES REALES DE ENTRADA AL EMBALSE DEL PIEDRAS COMPARADAS CON LOS RESULTADOS DEL MODELO EN ESE MISMO PUNTO	<b>39</b>
GRÁFICO 4.3.3. (2): EVOLUCIÓN MEDIA ANUAL DE LOS CAUDALES REALES DE ENTRADA AL EMBALSE DEL CORUMBEL COMPARADAS CON LOS RESULTADOS DEL MODELO EN ESE MISMO PUNTO	<b>39</b>

**TABLAS:**

TABLA 4.1.2. (1): ESTIMACIÓN DEL RECURSO DISPONIBLE EN LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LA DHTOP	<b>9</b>
TABLA 4.1.3.1. (1): RESUMEN DE LAS DIFERENTES ZONAS UTILIZADAS EN LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA DHTOP	<b>11</b>

TABLA 4.3.1. (1): ESTADÍSTICOS BÁSICOS DE LAS SERIES ANUALES DE PRECIPITACIÓN (MM/AÑO). (PERÍODO 1940/41-2005/06)	23
TABLA 4.3.1. (2): ESTADÍSTICOS BÁSICOS DE LAS SERIES ANUALES DE PRECIPITACIÓN (MM/AÑO). (PERÍODO 1980/81-2005/06)	23
TABLA 4.3.1. (3): ESTADÍSTICOS BÁSICOS DE LAS SERIES ANUALES DE APORTACIÓN (HM <sup>3</sup> /AÑO). (PERÍODO 1940/41-2005/06)	24
TABLA 4.3.1. (4): ESTADÍSTICOS BÁSICOS DE LAS SERIES ANUALES DE APORTACIÓN (HM <sup>3</sup> /AÑO). (PERÍODO 1980/81-2005/06)	24
TABLA 4.3.2.1. (1): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA DHTOP. (PERÍODO 1940/41-2005/06).	27
TABLA 4.3.2.1. (2): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA DHTOP. (PERÍODO 1980/81-2005/06).	27
TABLA 4.3.2.2. (1): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA EL CONDADO DE HUELVA (PERÍODO 1940/41-2005/06)	29
TABLA 4.3.2.2. (2): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA EL CONDADO DE HUELVA (PERÍODO 1980/81-2005/06)	29
TABLA 4.3.2.3. (1): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA COSTA DE HUELVA-ANDÉVALO. SERIE 1940/41-2005/06	31
TABLA 4.3.2.3. (2): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA COSTA DE HUELVA-ANDÉVALO. SERIE 1980/81-2005/06	31
TABLA 4.3.2.4. (1): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA CUENCA MINERA. (PERÍODO 1940/41-2005/06)	33
TABLA 4.3.2.4. (2): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA CUENCA MINERA. (PERÍODO 1980/81-2005/06)	33
TABLA 4.3.2.5. (1): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA SIERRA DE HUELVA. (PERÍODO 1940/41-2005/06)	35
TABLA 4.3.2.5. (2): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA SIERRA DE HUELVA. (PERÍODO 1980/81-2005/06)	35
TABLA 4.3.3. (1): ESTACIONES DE CONTROL SELECCIONADAS	38
TABLA 5.3.1. (1): EMBALSES EN LOS QUE SE HA ESTIMADO EL RECURSO DISPONIBLE EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	46
TABLA 5.3.1. (2): CRITERIOS DE GARANTÍA UTILIZADOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS DISPONIBLES EN LOS EMBALSES DE LA DHTOP	47
TABLA 5.3.1. (3): RECURSOS DISPONIBLES SUPERFICIALES ESTIMADOS EN LA DHTOP	47
TABLA 5.3.5. (1): RECURSOS DISPONIBLES ESTIMADOS PARA LA DHTOP EN LOS DIFERENTES ESCENARIOS DE PLANIFICACIÓN	49

## 1 INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el inventario de recursos hídricos de la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras (en adelante DHTOP). Los recursos hídricos existentes en la demarcación están constituidos por los recursos hídricos propios, convencionales y no convencionales (reutilización, desalación, etc.), y los recursos hídricos externos (transferencias). Actualmente, la totalidad de los recursos hídricos disponibles en la DHTOP (100 %) están constituidos por los recursos hídricos convencionales.

El inventario de recursos hídricos naturales, está compuesto por su estimación cuantitativa, descripción cualitativa y la distribución temporal. Incluye las aportaciones de los ríos y las que alimentan los almacenamientos naturales de agua, superficiales y subterráneos. Esta evaluación se ha realizado en las zonas oportunas atendiendo, entre otros, a criterios hidrográficos, administrativos, socioeconómicos y ambientales.

Con carácter general se ha considerado la zonificación existente, tal como se indica en el Reglamento de la Planificación Hidrológica (RPH) y en la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH), los datos estadísticos que muestran la evolución del régimen natural de flujos y almacenamientos a lo largo del ciclo hidrológico y las interrelaciones entre variables.

En este documento se han considerado los siguientes capítulos:

1. Introducción
2. Base Normativa
3. Antecedentes
4. Inventario de Recursos Hídricos Naturales (RRHHNN):
  - 4.1. Esquematación y Zonificación de los RRHHNN de la Demarcación.
  - 4.2. Descripción e interrelación de las variables hidrológicas.
  - 4.3. Estadísticos de las series hidrológicas de la Demarcación
  - 4.4. Características básicas de calidad de las aguas en condiciones naturales
5. Otros recursos hídricos de la Demarcación:
  - 5.1. Recursos hídricos propios no convencionales: desalación y reutilización.
  - 5.2. Recursos hídricos externos.
  - 5.3. Recursos hídricos disponibles en la Demarcación.
6. Evaluación del efecto del cambio climático
7. Apéndices:
  - 7.1. Descripción del modelo utilizado.
  - 7.2. Series de aportaciones en los puntos definidos.

## 2 BASE NORMATIVA

El artículo 42 a) c'), sobre "El contenido de los planes hidrológicos de cuenca", del texto refundido de la Ley de Aguas, TRLA en adelante, aprobado por RD Legislativo 1/2001, de 20 de julio, hace referencia al inventario de recursos hídricos:

1. *Los planes hidrológicos de cuenca comprenderán obligatoriamente:*

A) *La descripción general de la demarcación hidrográfica, incluyendo:*

[...]

C') *El inventario de los recursos superficiales y subterráneos incluyendo sus regímenes hidrológicos y las características básicas de calidad de las aguas.*

El artículo 4 del Reglamento de Planificación Hidrológica, RPH en adelante, aprobado por Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, transcribe la referencia del artículo 42.a) c') referente al inventario de recursos hídricos dentro de la descripción general de la demarcación hidrográfica (apartado a)) en el contenido obligatorio de los planes hidrológicos de la Demarcación.

El apartado 2.4 de la Instrucción de Planificación Hidrológica, IPH en adelante, aprobada por la Orden Ministerial ARM 2656/2008, de 10 de septiembre, desarrolla los contenidos mínimos que deberá abarcar el inventario de recursos hídricos naturales.

La Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH), es de obligado cumplimiento en las cuencas hidrográficas intercomunitarias, no siendo el caso de las cuencas hidrográficas intracomunitarias. Sin embargo, la IPH recoge y desarrolla los contenidos del Reglamento de Planificación Hidrológica y del Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA) por lo que se considera un buen instrumento metodológico en la planificación hidrológica de la Demarcación del Tinto-Odiel-Piedras.

Según el Artículo 2.4.1. de la mencionada IPH:

*El inventario de recursos incluirá las aguas que contribuyan a las aportaciones de los ríos y las que alimenten almacenamientos naturales de agua, superficiales o subterráneos.*

*El inventario contendrá, en la medida que sea posible:*

- A) *Datos estadísticos que muestren la evolución del régimen natural de los flujos y almacenamientos a lo largo del año hidrológico.*
- B) *Interrelaciones de las variables consideradas, especialmente entre las aguas superficiales y subterráneas, y entre las precipitaciones y las aportaciones de los ríos o recarga de acuíferos.*
- C) *La zonificación y la esquematización de los recursos hídricos naturales en la demarcación hidrográfica.*
- D) *Características básicas de calidad de las aguas en condiciones naturales.*



En la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras, parte de los recursos hídricos disponibles son de origen externo al ámbito territorial de la demarcación, procedentes de la Demarcación del Guadiana, y más concretamente de la cuenca del río Chanza (Zona de Encomienda). Estas transferencias se encuentran regladas según lo dispuesto en el *Real Decreto 1560/2005, de 23 de diciembre, sobre traspaso de funciones y servicios del Estado a la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de recursos y aprovechamientos hidráulicos correspondientes a las cuencas andaluzas vertientes al litoral atlántico (Confederaciones Hidrográficas del Guadalquivir y del Guadiana)*.

Mediante este Real Decreto, la Comunidad Autónoma de Andalucía ejerce las funciones de conservación, explotación y régimen de desembalses de los aprovechamientos hidráulicos y demás obras hidráulicas en las cuencas hidrográficas andaluzas vertientes a las aguas de transición del tramo internacional del río Guadiana hasta su desembocadura en el Atlántico (Zona de Encomienda).

Por lo tanto, la denominada Zona de Encomienda, aun perteneciendo a la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, sus recursos son gestionados por la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Del mismo modo, el aprovechamiento de la Zona de Encomienda también se encuentra regulado por el Convenio de Cooperación para la protección y el aprovechamiento sostenible de las aguas de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesa, denominado como Convenio de Albufeira

### 3 ANTECEDENTES

En el anterior proceso de Planificación, las cuencas hidrográficas del Tinto, Odiel y Piedras pertenecían a la Cuenca Hidrográfica del Guadiana.

El Plan Hidrológico de la Cuenca del Guadiana se dividió en dos partes, quedando la zona de estudio enclavada en el ámbito del Plan Hidrológico II del Guadiana, que comprendía las cuencas afluentes a la margen izquierda del Guadiana, desde la confluencia del río Chanza, incluida la de éste, hasta su desembocadura, cuencas de los ríos Piedras, Odiel y Tinto, y cuencas intermedias de vertido directo al océano Atlántico.

Según el Plan Hidrológico II de la Cuenca del Guadiana de 1998/99, las aportaciones en régimen natural en las cuencas hidrográficas del Tinto, Odiel y Piedras ascendían a 943,18 hm<sup>3</sup>, constituidos en su totalidad por recursos convencionales.



**Unión Europea**

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



## 4 INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS NATURALES

En este apartado se realiza la descripción de los recursos hídricos naturales existentes en la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras. Para ello se analizan los diferentes aspectos que influyen en la evaluación de estos recursos, como por ejemplo la precipitación o la infiltración a las masas de agua subterránea existentes en la demarcación.

Para ello, este análisis se ha realizado tanto para la totalidad de la DHTOP como para las diferentes zonas en las que se ha dividido la misma, de modo que se consideren las diferencias espaciales existentes en el ámbito de estudio en cuanto al aporte de recursos hídricos.

### 4.1 ESQUEMATIZACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS NATURALES DE LA DEMARCACIÓN

#### 4.1.1 Límites administrativos y de gestión. Red hidrográfica principal

##### **Marco administrativo y de gestión:**

La Demarcación Hidrográfica Tinto, Odiel y Piedras tiene todo su territorio incluido en la Comunidad Autónoma de Andalucía, con una superficie de 4.729 km<sup>2</sup>, casi en su práctica totalidad en la provincia de Huelva, y una pequeña parte en los municipios sevillanos de El Madroño y el Castillo de los Guardas.

El ámbito de aplicación del nuevo Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras, se describe en *el Decreto 357/2009, de 20 de Octubre, de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas de las cuencas intracomunitarias situadas en Andalucía*. A diferencia del ámbito de planificación del anterior plan hidrológico, en éste son incluidas las aguas de transición y costeras, además de las aguas continentales (superficiales y subterráneas), en busca de la gestión y protección integrada de las aguas.

Según lo dispuesto en el artículo 3 del Decreto 357/2009, la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras:

*“Comprende el territorio de las cuencas hidrográficas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras y las intercuencas con vertido directo al Atlántico desde los límites de los términos municipales de Palos de la Frontera y Lucena del Puerto (Torre del Loro) hasta los límites de los términos municipales de Isla Cristina y Lepe, así como, las aguas de transición a ellas asociadas.*

*Las aguas costeras comprendidas en esta demarcación hidrográfica tienen como límite oeste la línea con orientación 177° que pasa por el límite costero entre los términos municipales de Isla Cristina y Lepe, y como límite este la línea con orientación 213° que pasa por la Torre del Loro”.*



Figura 4.1.1. (1): Localización de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras

#### Red hidrográfica principal:

Desde el punto de vista fluvial, la red hidrográfica de la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras está constituida por tres cauces principales (ríos Tinto, Odiel y Piedras), y el conjunto de sus afluentes.

El resto de cauces de la red hidrográfica está constituido por pequeños ríos y arroyos, en su gran mayoría efímeros, que vierten directamente al mar, o a las masas de agua de transición de la Demarcación. Estos cauces se caracterizan por su bajo caudal circulante, debido principalmente a las bajas precipitaciones existentes en las zonas costeras de la DHTOP.

**El río Tinto** nace en la Sierra de Aracena, junto a Minas de Riotinto, en las estribaciones suroccidentales de Sierra Morena, y atraviesa estas tierras en dirección N-S. Posteriormente, se adentra en la Tierra Llana de Huelva, por la que discurre en dirección NE-SO siguiendo la falla del Guadalquivir. Ya en su parte final, antes de desembocar en el Odiel, da lugar a un estuario con marcada influencia mareal. A lo largo de todo su recorrido recoge por su margen izquierdo las aportaciones de los ríos Jarrama y Corumbel, y la de los arroyos Candón y Rivera de la Nicoba por el derecho.

**El río Odiel** nace en la Sierra de Aracena, discurriendo primero entre colinas de mediana altura, en dirección NE-SO, hasta su confluencia con el río Oraque. A partir de este punto cambia su orientación a

N-S, atravesando zonas con pendientes suaves. Antes de su desembocadura en el Océano Atlántico da lugar a una extensa marisma, que posee varias figuras de protección ambiental a nivel autonómico e internacional. Además del río Oraque, anteriormente comentado, el Odiel recoge por su margen derecha las aportaciones de la Rivera de Santa Eulalia, Rivera de Olivargas y Rivera de Meca. Por la margen izquierda se incorporan al río el Arroyo Agrio, Rivera del Villar y el Río Tinto, confluyendo este último ya en el estuario.

**La cuenca del río Piedras** se encuentra entre las cuencas bajas del Guadiana y del Odiel. Este río desemboca directamente al Océano Atlántico en un extenso estuario muy bien delimitado. No presenta grandes afluentes, y efectúa su corto recorrido en sentido NO-SE.

De acuerdo con la clasificación realizada por el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM), a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) de precisión 100x100 m, la longitud total de los ríos significativos (cuenca vertiente mayor a 10 km<sup>2</sup> y caudal circulante superior a 100 l/s) en la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras es de 937 km, repartidos 350 km en la cuenca del río Tinto, 515 km en la del río Odiel y 72 km en la cuenca del río Piedras.

A continuación se muestra el mapa de la red hidrográfica de la demarcación hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras, formada por los ríos principales Tinto, Odiel y Piedras y sus principales afluentes:

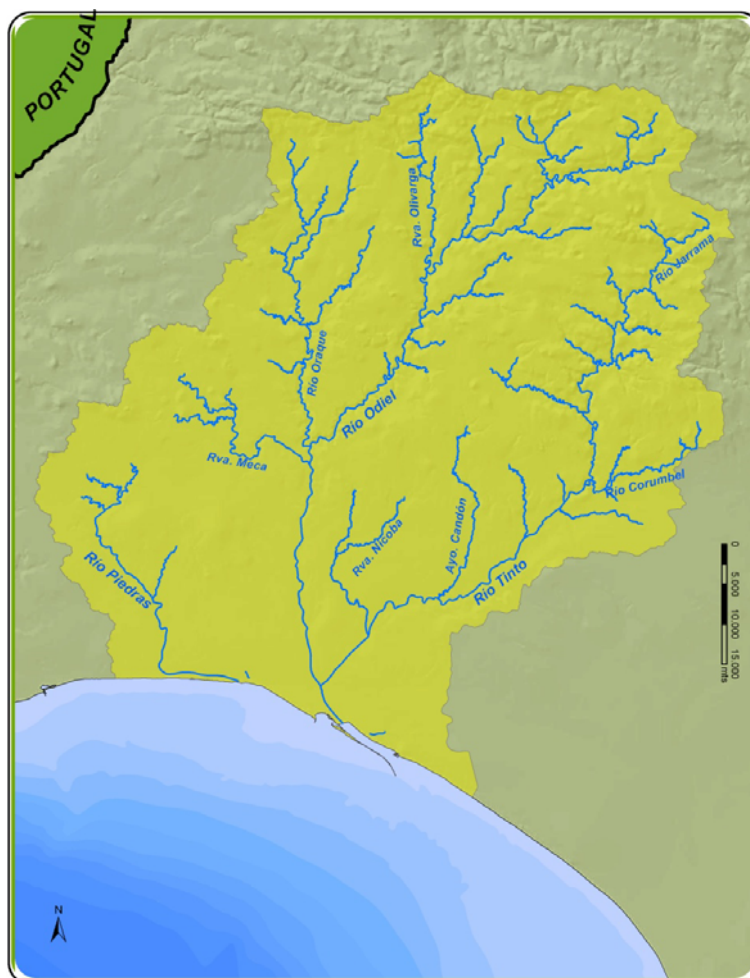


Figura 4.1.1. (2): Red Hidrográfica de la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras

Por otra parte, no todas las escorrentías discurren hacia la red fluvial, ya que existen áreas cerradas de carácter endorreico o semiendorreico. Son áreas de extensión reducida y constituyen depresiones en terrenos de baja permeabilidad, donde se retienen y encharcan las aguas que posteriormente se pierden por infiltración o, en su mayor parte, por evaporación. Todas ellas se sitúan en la zona cercana a la costa, y se encuentran influenciadas por los diferentes estuarios existentes en la Demarcación. Destacan las lagunas de las Madres y del Portil.

