

Ciclo de Planificación Hidrológica 2015/2021

PLAN HIDROLÓGICO

Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel Y Piedras



ANEJO 2

INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS



ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
2 BASE NORMATIVA	3
3 ANTECEDENTES	5
4 INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS NATURALES	6
4.1 ESQUEMATIZACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS NATURALES DE LA DEMARCACIÓN	6
4.1.1 LÍMITES ADMINISTRATIVOS Y DE GESTIÓN. RED HIDROGRÁFICA PRINCIPAL	6
4.1.2 RECURSOS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA DEMARCACIÓN	9
4.1.3 ZONIFICACIÓN	12
4.2 DESCRIPCIÓN E INTERRELACIÓN DE LAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	13
4.2.1 DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN	13
4.2.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS	15
4.3 ESTADÍSTICAS DE LAS SERIES HIDROLÓGICAS EN LA DEMARCACIÓN	23
4.3.1 SERIES ANUALES	24
4.3.2 SERIES MENSUALES	27
4.3.3 CONTRASTE DE APORTACIONES Y REGISTROS	38
4.4 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN CONDICIONES NATURALES	42
5 OTROS RECURSOS HÍDRICOS DE LA DEMARCACIÓN	44
5.1 RECURSOS HÍDRICOS NO CONVENCIONALES	44
5.1.1 DESALACIÓN	44
5.1.2 REUTILIZACIÓN	44
5.1.3 RECURSOS HÍDRICOS EXTERNOS	45
5.2 RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES EN LA DEMARCACIÓN	46
5.3 RECURSOS DISPONIBLES EN LA DEMARCACIÓN	48
5.3.1 RECURSOS DISPONIBLES DE ORIGEN SUPERFICIAL	49
5.3.2 RECURSOS DISPONIBLES DE ORIGEN SUBTERRÁNEO	51
5.3.3 RECURSOS DISPONIBLES PROCEDENTES DE OTRAS CUENCAS	51
5.3.4 RECURSOS DISPONIBLES DE ORIGEN NO CONVENCIONAL	52
5.3.5 ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS DISPONIBLES TOTALES EN LA DEMARCACIÓN	52
6 EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO	55

APÉNDICES:

APÉNDICE 2.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO UTILIZADO

APÉNDICE 2.2. SERIE DE APORTACIONES EN LAS MASAS DE AGUA SUPERFICIALES TIPO RÍO

FIGURAS:

FIGURA 4.1.1. (1): LOCALIZACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	7
FIGURA 4.1.1. (2): RED HIDROGRÁFICA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TINTO-ODIEL-PIEDRAS	8
FIGURA 4.1.2. (1): DEFINICIÓN DE MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TINTO-ODIEL-PIEDRAS	11
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.	12
FIGURA 4.2.1. (1): LOCALIZACIÓN DE LAS SERIES RESTITUIDAS EN ESPAÑA UTILIZADAS PARA LA CALIBRACIÓN DEL MODELO SIMPA.	14
FIGURA 4.2.1. (2): MAPA DE PUNTOS SELECCIONADOS DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA E HIDROMETRÍA	14
FIGURA 4.2.2.1. (1): DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL (MM/AÑO) EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA TINTO-ODIEL-PIEDRAS. (PERÍODO 1980/81-2011/12)	18
FIGURA 4.2.2.1. (2): DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C) EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TINTO-ODIEL-PIEDRAS. (PERÍODO 1940/41-2011/12)	19
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)	20
FIGURA 4.2.2.2. (1): DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL TOTAL ANUAL (MM/AÑO) (PERÍODO 1980/81-2011/12) EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA TINTO-ODIEL-PIEDRAS (DHTOP)	21
FIGURA 4.3.1. (1): EJEMPLO DE FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE APORTACIONES POR MASA DE AGUA (APÉNDICE 2.2)	25
FIGURA 4.3.3. (1): ESTACIONES DE AFORO EXISTENTES EN LA PROVINCIA DE HUELVA DE LAS QUE SE DISPONE DE INFORMACIÓN	38
FIGURA 4.3.3. (2): SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL SELECCIONADAS	39
FIGURA 4.4. (1): TRAMOS AFECTADOS POR CONTAMINACIÓN “MINERA”	43
FIGURA 6 (1): DISMINUCIÓN DE LAS APORTACIONES HÍDRICAS EN 2021-2030 (A2). FUENTE: PROGRAMA ANDALUZ DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.	57
FIGURA 6 (2): DISMINUCIÓN DE LAS APORTACIONES HÍDRICAS EN 2021-2030 (B2). FUENTE: PROGRAMA ANDALUZ DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.	57

GRÁFICOS:

GRÁFICO 4.2.2.1. (1): EVOLUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL (MM/AÑO) EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA TINTO-ODIEL-PIEDRAS PARA EL PERÍODO 1940-2011.	16
GRÁFICO 4.2.2.1. (2): DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL (MM/MES) EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA TINTO-ODIEL-PIEDRAS PARA EL PERIODO 1940-2011.	17
GRÁFICO 4.2.2.2. (1): DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA ESCORRENTÍA TOTAL ANUAL (MM/MES PERÍODO 1980/81-2011/12)	23
GRÁFICO 4.3.2.1. (1): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA DHTOP. PERÍODO 1940/41-2011/12	29
GRÁFICO 4.3.2.1. (2): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA DHTOP. PERÍODO 1980/81-2011/12	29
GRÁFICO 4.3.2.2. (1): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA DEL CONDADO DE HUELVA. PERÍODO 1940/41-2011/12	31
GRÁFICO 4.3.2.2. (2): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA DEL CONDADO DE HUELVA. PERIODO 1980/81-2011/12	31
GRÁFICO 4.3.2.3. (1): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA COSTA DE HUELVA-ANDÉVALO. PERÍODO 1940/41-2011/12	33
GRÁFICO 4.3.2.3. (2): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA COSTA DE HUELVA-ANDÉVALO. PERIODO 1980/81-2011/12	33
GRÁFICO 4.3.2.4. (1): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA DE LA CUENCA MINERA. PERÍODO 1940/41-2011/12	35
GRÁFICO 4.3.2.4. (2): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA DE LA CUENCA MINERA. PERIODO 1980/81-2011/12	35
GRÁFICO 4.3.2.5. (1): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA DE LA SIERRA DE HUELVA. PERÍODO 1940/41-2011/12	37
GRÁFICO 4.3.2.5. (2): EVOLUCIÓN MEDIA MENSUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS PARA LA ZONA DE LA SIERRA DE HUELVA. PERIODO 1980/81-2011/12	37
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	40
GRÁFICO 4.3.3. (2): EVOLUCIÓN MEDIA ANUAL DE LOS CAUDALES REALES DE ENTRADA AL EMBALSE DE PIEDRAS COMPARADAS CON LOS RESULTADOS DEL MODELO EN ESE MISMO PUNTO	41
GRÁFICO 4.3.3. (3): EVOLUCIÓN MEDIA ANUAL DE LOS CAUDALES REALES DE ENTRADA AL EMBALSE DEL CORUMBEL COMPARADAS CON LOS RESULTADOS DEL MODELO EN ESE MISMO PUNTO	42

TABLAS:

TABLA 4.1.2. (1): ESTIMACIÓN DEL RECURSO DISPONIBLE EN LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LA DHTOP	11
TABLA 4.1.3.1. (1): RESUMEN DE LAS DIFERENTES ZONAS UTILIZADAS EN LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA DHTOP	13
TABLA 4.3.1. (1): ESTADÍSTICOS BÁSICOS DE LAS SERIES ANUALES DE PRECIPITACIÓN (MM/AÑO). (PERÍODO 1940/41-2011/12)	24
TABLA 4.3.1. (2): ESTADÍSTICOS BÁSICOS DE LAS SERIES ANUALES DE PRECIPITACIÓN (MM/AÑO). (PERÍODO 1980/81-2011/12)	24
TABLA 4.3.2.1. (1): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA DHTOP. (PERÍODO 1940/41-2011/12).	28
TABLA 4.3.2.1. (2): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA DHTOP. (PERÍODO 1980/81-2011/12).	28
TABLA 4.3.2.2. (1): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA EL CONDADO DE HUELVA (PERÍODO 1940/41-2011/12)	30
TABLA 4.3.2.2. (2): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA EL CONDADO DE HUELVA (PERÍODO 1980/81-2011/12)	30
TABLA 4.3.2.3. (1): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA COSTA DE HUELVA-ANDÉVALO. SERIE 1940/41-2011/12	32
TABLA 4.3.2.3. (2): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA COSTA DE HUELVA-ANDÉVALO. SERIE 1980/81-2011/12	32
TABLA 4.3.2.4. (1): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA CUENCA MINERA. (PERÍODO 1940/41-2011/12)	34
TABLA 4.3.2.4. (2): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA CUENCA MINERA. (PERÍODO 1980/81-2011/12)	34
TABLA 4.3.2.5. (1): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA SIERRA DE HUELVA. (PERÍODO 1940/41-2011/12)	36
TABLA 4.3.2.5. (2): PROMEDIOS MENSUALES (MM/MES) PARA LA SIERRA DE HUELVA. (PERÍODO 1980/81-2011/12)	36
TABLA 4.3.3. (1): ESTACIONES DE CONTROL SELECCIONADAS	39
TABLA 5.3.1. (1): EMBALSES EN LOS QUE SE HA ESTIMADO EL RECURSO DISPONIBLE EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	49
TABLA 5.3.1. (2): CRITERIOS DE GARANTÍA UTILIZADOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS DISPONIBLES EN LOS EMBALSES DE LA DHTOP	50
TABLA 5.3.1. (3): RECURSOS DISPONIBLES SUPERFICIALES ESTIMADOS EN LA DHTOP	51

TABLA 5.3.3. (1): RECURSO UTILIZADO DESDE EL BOMBEO DE BOCACHANZA EN LOS DIFERENTES ESCENARIOS CONSIDERADOS.	52
TABLA 5.3.5. (1): RECURSOS DISPONIBLES ESTIMADOS PARA LA DHTOP EN LOS DIFERENTES ESCENARIOS DE PLANIFICACIÓN	53

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 gran mayoría de los recursos hídricos disponibles en la DHTOP están constituidos por recursos hídricos convencionales.

En el anterior proceso de Planificación, y dentro del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras (PHDTP 2009/15) se llevó a cabo una caracterización de los recursos hídricos en la DHTOP. Según el Artículo 13.7 de la Directiva Marco del Agua (DMA) que establece que los planes hidrológicos de cuenca se revisarán y actualizarán a más tardar quince años después de la entrada en vigor de la DMA, y posteriormente cada seis años.

El presente Anejo presenta la actualización del Inventario de Recursos en la DHTOP. Para ello, se han incluido en el análisis los nuevos datos existentes, fruto de la ampliación de series hidrológicas, o de la mejora del conocimiento que se ha llevado a cabo en la demarcación en materia de recursos hídricos en los últimos años.

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, tal como se indica en el Reglamento de la Planificación Hidrológica (RPH) y en la Instrucción de Planificación Hidrológica Andaluza (IPHA), se ha considerado para la zonificación existente 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)
5. Otros recursos hídricos de 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 de las Demarcaciones Intracomunitarias de Andalucía, IPHA en adelante, aprobada por la Orden de 11 de Marzo de 2015 de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, desarrolla los contenidos mínimos que deberá abarcar el inventario de recursos hídricos naturales.

Según el Artículo 2.4.1. de la mencionada IPHA:

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

El inventario debe contener, 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. 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 del Chanza*).

Por lo tanto, en la cuenca del río Chanza, 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 Plan Hidrológico correspondiente al ciclo de planificación 2009-2015, aprobado por Real Decreto 1329/2012 de 14 de septiembre, se llevó a cabo una caracterización de los recursos hídricos en la DHTOP. A modo de resumen, se muestran los recursos considerados como valores medios para el periodo 1940/41-2005/06:

- 712 hm³ procedentes de escorrentía natural, comprendiendo tanto la superficial como la subterránea. De estos:
 - 697 hm³ transcurren por los principales cauces de la demarcación (Tinto, Odiel y Piedras)
 - 657 hm³ de los cuales son aportación propia de estos ríos
 - 40 hm³ de aportación a las masas de agua de transición y costeras.
 - Los 15 hm³ restantes fluyen por cauces que vierten directamente al Océano Atlántico.
- 225 hm³ 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 hm³) y el Bombeo de Bocachanza (75 hm³). Destacar, como se ha comentado, que con estos recursos se abastecen demandas tanto de la DHTOP como de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana.

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 4.762 km², 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 intercuenas 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 177º que pasa por el límite costero entre los términos municipales de Isla Cristina y Lepe, y como límite este la línea con orientación 213º que pasa por la Torre del Loro”.

En la siguiente figura se muestra la delimitación continental de la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedra mostrando también los límites provinciales anteriormente comentados.

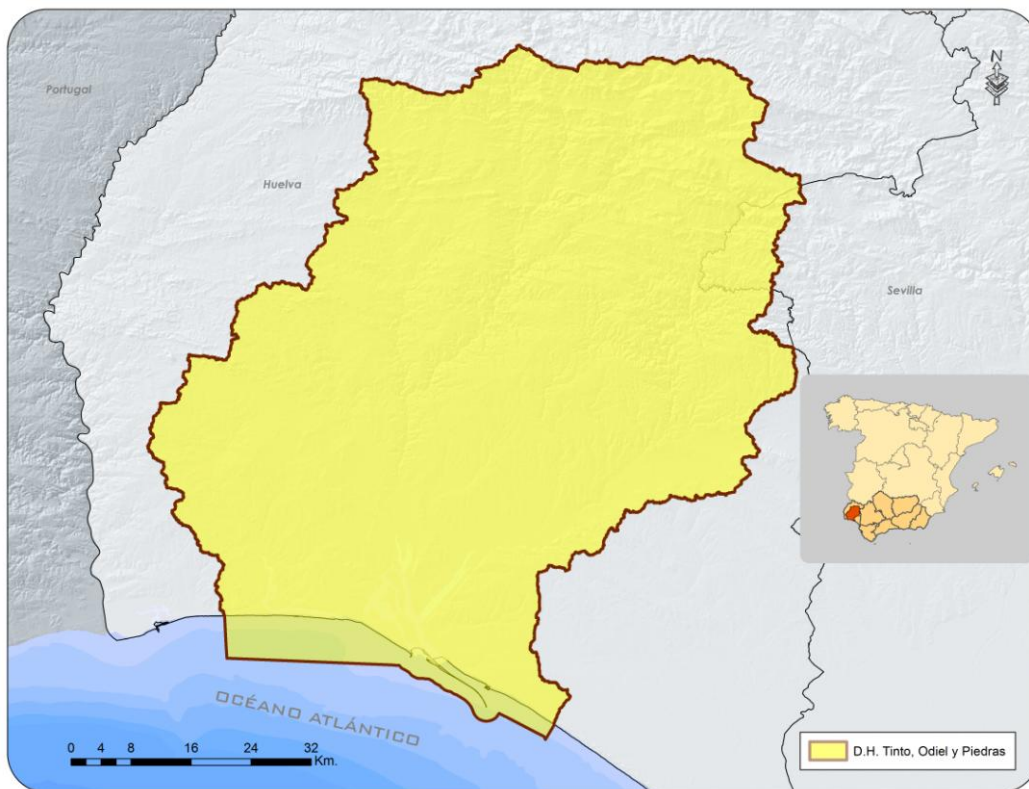


Figura 4.1.1. (1): Localización de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras

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 efimeros, 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 izquierda las aportaciones de los ríos Jarrama y Corumbel, y la de los arroyos Candón y Rivera de la Nicoba por la derecha.