#### 4.1.2 Recursos de agua subterránea en la Demarcación

Los flujos totales en régimen natural constan de una componente de escorrentía superficial directa y de una componente de origen subterráneo. Esta componente subterránea de la escorrentía total coincide básicamente -dejando a un lado los efectos de transferencias subterráneas externas- con la recarga natural de los acuíferos.

El conocimiento de la recarga de las masas de agua subterránea presenta diversas dificultades a la hora de su cuantificación. No obstante este es un aspecto de gran importancia a la hora de estimar los recursos hídricos existentes en la DHTOP, pues viene a acotar las posibilidades máximas de explotación sostenible a largo plazo de las masas de agua subterránea enclavadas en la Demarcación del Tinto-Odiel-Piedras.

Para estimar la recarga natural o infiltración a los acuíferos se necesita conocer su delimitación geométrica. Hasta ahora en España los acuíferos se han agrupado en distintas unidades hidrogeológicas, que con la implantación de la Directiva Marco del Agua (DMA) pasan a ser masas de agua subterránea (en adelante masb).

Es conveniente diferenciar aquí entre el concepto físico de acuífero, entendido como formación geológica capaz de almacenar y transmitir agua, y el concepto administrativo de masa de agua subterránea, formada por uno o más acuíferos, que se agrupan a efectos de conseguir una racional y eficaz administración del agua. En la DHTOP, la masa de agua subterránea de Aracena está conectada hidráulicamente con otras masas de agua de las Demarcaciones del Guadiana y Guadalquivir. Del mismo modo, la masb de Condado forma parte de un acuífero compartido con la Demarcación del Guadalquivir.

En la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras existen un total de 4 masas de agua subterránea y, según los últimos estudios de caracterización disponibles<sup>1</sup>, los recursos hídricos naturales subterráneos disponibles se estiman en unos 48 hm<sup>3</sup>/año. Hay que destacar que cierto porcentaje de estos recursos disponibles se contabilizan también cuando se estiman los recursos disponibles superficiales, ya que parte de los mismos pasan, mediante manantiales u otras interacciones con la red hidrográfica, a incorporarse a la red superficial.

De hecho, detracciones excesivas en la masb de la Sierra de Aracena no provocaría un deterioro en la propia masa de agua subterránea, sino que los caudales circulantes por los ríos y arroyos de la zona se verían también mermados, provocando un descenso de la aportación a los diferentes embalses de la zona.

---

<sup>1</sup> “Trabajos necesarios para la mejora del conocimiento y protección contra la contaminación y el deterioro del Estado de las masas de agua subterránea de las Demarcaciones Hidrográficas Andaluzas de carácter intracomunitario, conforme a lo establecido en las Directivas 2000/60/CE y 2006/118/CE.” realizado por la Agencia Andaluza del Agua.

Se ha considerado como tasa de recarga de las masas de agua subterránea el sumatorio de la infiltración media de lluvia, los retornos de riego y las entradas laterales procedentes de otras cuencas. Estos valores son medios interanuales y en el caso de la infiltración por lluvia se corresponden con los valores medios de la serie histórica (1940/41-2005/06).

El recurso disponible de aguas subterráneas se define como el valor medio interanual de la tasa de recarga total de la masa de agua subterránea, menos el flujo interanual medio requerido para conseguir los objetivos de calidad ecológica para el agua superficial asociada. De esta manera, se evita cualquier disminución significativa en el estado ecológico de tales aguas, y cualquier daño significativo a los ecosistemas terrestres asociados.

En la práctica, como norma general, se ha asumido que el recurso disponible equivale al 80% del valor de la recarga. No obstante, en aquellas masas de agua subterránea en conexión hidráulica con el mar se ha considerado que un porcentaje de recursos disponibles superior al 70% de la tasa de recarga, podría inducir procesos de intrusión marina por sobreexplotación en determinados sectores próximos a la costa. Esta consideración se ha tenido en cuenta en las masas de Lepe-Cartaya y Condado.

A continuación en la tabla se muestra por cada masa de agua subterránea los recursos renovables, los recursos ambientales reservados para la consecución de los objetivos ambientales y los recursos subterráneos disponibles.

Código	Nombre	Superficie (km <sup>2</sup> )	Entradas a las masas de agua (hm <sup>3</sup> /año)				Extracciones (hm <sup>3</sup> /año)	Recursos disponibles <sup>2</sup> (hm <sup>3</sup> /año)
			Infiltración por lluvia	Retornos procedentes de riego	Otras entradas	Recargas totales		
440001	Aracena	65	3,4	--	--	3,4	2,4	2,7
30594	Lepe-Cartaya	473	26,8	3,3	--	30,1	6,5	21,1
30595	Condado	279	21,2	3,3	--	24,5	15	17,2
30593	Niebla	213	6,2	0,3	1,8	8,3	0,5	6,6

Tabla 4.1.2. (1): Estimación del recurso disponible en las masas de agua subterránea de la DHTOP

<sup>2</sup> Cifras de recursos disponibles no acumulables a los superficiales, por la fuerte interrelación entre el sistema superficial y subterráneo.





Figura 4.1.2. (1): Definición de masas de agua subterránea en la demarcación hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras

### 4.1.3 Zonificación

#### 4.1.3.1 Zonificación y Criterios para Delimitación

La Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras se ha dividido para la determinación de los recursos disponibles en 4 zonas atendiendo a criterios hidrográficos, administrativos, socioeconómicos y/o medioambientales. La división responde, principalmente, a criterios de funcionalidad en la explotación de los recursos hídricos en la cuenca.

La zonificación coincide con la propuesta del ANEXO II (Delimitación del ámbito territorial de los sistemas de gestión del ciclo integral del agua en la Comunidad Autónoma de Andalucía) del Decreto 310/2003, de 4 de noviembre, de la Consejería de Obras Públicas y Transporte, por el que se delimitan las aglomeraciones urbanas para el tratamiento de las aguas residuales de Andalucía y se establece el ámbito territorial de gestión de los servicios del ciclo integral del agua de las Entidades Locales a los efectos de actuación prioritaria de la Junta de Andalucía. Hay que destacar que, por homogeneidad, se han contemplado en una misma zona los sistemas de gestión de Costa de Huelva, Andévalo y Huelva (que pasa a denominarse como Costa Huelva-Andévalo) contemplados en el Decreto anteriormente



comentado. En la siguiente figura se muestran las cuatro zonas en las que se ha dividido la DHTOP para la estimación de los recursos hídricos en la Demarcación.



Figura 4.1.3.1. (1): Mapa de la zonificación utilizada en la demarcación hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras para la determinación de los recursos hídricos.

Zona	Nombre	Superficie (km2)	Masas de agua subterránea
1	Condado de Huelva	562	42.003. Niebla 42.004. Condado
2	Costa de Huelva-Andévalo	2.571	42.003 Niebla 42.002 Lepe - Cartaya 42.004 Condado
3	Cuenca Minera	941	
4	Sierra de Huelva	675	42.001 Arcena

Tabla 4.1.3.1. (1): Resumen de las diferentes zonas utilizadas en la caracterización de los recursos hídricos de la DHTOP

## 4.2 DESCRIPCIÓN E INTERRELACIÓN DE LAS VARIABLES HIDROLÓGICAS

### 4.2.1 Disponibilidad de información

Las series hidrológicas utilizadas en la elaboración del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras han sido dos: la serie larga correspondiente al período 1940/41-2005/06, y la serie corta correspondiente al período 1980/81-2005/06. Los datos corresponden a valores del registro de la red foronómica de la DHTOP completándose cuando no existían datos con valores procedentes de la restitución al régimen natural.

El modelo de simulación utilizado ha sido el modelo conceptual y cuasidistribuido SIMPA (Sistema Integrado para la Modelación del proceso Precipitación Aportación) de precipitación-aportación, actualizado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX. Se han utilizado como variables de la fase atmosférica: la temperatura, la precipitación, la evapotranspiración potencial, y como variables de la fase terrestre: la infiltración o recarga, la evapotranspiración real, y las escorrentías: superficial, subterránea y total. El terreno se ha discretizado en celdas de 100x100 m.

A continuación se muestra el mapa de España con la localización de los puntos de la red hidrográfica donde se toman los registros de datos de caudales y volúmenes para la restitución al régimen natural de las series hidrológicas:



Figura 4.2.1. (1): Localización de las series restituidas en España utilizadas para la calibración del modelo SIMPA.

Respecto a la información de recursos de aguas subterráneas (niveles piezométricos en los acuíferos), la información se obtiene de la red de piezometría e hidrometría de la demarcación hidrográfica, como se muestra en el siguiente mapa de España:

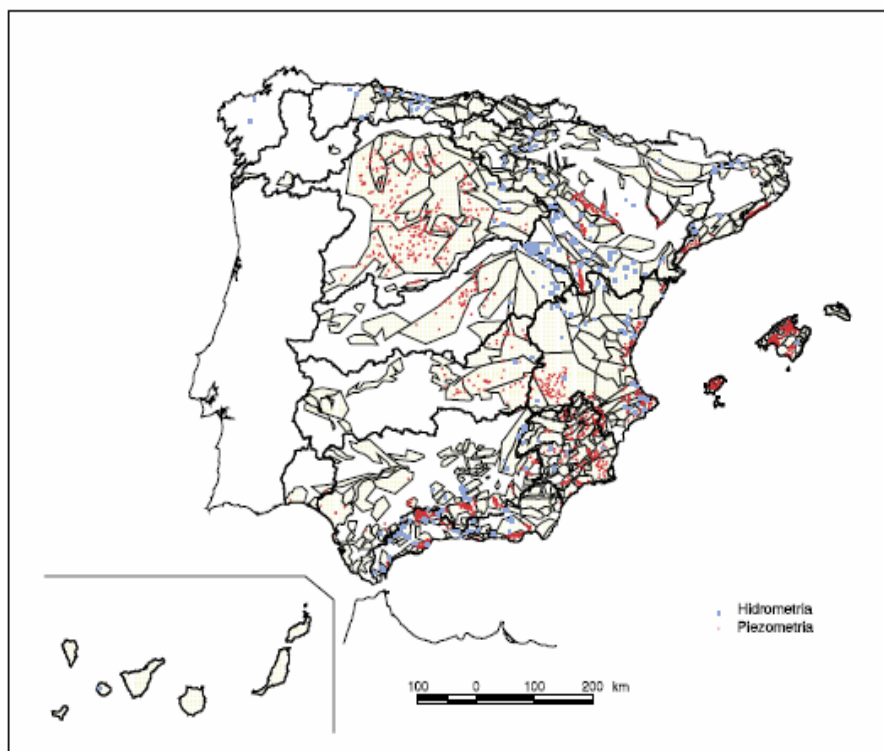


Figura 4.2.1. (2): Mapa de puntos seleccionados de las redes de piezometría e hidrometría

#### 4.2.2 Distribución espacial de las principales variables hidrológicas

El siguiente apartado trata de mostrar la distribución espacial de las variables hidrológicas consideradas para todo el territorio de la DHTOP y para el periodo de evaluación definido.

Los mapas anuales que se muestran en los siguientes apartados, se han obtenido como suma de los datos promedio mensuales de la serie temporal analizada. Se representan los mapas medios de las variables indicadas en la IPH.

##### 4.2.2.1 Variables de la Fase Atmosférica

Según el apartado 2.4.2 de la IPH, el inventario de recursos hídricos naturales contendrá:

*El inventario incluirá series hidrológicas de, al menos, las siguientes variables: precipitación, evapotranspiración potencial, evapotranspiración real, recarga a los acuíferos, escorrentía superficial, escorrentía subterránea y escorrentía o aportación total. En aquellas zonas en que la nieve sea un fenómeno característico se añadirá información sobre esta variable. (...)*

Las series meteorológicas proceden de la Agencia Española de Meteorología, AEMET. Se ha utilizado el histórico de la red de medida de lluvia, temperatura máxima y mínima y, en un número limitado de estaciones, datos de velocidad de viento, número de horas de sol y humedad relativa.

A todas estas series se les han aplicado pruebas de homogeneidad, dobles acumulaciones y test de la elipse principalmente para identificar errores en las medidas. Posteriormente se llevó a cabo un proceso

de rellenado de las carencias de información utilizando un procedimiento de correlación bivariada con estacionarización mensual previa.

Los mapas de lluvia se han interpolado usando patrones de precipitación que permitieran descomponer cada dato en un residuo y una tendencia media. La interpolación consideraba únicamente el residuo de precipitaciones. Sobre el patrón de precipitaciones se realizaron los estudios que permitieran corregir los problemas derivados de la escasa densidad de datos en altura o la de las aglomeraciones y redundancias de información.

En la interpolación de temperaturas máximas y mínimas se ha seguido un procedimiento similar. La evapotranspiración potencial se ha obtenido utilizando el método de Hargreaves, corregido en función de coeficientes mensuales procedentes de la comparación de resultados entre los métodos de Penman Monteith y Hargreaves.

El clima de la zona se puede clasificar como mediterráneo subhúmedo de tendencia atlántica. En el régimen pluviométrico de la zona desempeña un papel decisivo la formación de gotas frías al SO de la península o sobre el área del estrecho de Gibraltar. Este centro actúa especialmente durante los meses fríos, de octubre a abril, dando lugar a una gran inestabilidad vertical, con lluvia y tormentas más o menos generalizadas según la humedad relativa de la masa de aire superficial.

A continuación se describen los valores característicos de las distintas variables hidrológicas utilizadas y su distribución espacial.

#### **Precipitación:**

En la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras, la precipitación total anual se encuentra en torno a los 636 mm, o lo que es lo mismo,  $3.007 \text{ hm}^3/\text{año}$  si se toma como superficie de referencia la de la DHTOP ( $4.729 \text{ km}^2$ ). Estos datos se corresponden con la media de los valores de la serie registrada en la red de pluviómetros existentes con datos desde el año 1940, oscilando entre valores máximos de 1.017 mm (año hidrológico 1962/1963) en los años más húmedos y valores mínimos de 315 mm (año hidrológico 2004/2005) en los años más secos (según datos del modelo SIMPA).

Hay que destacar que la media anual de precipitación desciende si se toma como período de referencia los últimos 25 años (1980/1981-2005/2006), hasta un valor de 617 mm/año ( $2.917 \text{ hm}^3/\text{año}$ ).

Por otra parte, la distribución mensual y espacial de estas precipitaciones, se caracteriza por la heterogeneidad, habiendo meses bastante lluviosos (fundamentalmente los meses de otoño e invierno) y meses secos (verano). En cuanto a la distribución espacial, la zona montañosa del norte es donde se dan los valores máximos de precipitación. De este modo, la Sierra de Huelva alcanza valores medios de precipitación anual en torno a los 806 mm, con máximos de 1256 mm (año hidrológico 1962/1963). Mientras tanto, la zona costera es donde se presentan las menores precipitaciones medias. La Costa de Huelva-Andévalo, por ejemplo, presenta valores medios anuales de 565 mm y mínimos de 271 mm (año 2004/2005).

En la siguiente figura se compara la serie mensual en la que se incluyen los valores medios mensuales tanto en la serie 1940-2005 como 1980-2005.

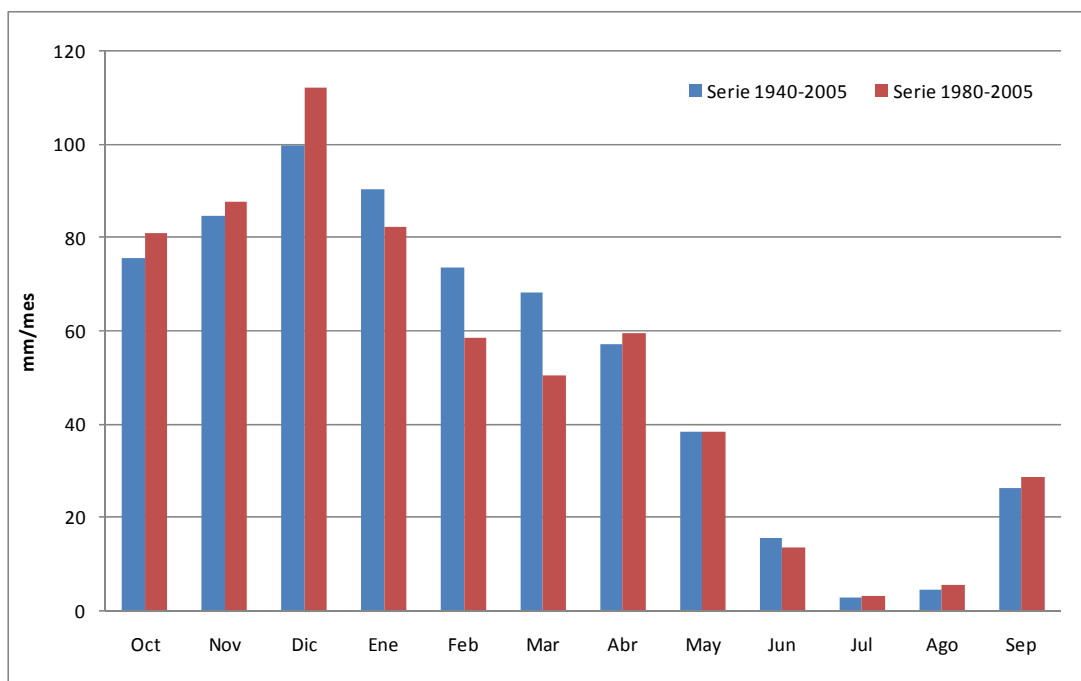


Gráfico 4.2.2.1. (1): Distribución mensual de la precipitación total anual (mm/mes) en la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras.