El río Odiel nace en la Sierra de Aracena, discurre 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 km² 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:

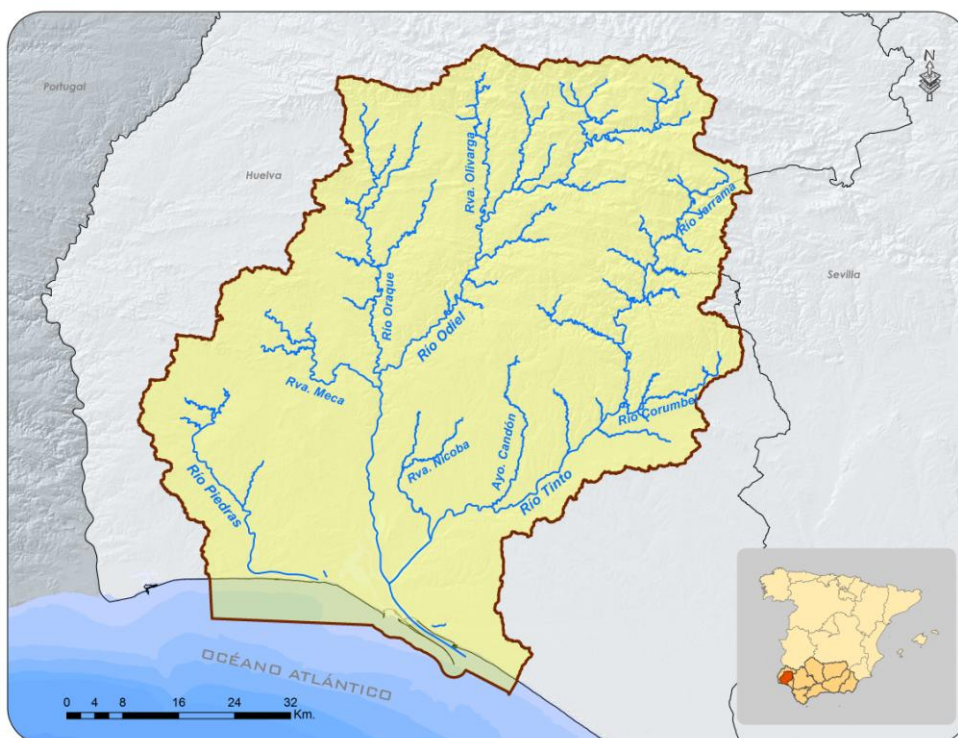


Figura 4.1.1. (2): Red Hidrográfica de la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras

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.

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 (en adelante masb), formada por uno o más acuíferos, que se agrupan a efectos de conseguir una racional y eficaz administración del agua, y que es el concepto que se utiliza en la Directiva Marco del Agua (DMA).

La mayor parte del agua que recarga las masas de agua subterránea pertenecientes a la DHTOP se descarga, diferida en el tiempo, a la red fluvial de forma difusa o a través de manantiales y afloramientos. Otra parte de la recarga, en general mucho más reducida, se transfiere subterráneamente a otros acuíferos o, en el caso de los acuíferos costeros, descarga al mar.

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 disponibles¹, los recursos hídricos naturales subterráneos

¹ “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”. “Trabajos de caracterización hidrogeológica y determinación de las reservas hídricas de varias masas de aguas subterráneas en las demarcaciones hidrográficas intracomunitarias andaluzas” y “Caracterización y evaluación de la ampliación de las masas de agua subterránea Niebla y Lepe-Cartaya”

disponibles se estiman en unos 70 hm³/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 masa de la Sierra de Aracena no provocaría únicamente 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.

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 (1940/41-2011/12).

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 ²)	Entradas a las masas de agua (hm ³ /año)				Recursos disponibles ² (hm ³ /año)
			Infiltración por lluvia	Retornos procedentes de riego	Otras entradas	Tasa de recarga Total	
440001	Aracena	65	3,4	-	-	3,4	2,7
30594	Lepe-Cartaya	632	43,1	2,6	-	45,7	32,0
30595	Condado	279	21,2	3,3	-	24,5	17,2
30593	Niebla	530	20,1	0,6	1,8	22,5	18,0

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

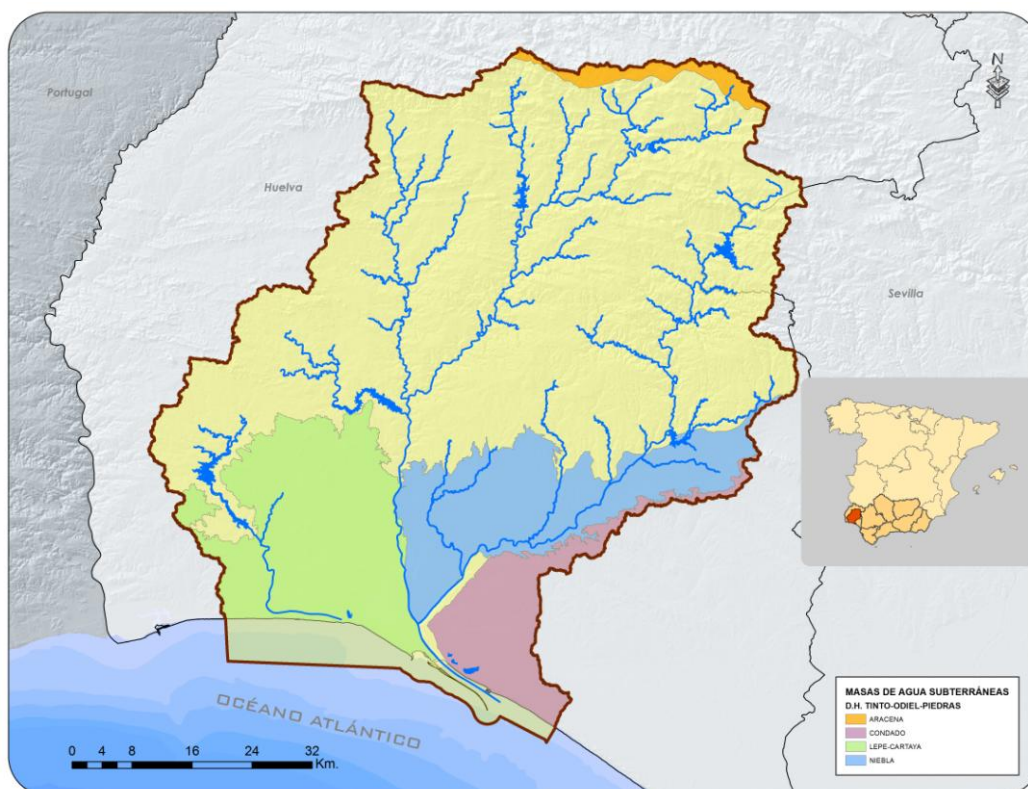


Figura 4.1.2. (1): Definición de masas de agua subterránea en la demarcación hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras

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

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.

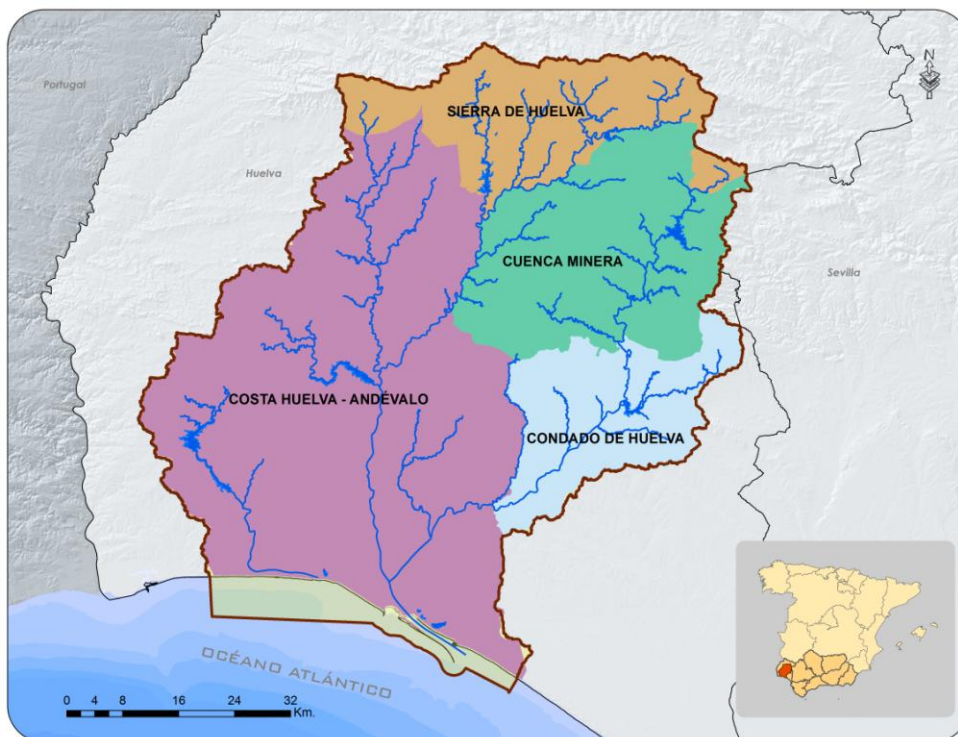


Figura 4.1.3.1. (1): Mapa de la zonificación utilizada en la demarcación hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras para la determinación de los recursos hídricos.

Zona	Nombre	Superficie (km2)	Masas de agua subterránea
1	Condado de Huelva	565	42.003. Niebla 42.004. Condado
2	Costa de Huelva-Andévalo	2.575	42.003 Niebla 42.002 Lepe - Cartaya 42.004 Condado
3	Cuenca Minera	946	
4	Sierra de Huelva	676	42.001 Aracena

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 periodo 1940/41-2011/12, y la serie corta correspondiente al periodo 1980/81-2011/12. 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:

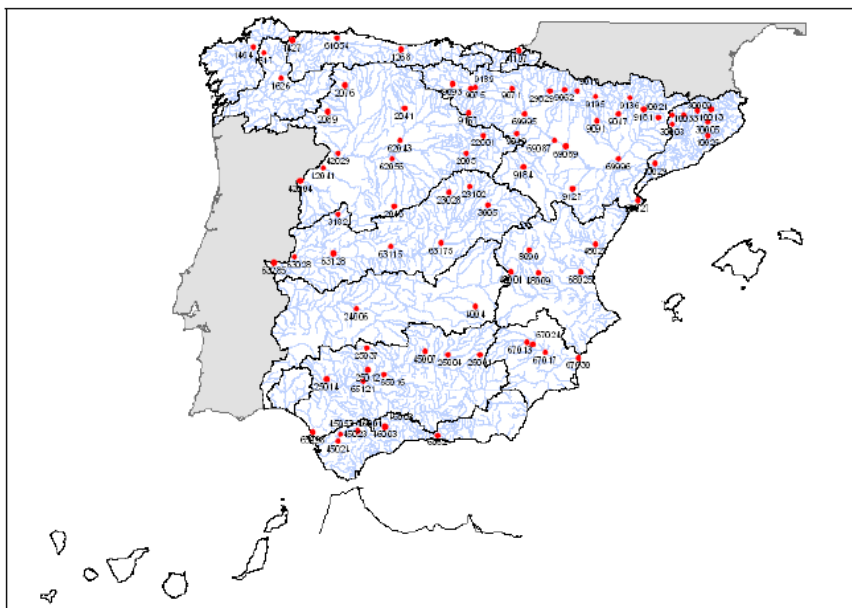


Figura 4.2.1. (1): Localización de las series restituídas en España utilizadas para la calibración del modelo SIMPA.

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

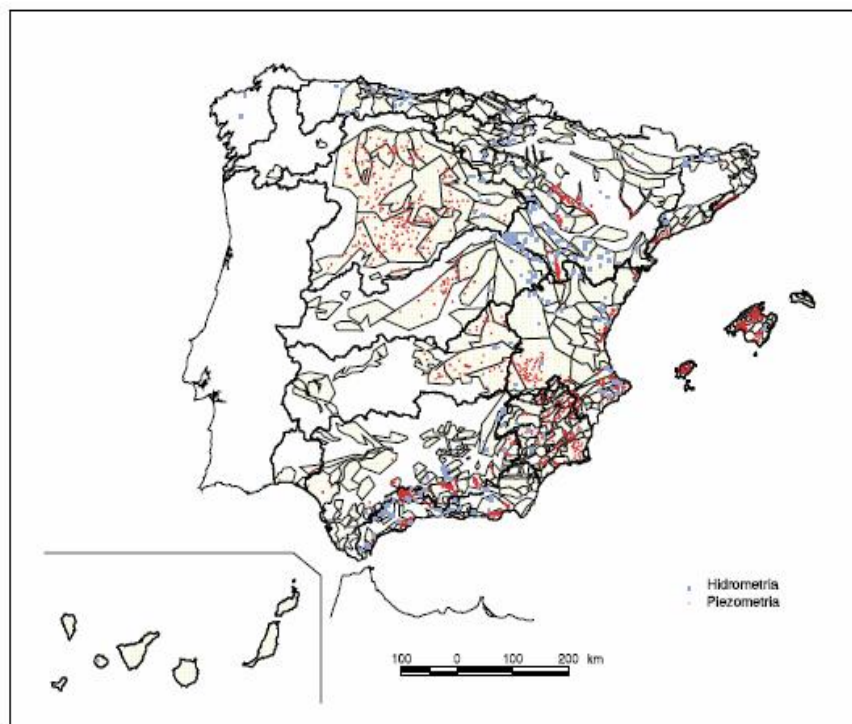


Figura 4.2.1. (2): Mapa de puntos seleccionados de las redes de piezometría e hidrometría

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 IPHA.

4.2.2.1 VARIABLES DE LA FASE ATMOSFÉRICA

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

El inventario incluye 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 debe añadir 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 estacionalización 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 638 mm, o lo que es lo mismo, 3.035 hm³/año si se toma como superficie de referencia la de la DHTOP (4.762 km²). 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 32 años (1980/1981-2011/2012), hasta un valor de 629 mm/año (2.995 hm³/año).

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.

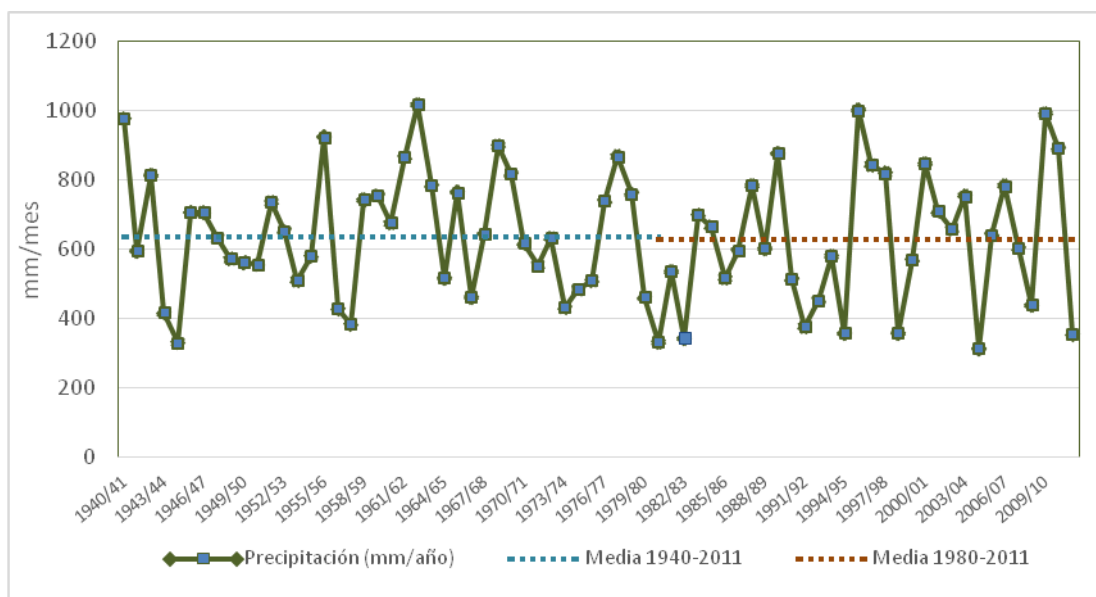


Gráfico 4.2.2.1. (1): Evolución de la precipitación anual (mm/año) en la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras para el periodo 1940-2011.

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), donde son frecuentes los episodios de precipitaciones prácticamente nulas. 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 807 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 567 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 1940-2011 como 1980-2011.

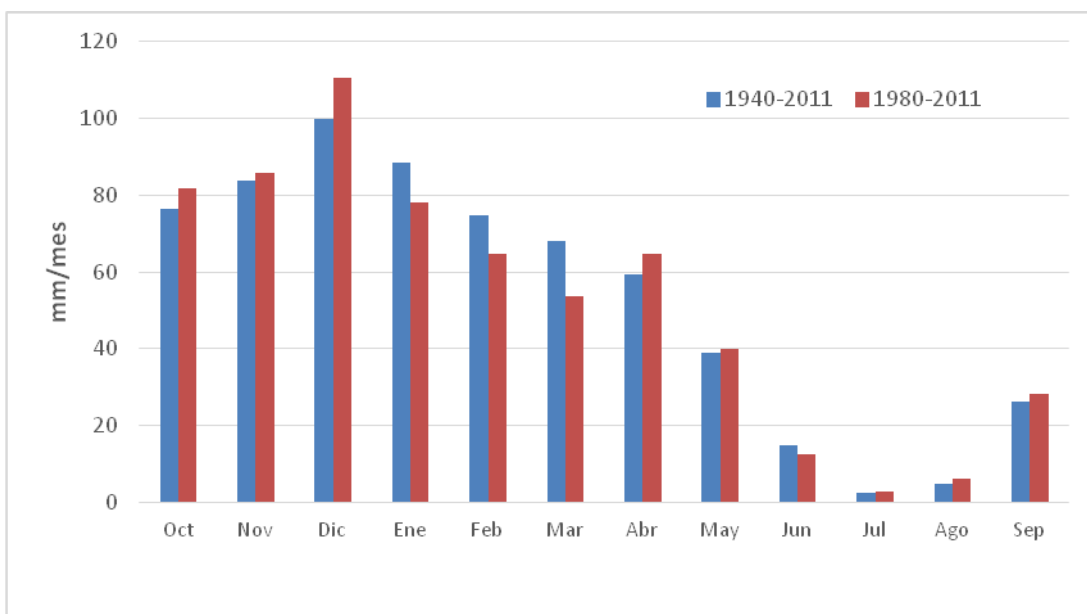


Gráfico 4.2.2.1. (2): Distribución mensual de la precipitación total anual (mm/mes) en la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras para el periodo 1940-2011.

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:

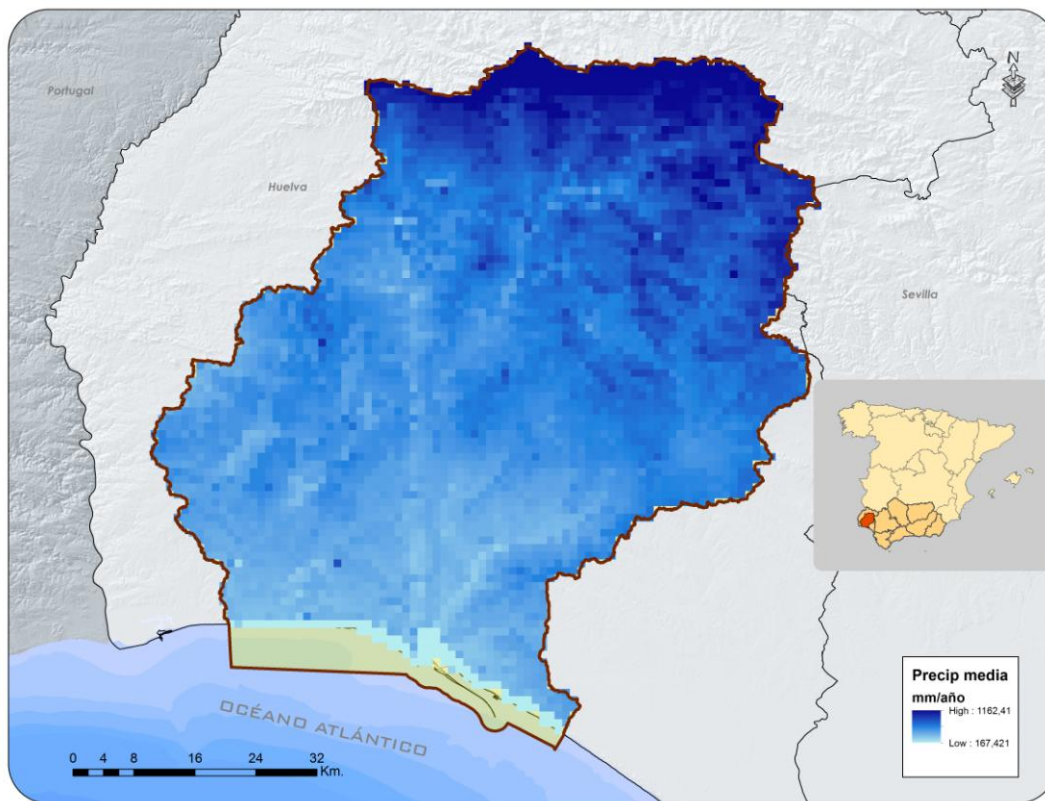


Figura 4.2.2.1. (1): Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año) en la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras. (Período 1980/81-2011/12)

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 1940/41-2011/12. En ella se observa que 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.

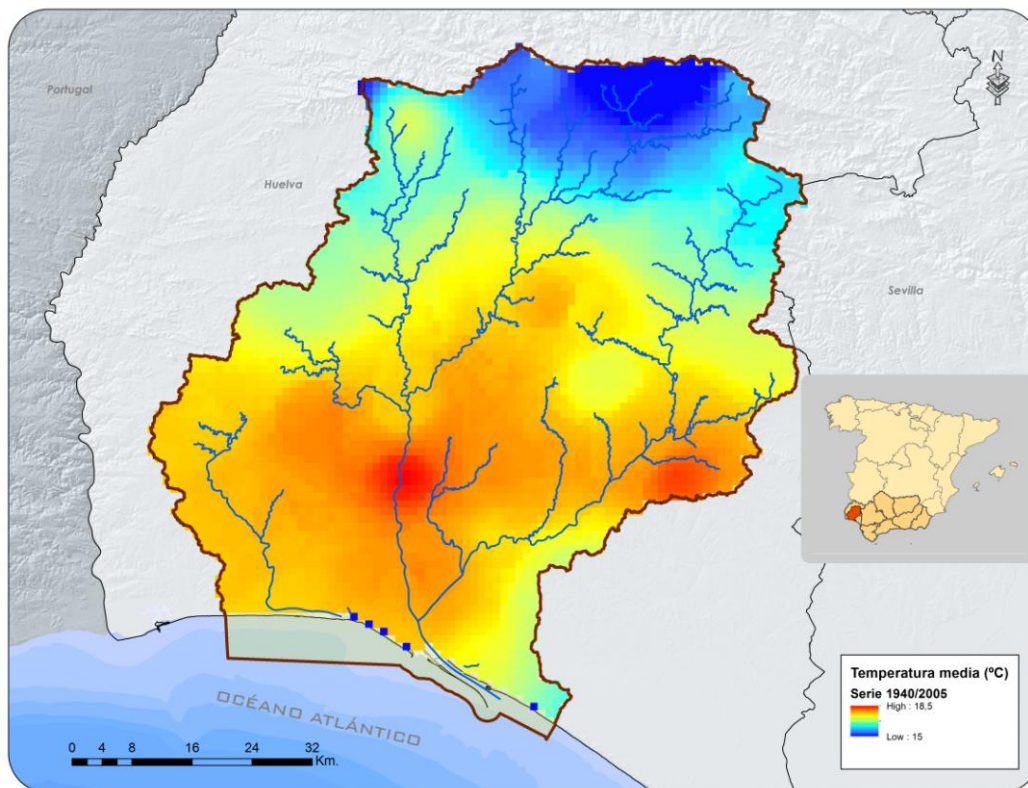


Figura 4.2.2.1. (2): Distribución espacial de la temperatura media anual (°C) en la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras. (Periodo 1940/41-2011/12)

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 semiárida.

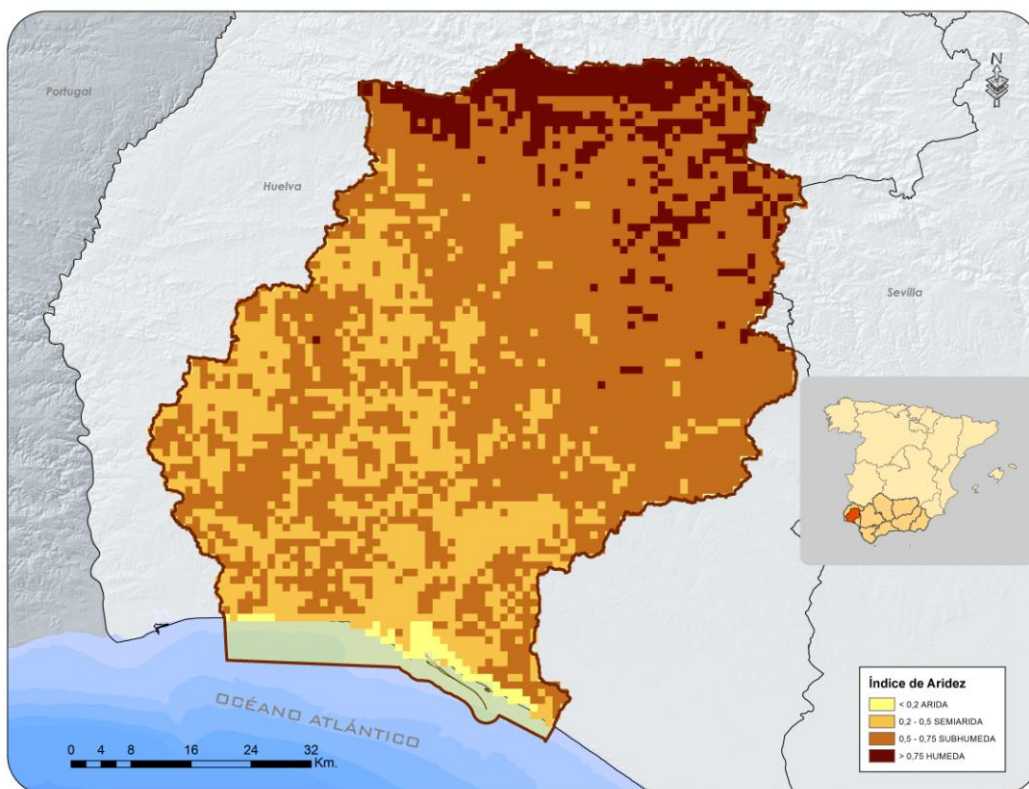


Figura 4.2.2.1. (3): Mapa de clasificación climática según el índice de humedad o de aridez de la UNESCO en la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras (DHTOP)

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 m³/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 485 mm/año o los 4850 m³/ha/año, con valores de los últimos 32 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 533 mm/año. Los valores mínimos de ETR están en torno a los 462 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:

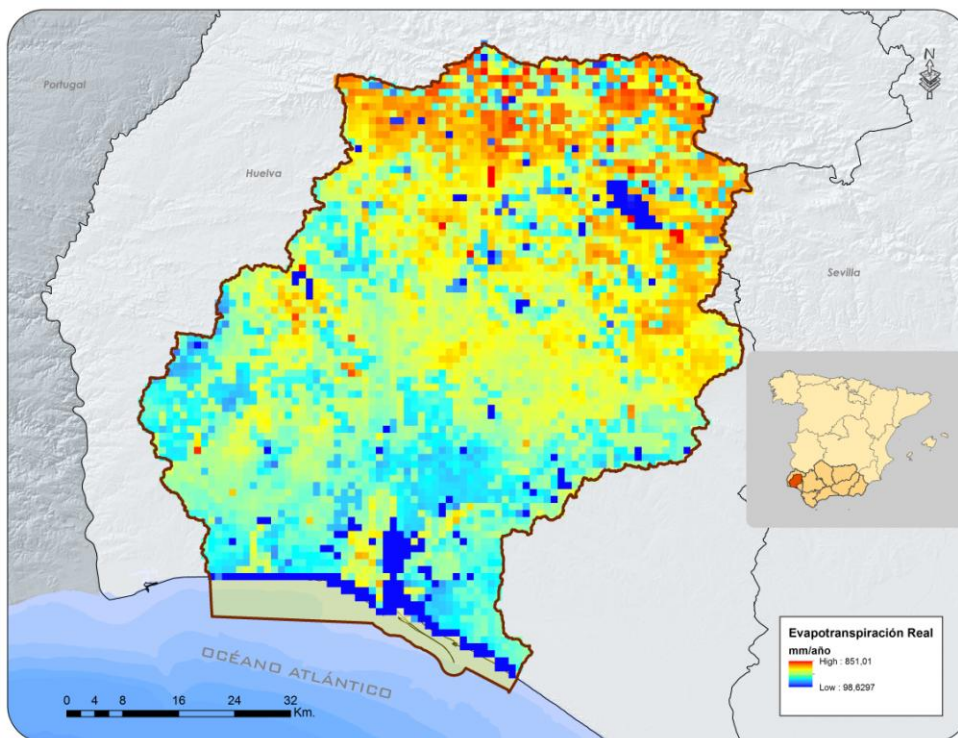


Figura 4.2.2.2. (1): Distribución espacial de la evapotranspiración real total anual (mm/año) (período 1980/81-2011/12) en la Demarcación Hidrográfica Tinto-Odiel-Piedras (DHTOP)

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 17 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 40 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 18 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 1940/41-2011/12, descendiendo hasta los 146 mm/año en la serie corta (1980/81-2011/12)

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 Julio, Agosto y Septiembre.

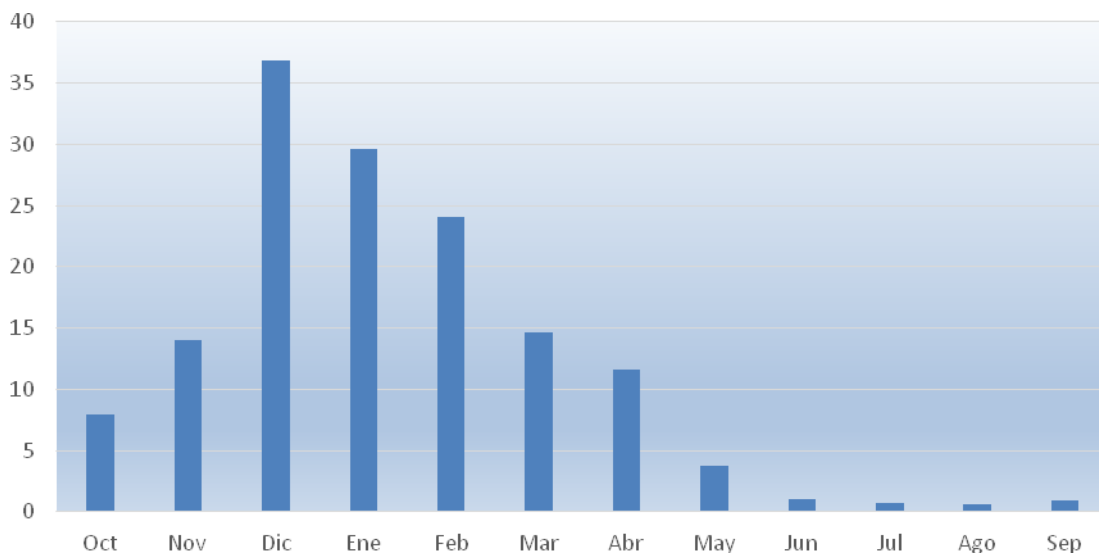


Gráfico 4.2.2.2. (1): Distribución temporal de la escorrentía total anual (mm/mes período 1980/81-2011/12)

4.3 ESTADÍSTICAS DE LAS SERIES HIDROLÓGICAS EN LA DEMARCACIÓN

Como indica el apartado 2.4.4 de la IPHA, 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 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 1940/41-2011/12 como para el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1980/81-2011/12.