Son frecuentes los episodios de precipitaciones prácticamente nulas en los meses de verano. El período de precipitaciones bajas más acusado se produjo en el período 1990-1995, en las que no se superó la precipitación media en ninguno de los años, siendo en dos de ellos inferior incluso a los 400 mm/año. El año con la precipitación más baja, de la serie analizada, ha sido el año hidrológico 2004-2005, con un valor de 315 mm

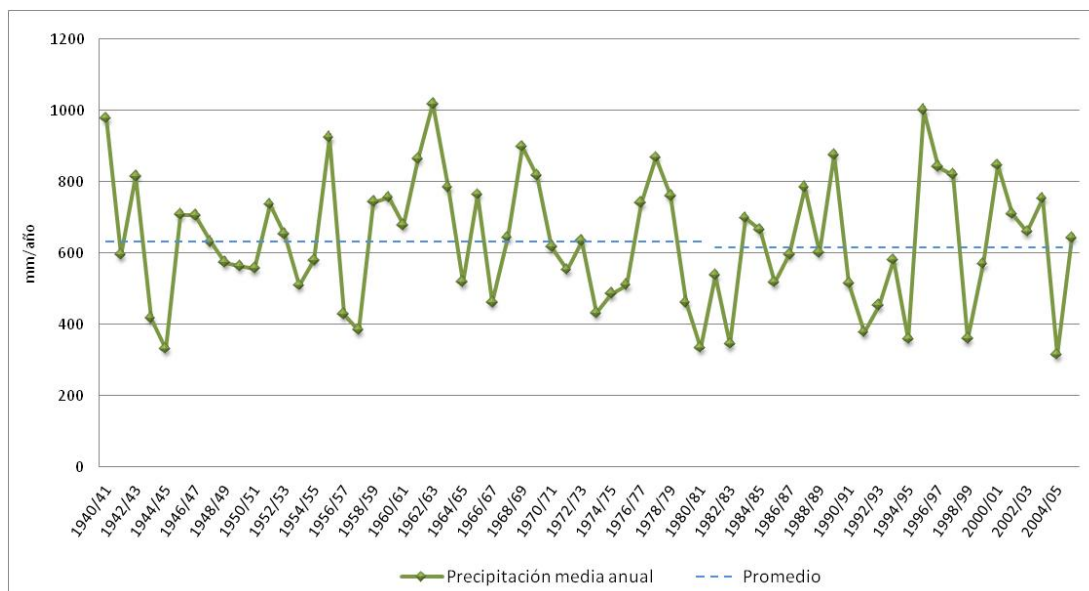


Gráfico 4.2.2.1. (2): Evolución de la precipitación anual (mm/año) en la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras para el período 1940-2005.

En el siguiente mapa, se muestra la distribución espacial de los valores medios anuales totales de precipitación en la demarcación hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras:

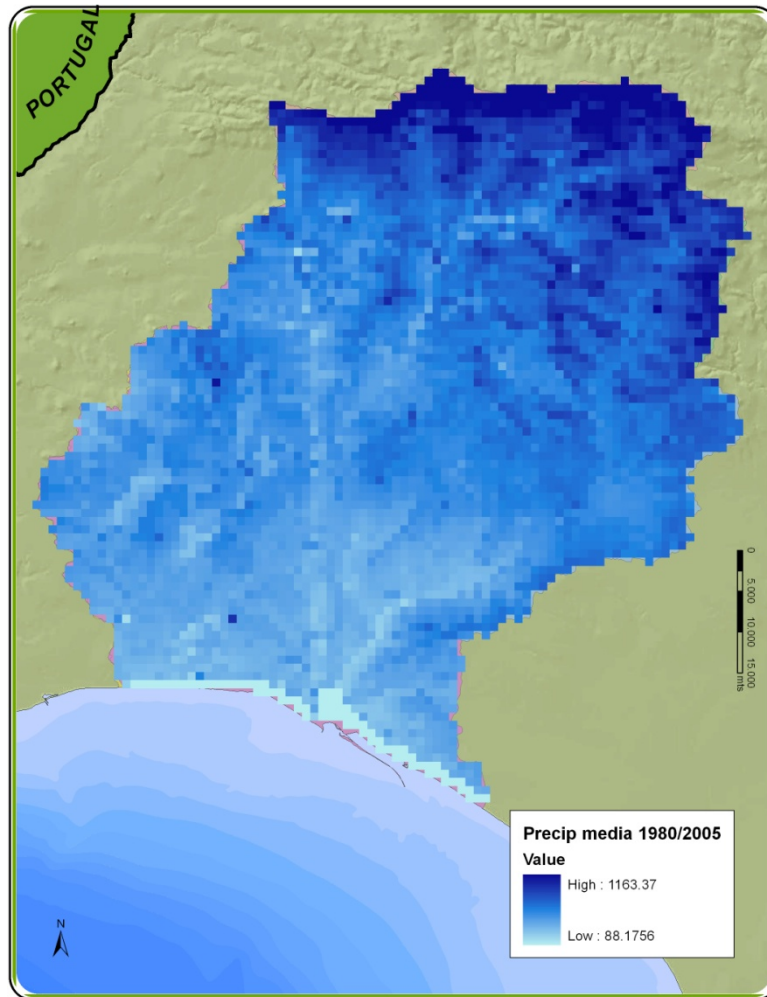


Figura 4.2.2.1. (1): Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año) en la demarcación hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras. (Período 1980-2005)

#### Temperaturas:

El clima de la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras se encuentra influenciado por su situación geográfica. Entre otros, los factores más destacables son:

- Continentalidad, que hace que se produzcan grandes variaciones entre las temperaturas de verano e invierno
- Características climáticas tanto mediterráneas (características hipsométricas) como atlánticas

A su vez, dentro del territorio de la DHTOP, existen zonas con características climáticas diferenciadas. Al igual que ocurre con el régimen pluviométrico, el térmico, está también muy influenciado por la orografía.

No obstante, las temperaturas medias, según los datos utilizados en el modelo SIMPA, muestran cierta homogeneidad en toda la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras, tal y como se observa en la siguiente figura en la que se muestran las temperaturas medias para la serie 1940/41-2005/06. En ella se observa la diferencia entre la zona más fría (15 °C en la Sierra de Huelva) y en la zona más cálida, situada en la zona central (municipios de Gibraleón y Trigueros con 18,5 °C) la diferencia es solo de 3,5 °C.



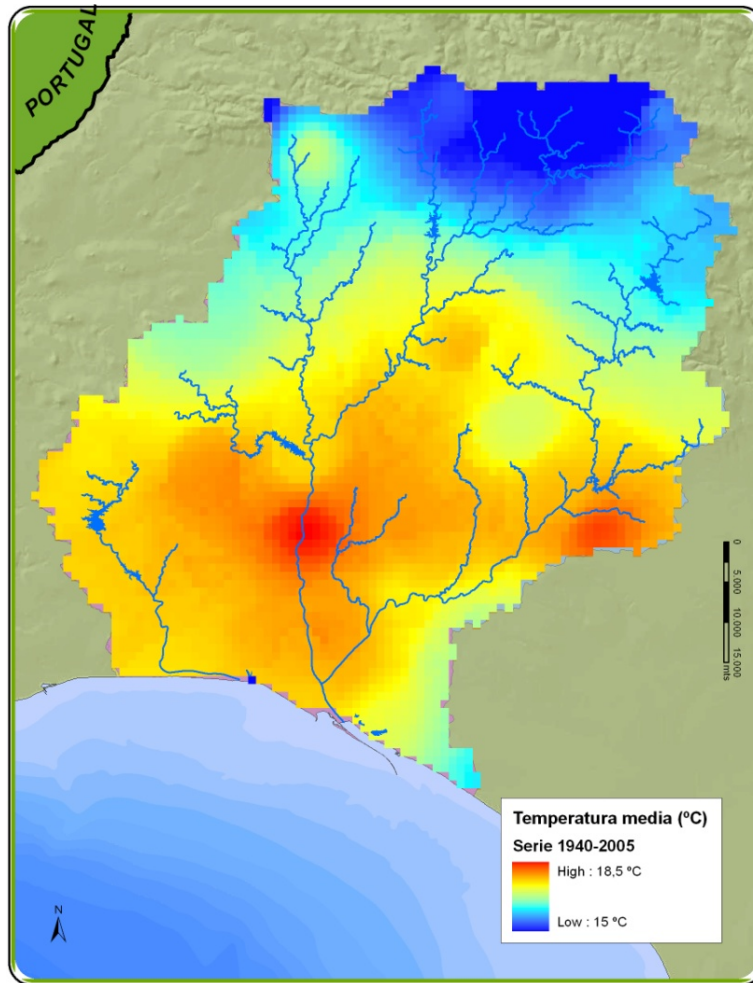


Figura 4.2.2.1. (2): Distribución espacial de la temperatura media anual (°C) en la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras. (Período 1940/41-2005/06)

En las zonas de la Sierra de Huelva y Cuenca Minera se dan inviernos fríos y largos con valores medios de 9,6 °C, mínimos de 7 °C. Mientras tanto, los veranos son calurosos, con medias de 26 °C en toda la Demarcación y máximas de 27,3 °C.

Hay que recordar que los datos proporcionados muestran medias mensuales, no representándose aquí valores puntuales, que como es normal, serán más acusados, con valores superiores a los 40 °C en los meses de verano e inferiores a 0° C en los meses de invierno.

Según el índice de humedad o índice de aridez, definido (UNESCO, 1979) como el cociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial anual según Penman, en España existen regiones áridas, semiáridas, subhúmedas y húmedas.

Las regiones áridas ocupan una extensión reducida y se localizan en parte de las islas Canarias y en el área del desierto de Tabernas (Almería). Las zonas semiáridas afectan principalmente a la Depresión del Ebro, Almería, Murcia, sur de la cuenca del Júcar, cabecera del Guadiana y parte de Canarias. Las zonas subhúmedas se sitúan básicamente en la cuenca del Duero, sur de las Cuencas Internas de Cataluña, Baleares, Guadalquivir y a lo largo de las cordilleras de menor altitud. Finalmente, la zona húmeda afecta al resto del país.

En la siguiente figura se muestra el Índice de Aridez en la Demarcación del Tinto-Odiel-Piedras. Como se puede observar, la zona norte de la misma es húmeda, mientras que el resto de la Demarcación se encuentra dentro de los niveles de subhúmeda o semiarida.

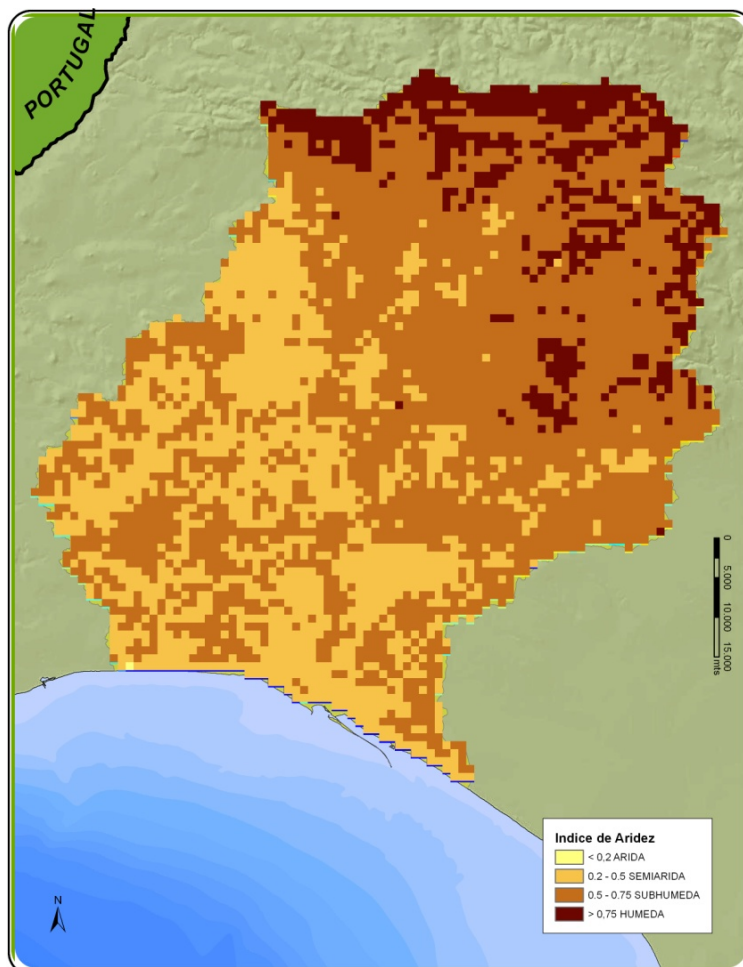


Figura 4.2.2.1. (3): Mapa de clasificación climática según el índice de humedad o de aridez de la UNESCO en la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras (DHTOP)

#### 4.2.2.2 Variables de la Fase Terrestre.

##### Evapotranspiración Real:

La evapotranspiración es la consideración conjunta de dos fenómenos físicos diferenciados: la evaporación y la transpiración. Por tanto, la evapotranspiración evalúa la cantidad de agua que pasa a la atmósfera en forma de vapor de agua a través de la evaporación y de la transpiración de la vegetación.

En la España peninsular, las pérdidas totales por evapotranspiración son unas 3 veces superiores a las pérdidas al mar por los ríos.

La evapotranspiración depende, entre otros, de dos factores muy variables y difíciles de medir: el contenido de humedad de suelo y el desarrollo vegetativo de la planta. Por esta razón Thornthwaite (1948) introdujo el término de evapotranspiración potencial o pérdidas por evapotranspiración, en el doble supuesto de un desarrollo vegetativo óptimo y una capacidad de campo permanentemente completa.



La evapotranspiración es una componente fundamental del balance hidrológico y un factor clave en la interacción entre la superficie terrestre y la atmósfera. Su cuantificación se hace necesaria para evaluar los recursos hídricos disponibles en el territorio. La unidad más usual para expresar las pérdidas por evapotranspiración es, el mm de altura de agua por unidad de superficie, equivalente a  $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ . La medida siempre se refiere a un determinado intervalo de tiempo.

Es muy importante diferenciar entre evapotranspiración potencial (ETP) y evapotranspiración real (ETR). La ETP sería la evapotranspiración que se produciría si la humedad del suelo y la cubierta vegetal estuvieran en condiciones óptimas. La ETR es la evapotranspiración real que se produce en las condiciones reales existentes, dependiendo por tanto, de la precipitación, la temperatura, la humedad del suelo y del aire, del tipo de cobertura vegetal del suelo y del estado de desarrollo de la misma.

Los datos de evapotranspiración que se muestran a continuación han sido calculados a partir de los datos utilizados para el modelo SIMPA, anteriormente comentado.

En la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras, la ETR media anual está en torno a los 478 mm/año ó los  $4780 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ , con valores de los últimos 26 años. Los valores máximos de ETR se dan en la zona de la Sierra de Huelva, donde predomina la masa forestal formada, entre otros, por alcornoques, encinas y castaños, con valores de 525 mm/año. Los valores mínimos de ETR están en torno a los 456 mm/año y se dan en la zona de la Costa Andévalo-Huelva.

En el siguiente mapa se aprecia la distribución de esta variable en la demarcación hidrográfica:

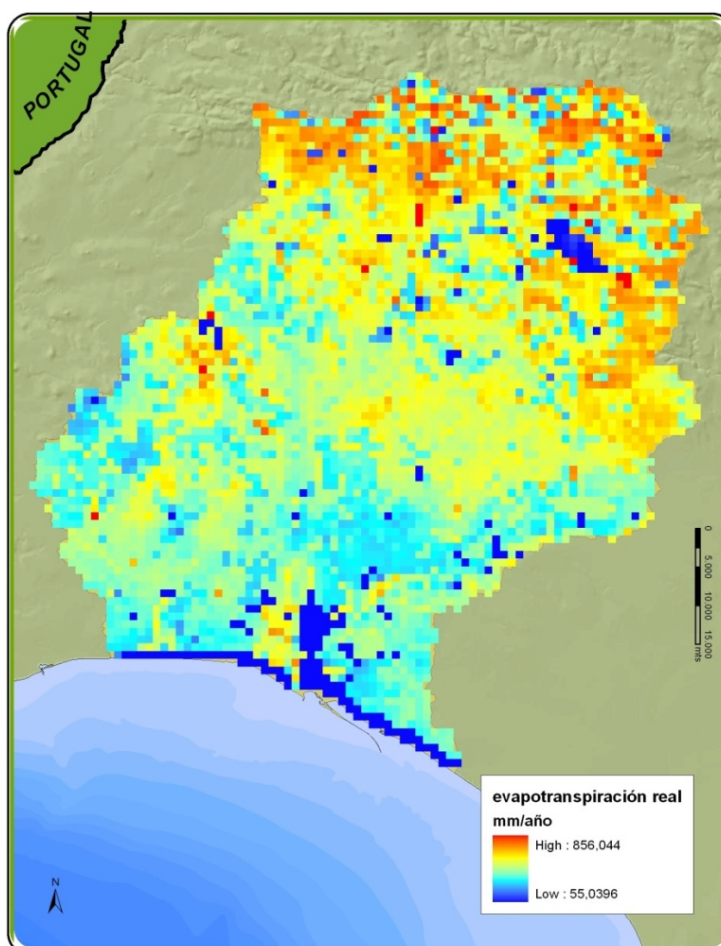


Figura 4.2.2.2. (1): Distribución espacial de la evapotranspiración real total anual (mm/año) (período 1980/81-2005/06) en la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras (DHTOP)

### Infiltración o recarga:

La infiltración o recarga es el proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos (escorrentía subterránea) e incluso a generar escorrentía superficial, cuando el suelo está saturado y se sobrepasa el umbral de escorrentía del suelo.