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	638	1018	315	179	0,282	0,110
Sierra de Huelva	807	1351	372	227	0,281	0,226
Cuenca Minera	715	1231	343	202	0,283	0,110
Condado de Huelva	632	1072	296	194	0,308	0,278
Costa de Huelva - Andévalo	567	930	271	159	0,287	0,133

Tabla 4.3.1. (1): Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año). (Periodo 1940/41-2011/12)

	Media aritmética (mm/año)	Máximo (mm/año)	Mínimo (mm/año)	Desv. Típica (mm/año)	Coef. Variación	Coef. sesgo
DHTOP	629	991	315	187	0,303	0,081
Sierra de Huelva	794	1223	372	224	0,296	0,062
Cuenca Minera	698	1074	379	206	0,295	0,113
Condado de Huelva	625	1025	296	204	0,324	0,230
Costa de Huelva - Andévalo	561	910	271	174	0,314	0,121

Tabla 4.3.1. (2): Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año). (Periodo 1980/81-2011/12)

En cuanto a la escurrentía, se ha llevado a cabo un análisis en cada una de las masas de agua superficiales tipo río, evaluando tanto la aportación originada en cada una de sus subcuencas, así como la aportación acumulada en dicha masa de agua. De esta manera, se ha podido considerar el régimen de caudales circulantes en condiciones naturales, es decir, sin la existencia de presión antropogénica. En el Apéndice 7.2 de este Anejo se encuentra, en forma de ficha, un pequeño resumen de las principales características de los flujos circulantes en cada una de las masas de agua tipo río en condiciones naturales.

11951 Rivera de Olivarga III

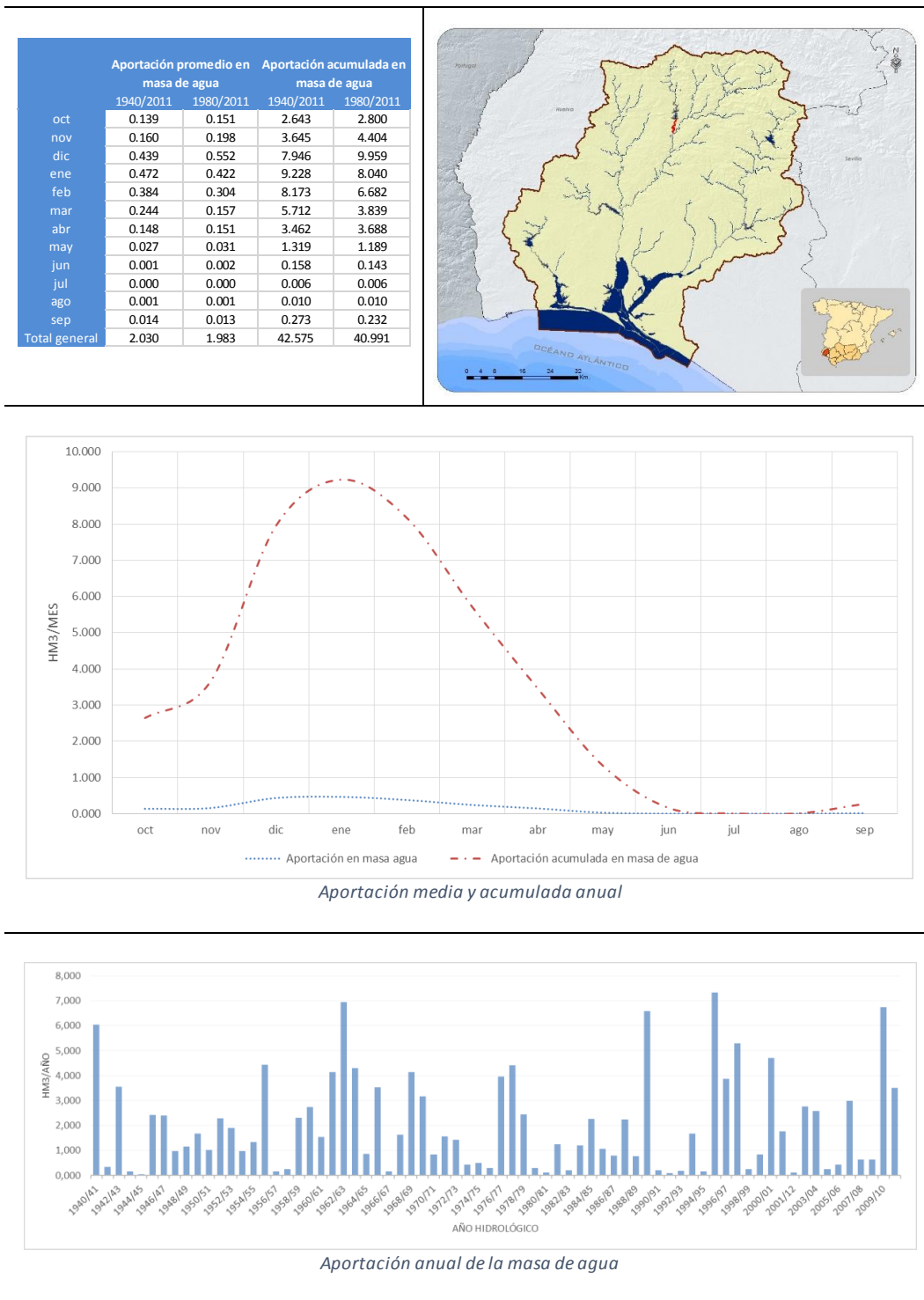


Figura 4.3.1. (1): Ejemplo de ficha de caracterización de aportaciones por masa de agua (Apéndice 2.2)

En los siguientes mapas se muestran las aportaciones medias estimadas en cada una de las masas de agua superficiales tipo río y muy modificadas asimilables a río, así como el régimen natural estimado en la Demarcación Hidrográfica de Tinto, Odiel y Piedras.

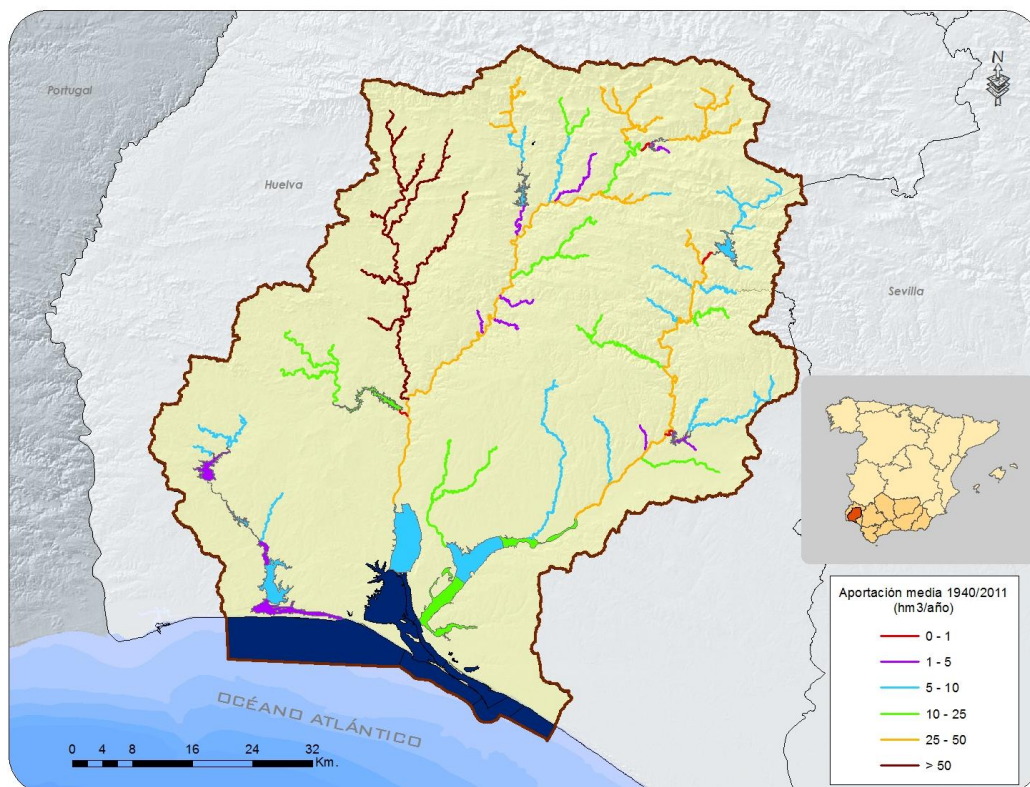


Figura 4.3.1. (2): Aportación media en cada una de las masas de agua superficiales tipo río y muy modificadas asimilables a lago.

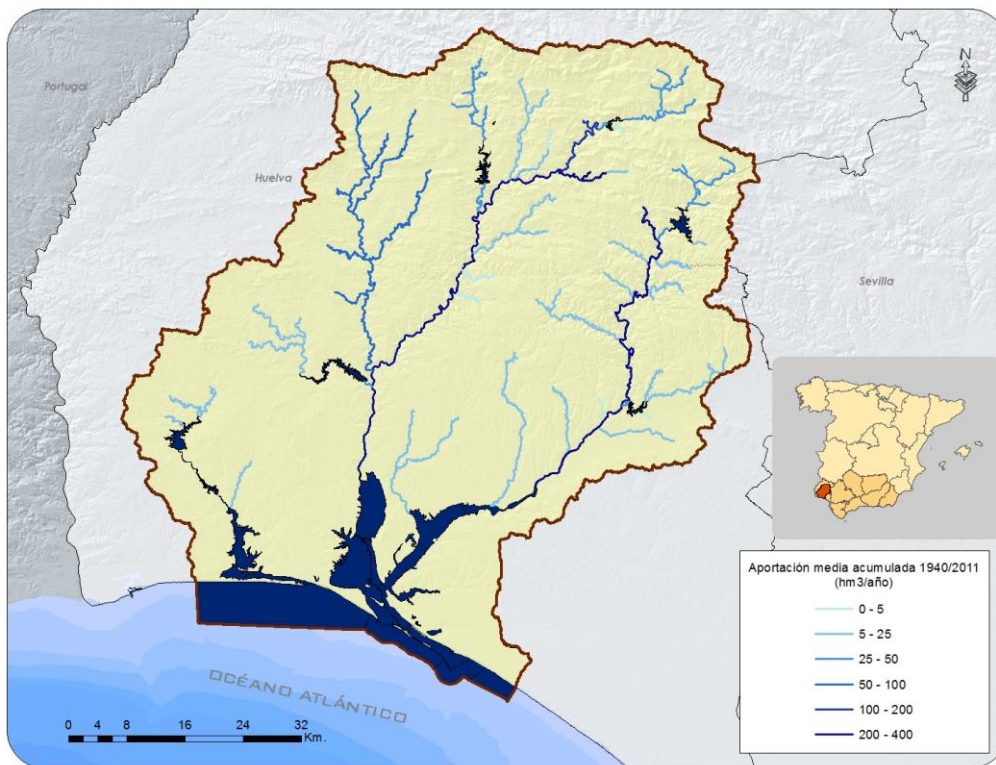


Figura 4.3.1. (3): Aportación acumulada en cada una de las masas de agua tipo río. Serie 1940/41-2011/12. Datos en hm³/año.

4.3.2 SERIES MENSUALES

En este apartado, se muestra 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.

Estos datos se han estimado en cada una de las zonas consideradas, así como para la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras. Del mismo modo, se ha analizado la serie temporal 1940-2011 como la 1980-2011.

4.3.2.1 TOTAL DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TINTO-ODIEL-PIEDRAS

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escurrentía Superficial	Escurrentía Subterránea	Escurrentía Total
Octubre	76,31	70,73	46,38	7,37	0,77	8,14
Noviembre	83,95	39,62	34,68	11,44	1,08	12,52
Diciembre	99,74	26,72	25,86	27,40	1,73	29,13
Enero	88,66	28,61	27,91	30,24	2,25	32,49
Febrero	74,90	42,59	40,96	26,51	2,42	28,93
Marzo	67,95	67,89	63,59	18,89	2,35	21,23
Abril	59,44	92,36	81,55	10,13	1,97	12,10
Mayo	38,91	122,90	85,10	3,38	0,72	4,10
Junio	14,83	160,01	45,36	0,27	1,19	1,46
Julio	2,58	182,13	6,09	0,00	0,77	0,78
Agosto	4,74	164,15	4,85	0,00	0,66	0,66
Septiembre	26,15	119,26	25,09	0,53	0,58	1,11

Tabla 4.3.2.1. (1): Promedios mensuales (mm/mes) para la DHTOP. (Período 1940/41-2011/12).

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escurrentía Superficial	Escurrentía Subterránea	Escurrentía Total
Octubre	81,78	70,16	49,85	7,24	0,73	7,97
Noviembre	85,88	39,16	34,08	12,95	1,08	14,03
Diciembre	110,63	26,34	25,67	34,95	1,92	36,87
Enero	78,18	28,40	27,51	27,21	2,36	29,58
Febrero	64,84	42,18	39,85	21,83	2,27	24,09
Marzo	53,81	68,60	62,72	12,65	2,01	14,65
Abril	64,62	90,61	78,92	9,92	1,73	11,65
Mayo	40,01	121,51	84,09	2,48	1,29	3,77
Junio	12,42	158,53	43,00	0,17	0,90	1,07
Julio	2,70	180,93	5,71	0,00	0,71	0,71
Agosto	6,08	163,01	6,20	0,05	0,57	0,62
Septiembre	28,08	118,15	27,34	0,43	0,54	0,97

Tabla 4.3.2.1. (2): Promedios mensuales (mm/mes) para la DHTOP. (Período 1980/81-2011/12).

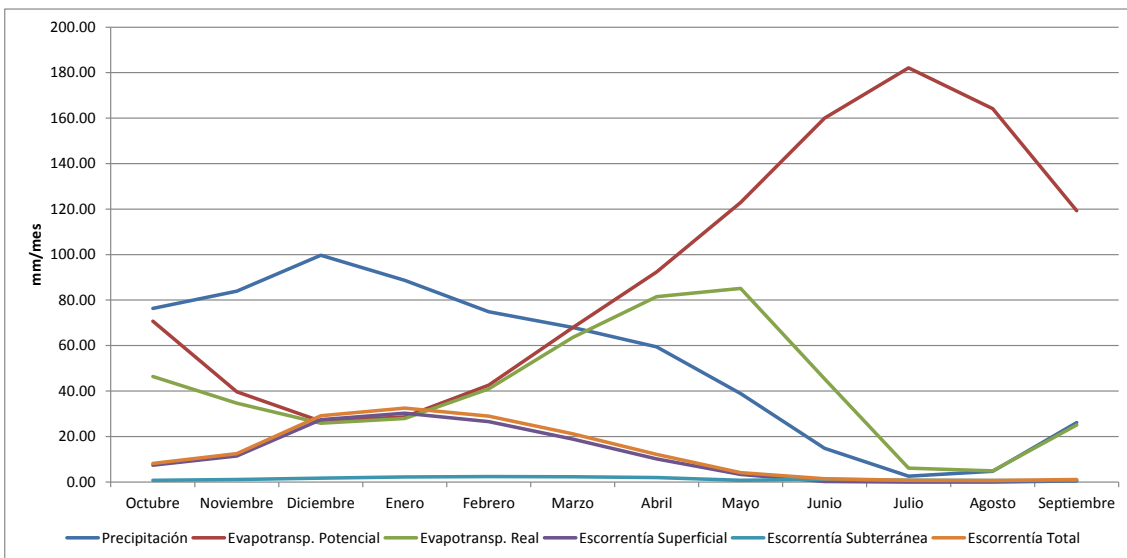


Gráfico 4.3.2.1. (1): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la DHTOP. Período 1940/41-2011/12

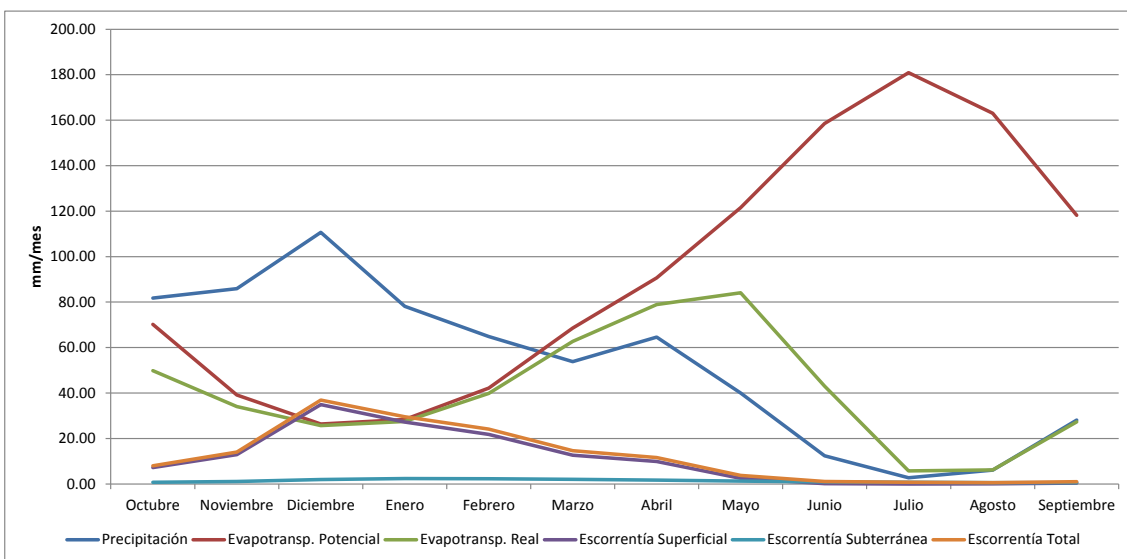


Gráfico 4.3.2.1. (2): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la DHTOP. Período 1980/81-2011/12

4.3.2.2 CONDADO DE HUELVA

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	74,28	68,85	45,60	3,94	1,50	5,44
Noviembre	83,84	38,52	34,74	7,23	2,79	10,02
Diciembre	99,71	25,66	25,17	22,56	5,44	28,01
Enero	88,26	27,14	26,81	24,38	6,99	31,37
Febrero	72,41	41,58	40,35	20,37	6,87	27,24
Marzo	69,61	67,61	63,89	15,47	6,26	21,73
Abril	61,41	92,20	83,70	7,97	4,58	12,54
Mayo	38,25	122,39	89,46	1,96	2,00	3,96
Junio	13,96	160,22	47,63	0,01	1,15	1,16
Julio	2,06	179,82	5,07	0,00	0,73	0,73
Agosto	4,34	161,87	4,37	0,03	0,64	0,67
Septiembre	23,62	116,39	23,09	0,07	0,54	0,61

Tabla 4.3.2.2. (1): Promedios mensuales (mm/mes) para el Condado de Huelva (Período 1940/41-2011/12)

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	77,70	67,73	47,75	2,96	1,43	4,39
Noviembre	85,64	37,75	34,33	8,01	2,83	10,84
Diciembre	113,51	25,09	24,91	31,31	6,50	37,81
Enero	79,81	26,79	26,35	23,90	7,49	31,40
Febrero	62,38	40,71	38,70	16,41	6,15	22,56
Marzo	54,78	67,66	62,25	10,33	5,02	15,35
Abril	64,22	90,78	81,93	6,19	3,93	10,13
Mayo	40,77	120,55	89,17	1,47	2,15	3,62
Junio	11,51	158,59	45,99	0,01	0,99	1,00
Julio	2,00	179,09	4,09	0,00	0,65	0,65
Agosto	5,99	159,98	5,99	0,04	0,54	0,58
Septiembre	26,73	114,43	26,43	0,04	0,49	0,53

Tabla 4.3.2.2. (2): Promedios mensuales (mm/mes) para el Condado de Huelva (Período 1980/81-2011/12)

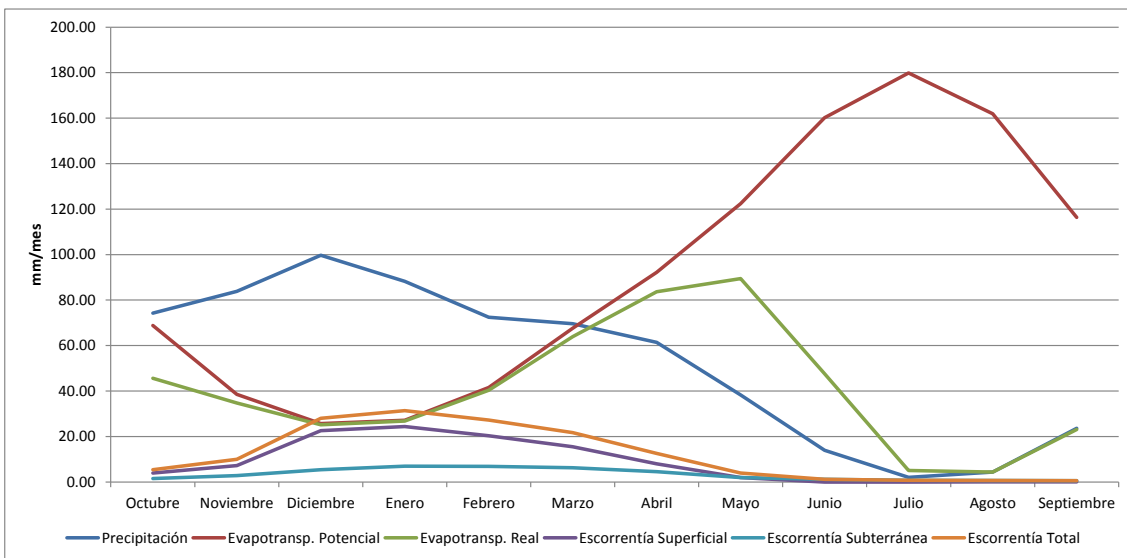


Gráfico 4.3.2.2. (1): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona del Condado de Huelva. Periodo 1940/41-2011/12

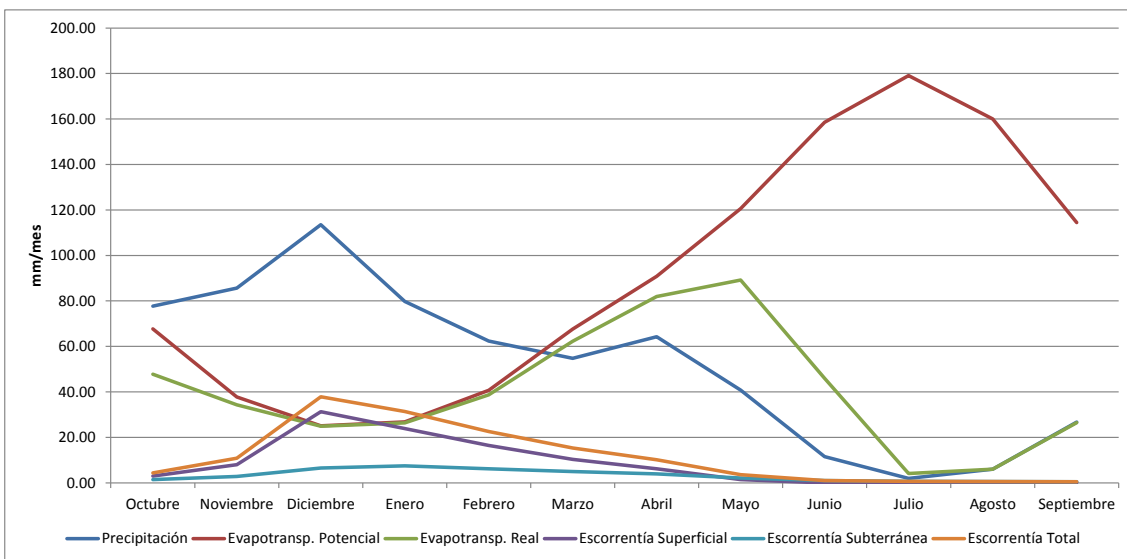


Gráfico 4.3.2.2. (2): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona del Condado de Huelva. Periodo 1980/81-2011/12

4.3.2.3 COSTA DE HUELVA-ANDÉVALO

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	69,86	72,79	45,34	4,50	0,91	5,41
Noviembre	76,93	41,10	34,86	7,47	1,05	8,53
Diciembre	89,87	27,84	26,46	17,90	1,51	19,41
Enero	78,73	29,74	28,70	19,23	2,06	21,28
Febrero	66,07	43,78	41,53	16,81	2,39	19,20
Marzo	60,24	69,72	64,06	11,27	2,48	13,75
Abril	51,29	94,98	80,83	5,09	2,28	7,37
Mayo	33,16	124,97	79,05	2,82	0,00	2,82
Junio	11,22	161,06	34,81	0,05	1,48	1,53
Julio	2,11	182,94	3,84	0,00	1,24	1,24
Agosto	4,01	165,85	4,10	0,01	1,05	1,06
Septiembre	23,45	121,18	22,91	0,22	0,91	1,13

Tabla 4.3.2.3. (1): Promedios mensuales (mm/mes) para la Costa de Huelva-Andévalo. Serie 1940/41-2011/12

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	75,58	72,07	49,28	4,31	0,83	5,14
Noviembre	79,29	40,62	34,06	9,05	1,00	10,05
Diciembre	98,42	27,40	26,27	23,14	1,58	24,72
Enero	69,64	29,49	28,08	18,30	2,17	20,47
Febrero	57,30	43,15	39,93	13,82	2,34	16,16
Marzo	48,61	69,91	62,18	8,04	2,25	10,29
Abril	56,48	92,68	77,04	5,45	2,02	7,47
Mayo	33,37	123,09	77,88	0,84	1,69	2,54
Junio	9,47	158,77	32,94	0,01	1,37	1,38
Julio	2,59	181,14	4,30	0,00	1,14	1,14
Agosto	5,17	164,37	5,31	0,06	0,92	0,98
Septiembre	25,27	120,07	24,91	0,18	0,85	1,03

Tabla 4.3.2.3. (2): Promedios mensuales (mm/mes) para la Costa de Huelva-Andévalo. Serie 1980/81-2011/12

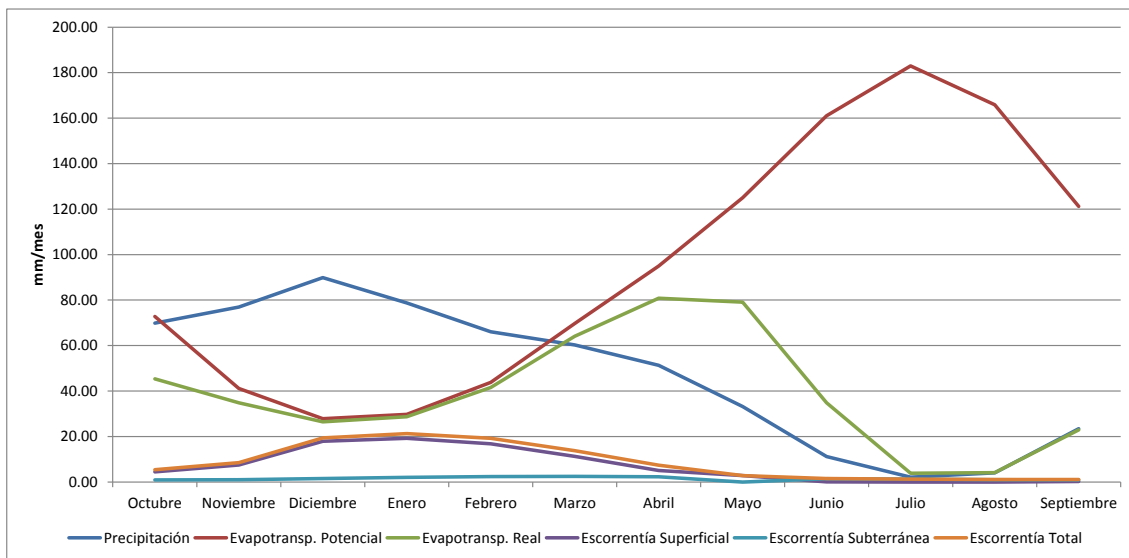


Gráfico 4.3.2.3. (1): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona Costa de Huelva-Andévalo. Período 1940/41-2011/12

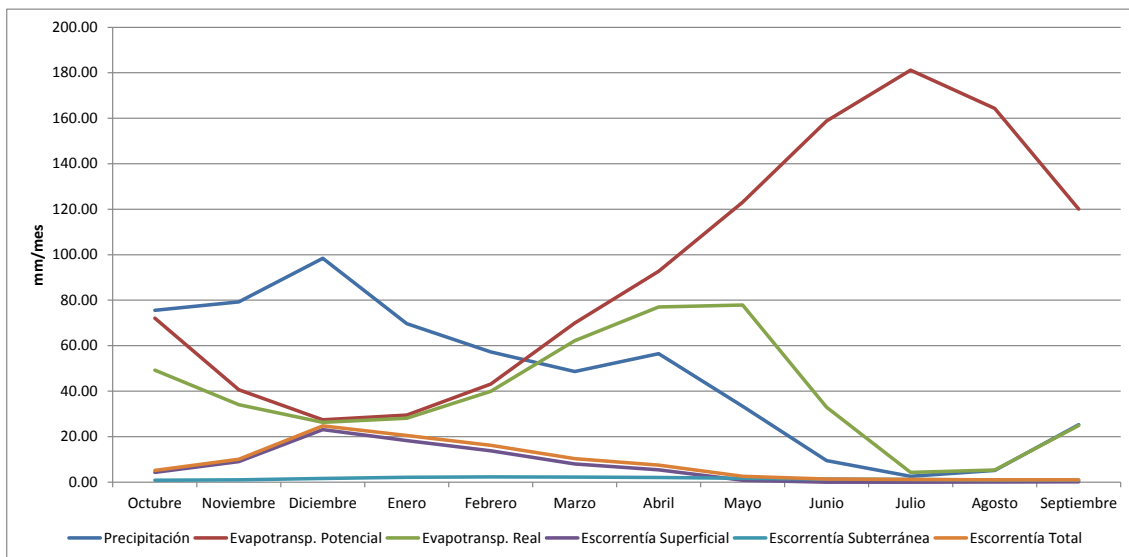


Gráfico 4.3.2.3. (2): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona Costa de Huelva-Andévalo. Período 1980/81-2011/12

4.3.2.4 CUENCA MINERA

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	83,05	68,16	47,62	11,34	0,00	11,34
Noviembre	90,99	37,96	34,48	17,20	0,00	17,20
Diciembre	109,87	25,43	25,21	39,99	0,00	39,99
Enero	98,99	27,43	27,09	45,17	0,00	45,17
Febrero	84,38	41,62	40,52	39,27	0,00	39,27
Marzo	75,96	66,21	63,17	28,92	0,00	28,92
Abril	69,68	89,67	82,19	16,97	0,00	16,97
Mayo	45,45	120,92	91,63	4,73	0,00	4,73
Junio	18,54	159,66	56,55	0,36	0,00	0,36
Julio	2,95	182,42	8,26	0,01	0,00	0,01
Agosto	5,62	163,06	5,82	0,11	0,00	0,11
Septiembre	29,16	117,07	27,45	1,05	0,00	1,05

Tabla 4.3.2.4. (1): Promedios mensuales (mm/mes) para la Cuenca Minera. (Período 1940/41-2011/12)

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	87,56	68,24	50,65	10,93	0,00	10,93
Noviembre	92,29	37,79	34,37	18,46	0,00	18,46
Diciembre	122,45	25,31	25,13	49,74	0,00	49,74
Enero	85,53	27,41	27,13	38,09	0,00	38,09
Febrero	72,75	41,87	40,51	31,88	0,00	31,88
Marzo	59,18	68,03	64,14	18,39	0,00	18,39
Abril	73,81	89,08	81,56	15,09	0,00	15,09
Mayo	48,14	120,95	90,49	4,46	0,00	4,46
Junio	15,36	159,62	52,70	0,32	0,00	0,32
Julio	2,65	182,15	6,81	0,00	0,00	0,00
Agosto	7,29	162,90	7,44	0,03	0,00	0,03
Septiembre	30,50	116,49	29,48	0,77	0,00	0,77

Tabla 4.3.2.4. (2): Promedios mensuales (mm/mes) para la Cuenca Minera. (Período 1980/81-2011/12)

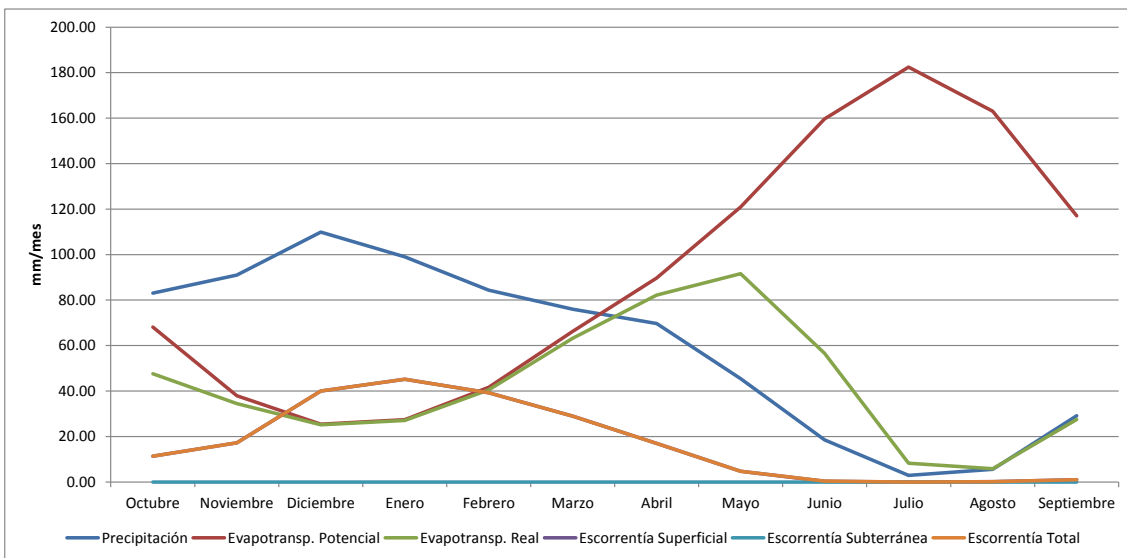


Gráfico 4.3.2.4. (1): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona de la Cuenca Minera. Periodo 1940/41-2011/12

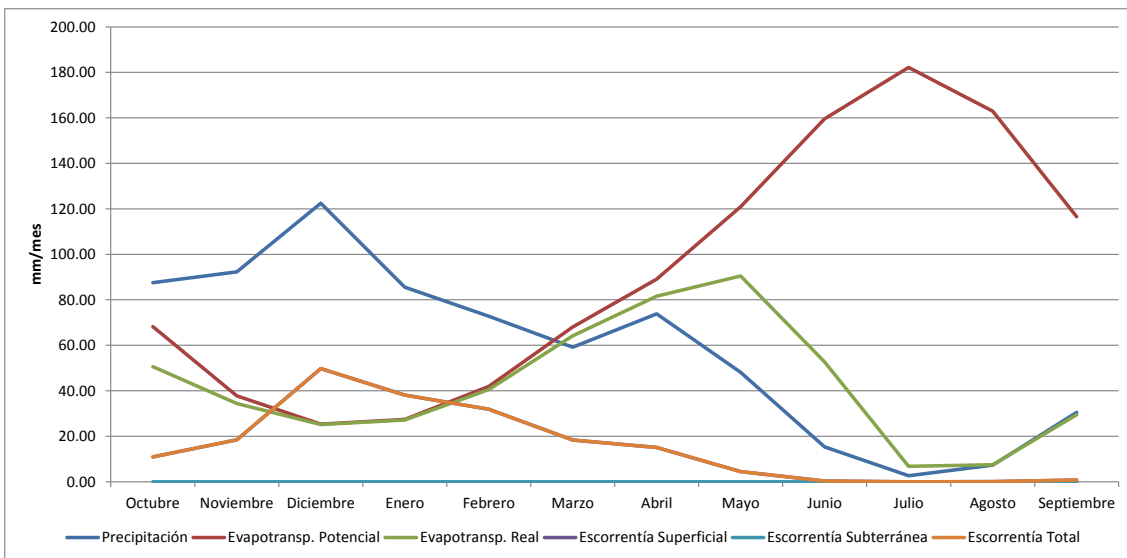


Gráfico 4.3.2.4. (2): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona de la Cuenca Minera. Periodo 1980/81-2011/12

4.3.2.5 SIERRA DE HUELVA

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	93,05	68,05	49,25	15,61	0,71	16,32
Noviembre	100,88	37,22	34,27	22,01	1,24	23,25
Diciembre	123,10	25,16	25,10	49,97	1,84	51,80
Enero	112,22	27,19	26,99	56,14	2,18	58,31
Febrero	97,27	40,28	39,89	50,67	2,14	52,81
Marzo	84,61	63,54	62,15	36,66	1,82	38,47
Abril	74,49	86,34	81,58	21,55	1,37	22,91
Mayo	52,18	118,22	95,33	6,19	2,00	8,19
Junio	24,08	156,39	67,91	0,27	0,79	1,06
Julio	4,26	180,60	12,43	0,01	0,11	0,12
Agosto	6,64	161,08	6,74	0,40	0,08	0,47
Septiembre	34,28	117,39	31,70	1,39	0,16	1,55

Tabla 4.3.2.5. (1): Promedios mensuales (mm/mes) para la Sierra de Huelva. (Período 1940/41-2011/12)

	Precipitación	Evapotransp. Potencial	Evapotransp. Real	Escorrentía Superficial	Escorrentía Subterránea	Escorrentía Total
Octubre	100,62	67,63	52,68	16,74	0,79	17,53
Noviembre	102,13	36,73	33,56	24,20	1,39	25,58
Diciembre	138,09	24,85	24,80	62,19	2,03	64,22
Enero	98,90	27,02	26,81	48,64	2,10	50,74
Febrero	84,49	40,18	39,58	42,69	1,86	44,56
Marzo	65,27	65,20	63,19	24,07	1,32	25,39
Abril	82,99	84,74	79,87	22,75	1,18	23,94
Mayo	53,26	117,15	94,51	6,79	0,82	7,61
Junio	20,27	156,06	65,18	0,66	0,33	0,99
Julio	3,81	179,95	10,91	0,01	0,11	0,12
Agosto	7,93	160,51	8,04	0,03	0,07	0,10
Septiembre	36,49	116,29	34,37	1,22	0,18	1,39

Tabla 4.3.2.5. (2): Promedios mensuales (mm/mes) para la Sierra de Huelva. (Período 1980/81-2011/12)

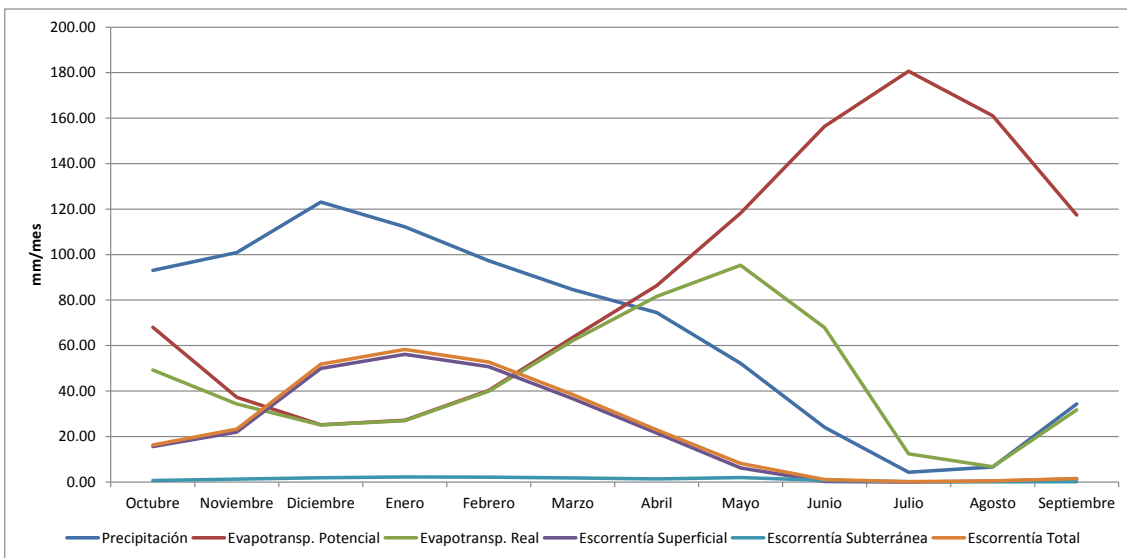


Gráfico 4.3.2.5. (1): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona de la Sierra de Huelva. Periodo 1940/41-2011/12

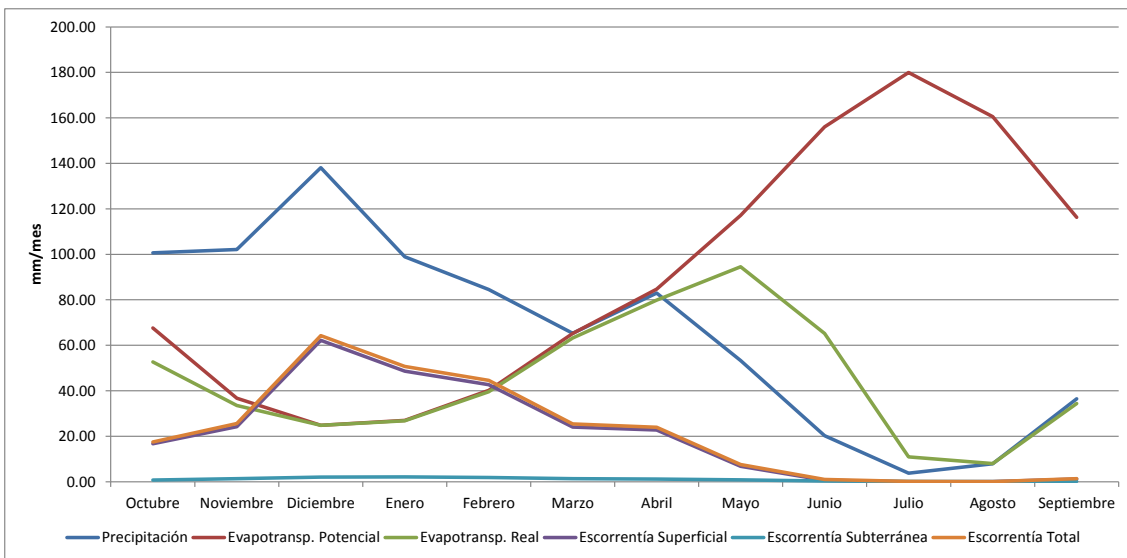


Gráfico 4.3.2.5. (2): Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas para la zona de la Sierra de Huelva. Periodo 1980/81-2011/12

4.3.2.6 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 comparen, aun no siendo en régimen natural, deberán tener una alteración 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, al encontrarse todas aguas abajo de algún embalse, y reflejar así el régimen alterado que provocan dicha infraestructuras.

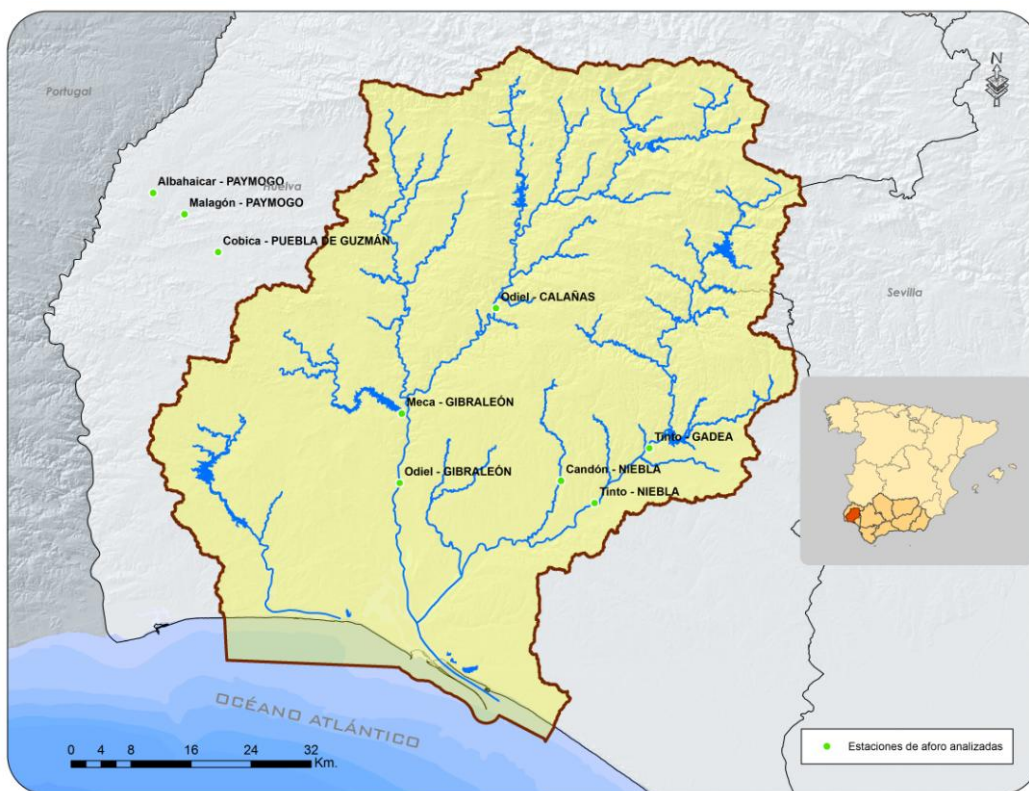


Figura 4.3.3. (1): Estaciones de aforo existentes en la provincia de Huelva de las que se dispone de información

De este modo, se han tomado como datos de referencia las entradas a dos de los embalses existentes en la demarcación, y en los que se estima que sus cuencas vertientes tienen una presión antropogénica no significativa. Estos puntos son los que se muestran 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