En la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras, la infiltración total anual media se estima en 15 mm/año, con valores máximos de 46 mm/año (año 1995/96) y valores mínimos inferiores a 1 mm/año (año 1991/92). Hay que recordar que este es un valor medio para toda la DHTOP, suponiendo que existe infiltración en todo el territorio. Como es lógico, según el modelo SIMPA, la infiltración se da solamente en aquellas zonas en las que existe masa de agua subterránea, por lo que los valores medios para toda la Demarcación deben tomarse como orientativos.

En las zonas costeras y el sureste de la DHTOP se producen los valores máximos de infiltración, ya que, es en las zonas donde se encuentran las principales masas de agua subterránea de la Demarcación. Por ejemplo, en la zona del Condado de Huelva se alcanzan los valores máximos, con 38 mm/año. En la zona sur de la zona de Costa de Huelva-Andévalo los valores son altos, pero al realizar la media con la zona norte de esta zona, donde no hay masas de agua subterránea, el valor medio baja hasta los 17 mm/año.

En el siguiente mapa se muestra la distribución espacial de esta variable en el territorio de la demarcación:

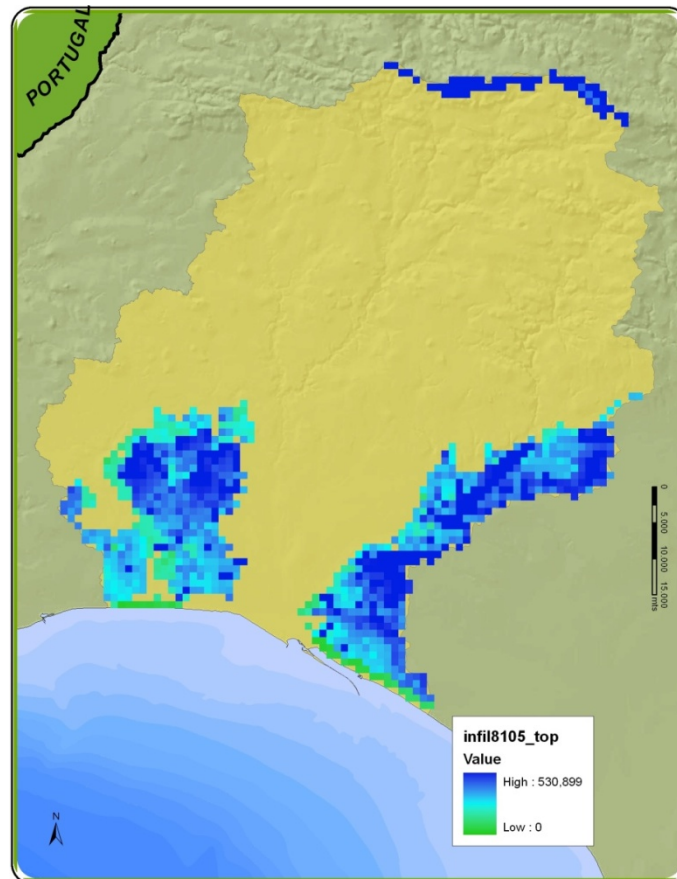


Figura 4.2.2.2. (2): Distribución espacial de la infiltración/recarga total anual (mm/año)

Las variables hidrológicas están todas relacionadas entre sí y con otros factores del medio físico como pueda ser la litología, edafología, etc. Al igual que ocurre con la evapotranspiración, en el caso de la infiltración también se distingue de la máxima capacidad de infiltración o infiltración potencial, y la que realmente se produce. Ésta depende directamente de la precipitación y del contenido de humedad del suelo, entre otros factores.

#### **Escorrentía:**

La escorrentía es la lámina de agua que circula en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros de agua de lluvia escurrida y extendida en el terreno mediante los diferentes cauces. Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real y la infiltración del sistema suelo – cobertura vegetal. Según la teoría de Horton se forma cuando las precipitaciones superan la capacidad de infiltración del suelo.

La escorrentía superficial está formada por la precipitación que alimenta los cursos superficiales. Se trata del agua que alcanza la red de drenaje y se desplaza sobre la superficie del terreno bajo la acción de la gravedad.

Por tanto, se considera que la escorrentía total ( $E_T$ ) está formada por:

$$E_T = ES + EH + PS + PD$$

- Escorrentía superficial (ES): fracción de la precipitación que no se infiltra y discurre libremente sobre la superficie del terreno hasta alcanzar los cursos de agua superficiales.
- Escorrentía hipodérmica (EH) parte del agua infiltrada puede quedar a escasa profundidad y volver a la superficie, alcanzando un curso de agua.
- Escorrentía subterránea (PS) parte del agua que se infiltra y alcanza la zona saturada y que, eventualmente, puede llegar a un curso de agua superficial.
- PD: precipitación que cae directamente sobre la superficie de agua libre del cauce.

En la demarcación hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras la escorrentía total interanual media, tiene un valor de unos 152 mm/año para la serie 1940/41-2005/06, descendiendo hasta los 140 mm/año en la serie corta (1980/81-2005/06)

Dentro de la distribución mensual, los valores máximos de 37 mm/mes se producen en el mes de diciembre y los valores mínimos, inferiores a 1 mm/mes se producen en los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre.

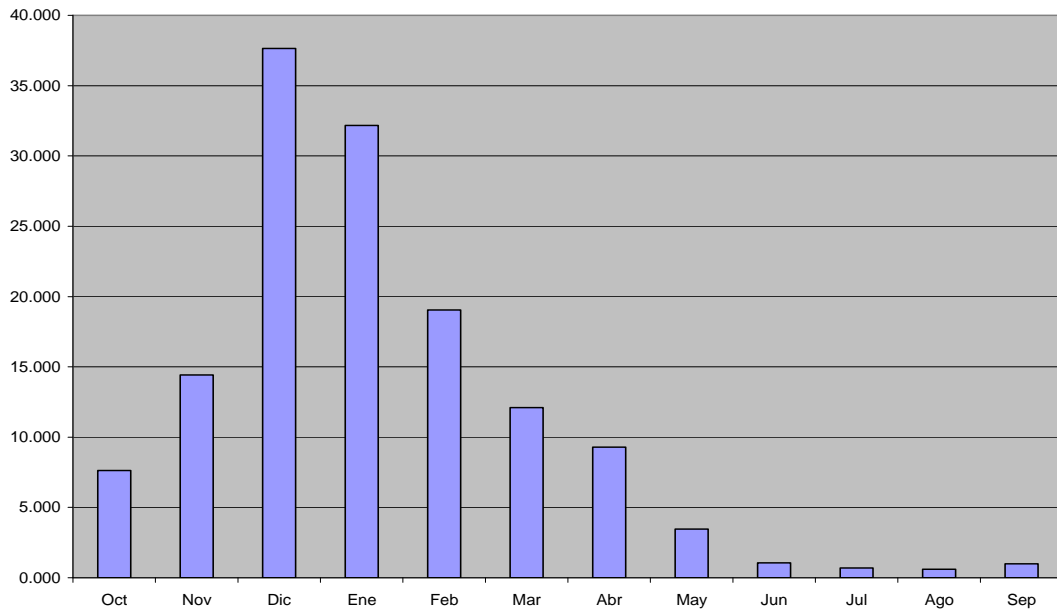


Gráfico 4.2.2.2. (1): Distribución temporal de la escurrentía total anual (mm/mes período 1980/81-2005/06)

### 4.3 ESTADÍSTICAS DE LAS SERIES HIDROLÓGICAS EN LA DEMARCACIÓN

Como indica el apartado 2.4.4 de la IPH, en el plan hidrológico se han recogido de forma sintética las principales características de las series de variables hidrológicas en las diferentes zonas consideradas, así como en el conjunto de la demarcación hidrográfica.

Para las series de precipitaciones y aportaciones anuales se han indicado los valores mínimo, medio y máximo, los coeficientes de variación y de sesgo y el primer coeficiente de autocorrelación. Con objeto de caracterizar las sequías hiperanuales, se han recogido las estadísticas correspondientes a dos o más años consecutivos.

Asimismo, para conocer la distribución mensual de los principales flujos, se han indicado los valores medios de precipitación, evapotranspiración potencial y real, recarga a los acuíferos y escurrentía total para cada mes del año en cada zona y en el conjunto de la demarcación.

Todas estas variables se han calculado tanto para la serie completa o histórica 1940/41-2005/06 como para el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1980/81-2005/06.

#### 4.3.1 Series anuales

A continuación se muestran las estadísticas de las series de precipitación (mm/año), tanto de la DHTOP como de cada una de las zonas consideradas.

	Media aritmética (mm/año)	Máximo (mm/año)	Mínimo (mm/año)	Desv. Típica (mm/año)	Coef. Variación	Coef. sesgo
DHTOP	634	1018	315	179	0,282	0,110
Sierra de Huelva	798	1351	372	226	0,283	0,225
Cuenca Minera	711	1231	343	201	0,283	0,110
Condado de Huelva	631	1072	296	194	0,308	0,280
Costa de Huelva-Andevalo	564	930	271	162	0,287	0,133

Tabla 4.3.1. (1): Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año). (Período 1940/41-2005/06)

	Media aritmética (mm/año)	Máximo (mm/año)	Mínimo (mm/año)	Desv. Típica (mm/año)	Coef. Variación	Coef. sesgo
DHTOP	617	1001	315	187	0,303	0,081
Sierra de Huelva	768	1223	372	224	0,292	0,062
Cuenca Minera	685	1074	379	202	0,295	0,111
Condado de Huelva	621	1025	296	205	0,329	0,230
Costa de Huelva - Andévalo	551	910	271	173	0,314	0,121

Tabla 4.3.1. (2): Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año). (Período 1980/81-2005/06)

Del mismo modo se presentan los datos de aportaciones considerados en este Plan Hidrológico, distinguiendo entre cada uno de los tres principales cauces de la DHTOP. Del mismo modo, se presentan los resultados por subcuencas.

Destacar que aquí no se ha considerado la aportación que vierte directamente al Océano Atlántico mediante escorrentía directa.



	Media aritmética (hm <sup>3</sup> /año)	Máximo (hm <sup>3</sup> /año)	Mínimo (hm <sup>3</sup> /año)	Desv. Típica (hm <sup>3</sup> /año)	Coef. Variación	Coef. sesgo
Tinto	254	739	11	201	0,792	0,643
Odiel	372	1118	25	290	0,779	0,782
Piedras	31	125	1,2	31	1,010	1,337
Emb, Piedras	24	97	0,5	24	0,994	1,229
E, Los Machos	31	125	1,2	31	1,010	1,337
Emb, Sotiel Olivargas	42	113	1,7	30	0,724	0,707
Emb, Odiel-Perejil	42	119	2,2	29	0,696	0,590
Emb, Nerva	21	59	1,4	15	0,707	0,556
Emb, Jarrama	40	109	2,5	28	0,702	0,529
Emb, Corumbel	27	90	0,9	23	0,855	0,700
Emb, Beas	9	30	0,00	8	0,900	0,692
Rivera Casa Valverde	22	74	0,49	17	0,791	0,659
Río Oraque	84	284	1,99	74	0,875	0,952
Tinto al final Zona Condado de Huelva	100	268	5,75	70	0,706	0,481
Odiel al final de la Zona Sierra de Huelva	184	514	11,46	125	0,678	0,593

Tabla 4.3.1. (3): Estadísticos básicos de las series anuales de aportación (hm<sup>3</sup>/año). (Período 1940/41-2005/06)

	Media aritmética (hm <sup>3</sup> /año)	Máximo (hm <sup>3</sup> /año)	Mínimo (hm <sup>3</sup> /año)	Desv, Típica (hm <sup>3</sup> /año)	Coef, Variación	Coef, sesgo
Tinto	226	739	12,9	201	0,888	0,913
Odiel	350	1118	25,4	291	0,833	1,037
Piedras	30	125	1,2	35	1,161	1,603
Emb, Piedras	24	95	0,5	27	1,136	1,521
E, Los Machos	30	125	1,2	35	1,161	1,603
Emb, Sotiel Olivargas	39	112	1,7	29	0,746	0,765
Emb, Odiel-Perejil	42	115	2,2	31	0,733	0,580
Emb, Jarrama	36	109	2,5	28	0,779	0,853
Emb, Nerva	19	58	1,4	15	0,763	0,812
Emb, Corumbel	24	90	1,0	24	0,991	1,112
Emb, Beas	9	27	0,0	8	0,921	0,747
Rivera Casa Valverde	16	45	0,6	13	0,839	0,581
Río Oraque	78	284	2,0	77	0,978	1,405
Tinto al final Zona Condado de Huelva	86	260	6,3	68	0,792	0,852
Odiel al final de la Zona Sierra de Huelva	172	468	15,9	122	0,707	0,627

Tabla 4.3.1. (4): Estadísticos básicos de las series anuales de aportación (hm<sup>3</sup>/año). (Período 1980/81-2005/06)

Seguidamente, se muestran algunos de los gráficos de aportaciones acumuladas en algunos puntos de cada uno de los principales cauces del DHTOP (Tinto, Odiel y Piedras).

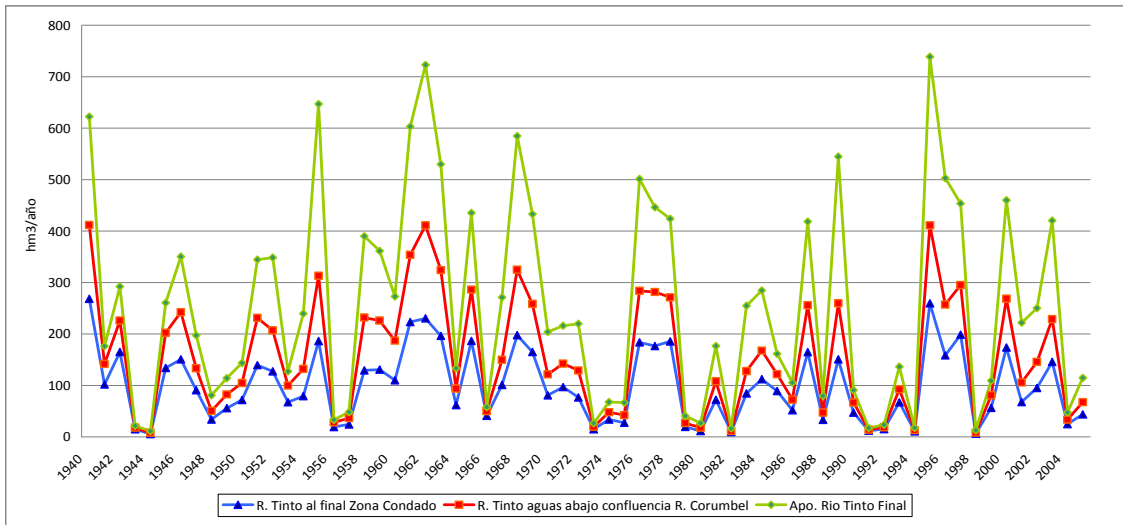


Gráfico 4.3.1. (1): Serie de aportaciones anuales (hm3) en el Río Tinto. (Período 1940/41-2005/06).

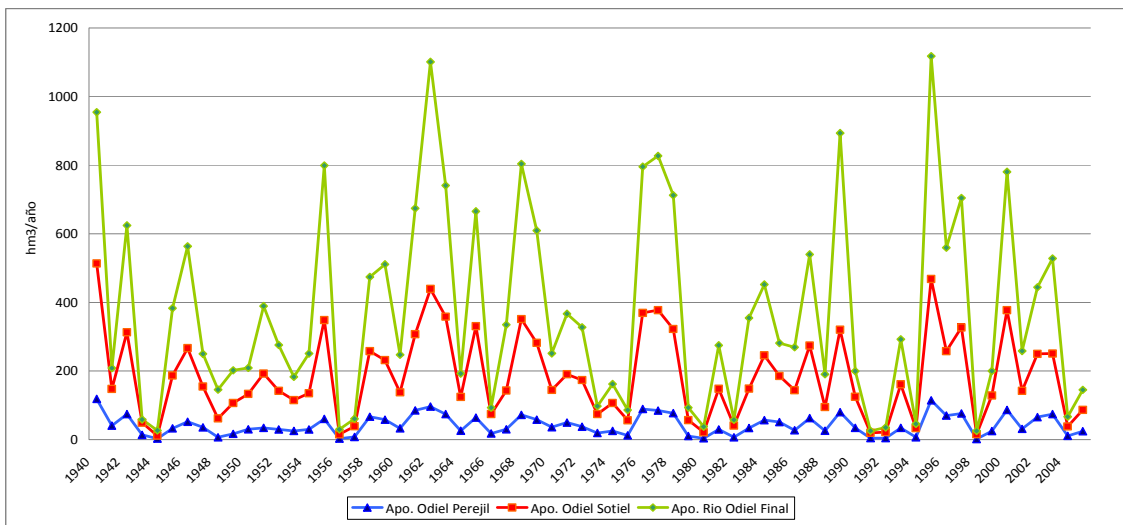


Gráfico 4.3.1. (2): Serie de aportaciones anuales (hm3) en el Río Odiel. (Período 1940/41-2005/06).

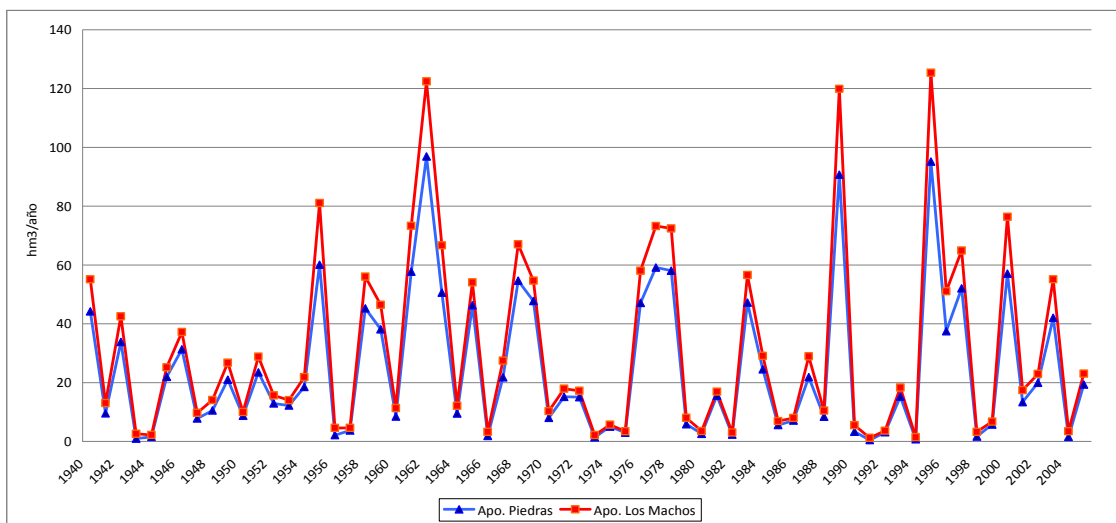


Gráfico 4.3.1. (3): Serie de aportaciones anuales (hm<sup>3</sup>) en el Río Piedras. (Período 1940/41-2005/06).

#### 4.3.2 Series mensuales

En este apartado, se indica la distribución mensual de los principales flujos, indicándose los valores medios de precipitación, evapotranspiración potencial y real, recarga a los acuíferos y escorrentía total para cada mes del año en cada zona y en el conjunto de la demarcación.

A continuación se muestran tablas y gráficas de los valores medios mensuales de las variables: precipitación, evapotranspiración potencial y real, recarga y escorrentía total. Unidades (mm/mes).

Estos datos se han estimado tanto para la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras como para cada una de las zonificaciones realizadas y a su vez, para las dos series de distinto período analizadas anteriormente.



#### 4.3.2.1 Total de la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	75.42	70.47	45.30	7.26	0.77	8.02
Noviembre	84.28	39.63	34.62	11.44	1.09	12.53
Diciembre	99.19	26.70	25.85	26.99	1.73	28.72
Enero	90.59	28.65	27.91	31.45	2.29	33.74
Febrero	73.25	42.73	41.37	25.04	2.42	27.46
Marzo	67.87	68.03	63.79	18.54	2.34	20.87
Abril	56.94	92.76	81.61	9.32	1.94	11.26
Mayo	38.15	122.66	84.39	2.63	1.40	4.02
Junio	15.49	160.12	44.92	0.21	1.50	1.20
Julio	2.72	181.36	6.14	0.01	0.77	0.78
Agosto	4.39	163.09	4.49	0.01	0.65	0.66
Septiembre	26.06	119.07	24.94	0.55	0.58	1.13

Tabla 4.3.2.1. (1): Promedios mensuales (mm/mes) para la DHTOP. (Período 1940/41-2005/06).

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	80.79	69.41	47.88	6.91	0.71	7.62
Noviembre	87.21	39.11	33.81	13.31	1.11	14.42
Diciembre	111.80	26.22	25.62	35.68	1.97	37.65
Enero	80.82	28.47	27.44	29.70	2.48	32.17
Febrero	58.12	42.47	40.71	16.82	2.24	19.05
Marzo	50.23	69.17	63.10	10.22	1.89	12.10
Abril	59.25	91.30	78.53	7.71	1.58	9.28
Mayo	38.28	120.64	81.96	2.27	1.19	3.46
Junio	13.58	158.58	41.13	0.20	0.86	1.06
Julio	3.12	178.74	5.72	0.00	0.68	0.68
Agosto	5.47	160.09	5.57	0.01	0.59	0.60
Septiembre	28.33	117.50	27.50	0.46	0.53	0.99

Tabla 4.3.2.1. (2): Promedios mensuales (mm/mes) para la DHTOP. (Período 1980/81-2005/06).



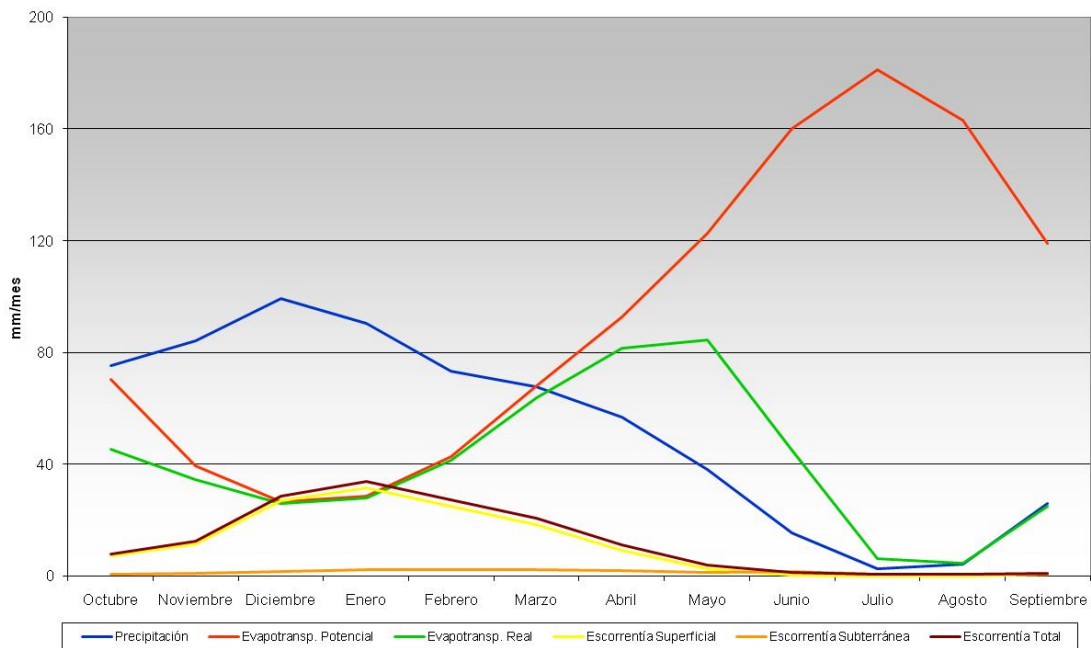


Gráfico 4.3.2.1. (1): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la DHTOP. Período 1940/41-2005/06

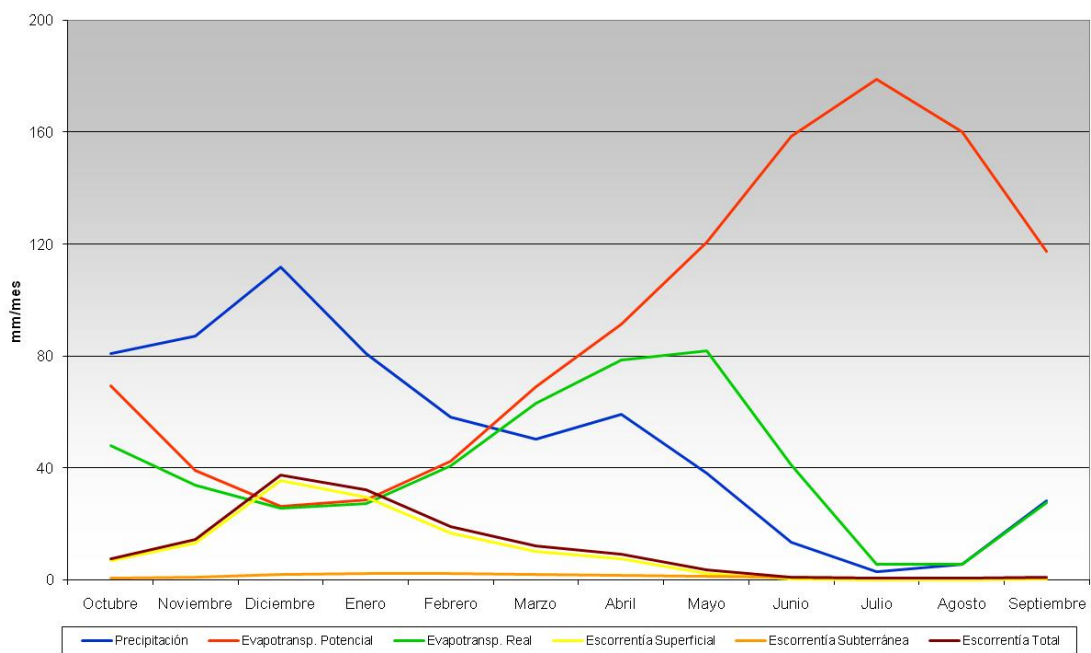


Gráfico 4.3.2.1. (2): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la DHTOP. Período 1980/81-2005/06

#### 4.3.2.2 Condado de Huelva

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	74.31	68.67	44.73	4.19	1.53	5.72
Noviembre	85.08	38.58	34.78	7.61	2.87	10.48
Diciembre	99.51	25.69	25.20	22.58	5.45	28.03
Enero	90.12	27.19	26.87	25.56	7.13	32.69
Febrero	70.92	41.74	40.94	19.12	6.83	25.95
Marzo	69.72	67.83	64.26	15.19	6.18	21.37
Abril	59.37	92.67	83.89	7.49	4.42	11.91
Mayo	37.51	122.29	88.88	1.6	2.27	3.87
Junio	14.71	160.45	46.97	0.05	1.10	1.15
Julio	2.19	179.27	5.22	0	0.73	0.73
Agosto	3.66	161.04	3.69	0	0.65	0.65
Septiembre	23.75	116.25	23.18	0.07	0.55	0.62

Tabla 4.3.2.2. (1): Promedios mensuales (mm/mes) para el Condado de Huelva (Período 1940/41-2005/06)

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	78.60	66.99	45.96	3.40	1.48	4.88
Noviembre	89.33	37.72	34.33	9.18	3.08	12.26
Diciembre	116.32	25.02	24.92	33.46	6.78	40.24
Enero	82.68	26.81	26.42	26.91	7.98	34.89
Febrero	56.03	40.93	39.88	12.16	5.88	18.04
Marzo	51.48	68.25	62.85	8.35	4.52	12.87
Abril	59.52	91.70	82.02	4.51	3.36	7.87
Mayo	39.43	119.86	87.57	1.41	1.87	3.28
Junio	12.88	158.79	43.86	0.01	0.92	0.93
Julio	2.34	177.46	4.26	0.00	0.63	0.63
Agosto	4.58	157.35	4.59	0.00	0.57	0.57
Septiembre	27.82	113.59	27.47	0.05	0.49	0.54

Tabla 4.3.2.2. (2): Promedios mensuales (mm/mes) para el Condado de Huelva (Período 1980/81-2005/06)



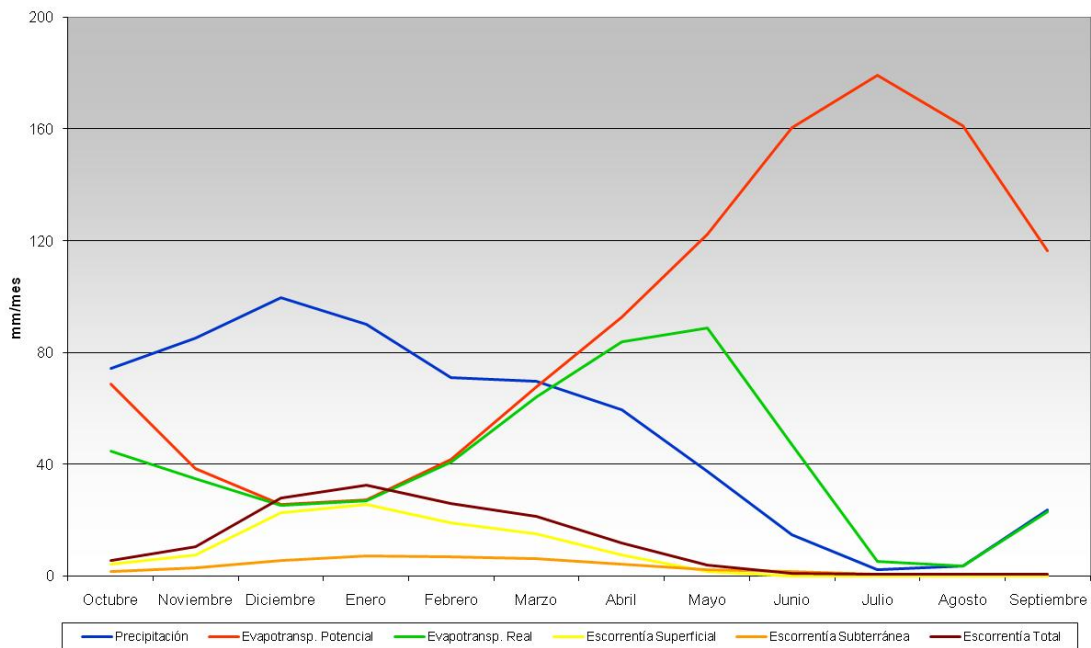


Gráfico 4.3.2.2. (1): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona del Condado de Huelva. Período 1940/41-2005/06

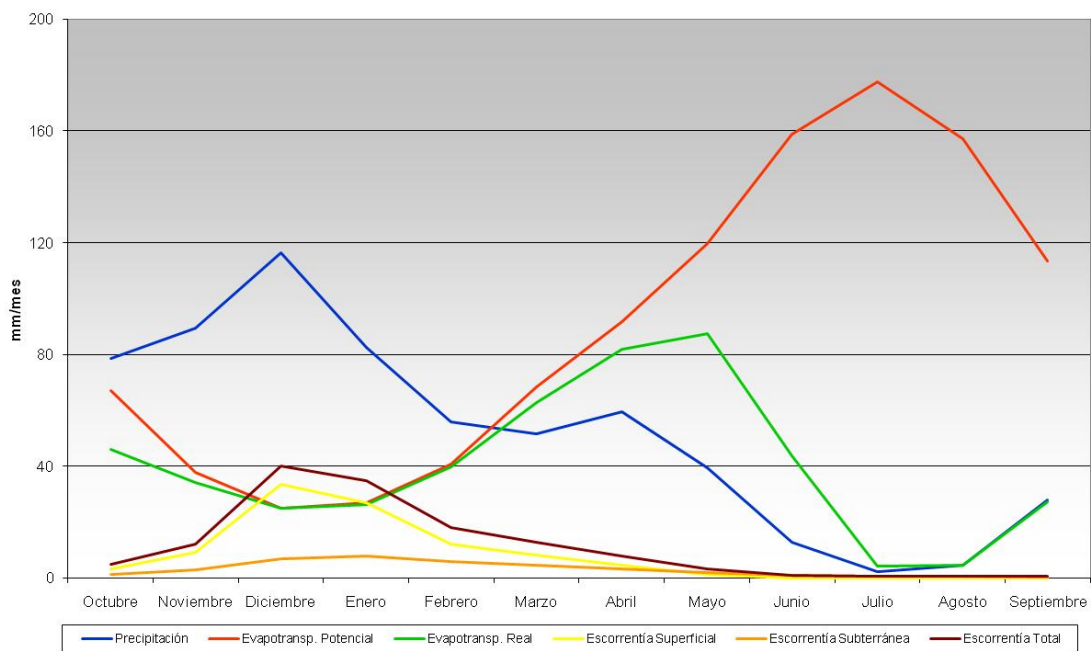


Gráfico 4.3.2.2. (2): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona del Condado de Huelva. Período 1980/81-2005/06

#### 4.3.2.3 Costa de Huelva-Andévalo

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	69.52	72.57	44.37	4.52	0.90	5.42
Noviembre	77.13	41.14	34.85	7.50	1.06	8.56
Diciembre	89.75	27.83	26.46	17.88	1.51	19.38
Enero	80.52	29.79	28.69	20.15	2.08	22.21
Febrero	64.36	43.92	41.98	15.49	2.40	17.87
Marzo	59.69	69.91	64.23	10.71	2.47	13.17
Abril	49.27	95.44	81.02	4.59	2.26	6.84
Mayo	32.46	124.85	78.45	0.86	1.86	2.72
Junio	11.78	161.30	34.26	0.03	1.49	1.52
Julio	2.25	182.30	3.82	0.00	1.22	1.23
Agosto	3.70	164.78	3.78	0.00	1.04	1.05
Septiembre	23.25	121.06	22.68	0.23	0.90	1.13

Tabla 4.3.2.3. (1): Promedios mensuales (mm/mes) para la Costa de Huelva-Andévalo. Serie 1940/41-2005/06

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	76.10	71.33	47.68	4.32	0.80	5.12
Noviembre	80.42	40.59	33.87	9.51	1.00	10.50
Diciembre	100.20	27.28	26.24	24.35	1.60	25.95
Enero	72.23	29.57	27.92	20.51	2.24	22.74
Febrero	50.72	43.39	40.75	9.59	2.36	11.93
Marzo	44.40	70.45	62.21	5.78	2.16	7.93
Abril	52.42	93.35	76.68	4.19	1.90	6.09
Mayo	31.59	122.30	76.08	0.62	1.59	2.20
Junio	10.54	158.86	31.07	0.02	1.29	1.31
Julio	3.06	179.03	4.35	0.00	1.08	1.09
Agosto	4.62	161.21	4.73	0.00	0.94	0.94
Septiembre	25.19	119.49	24.79	0.19	0.82	1.00

Tabla 4.3.2.3. (2): Promedios mensuales (mm/mes) para la Costa de Huelva-Andévalo. Serie 1980/81-2005/06

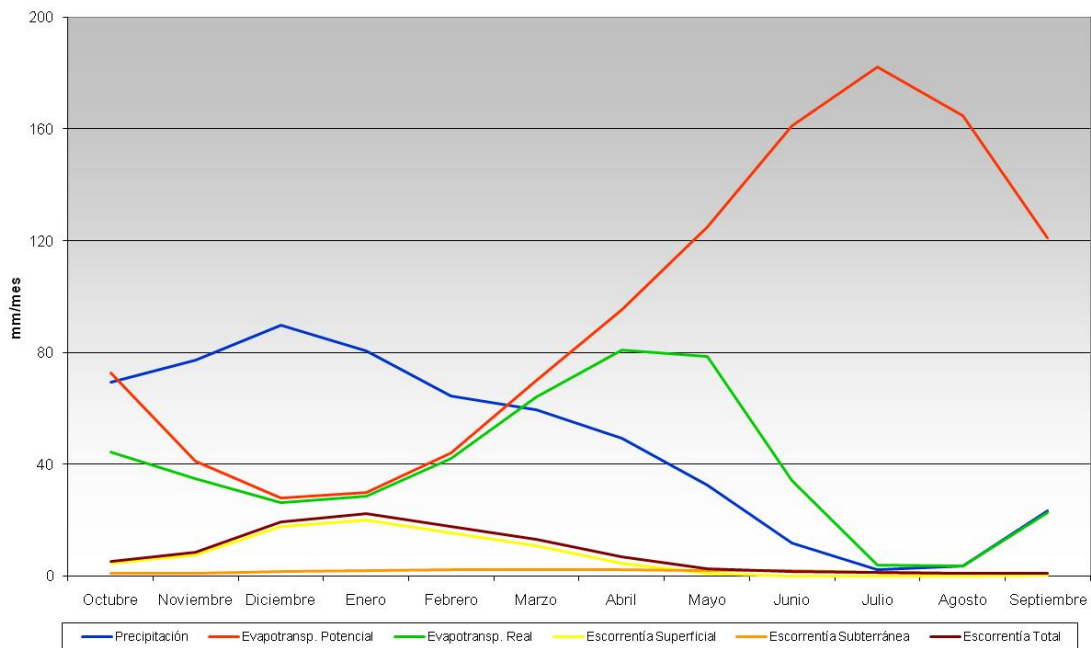


Gráfico 4.3.2.3. (1): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona Costa de Huelva-Andévalo. Período 1940/41-2005/06

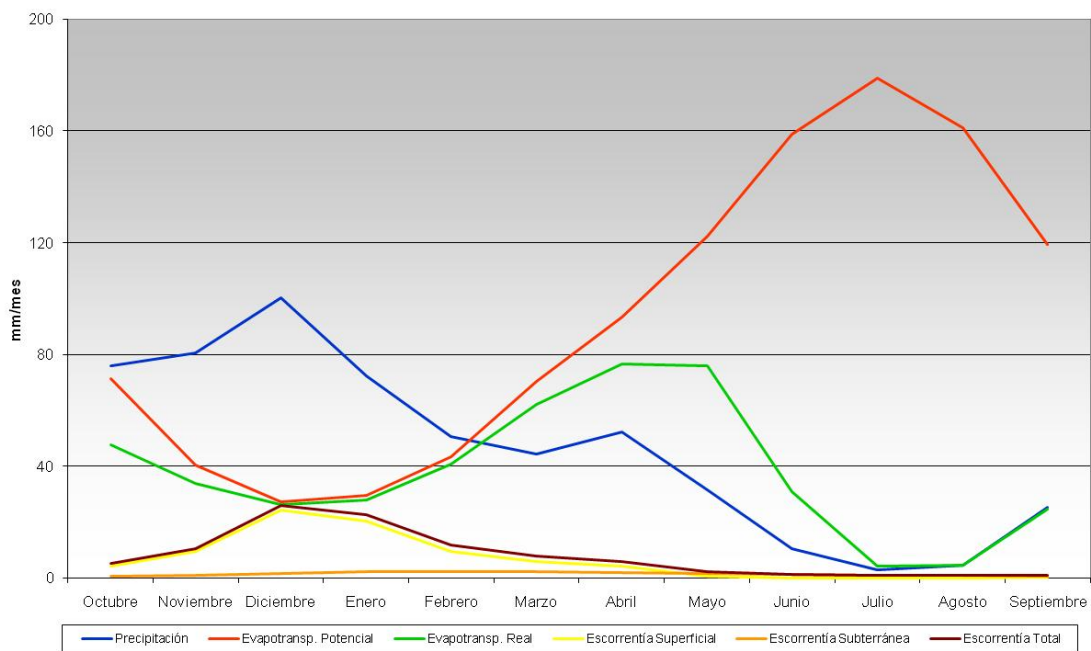


Gráfico 4.3.2.3. (2): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona Costa de Huelva-Andévalo. Período 1980/81-2005/06

#### 4.3.2.4 Cuenca Minera

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	82.22	67.92	46.43	11.52	0.00	11.52
Noviembre	91.35	37.96	34.36	17.21	0.00	17.21
Diciembre	108.91	25.41	25.23	39.21	0.00	39.21
Enero	101.30	27.47	27.13	46.93	0.00	46.93
Febrero	83.02	41.78	40.97	37.78	0.00	37.78
Marzo	76.39	66.34	63.52	28.80	0.00	28.80
Abril	66.58	90.08	82.05	15.83	0.00	15.83
Mayo	44.55	120.63	90.66	4.69	0.00	4.69
Junio	19.37	159.78	56.18	0.40	0.00	0.40
Julio	3.09	181.77	8.34	0.01	0.00	0.01
Agosto	5.28	162.20	5.48	0.02	0.00	0.02
Septiembre	29.31	116.89	27.49	1.09	0.00	1.09

Tabla 4.3.2.4. (1): Promedios mensuales (mm/mes) para la Cuenca Minera. (Período 1940/41-2005/06)

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	86.45	67.61	48.24	11.30	0	11.30
Noviembre	93.55	37.76	34.03	18.78	0	18.78
Diciembre	122.95	25.23	25.17	50.01	0	50.01
Enero	88.40	27.52	27.24	41.05	0	41.05
Febrero	66.37	42.34	41.68	26.18	0	26.18
Marzo	56.29	68.81	65.27	15.55	0	15.55
Abril	66.62	90.02	81.03	11.62	0	11.62
Mayo	46.40	120.20	87.65	4.28	0	4.28
Junio	16.82	159.93	50.81	0.39	0	0.39
Julio	2.95	180.35	6.68	0.00	0	0.00
Agosto	6.81	160.59	6.94	0.03	0	0.03
Septiembre	31.23	115.88	30.05	0.83	0	0.83

Tabla 4.3.2.4. (2): Promedios mensuales (mm/mes) para la Cuenca Minera. (Período 1980/81-2005/06)

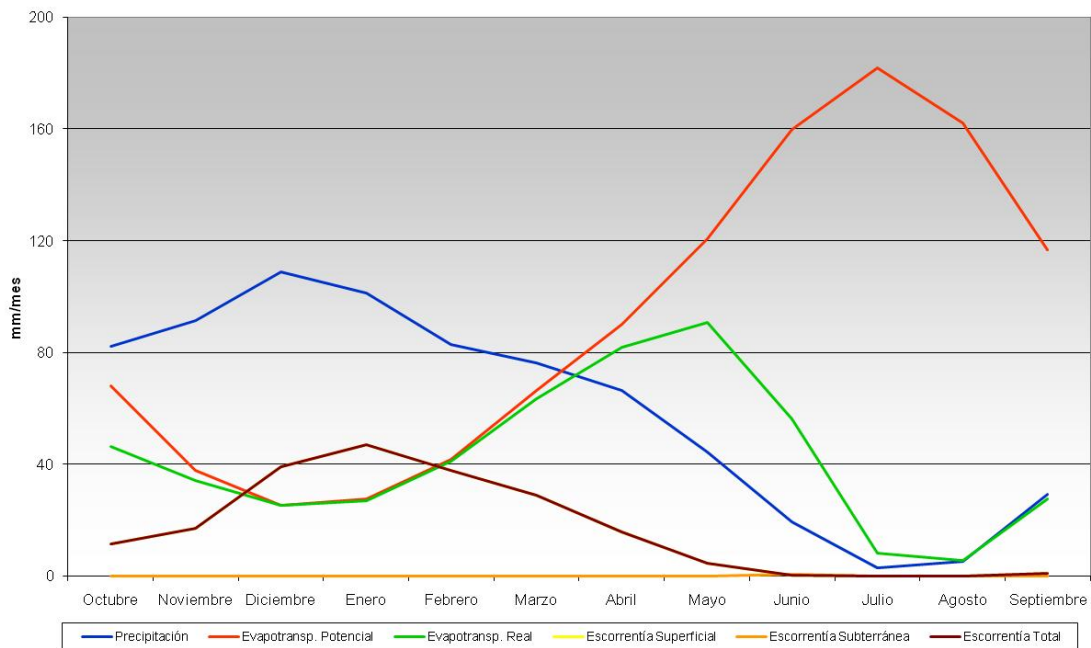


Gráfico 4.3.2.4. (1): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona de la Cuenca Minera. Período 1940/41-2005/06

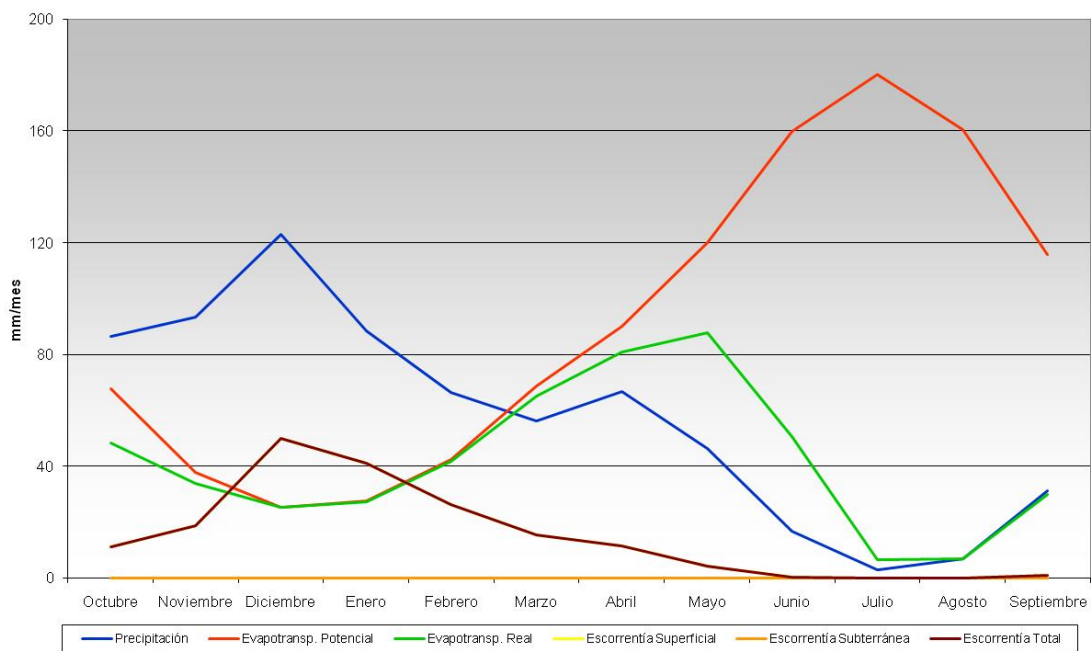


Gráfico 4.3.2.4. (2): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona de la Cuenca Minera. Período 1980/81-2005/06



#### 4.3.2.5 Sierra de Huelva

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	89.32	67.82	47.89	14.31	0.68	14.98
Noviembre	100.92	37.24	34.08	21.65	1.24	22.88
Diciembre	121.17	25.11	25.05	48.28	1.83	50.10
Enero	114.34	27.23	27.02	57.75	2.20	59.96
Febrero	95.42	40.45	40.10	48.53	2.14	50.67
Marzo	85.46	63.60	62.31	36.70	1.84	38.53
Abril	70.57	86.66	81.54	19.72	1.34	21.06
Mayo	51.38	117.88	94.28	7.28	0.83	8.11
Junio	24.78	156.37	67.36	0.77	0.35	1.12
Julio	4.45	179.57	12.53	0.01	0.12	0.13
Agosto	6.39	160.20	6.49	0.02	0.08	0.10
Septiembre	34.15	117.32	31.43	1.44	0.16	1.60

Tabla 4.3.2.5. (1): Promedios mensuales (mm/mes) para la Sierra de Huelva. (Período 1940/41-2005/06)

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	92.58	66.89	49.90	51.10	2.16	53.26
Noviembre	102.55	36.67	32.89	35.12	1.80	36.92
Diciembre	136.60	24.64	24.60	21.15	1.26	22.41
Enero	101.31	27.08	26.84	18.24	1.06	19.30
Febrero	76.54	40.59	40.05	6.48	0.77	7.25
Marzo	62.88	65.77	63.86	0.79	0.34	1.12
Abril	74.69	85.20	79.37	0.01	0.11	0.12
Mayo	51.42	116.01	91.54	0.03	0.08	0.10
Junio	21.21	155.94	63.07	1.32	0.19	1.50
Julio	4.21	177.07	10.79	13.57	0.73	14.30
Agosto	7.58	158.04	7.69	23.76	1.40	25.16
Septiembre	36.68	115.86	34.29	60.65	2.05	62.70

Tabla 4.3.2.5. (2): Promedios mensuales (mm/mes) para la Sierra de Huelva. (Período 1980/81-2005/06)



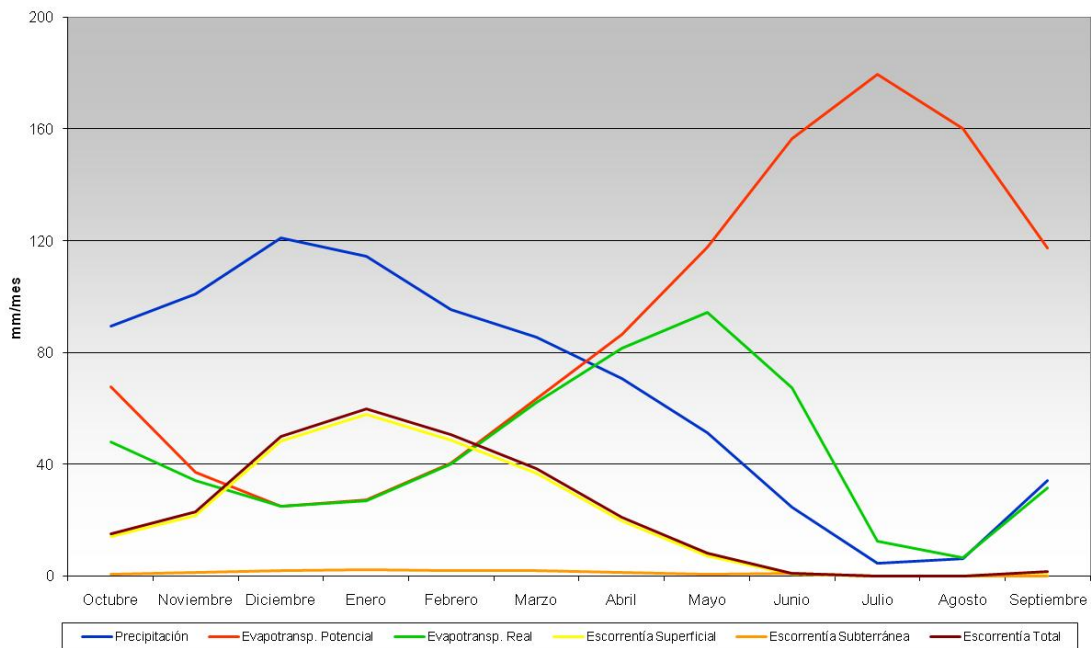


Gráfico 4.3.2.5. (1): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona de la Sierra de Huelva. Período 1940/41-2005/06

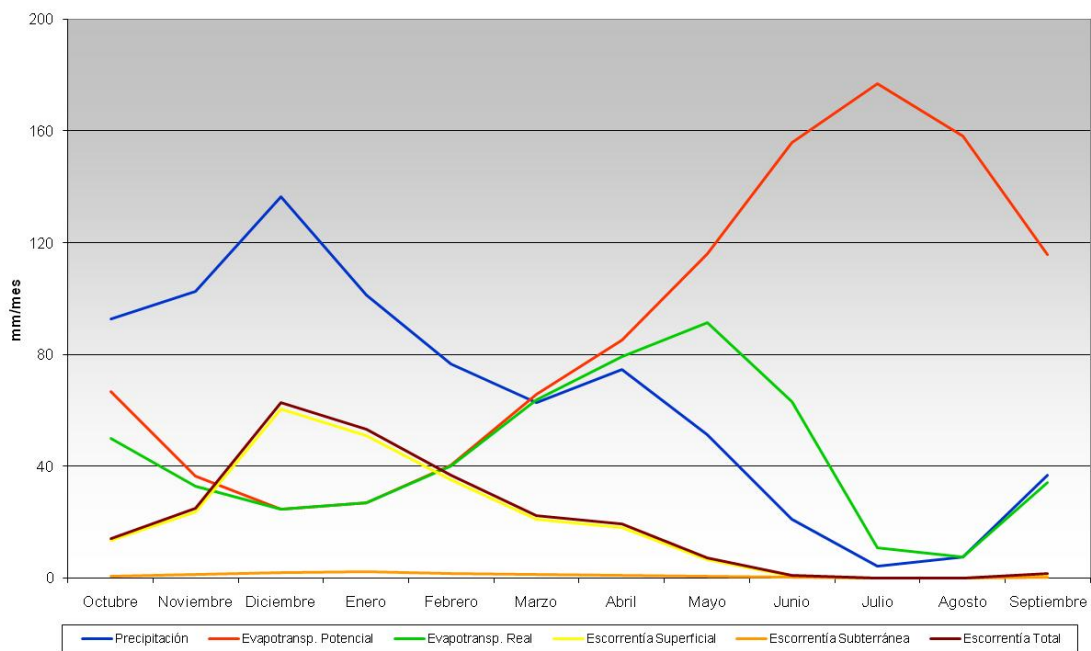


Gráfico 4.3.2.5. (2): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona de la Sierra de Huelva. Período 1980/81-2005/06

### 4.3.3 Contraste de aportaciones y registros

Se ha llevado a cabo un proceso de comparación de las aportaciones naturales modeladas con series de caudales existentes. Para ello ha sido necesario delimitar las zonas en las que los resultados son comparables ya que los resultados del modelo SIMPA son aportaciones en régimen natural, y por lo tanto las aportaciones con las que se comparan, aun no siendo en régimen natural se supone que la alteración es mínima con respecto a condiciones naturales.

Para ello, se han considerado tanto las estaciones de aforo existentes en la DHTOP como los datos de entradas a embalses de cabecera. En cuanto a las estaciones de aforo de las que se dispone información y que estén dentro de la DHTOP, no ha sido posible tomar ninguna de ellas como representativa de condiciones naturales, ya que ninguna es representativa del régimen natural al estar todas aguas abajo de algún embalse y reflejar el régimen alterado que provoca dicha infraestructura.



Figura 4.3.3. (1): Estaciones de aforo existentes en la provincia de Huelva de las que se dispone de información

Según los datos disponibles, se ha realizado la comparación entre los datos reales y los proporcionados por el modelo en dos puntos, que se describen en la siguiente tabla.

Nombre	Río	Zona	Superficie Cuenca Vertiente (km2)
Embalse de Corumbel	Corumbel	Condado de Huelva	175
Embalse del Piedras	Piedras	Costa Huelva-Andévalo	316

Tabla 4.3.3. (1): Estaciones de control seleccionadas

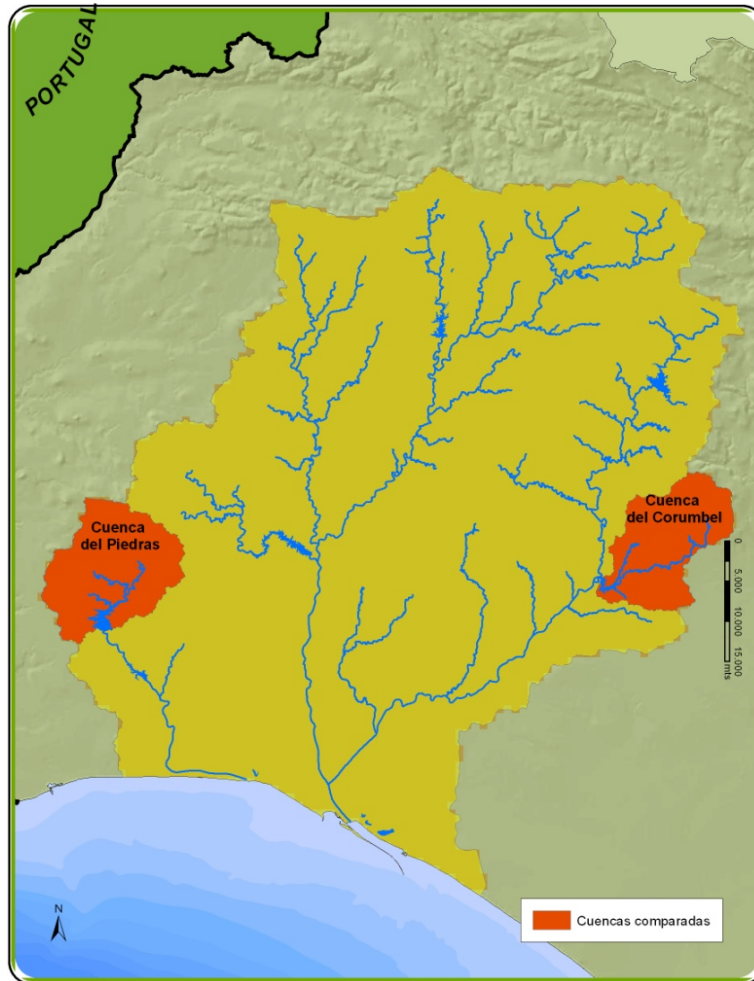


Figura 4.3.3. (2): Situación de las estaciones de control seleccionadas

En el siguiente gráfico se compara la serie mensual existente de entradas al embalse del Piedras con la aportación estimada en ese mismo punto según el modelo SIMPA. Como se puede observar, el modelo refleja el régimen de caudales existente en la zona.

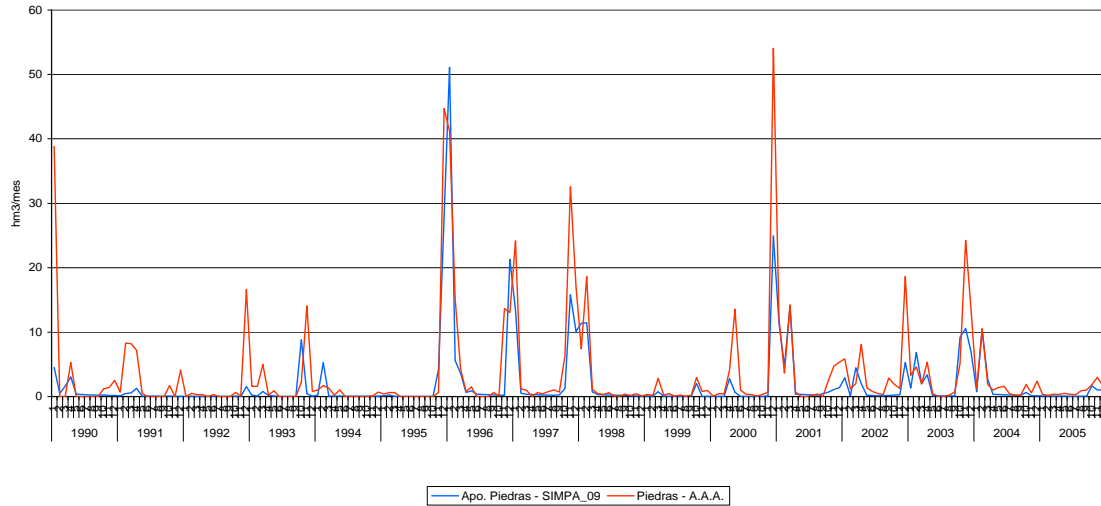


Gráfico 4.3.3. (1): Evolución media mensual de los caudales reales de entrada al embalse del Piedras comparadas con los resultados del modelo en ese mismo punto

En el siguiente gráfico, se compara el valor anual de entradas al embalse de Corumbel y los datos proporcionados por el modelo SIMPA. Al igual que en el caso anterior, se observa que el modelo refleja el comportamiento de la cuenca en cuanto a aportaciones en régimen natural.

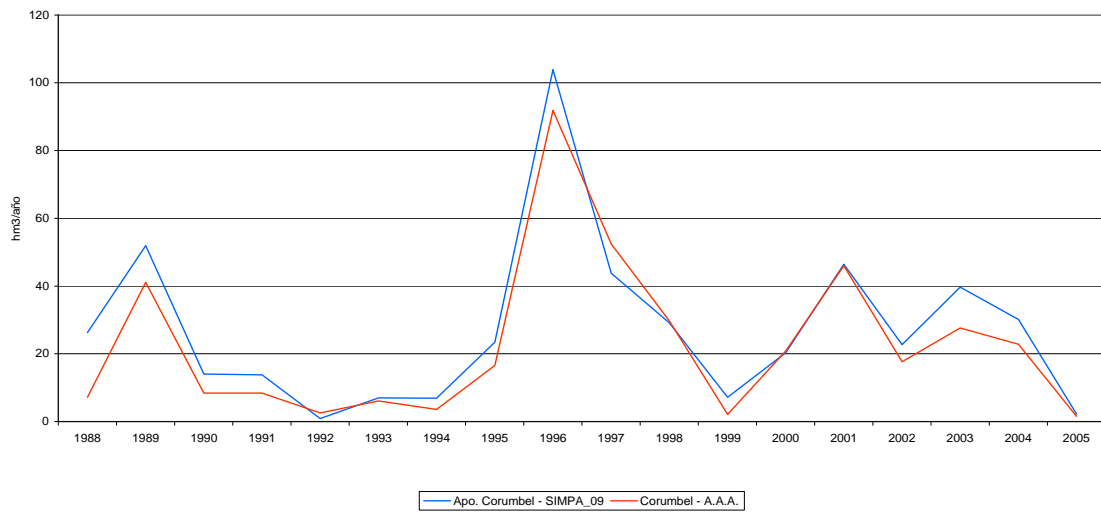


Gráfico 4.3.3. (2): Evolución media anual de los caudales reales de entrada al embalse del Corumbel comparadas con los resultados del modelo en ese mismo punto

#### 4.4 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN CONDICIONES NATURALES

Se ha realizado una estimación de las condiciones fisicoquímicas correspondientes a las condiciones naturales de las aguas incluidas en el inventario de recursos.

Para la determinación de la calidad de las aguas en régimen natural se ha tenido en cuenta la evaluación de los recursos hídricos naturales, la información litológica y climática de la cuenca y las aportaciones de la fase atmosférica.

Los ríos Tinto y Odiel se encuentran influenciados por la escorrentía producida por las explotaciones mineras situadas en la Faja Pirítica Ibérica (FPI), provocando descensos de pH e incrementos importantes en las concentraciones de metales pesados como hierro, plomo, zinc, cobre, cadmio, etc.

Este tipo de contaminación afecta a gran parte de las masas de agua, tal y como se muestra en la siguiente figura.

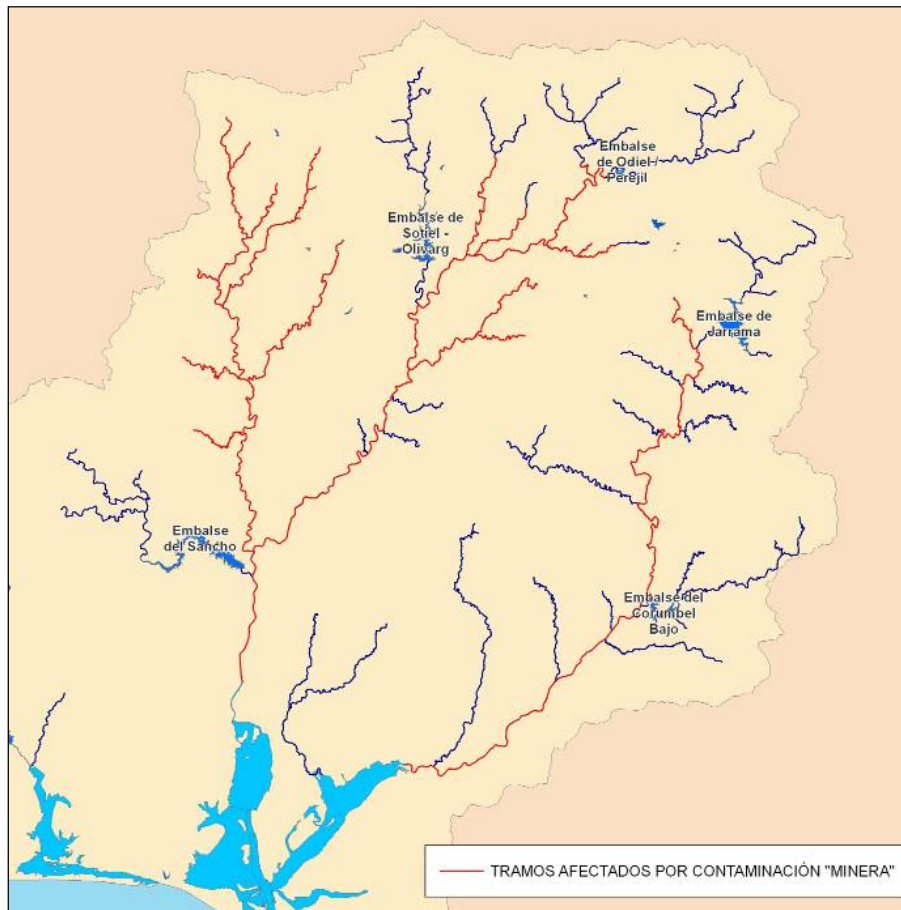


Figura 4.4. (1): Tramos afectados por contaminación "minera"

## 5 OTROS RECURSOS HÍDRICOS DE LA DEMARCACIÓN

### 5.1 RECURSOS HÍDRICOS NO CONVENCIONALES

#### 5.1.1 Desalación

Una técnica de incremento de las disponibilidades tradicionalmente considerada como no convencional es la de la desalación del agua consistente en tratar aguas saladas o salobres procedentes del mar o de acuíferos salinos y quitarles las sales, transformándolas en aguas aptas para usos como el de abastecimiento a poblaciones o los riegos.

En conjunto, la desalación de agua de mar y salobre supone actualmente una aportación al ciclo hidrológico nacional de unos 220 hm<sup>3</sup>/año, lo que coloca a España en el primer lugar de Europa, con un 30% del conjunto instalado en todo el continente. La Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras, actualmente no dispone de capacidad de desalación, ya que para la satisfacción de las demandas, hasta el momento, no ha sido necesario plantear la construcción de este tipo de instalaciones.

#### 5.1.2 Reutilización

Otra técnica de incremento de la disponibilidad de recursos hídricos considerada como no convencional es la de la reutilización de las aguas. Mediante este método se logra la aplicación sucesiva del recurso, que permite, por lo tanto, satisfacer más usos y, por tanto, incrementar las disponibilidades internas del sistema de utilización.

La reutilización es un componente intrínseco del ciclo del agua, ya que mediante el vertido de efluentes a los cursos de agua y su dilución con el caudal circulante, las aguas residuales han venido siendo reutilizadas tradicionalmente por tomas aguas abajo del punto de incorporación al cauce. Es importante distinguir entre reutilización indirecta, que es la mencionada y la más común, y reutilización directa, que es aquella en que el segundo uso se produce a continuación del primero, sin que entre ambos el agua se incorpore a ningún cauce público.

En efecto, esta reutilización directa o planificada, a gran escala, tiene un origen más reciente y supone el aprovechamiento directo de efluentes depurados con un mayor o menor grado de tratamiento previo, mediante su transporte hasta el punto del segundo aprovechamiento a través de una conducción específica, sin mediar para ello la existencia de un vertido a cauce público.

Las posibilidades de reutilización están directamente relacionadas con las disponibilidades de volúmenes de efluentes tratados, que a su vez dependen del número y capacidad de las estaciones depuradoras (EDARs) existentes.

Este número y capacidad de EDARs está experimentando un importante aumento por la obligatoriedad de cumplir la Directiva Comunitaria 91/271/CEE, relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas, y la ejecución del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (PNSD) o Plan Nacional de Calidad (PNC).

En la Comunidad Autónoma de Andalucía, según los datos recogidos en la Estrategia de Reutilización de Aguas residuales elaborada en marzo de 2007, se están reutilizando en torno a 53 hectómetros cúbicos anuales de aguas residuales urbanas recicladas.



Según esta misma fuente, actualmente en la DHTOP el volumen reutilizado es mínimo. No obstante, aunque para escenarios futuros, según la política a seguir en Andalucía se tiende al aprovechamiento máximo de las aguas residuales regeneradas en las demandas más importantes de la región, como son el riego de parques y jardines, campos de golf y regadíos. De esta manera, se busca sustituir recursos convencionales en el interior o liberar un volumen de agua importante en las zonas costeras, optimizando el uso del recurso que de otra manera se vertería al mar.

Actualmente, no existen infraestructuras en la DHTOP que permitan la reutilización directa de aguas residuales. Se estima que en el futuro se reutilice un porcentaje importante de las aguas residuales en la Demarcación, con un volumen de reutilización estimado de 11,5 hm<sup>3</sup> anuales, 8,4 de los cuales se producirán en el interior y el resto en la zona costera. En este sentido, el Estudio realizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino “Posibilidades de reutilización de agua en Andalucía” muestra un potencial de reutilización estimado en 13,6 hm<sup>3</sup>/año, ya que existen tres estaciones depuradoras con posibilidad de utilizar el agua regenerada, según el Plan Nacional de la Calidad de las Aguas. Estas estaciones son: Beas-Trigueros-San Juan, Huelva y Palma del Condado.

### 5.1.3 Recursos hídricos externos

Además de los recursos convencionales y no convencionales que se generan internamente en el ámbito de un determinado territorio, y que se han ido examinando en secciones previas, existen situaciones en que se producen transferencias externas, superficiales o subterráneas, entre distintos territorios, lo que da lugar a modificaciones en sus recursos.

Las transferencias superficiales entre distintas cuencas consiguen incrementar los recursos disponibles y atender las demandas existentes en aquellos sistemas de utilización en que, exclusivamente con sus recursos de origen interno, son incapaces de cumplir dicho objetivo.

La previsión y las condiciones de este tipo de transferencias que trasladan recursos de una cuenca para su utilización a otra es uno de los contenidos obligatorios del Plan Hidrológico Nacional, de acuerdo con el artículo 43 de la Ley de Aguas.

Existen, por otra parte, determinados intercambios fluviales con países vecinos, que son también asimilables a una transferencia superficial natural.

Además de las transferencias superficiales, también se presenta el caso de flujos subterráneos que, de modo natural, son transferidos desde algunas unidades hidrogeológicas a otras contiguas, que pueden pertenecer a ámbitos de planificación diferentes y, por tanto, constituir propiamente una transferencia externa.

En el ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras gran parte de los recursos utilizados proceden de la cuenca del Chanza, perteneciente a la Demarcación del Guadiana, dentro de la Zona de Encomienda, aunque la conservación, explotación de los embalses existentes en esta cuenca (Embalses de Chanza y Andévalo) corresponden a la Junta de Andalucía, según el *Real Decreto 1560/2005, de 23 de diciembre, sobre traspaso de funciones y servicios del Estado a la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de recursos y aprovechamientos hidráulicos correspondientes a las cuencas andaluzas vertientes al litoral atlántico (Confederaciones Hidrográficas del Guadalquivir y del Guadiana)*.

Del mismo modo, existe un bombeo en la zona de confluencia del río Chanza con el Guadiana (bombeo de Bocachanza) que también se utiliza como fuente de recursos para la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras en determinadas épocas, cumpliendo siempre con los compromisos establecidos en el *Convenio de Cooperación para la protección y el aprovechamiento sostenible de las aguas de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesa*, denominado como Convenio de Albufeira.

En conjunto, tanto de la cuenca del río Chanza como del bombeo de Bocachanza se estima, que en la actualidad, podrían derivarse unos 225 hm<sup>3</sup>/año para la atención de las demandas de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel, Piedras y del sistema Sur de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, de los que 150 hm<sup>3</sup> proceden de la regulación de los embalses de Chanza y Andévalo y 75 hm<sup>3</sup> del bombeo de Bocachanza. Este último valor se encuentra pendiente de ratificación por el Convenio de Albufeira.

Hay que destacar que con estos recursos no sólo se abastecen demandas de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras, ya que parte del volumen derivado es utilizado para satisfacer demandas, tanto de abastecimiento como agrícolas, que se encuentran compartidas con la Demarcación Hidrográfica del Guadiana.

De este recurso, cerca del 60% es utilizado para el uso agrícola, el 25% para el uso urbano y el resto para el uso industrial.

Por otra parte, existen recursos procedentes de la Zona de Encomienda que no tienen como destinatario final la DHTOP, sino que estos recursos son aprovechados en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, mediante la Autorización del Consejo de Ministros del Gobierno de España de 15 de Febrero de 2008 por el que *“Se acuerda una transferencia de agua de 4,99 hectómetros cúbicos desde la Cuenca Atlántica Andaluza a la del Guadalquivir”*.

Dentro de la Demarcación, y en situaciones de emergencia, existen infraestructuras que permiten la utilización de recursos procedentes de la Zona de Encomienda por otras zonas de explotación como la Cuenca Minera o el Condado de Huelva básicamente para la satisfacción de la demanda urbana. Para ello, es posible derivar agua desde la ETAP del Tinto hacia la Mancomunidad del Condado o hasta los municipios de Beas y Trigueros.

## 5.2 RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES EN LA DEMARCACIÓN

En este apartado se trata de sintetizar los recursos hídricos totales existentes en la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras. Éstos, como se ha comentado anteriormente, están formados básicamente por los recursos hídricos convencionales disponibles los y los recursos hídricos externos procedentes de transferencias intercuenas. Los recursos denominados como no convencionales (desalación, reutilización, etc) actualmente son prácticamente nulas en la DHTOP.

Los recursos convencionales son los obtenidos mediante la ejecución de técnicas de movilización clásicas y suficientemente probadas. En este sentido cabe hablar de un recurso potencial, que podría definirse como la parte del recurso natural que constituye un potencial de oferta una vez que se han tenido en cuenta las posibles restricciones exteriores. Estas restricciones pueden ser de carácter ambiental, socioeconómico o geopolítico.

Las restricciones de carácter ambiental, régimen de caudales ecológicos, tienen como objetivo la protección, en determinados territorios y periodos de tiempo, de las funciones naturales del agua

mediante la preservación de flujos, de velocidades, de niveles, de volúmenes, o de las características físico-químicas de las masas de aguas.

Los caudales ecológicos no son un uso más de los contemplados en el sistema de utilización, sino una restricción externa y previa que opera sobre los recursos hídricos naturales para configurar el recurso potencial, o, dicho de otra forma, un supuesto previo a la gestión del dominio público hidráulico.

Es importante comprender que únicamente cabe hablar de oferta o disponibilidad de recursos tras haber satisfecho -entre otras- estas restricciones ambientales, y sólo en la medida en que la utilización del agua no distorsione sensiblemente su función ambiental (biológica, climática,...) podrá aceptarse su carácter de bien económico-productivo al servicio del bienestar y el desarrollo.

Las restricciones de carácter social o socioeconómico pueden proceder de servidumbres derivadas de actividades consideradas prioritarias y que resultan incompatibles con la utilización del recurso, como consecuencia, por ejemplo, de determinadas opciones de ordenación territorial. Este sería el caso de aquellos equipamientos que, aun siendo técnica y económicamente factibles, pueden entrar en conflicto con determinados criterios de ocupación del suelo.

Finalmente, las restricciones de carácter geopolítico suelen referirse al caso de ríos internacionales. Desde el punto de vista del país situado aguas arriba pueden existir determinados compromisos de mantenimiento de ciertos caudales en la frontera que reducen las posibilidades de aprovechamiento de los recursos potenciales al no poder utilizar dichos caudales.

Además de estas restricciones exteriores que determinan el recurso potencial, existen otras restricciones de carácter técnico que pueden limitar el aprovechamiento de las aguas del medio natural. En este sentido cabe hablar de unos recursos realmente disponibles para su utilización productiva como consecuencia del conjunto de restricciones técnicas que limitan el posible aprovechamiento del recurso natural o potencial. La cuantía de estos recursos disponibles depende, fundamentalmente, de las características del recurso natural y del nivel tecnológico del sistema de utilización. Así, por ejemplo, los recursos de agua subterránea de un acuífero pueden ser potencialmente aprovechables, pero estarán realmente disponibles en función de la tecnología de perforación y bombeo existente en cada momento.

Con todo esto, los recursos hídricos, de origen interno y externo al ámbito territorial de la demarcación hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras, ascienden a 937 hm<sup>3</sup>/año, repartidos de la siguiente forma:

- 712 hm<sup>3</sup> procedentes de escorrentía natural, comprendiendo tanto la superficial como la subterránea. De estos, hay que realizar la siguiente distribución:
  - 697 hm<sup>3</sup> transcurren por los principales cauces de la demarcación (Tinto, Odiel y Piedras)
  - De estos, 657 hm<sup>3</sup> es la aportación propia de estos ríos
  - Los 40 hm<sup>3</sup> restantes el resultado de la aportación a las masas de agua de transición y costeras.
  - Los 15 hm<sup>3</sup> restantes fluyen por cauces que vierten directamente al Océano Atlántico.

- 225 hm<sup>3</sup> para la atención de las demandas de la D.H. Tinto, Odiel, Piedras y del Sistema Sur de la D.H. Guadiana, procedentes de los recursos procedentes de la Zona de Encomienda de la Cuenca del Chanza (150 hm<sup>3</sup>) y el Bombeo de Bocachanza (75 hm<sup>3</sup>, pendientes de ratificación por el Convenio de Albufera). Destacar, como se ha comentado, que con estos recursos se abastecen demandas tanto de la DHTOP como de las demarcaciones hidrográficas del Guadiana y del Guadalquivir.

Por otra parte, y para el análisis de los recursos hídricos disponibles deberá descontarse las restricciones medioambientales por caudales ecológicos, que según las estimaciones que se han llevado a cabo para la redacción de este Plan Hidrológico se sitúan en torno a 2 hm<sup>3</sup> anuales.

### 5.3 RECURSOS DISPONIBLES EN LA DEMARCACIÓN

Los recursos existentes en la demarcación, descontadas las restricciones medioambientales (tanto en aguas superficiales como subterráneas) solo podrían utilizarse en su totalidad en el caso hipotético de que existiera una capacidad de regulación infinita en todos los puntos de la misma. Esto, como es lógico, es solo una situación teórica, y la disponibilidad del recurso para el abastecimiento de las diferentes demandas estará sujeto a distintos condicionantes, entre los que destaca:

- Posibilidad de almacenamiento del recurso: si no existiera ninguna infraestructura capaz de almacenar el recurso, sería imposible garantizar la satisfacción de ninguna demanda.
- Distribución de las diferentes demandas existentes en la demarcación, tanto espacial como temporalmente. Por ejemplo, las demandas agrarias concentran su volumen en los meses de verano, que coinciden con los meses en los que las aportaciones en la demarcación son menores.
- Criterios de garantía asociados a cada demanda: en función del tipo de demanda (urbana, agraria, industrial, etc) se permite un cierto déficit asumible que determine que la demanda se ha abastecido satisfactoriamente.

Dentro de la elaboración del Plan Hidrológico de la Demarcación Tinto, Odiel y Piedras se ha realizado una estimación de los recursos disponibles en la misma. Para ello, se ha diferenciado en función del origen del recurso. En los siguientes apartados se contemplan los resultados obtenidos en cada uno de ellos.

#### 5.3.1 Recursos disponibles de origen superficial

En este apartado se contemplan los recursos que, en función de los episodios hidrológicos de los últimos 66 años, puede abastecerse desde los diferentes embalses existentes en la actualidad con unos criterios de garantía asociados.

Para realizar estas estimaciones se ha utilizado un modelo de simulación de gestión, creado bajo el entorno del Sistema de Soporte a la Decisión AQUATOOL. Para obtener más información sobre el modelo, consultar el Anejo 6 de este Plan Hidrológico.

Se ha realizado un análisis de los recursos disponibles en los siguientes embalses o grupos de embalses, por considerar que tienen asociado una gestión conjunta.

Embalse o Grupo de Embalses	Río	Sistema de Explotación
Piedras – Los Machos	Piedras	TOP
Sotiel Olivargas – Cueva de la Mora	Rivera de Olivarga	TOP
Nerva – Jarrama	Rivera del Jarrama	TOP
Corumbel	Corumbel	TOP
El Sancho	Rivera de Meca	TOP

Tabla 5.3.1. (1): Embalses en los que se ha estimado el recurso disponible en la Demarcación Hidrográfica Tinto, Odiel y Piedras

Para la consideración de los recursos disponibles en cada uno de los embalses (o grupos de embalses) se han realizado las siguientes consideraciones:

- Se han tomado las aportaciones en régimen natural en cada embalse según los datos proporcionados por el modelo SIMPA para el periodo comprendido entre Octubre de 1940 hasta Septiembre de 2006 (66 años hidrológicos).
- Se han caracterizado los diferentes embalses, a nivel mensual, en cuanto a los siguientes parámetros:
  - Volumen máximo.
  - Volumen mínimo.
  - Resguardos para protección frente a avenidas.
  - Estimación de las pérdidas por evaporación.
- Se han considerado las restricciones ambientales consideradas en cada embalse, según los resultados obtenidos en el Anejo 5 de este Plan Hidrológico.
- Se ha tenido en cuenta las interacciones existentes entre masas de agua superficial y subterráneas.

Este último aspecto hace que en las aportaciones a los embalses ya se contabilicen los recursos disponibles de las masas de agua subterráneas situadas aguas arriba del mismo, por lo que cuando se cuantifiquen los recursos disponibles subterráneos estas masas de agua ya no se considerarán, puesto que ya han sido contabilizados en este apartado.

El método para estimar el recurso disponible ha sido considerar una demanda ficticia en cada uno de los embalses (o conjunto de embalses) e incrementar el volumen demandado hasta que se producen incumplimientos en los criterios de garantía. Estos criterios de garantía son los establecidos en el Anejo 6 de este Plan Hidrológico, y se resumen a continuación:

Demanda	Nivel De Garantía
Urbana	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El déficit en un mes no sea superior a 10% de la correspondiente demanda mensual.</li> <li>- En diez años consecutivos, la suma de déficit no será superior al 8% de la demanda anual.</li> </ul>
Regadíos y usos agrarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El déficit en un año no sea superior a 50% de la correspondiente demanda.</li> <li>- En dos años consecutivos, la suma de déficit no sea superior al 75% de la demanda anual.</li> <li>- En diez años consecutivos, la suma de déficit no será superior al 100% de la demanda anual.</li> </ul>

Tabla 5.3.1. (2): Criterios de garantía utilizados para la estimación de los recursos disponibles en los embalses de la DHTOP

Por lo tanto, si por ejemplo existe un déficit del 40% anual en una determinada demanda, no estará cumpliendo con el criterio urbano, pero si con el de regadíos, y podrá decirse que la demanda agraria cumple con los criterios de garantía.

Por ello, para cada embalse se obtienen dos valores, uno para el criterio de garantía de abastecimiento urbano y otro para el de garantía agrícola. Para mayor claridad, en función del tipo de demanda que es abastecido desde cada embalse se ha ponderado un único valor de recurso disponible por embalse (o grupo de embalse).

De este modo, el recurso superficial disponible existente con las infraestructuras actuales se cifra en 64,6 hm<sup>3</sup>/año para el Sistema Tinto, Odiel y Piedras (TOP), repartidos del siguiente modo.

Estimación de recursos disponibles superficiales en la DHTOP		
Sistema de Explotación	Embalse/Conjunto de embalses	hm <sup>3</sup> /año
TOP	Piedras-Los Machos	10,8
	Sotiel Olivargas	14,6
	Nerva - Jarrama	16,3
	Corumbel	3,8
	El Sancho	16,4
	Otros embalses	2,7
<b>Total en el Sistema de Explotación TOP</b>		<b>64,6</b>

Tabla 5.3.1. (3): Recursos disponibles superficiales estimados en la DHTOP

Destacar que para el horizonte 2027 se estima que estarán en marcha nuevas infraestructuras de regulación que permitirán incrementar el recurso disponible superficial. Las infraestructuras más importantes son las presas de Alcolea y Coronada, que se estima regularán un volumen cercano a los 180 hm<sup>3</sup>/año.

### 5.3.2 Recursos disponibles de origen subterráneo

Como se ha comentado en el apartado 4.1.2. se ha realizado una primera aproximación de los recursos disponibles en cada una de las masas de agua subterránea (masb). De este modo, y descontando aquellos recursos subterráneos que ya han sido contemplados en los recursos disponibles superficiales,

tal y como se ha explicado en el apartado anterior, se estima que los recursos disponibles subterráneos ascienden a 45,9 hm<sup>3</sup> anuales.

### 5.3.3 Recursos disponibles procedentes de otras cuencas

Como se ha comentado anteriormente, en la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras, parte de los recursos hídricos disponibles son de origen externo al ámbito territorial de la demarcación, procedentes de la denominada Zona de Encomienda, y que engloba la cuenca del río Chanza, mediante la regulación de los embalses Chanza y Andévalo, así como el bombeo de Bocachanza.

Se estima como recursos disponible procedente de esta zona 225 hm<sup>3</sup> anuales (para la atención de las demandas del conjunto de la D.H. Tinto, Odiel, Piedras y del sistema Sur de la D.H. Guadiana). Este valor se ha obtenido a partir de la modelación del sistema Chanza y de la limitación de 75 hm<sup>3</sup> anuales estipulada en el bombeo de Bocachanza.

Destacar que con estos recursos se abastecen demandas, tanto de la Demarcación Tinto, Odiel y Piedras como otras que se sitúan en la Demarcación Hidrográfica del Guadiana y la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.

### 5.3.4 Recursos disponibles de origen no convencional

Dentro de este apartado actualmente no existe una destacable capacidad de reutilización en la Demarcación, aunque se estima que en el futuro se puedan disponer de hasta 2,3 hm<sup>3</sup> anuales de aprovechamiento directo de los efluentes de diferentes EDAR.

### 5.3.5 Estimación de los recursos disponibles totales en la Demarcación

De este modo, en la DHTOP se estima que los recursos disponibles, es decir, recursos que pueden abastecerse con un determinado criterio de garantía para los usuarios, asciende a unos 335 hm<sup>3</sup> anuales. El reparto entre los diferentes sistemas de explotación, en función del origen del recurso y en los diferentes escenarios de planificación se presenta en la siguiente tabla.



Recursos hídricos disponibles para el Sistema Tinto, Odiel y Piedras			Volumen anual (hm <sup>3</sup> )		
Origen del recurso			Actual	2015	2027
Sistema Tinto, Odiel y Piedras	Superficiales	Piedras-Los Machos	10.8	10.8	9.9
		Sotiel Olivargas	14.6	14.6	13.4
		Nerva - Jarrama	16.3	16.3	15.0
		Corumbel	3.8	3.8	3.5
		El Sancho	16.4	16.4	15.1
		Otros embalses	2.7	2.7	2.5
		Coronada-Alcolea			177.0
	Subterráneos		45.9	45.9	42.2
	Reutilización			2.3	2.3
Otras Cuencas	Zona de Encomienda de Gestión(*)	225.0	225.0	207.0	
<b>Total Sistema Tinto, Odiel y Piedras</b>			<b>335,5</b>	<b>337,8</b>	<b>487,9</b>

(\*) para la atención de las demandas de la D.H. Tinto, Odiel, Piedras y del sistema Sur de la D.H.Guadiana.

Tabla 5.3.5. (1): Recursos disponibles estimados para la DHTOP en los diferentes escenarios de planificación

Sobre estas estimaciones debe realizarse ciertas salvedades:

- En el año 2027 se estima un descenso de la aportación ya que se considera un descenso de las precipitaciones al considerar el posible efecto del cambio climático, tal y como se expone en el siguiente apartado.
- Los valores estimados de recursos disponibles subterráneos deberá ser analizado con mayor detalle, de modo que en la revisión del Plan Hidrológico puedan mejorarse estas cifras.
- Los recursos disponibles de reutilización en escenarios futuros estará supeditado a las actuaciones que se realicen en materia de depuración en la DHTOP.

## 6 EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Para el horizonte de estudio del año 2027, de acuerdo con la IPH, y para evaluar el posible efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos naturales de la demarcación, se ha estimado la reducción de las aportaciones que se producirán. Para ello, se han considerado diferentes estudios realizados por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, donde se realizan estimaciones de los efectos del cambio climático en diferentes aspectos, dentro del ámbito andaluz. Los estudios considerados han sido “El Cambio Climático en Andalucía. Escenarios actuales y futuros del Clima” y “El Cambio Climático en Andalucía: Evolución y consecuencias medioambientales”.

En estos estudios se analizan los descensos esperados en cuanto a la precipitación media en diferentes zonas, así como el incremento de temperatura esperado. Con ello, se estima que para el ámbito de la Demarcación del Tinto, Odiel y Piedras se producirá un descenso de las aportaciones cercano al 8%, valor que está en concordancia con la estimación que el Ministerio de Medio Ambiente y Rural y Marino ha realizado para la Demarcación del Guadalquivir (2.4.6. de la IPH).



**Unión Europea**

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional