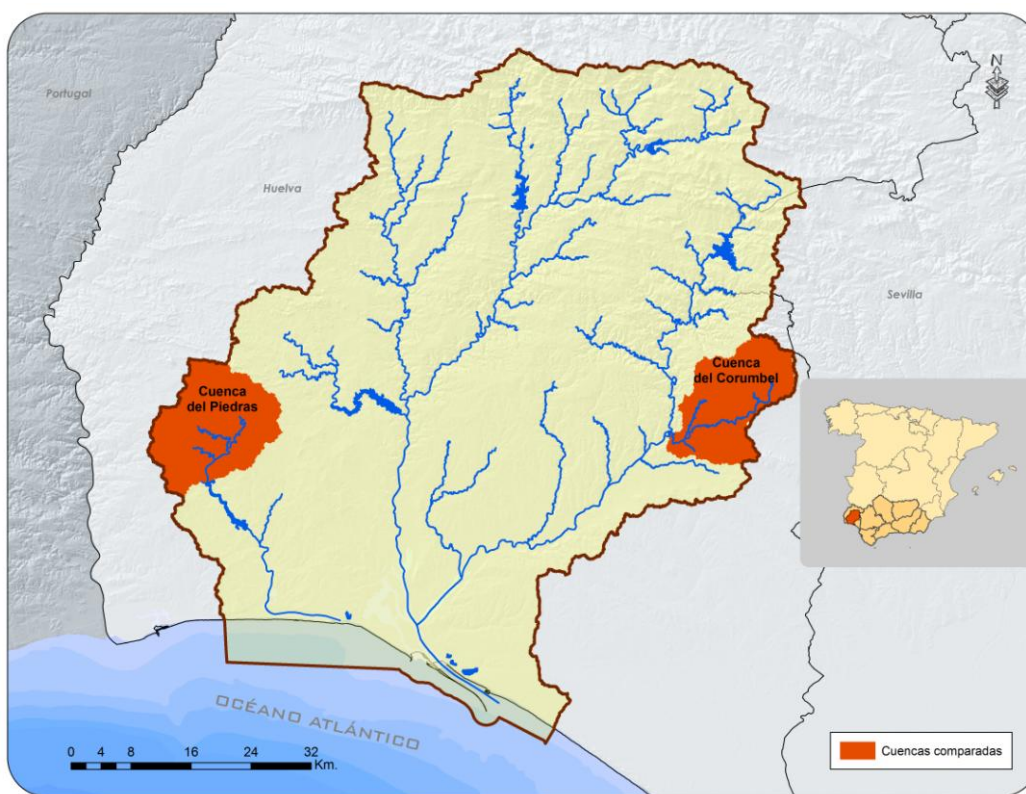


Figura 4.3.3. (2): Situación de las estaciones de control seleccionadas

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.

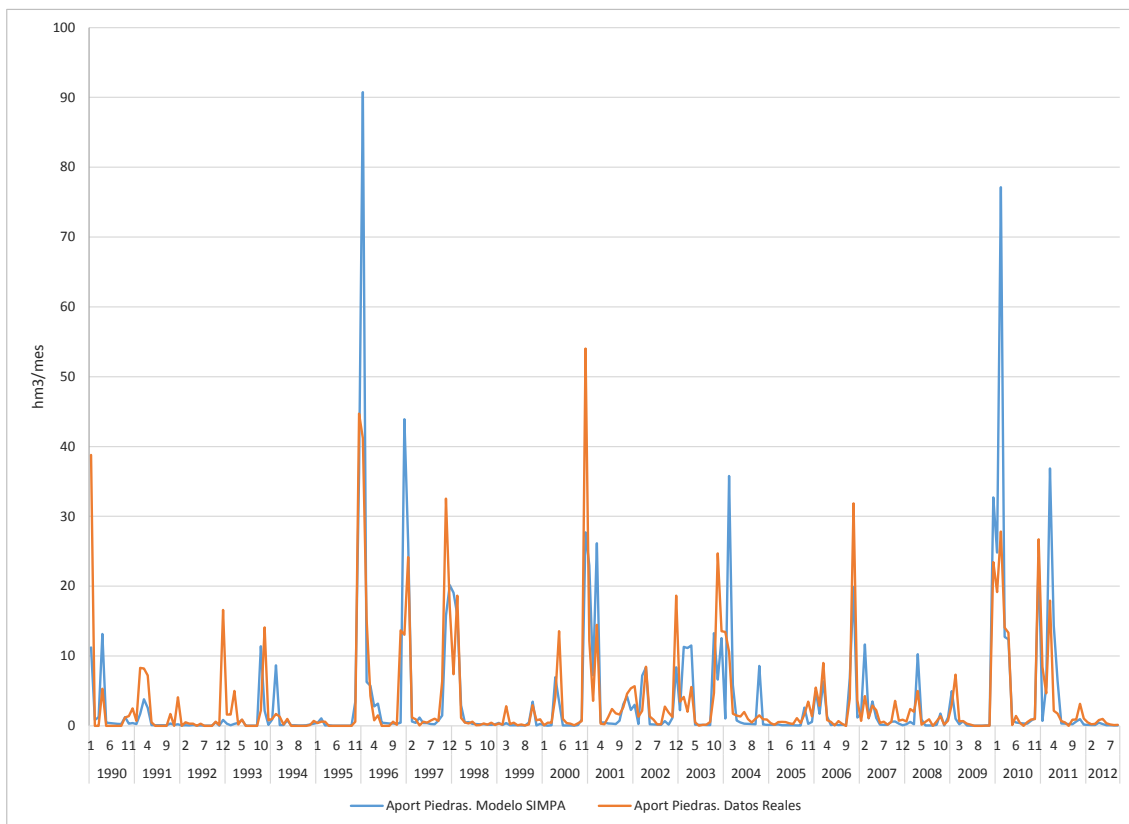


Gráfico 4.3.3. (1): Evolución media mensual de los caudales reales de entrada al embalse del Piedras comparadas con los resultados del modelo en ese mismo punto

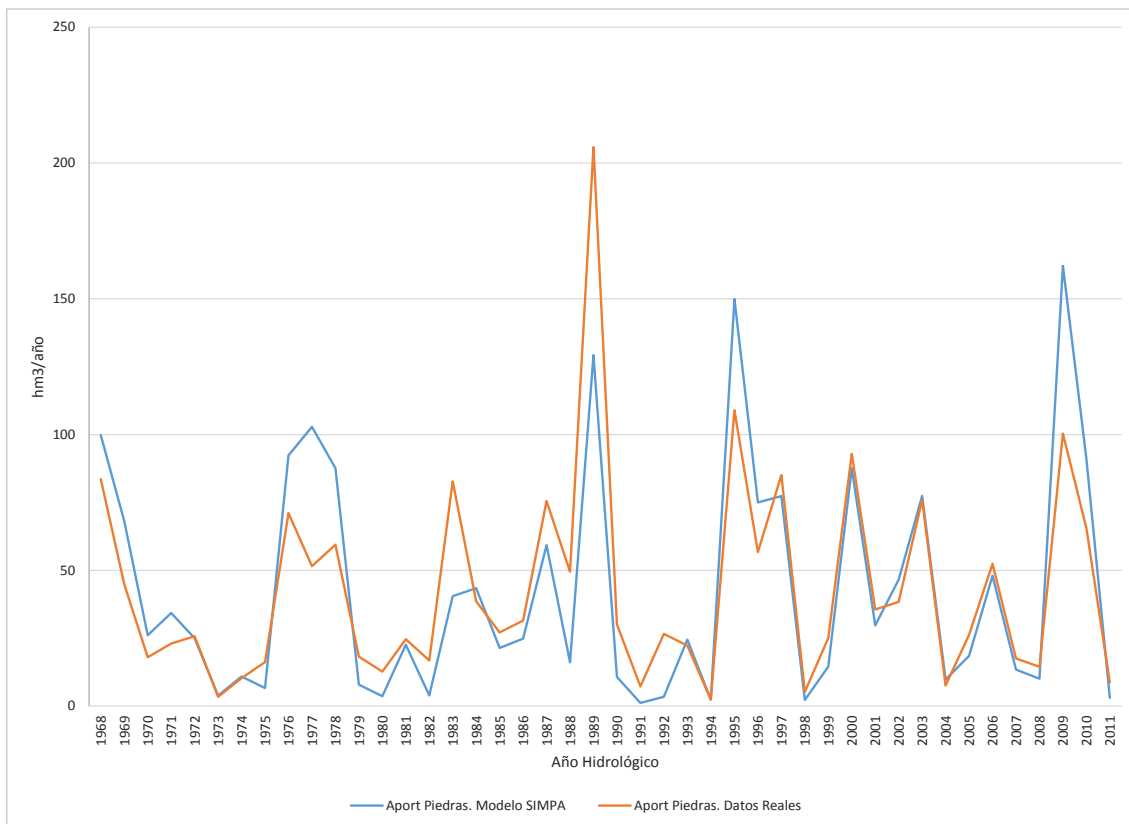


Gráfico 4.3.3. (2): Evolución media anual de los caudales reales de entrada al embalse de Piedras comparadas con los resultados del modelo en ese mismo punto

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.

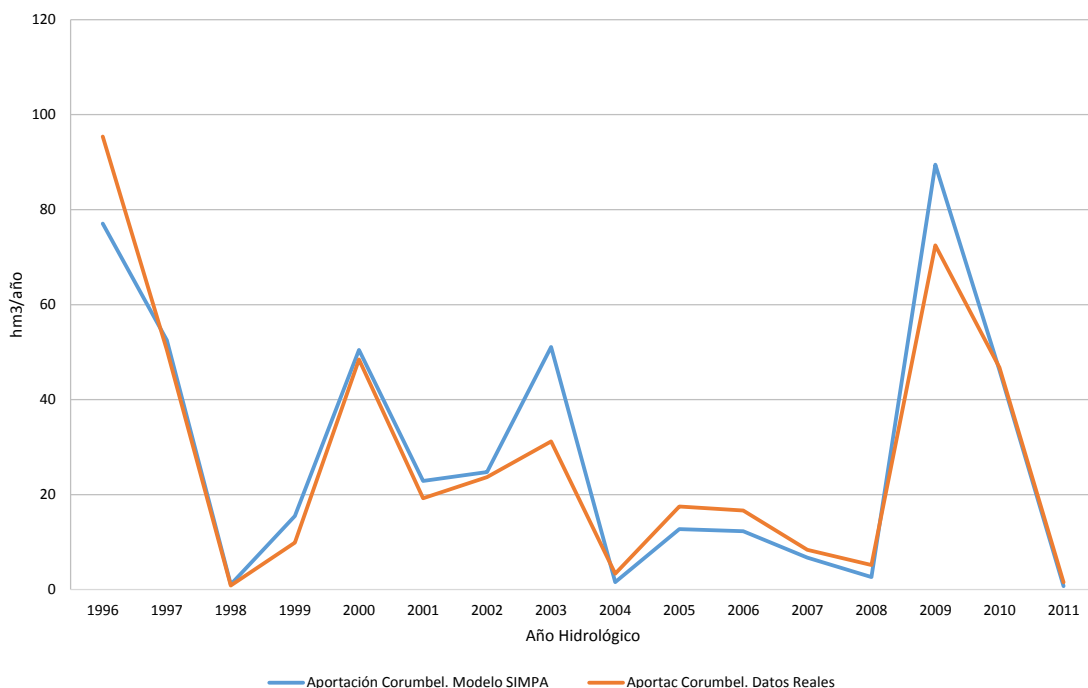


Gráfico 4.3.3. (3): Evolución media anual de los caudales reales de entrada al embalse del Corumbel comparadas con los resultados del modelo en ese mismo punto

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.

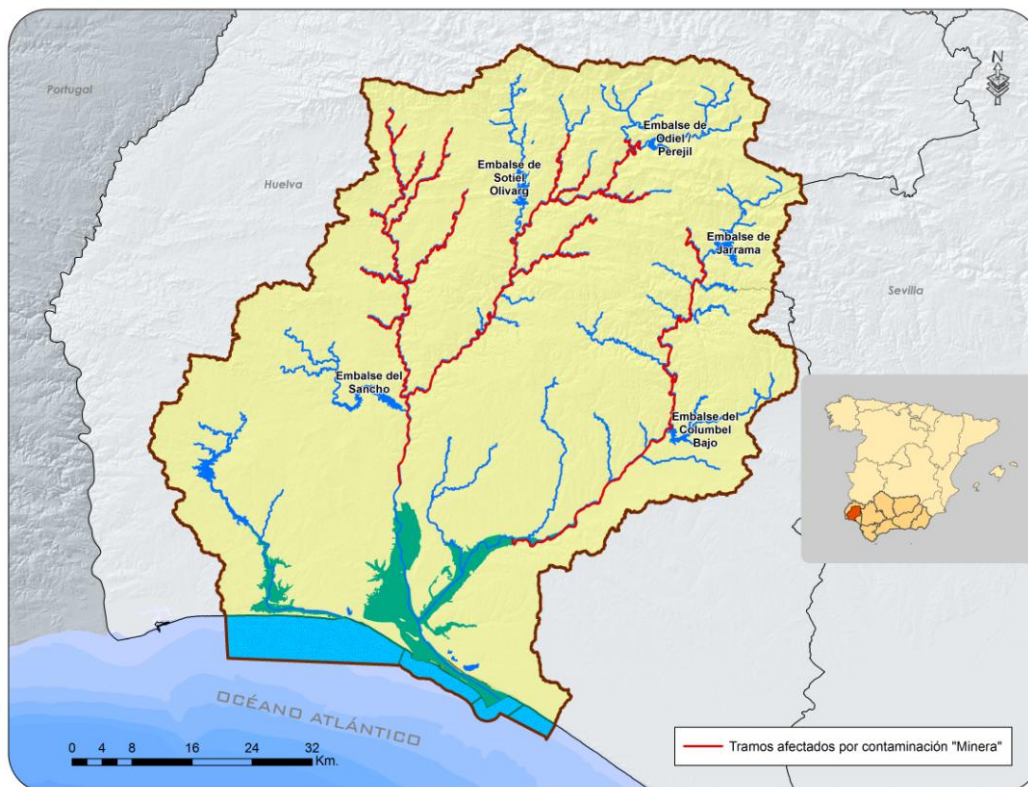


Figura 4.4. (1): Tramos afectados por contaminación “minera”

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 hm³/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, 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 hm³ 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 hm³/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 denominada Zona de Encomienda. La conservación y explotación de los embalses existentes en esta zona (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)*.

Se estima que los recursos que podrían derivarse de estos dos embalses ascienden a 203 hm³ anuales. Se ha producido un incremento en los recursos disponibles en los embalses de Chanza y Andévalo con respecto al Ciclo de Planificación anterior (2009-2015). Esta modificación se debe a una mejora en la caracterización de las aportaciones realizadas en dichas cuencas por parte de la Confederación Hidrográfica 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. La utilización de estos recursos extraordinarios está supeditada al estado en el que se encuentre el Sistema Chanza-Piedras, según el Plan Especial de Actuación en situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la Cuenca Atlántica Andaluza (PES), con un volumen máximo anual de 75 hm³/año.

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 1.000 hm³/año, repartidos de la siguiente forma:

- 722 hm³ procedentes de escorrentía natural, comprendiendo tanto la superficial como la subterránea. De estos, hay que realizar la siguiente distribución:
 - 715 hm³ transcurren por los principales cauces de la demarcación (Tinto, Odiel y Piedras).
 - De estos, 660 hm³ es la aportación propia de estos ríos.

- Los 55 hm³ restantes el resultado de la aportación a las masas de agua de transición.
- Los 7 hm³ restantes fluyen por cauces que vierten directamente al Océano Atlántico.
- 203 hm³ procedentes de los recursos procedentes de la Zona de Encomienda de la Cuenca del Chanza, fruto de la explotación de los embalses de Chanza y Andévalo.
- 75 hm³ de recursos extraordinarios procedentes del Bombeo de Bocachanza. Estos recursos están supeditados al estado en el que se encuentre el Sistema Chanza-Piedras, según el Plan Especial de Actuación en situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la Cuenca Atlántica Andaluza y al cumplimiento del Convenio de Cooperación para la protección y el aprovechamiento sostenible de las aguas de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesa, denominado como *Convenio de Albufeira*.

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 hm³ 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. En los siguientes apartados se contemplan los resultados obtenidos para cada uno de los orígenes considerados.

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 72 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.

Aun asumiendo que el Sistema Huelva puede considerarse como un sistema único de explotación, de modo que la mayoría de las demandas pueden ser abastecidas desde diferentes fuentes de recursos, se ha realizado un análisis de los recursos disponibles en cada uno de los embalses de la demarcación. En los embalses situados en el mismo cauce, se ha llevado a cabo un análisis conjunto, ya que no es posible estimar los recursos disponibles de forma individualizada.

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 2011 (72 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 subterránea.

Este último aspecto hace que en las aportaciones a los embalses ya estén contabilizado parte de los recursos disponibles de las masas de agua subterráneas situadas aguas arriba del mismo (y que en régimen natural pasarán a ser aportación superficial mediante los afloramientos de los diferentes acuíferos, ya sea mediante manantiales o conexiones con tramos de río). Por lo tanto, 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"> - El déficit en un mes no sea superior a 10% de la correspondiente demanda mensual. - En diez años consecutivos, la suma de déficit no será superior al 8% de la demanda anual.
Regadíos y usos agrarios	<ul style="list-style-type: none"> - El déficit en un año no sea superior a 50% de la correspondiente demanda. - En dos años consecutivos, la suma de déficit no sea superior al 75% de la demanda anual. - En diez años consecutivos, la suma de déficit no será superior al 100% de la demanda anual.

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 hm³/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 ³ /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
Total en el Sistema de Explotación TOP		64,6

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

Destacar que para los horizontes de planificación 2021 y 2033 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 en el horizonte 2021 y la de Coronada para el horizonte 2033.

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 70 hm³ 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, que engloba la cuenca del río Chanza (mediante la regulación de los embalses Chanza y Andévalo) y los recursos extraordinarios del bombeo de Bocachanza.

Se estima como recursos disponible de la regulación de los embalses de Chanza y Andévalo unos 203 hm³ anuales.

Adicionalmente, se consideran 75 hm³ de bombeo máximo anual, que se encuentran supeditados al estado en el que se encuentre el Sistema Chanza-Piedras, según el Plan Especial de Actuación en situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la Cuenca Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras y al

cumplimiento del Convenio de Cooperación para la protección y el aprovechamiento sostenible de las aguas de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesa, denominado como *Convenio de Albufeira*.

Según los estudios realizados en este Plan Hidrológico, y que se encuentran detallados en el Anejo 6, la utilización del Bombeo de Bocachanza en los diferentes escenarios analizados es el que se resume en el siguiente cuadro.

Escenario	Volumen medio anual bombeado desde el bombeo de Bocachanza (hm³)	Volumen máximo anual bombeable desde el bombeo de Bocachanza (hm³)
Actual	16	75
2021	30	75
2033	48	150

Tabla 5.3.3. (1): Recurso utilizado desde el Bombeo de Bocachanza en los diferentes escenarios considerados.

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 podrá disponer de hasta 2,3 hm³ anuales de aprovechamiento directo de los efluentes de diferentes EDAR.

5.3.5 ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS DISPONIBLES TOTALES EN LA DEMARCACIÓN

En la siguiente tabla se resumen los recursos disponibles estimados en cada uno de los escenarios analizados, y donde se han contemplado los futuros incrementos de recursos originados por la puesta en marcha de las futuras infraestructuras de regulación previstas en este Plan Hidrológico.

En el apartado 5.3.1. de este Anejo se ha llevado a cabo la estimación del recurso disponible en cada uno de los embalses de forma individual, es decir, el recurso que podrían abastecer esos embalses aisladamente. Como es lógico, la utilización de estos embalses de un modo conjunto, y con una gestión eficiente, produce una optimización de la disponibilidad de recursos, de modo que el recurso disponible superficial total es superior a la suma de los recursos disponibles de los diferentes embalses si fueran gestionados de modo individual.

Este aspecto es más relevante en los escenarios 2021 y 2033, donde se considera la incorporación de los embalses de Alcolea y Coronada respectivamente, con un incremento muy significativo del recurso disponible.

Por ello, el recurso disponible total superficial será la suma de todos los recursos disponibles que forman parte de la demarcación más el incremento de recurso disponible que se produce por la gestión conjunta de los embalses. Para cuantificar este incremento se ha utilizado, al igual que en el caso individual de los

embalses, el modelo AQUATOOL, y se han seguido los mismos criterios, pero considerando, allí donde es técnicamente posible, el uso conjunto de los embalses.

Recursos hídricos disponibles para el Sistema Tinto, Odiel y Piedras		Volumen anual (hm³)			
		Actual	2021	2033	
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
		Corumbel	3.8	3.8	3.5
		El Sancho	16.4	16.4	15.1
		Otros embalses	2.7	2.7	2.5
		Alcolea	-	125	115
		Coronada	-	-	75.8
		Chanza-Andévalo (Zona Encomienda)(*)	203	203	187
		Incremento de recurso por funcionamiento conjunto de las diferentes infraestructuras de regulación	5	20	18.4
	Subterráneos	70	70	64.4	
	Reutilización		2.3	2.3	
Recurso utilizado en el bombeo de Bocachanza (**)	16	30	48		
Total Sistema Tinto, Odiel y Piedras		358.6	514.9	570.3	

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

(**) con un volumen máximo anual bombeable de 75 hm³ para los escenarios actual y 2021 y de 150 hm³ para el escenario 2033.

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

Sobre estas estimaciones debe realizarse ciertas salvedades:

- Los recursos potenciales del Bombeo de Bocachanza están condicionados al estado en el que se encuentre el sistema Chanza-Piedras, según el Plan Especial de Sequías, de modo que hasta que el sistema no se encuentre en Prealerta, Alerta o Emergencia, el citado bombeo no será utilizado. Del mismo modo, este bombeo también estará condicionado 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*.
- En el año 2033 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

El cambio climático provocará variaciones de temperatura y precipitación que influirán en la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos en régimen natural. Cuanto más intensos sean estos cambios, mayor será la exposición, y por lo tanto, mayor la vulnerabilidad, entendiendo esta vulnerabilidad como un indicador de la susceptibilidad potencial de un sistema ante impactos adversos.

Los principales efectos del cambio climático que pueden dar lugar a impactos potenciales sobre los recursos hídricos son los siguientes:

- Aumento de temperatura
- Disminución de precipitaciones
- Aumento de la torrencialidad (fenómenos extremos)
- Aumento de periodos secos (fenómenos extremos)
- Olas de calor (fenómenos extremos)
- Aumento del nivel del mar
- Reducción de la cobertura de nieve

Estos efectos tendrán diferentes consecuencias, que pueden condicionar los objetivos de los planes hidrológicos y de gestión de riesgo de inundaciones. Entre las principales consecuencias se encuentran:

- Disminuirán las aportaciones naturales
- Se alterará la calidad del agua
- Aumentarán los fenómenos extremos
- Subirá el nivel del mar
- Se intensificarán la aridez y la desertificación

Desde Andalucía, existe una importante concienciación al respecto. De hecho, se elabora *El Plan Andaluz de Acción por el Clima: Programa de Adaptación*, aprobado por acuerdo del Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía, el día 3 de agosto de 2010. Este Plan tiene como objetivo hacer menos vulnerables los sectores y sistemas de Andalucía, aumentando la capacidad de adaptación a través de los instrumentos de planificación.

Más concretamente, en cuanto a la evolución de los recursos hídricos, este Plan pretende “*Minimizar la vulnerabilidad neta del territorio andaluz y sus recursos hídricos ante los efectos negativos del cambio climático mediante la integración de medidas de adaptación en la planificación de la Junta de Andalucía*”.

Este objetivo general se concreta a través de 5 objetivos específicos:

1. Desarrollar medidas sectoriales y acciones de adaptación en el ámbito regional y local, basadas en el diagnóstico y evaluación de impactos de cada ámbito.
2. Ampliar la base de conocimiento estratégico acerca de los impactos y las consecuencias del cambio climático en Andalucía.
3. Impulsar la acción concertada de la Administración de la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de cambio climático.
4. Impulsar la acción de las Administraciones Locales y las empresas y entidades que operan en el ámbito privado en materia de adaptación.
5. Fomentar la formación y participación en materia de adaptación al cambio climático.

Por otra parte, la base sobre la que se elaboran los trabajos en materia de adaptación al cambio climático la constituyen los **Escenarios Regionalizados de Cambio Climático**. Se trata de modelizaciones del clima futuro, elaboradas bajo diferentes escenarios de emisiones, en nuestro caso los escenarios de emisiones A2 y B2 del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC de sus siglas en inglés) que ofrecen datos de temperatura máxima diaria, temperatura mínima diaria y precipitación diaria modelizados para la red de estaciones meteorológicas del territorio nacional, para todo el siglo XXI.

Estos datos climáticos son la guía que permiten hacerse una idea sobre el clima del futuro en Andalucía, y a partir de los mismos, valorar y evaluar el efecto modelizado de los cambios del clima sobre los recursos hídricos.

La mayor parte de los estudios revelan la dificultad para evaluar la capacidad de adaptación, sobre todo a largo plazo, debido a la complejidad del papel humano en la toma de decisiones en relación a las respuestas, así como a la problemática de predecir la evolución de futuros cambios sociales y económicos. No obstante, los resultados obtenidos son similares en todas las metodologías de trabajo.

A continuación se muestran los resultados proporcionados en uno de los análisis realizados, en los que se expresa la disminución de las aportaciones hídricas en el horizonte 2030, bajo dos hipótesis diferentes (Escenarios A2 y B2).

Esta metodología permite obtener datos sobre las disminuciones porcentuales de aportaciones hídricas para situaciones en las que los valores de precipitación anual oscilen entre 200 y 900 mm anuales, y el régimen de temperatura diaria media anual varíe entre 10 y 30 °C, siendo éste el caso de Andalucía.

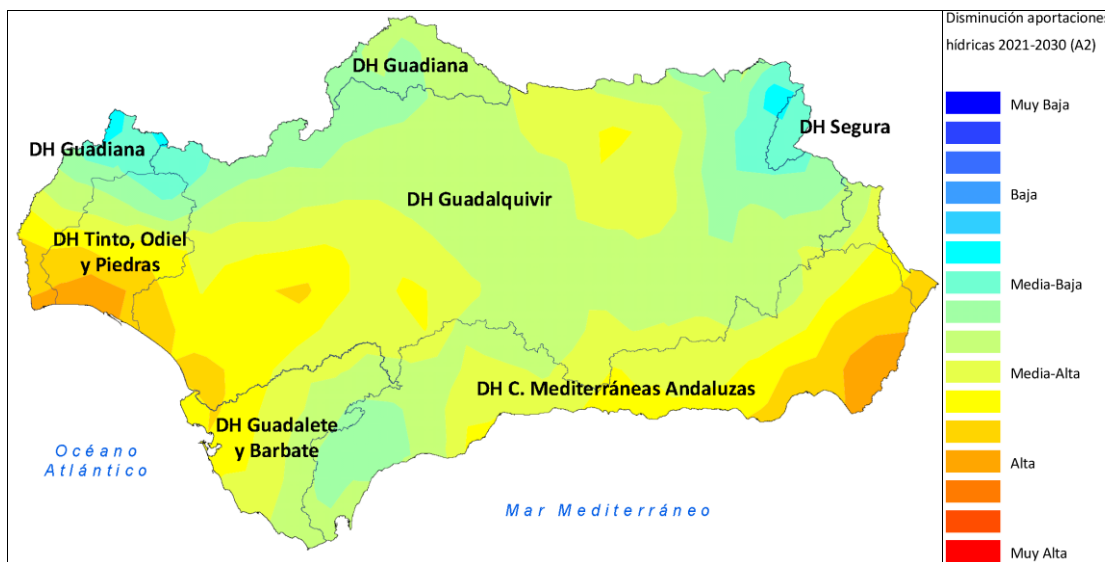


Figura 6 (1): Disminución de las aportaciones hídricas en 2021-2030 (A2). Fuente: Programa Andaluz de Adaptación al Cambio Climático.

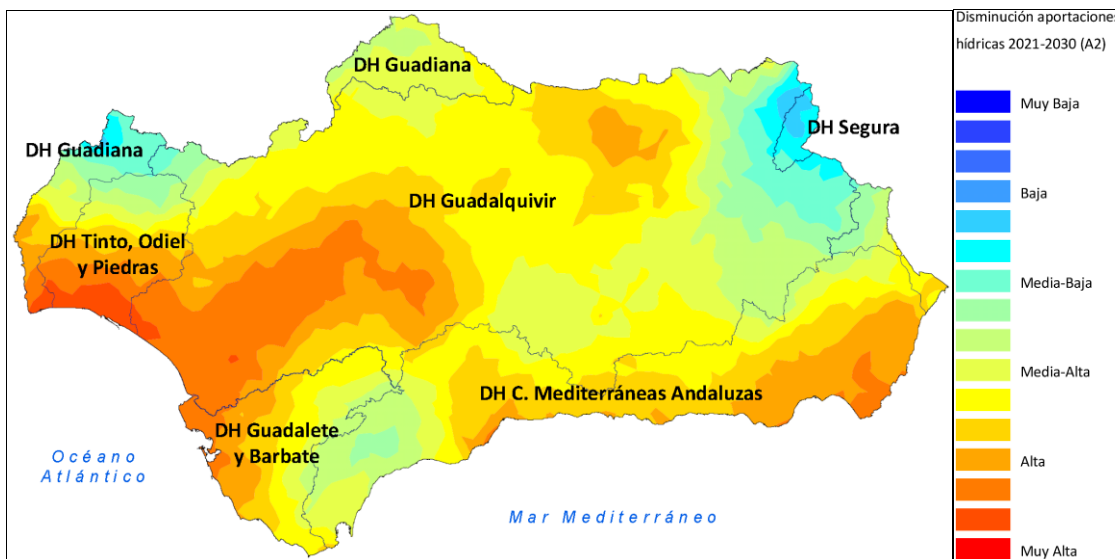


Figura 6 (2): Disminución de las aportaciones hídricas en 2021-2030 (B2). Fuente: Programa Andaluz de Adaptación al Cambio Climático.

Para el horizonte de estudio del año 2033, de acuerdo con la IPHA (2.4.6.), 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%.

No obstante, La Junta de Andalucía está llevando a cabo diferentes trabajos para la mejora del conocimiento del cambio climático y los posibles efectos que este puede tener sobre el medioambiente y sobre las actividades socioeconómicas. Fruto de estos trabajos se podrán establecer mejoras en las estimaciones de las consecuencias que el cambio climático tendrá sobre el régimen hídrico.

Entre otras, en este periodo de planificación se estima necesaria la consideración de los escenarios regionalizados de cambio climático con un horizonte temporal al año 2050 para la evaluación de las aportaciones en régimen natural. Para ello, se utilizará como variables de entrada del modelo SIMPA los valores de temperatura y precipitación proyectados para el siglo XXI en los Escenarios de Cambio Climático Regionalizados para Andalucía.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCÍA