

**ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA DESARROLLAR DIVERSOS  
TRABAJOS RELACIONADOS CON EL INVENTARIO DE  
RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS Y CON LA  
CARACTERIZACIÓN DE ACUÍFEROS COMPARTIDOS ENTRE  
DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS**



**DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA  
COMPARTIDAS ENTRE DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS**

**Guadalquivir-Segura**

**Informe nº 22 (SIERRAS DE ORCE Y MARÍA)**

**28. Sierras de Orce y María**



## ÍNDICE GENERAL

### MEMORIA

Pág.

#### PRESENTACIÓN

<b>1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y ENCUADRE ADMINISTRATIVO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
<b>3. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA .....</b>	<b>8</b>
3.1. Contexto geológico.....	8
3.2. Geometría, estructura y límites.....	10
3.3. Geomorfología y espeleología. Formas de infiltración preferencial .....	13
3.4. Formaciones hidrogeológicas .....	14
3.5. Funcionamiento hidrogeológico, hidrometría y piezometría. Relación río- acuífero .....	17
3.5.1.- Análisis piezométrico .....	20
3.5.2.- Análisis hidrométrico de manantiales .....	22
3.5.3.- Relación río-acuífero .....	24
3.5.4.- Transferencias de recursos hídricos desde o hacia otras masas de agua subterránea .....	24
3.6. Usos del agua subterránea .....	25
<b>4. CLIMATOLOGÍA .....</b>	<b>28</b>
4.1. Información meteorológica .....	28
4.2. Análisis espacio-temporal.....	30
<b>5. RECARGA DE ACUÍFEROS.....</b>	<b>33</b>
5.1. Estimación de la recarga mediante el método APLIS.....	33
5.2. Estimación de la recarga mediante BALAN.....	38
5.2.1.- Evaluación de la escorrentía superficial y ETP .....	39
5.2.2.- Resultados del Balance .....	40
5.3. Estimación de la recarga mediante el código RENATA .....	42
5.3.1. Generación de la malla y establecimiento del periodo de cálculo.....	44
5.3.2. Módulo de Balance hídrico .....	45
5.3.3. Módulo de calibración. Modelo de Flujo.....	48
<b>6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS .....</b>	<b>54</b>
<b>7. BALANCE HÍDRICO EN RÉGIMEN NATURAL Y ESTACIONARIO .....</b>	<b>55</b>
<b>8. BALANCE HÍDRICO EN RÉGIMEN TRANSITORIO ALTERADO POR BOMBEO.....</b>	<b>56</b>
<b>9. BALANCE HÍDRICO SEGÚN DIVISORIA HIDROGRÁFICA E HIDROGEOLÓGICA</b>	
<b>10. RESUMEN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>

### ANEXOS

Anexo I. Calibración del código BALAN y salidas numéricas	
Anexo II. Balances hídricos mensuales generados por RENATA.....	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.1. La MASCH Sierras de Orce y María en el esquema de los sistemas de explotación de las Demarcaciones Hidrográficas del Guadalquivir y del Segura (PHG y PHS, 2015).....	1
Figura 3.1. La MASCH Sierras de Orce y María en el marco de las Cordilleras Béticas (Mod. Fernández y Gil, 1989). .....	8
Figura 3.2. Mapa geológico-hidrogeológico de la MASCH Sierras de Orce y María con modelo digital de elevaciones.....	11
Figura 3.3. Cortes hidrogeológicos de la MASCH Sierras de Orce y María con piezometría actual. Ubicación de los cortes en la figura 3.3. Corte 1 – 1´modificado de ITGE – IARA (1990). Cortes 2 – 2, 3 – 3´ y 4 – 4´ modificados de Sanz de Galdeano et al. (2015).....	12
Figura 3.4. Esquema hidrogeológico de la MASCH Sierras de Orce y María. Nótese que la línea blanca y roja marca los límites administrativos de las masas de agua subterránea y la línea negra los límites hidrogeológicos de los acuíferos. Isopiezas tomadas de ITGE-IARA (1990) .....	16
Figura 3.4. Evolución piezométrica en los puntos de control oficiales de la MASCH Sierras de Orce y María .....	21
Figura 3.5.-. Hidrogramas del manantial de Los Molinos (arriba) los manantiales de La Balsica, Almada, Fuencaliente de Orce y La Almozara (centro), junto con la precipitación registrada durante el periodo 1974/75 – 2013/14 .....	23
Figura 4.1. Esquema cartográfico la MASCH Sierras de Orce y María en el que se muestran las estaciones climáticas utilizadas para determinar la recarga y los afloramientos de los distintos materiales permeables asociados a cada uno de los acuíferos identificados .....	29
Figura 4.2. Distribución temporal de la precipitación media anual durante el periodo 1974/75 – 2013/14 en la MASCH Sierras de Orce y María. En azul, años de tipo húmedo, en blanco de tipo medio y en amarillo, años de tipo seco .....	31
Figura 4.2. Isoyetas de los años húmedo (1988/89), medio (1974/75) y seco (1993/94).....	32
Figura 5.1. Determinación geoespacial de los parámetros Altitud (A), Pendiente (P), Litología (L), Infiltración preferencial (I) y Suelo (S) .....	35
Figura 5.2. Mapa de la estimación de la tasa de recarga (método APLIS).....	36
Figura 5.3. Mapas de recarga específica en la MASCH Sierras de Orce y María, obtenidos mediante el método APLIS para los años hidrológicos 1988/89 (más húmedo), 1993/94 (más seco) y el periodo medio 1974/75–2013/14 .....	37
Figura 5.4. Estimación del Umbral de escorrentía (P0) a partir del Corine Land Cover 2000 .....	39
Figura 5.5.- Escorrentía superficial y ETP (Hargreaves) medias mensuales consideradas .....	39
Figura 5.7.-Calibración de piezómetros en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (arriba) y Segura (abajo).....	41
Figura 5.8. Diagrama de flujo del código RENATA.....	43
Figura 5.9. Diagrama de flujo del código RENATA detallando los datos que se tienen que aportar al programa .....	44
Figura 5.10. Mallado y límites del modelo para la determinación de la recarga y del funcionamiento hidráulico mediante RENATA en la MASCH Sierras de Orce y María .....	45
Figura 5.11. Sectores climáticos por polígonos de Thiessen ajustados al mallado aplicado en el código RENATA .....	46
Figura 5.12.- Sectores de suelo aplicados en el código RENATA.....	47
Figura 5.13. Distribución de la recarga tras la etapa de calibración .....	48
Figura 5.14. Condiciones en los límites del modelo de flujo. Manantiales utilizados (amarillo) y celdas que simulan el río Orce (verde) .....	49
Figura 5.15. Distribución de parámetros hidráulicos en la MASCH Sierras de Orce y María.....	50



Figura 5.16. Localización de explotaciones. ....	51
Figura 5.17. Evolución piezométrica observada y calculada en piezómetros representativos .....	52
Figura 7.1. Superficie piezométrica de la MASCH Sierras de Orce y María en régimen natural permanente. En azul claro se indica el sentido del flujo subterráneo, en trazo rojo la divisoria hidrográfica y en trazo negro discontinuo la delimitación de los acuíferos Sierra María-Maimón y Sierra de Orce.....	55
Figura 8.1 distribución de la recarga durante el periodo 1974-2014 con indicación de la recarga media (línea roja). Sector de la MASCH que drena a la DHG. ...	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8.2. Distribución de la recarga durante el periodo 1974-2014 con indicación de su recarga media (línea roja). Sector de la MASCH que drena a la DHS.	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8.3. Distribución de la recarga en la MASCH de Sierra de Orce y María clasificada en orden creciente según años hidrológico. ....	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8.4. Variación anual del grado de explotación en la DHG a lo largo del periodo analizado con indicación de su valor.....	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8.5. Variación anual del grado de explotación en la DHS a lo largo del periodo analizado con indicación de su valor.....	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8.6. Comparativa entre la evolución de la descarga acontecida en ríos y manantiales en régimen transitorio natural y alterado en los sectores acuíferos que drenan en a las demarcaciones hidrográficas del Guadalquivir y del Segura.....	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8.7. Distribución de la variación del almacenamiento en la DHG a lo largo del periodo simulado (octubre 1974-septiembre 2014). ....	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8.8. Distribución de la variación del almacenamiento en la DHS a lo largo del periodo simulado (octubre 1974-septiembre 2014) .....	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8.9. Variación del decremento del almacenamiento en los sectores acuíferos que descargan en la DHG y en la DHS. ....	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8.10. Superficie piezométrica y sentido del flujo subterráneo al inicio de la simulación, en un periodo intermedio y al final de la misma.....	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9.1. Desviación acumulada de la infiltración/recarga por demarcación hidrográfica junto con la evolución de nivel en los principales piezómetros de control. En el código RENATA la infiltración es igual a la recarga.....	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9.2. Evolución del piezómetro Orce IV según datos medidos en campo y simulaciones en régimen transitorio sin bombeos y con bombeos.....	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9.3. Evolución del piezómetro Orce V según datos medidos en campo y simulaciones en régimen transitorio sin bombeos y con bombeos.....	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9.4. Evolución del piezómetro Orce IX según datos medidos en campo y simulaciones en régimen transitorio sin bombeos y con bombeos.....	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9.5. Ajuste de tendencias para la evolución de los valores medidos y simulados en régimen transitorio con y sin bombeos según una función lineal para el periodo octubre de 1974 a octubre de 1981. ....	<b>Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 2.1.- Cambios en la denominación administrativa de las masas de agua subterránea incluidas en la MASCH .....	4
Tabla 2.2.- Estimación del volumen de recarga y de salidas para las sierras de Orce y María según diversos estudios .....	7
Tabla 3.1.-Características de los principales manantiales de la MASCH sierras de Orce y María y zonas limítrofes .....	18
Tabla 3.2.- Características de los principales sondeos de la MASCH Sierras de Orce y María y zonas limítrofes .....	26
Tabla 4.1. Estaciones climáticas utilizadas con sus principales características (Datum ETRS89). .....	28
Tabla 4.2. Precipitación anual (mm) durante el periodo 1974/75 – 2013/14 en el ámbito de estudio y áreas próximas. Años tipo: azul (húmedo), amarillo (seco) y blanco (año de tipo medio) .....	30
Tabla 5.1. Método APLIS. Parámetros y valores tabulados. ....	33
Tabla 5.2. Clases de recarga y porcentajes de infiltración. Método APLIS. ....	36
Tabla 5.3. Recarga estimada por demarcaciones hidrográficas (1974/75-2013/14) en la MASCH Sierras de Orce y María mediante el método APLIS .....	38
Tabla 5.4.- Parámetros aplicados para evaluar la recarga mediante el método BALAN.....	41
Tabla 5.5. Recarga estimada por cuencas hidrográficas (1974/75–2014/15) en la MASCH Sierras de Orce y María mediante BALAN .....	42
Tabla 5.6. Características de los sectores climáticos (1974/75-2013/14). ....	45
Tabla 5.7. Sectores de suelo: parámetros utilizados .....	46
Tabla 5.8. Celdas tipo Dren (A) y río (B) tenidas en cuenta en la modelización de la recarga en la MASCH Sierras de Orce y María .....	49
Tabla 5.9.-Parámetros hidráulicos calibrados con RENATA en la MASCH Sierras de Orce y María .....	50
Tabla 5.10. Valores promedios observados y calculados de las salidas que se han tenido en cuenta en la calibración de RENATA en la MASCH Sierras de Orce y María.....	51
Tabla 5.11. Coeficiente de determinación (R <sup>2</sup> ) y raíz del error cuadrático medio (RSME) calculados para evaluar la bondad del modelo elaborado en la MASCH Sierras de Orce y María, en régimen transitorio .....	53
Tabla 5.12. MASCH Sierras de Orce y María: Recarga distribuida por demarcaciones hidrográficas (1974/75-2013/14) obtenida por aplicación del código RENATA.....	53
Tabla 6.1. Valor de la recarga de la MASCH Sierras de Orce y María mediante APLIS, BALAN y RENATA (1974/75-2013/14) .....	54
Tabla 7.1. MASCH Sierras de Orce y María: Balance hídrico en régimen natural estacionario distribuido por demarcaciones hidrográficas .....	55
Tabla 8.1. Balance hídrico de la MASCH Sierras de Orce y María por demarcaciones hidrográficas en régimen transitorio alterado por bombeos (1974/75-2013/14) .....	56
Tabla 8.2. MASCH Sierras de Orce y María. Contribución al balance hídrico de las magnitudes más significativas implicadas en el mismo. Régimen transitorio alterado por bombeos. Datos en porcentaje y distribuidos por demarcaciones hidrográficas. Periodo 1974/75-2013/14. ....	56
Tabla 9.1. Desglose de magnitudes representativas del balance hídrico mensual y total en los episodios identificados como significativos de la evolución histórica de la MASCH. Régimen transitorio alterado por bombeos. DHG. ....	<b>Error! Marcador no definido.</b>

Tabla 9.2. Desglose de magnitudes representativas del balance hídrico mensual y total en los episodios identificados como significativos de la evolución histórica de la MASCH. Régimen transitorio alterado por bombeos. DHS. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 9.3. Balance hídrico de la MASCH Sierras de Orce y María por demarcaciones hidrográficas en régimen transitorio alterado por bombeos. Periodo oct 1974- sep 1988. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 9.4. Balance hídrico de la MASCH Sierras de Orce y María por demarcaciones hidrográficas en régimen transitorio alterado por bombeos(sep 1988-oct 1998).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 9.5. Balance hídrico de la MASCH Sierras de Orce y María por demarcaciones hidrográficas en régimen transitorio alterado por bombeos (sep 1998-oct 2010).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 9.6. Balance hídrico de la MASCH Sierras de Orce y María por demarcaciones hidrográficas en régimen transitorio alterado por bombeos (sep 2010-oct 2014).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 10.1. Comparativa de la distribución de los recursos renovables de aguas subterráneas en régimen natural y en régimen influenciado en el periodo 1974/75-2013/14 en la MASCH Sierras de Orce y María según las divisorias hidrográfica e hidrogeológica correspondientes a las cuencas del Guadalquivir y el Segura. Variaciones absolutas y porcentuales. ....	58
Tabla 11.1. Distribución de los recursos renovables de aguas subterráneas en régimen natural y en régimen influenciado en el periodo 1974/75-2013/14 en la MASCH Sierras de Orce y María según las divisorias hidrográfica e hidrogeológica correspondientes a las cuencas del Guadalquivir y el Segura. Variaciones absolutas y porcentuales. ....	61

---

El presente documento técnico-científico se integra dentro de los estudios que la Dirección General del Agua ha encargado al CN-Instituto Geológico y Minero de España, a través de una Encomienda de Gestión para desarrollar diversos trabajos relacionados con el Inventario de Recursos Hídricos Subterráneos y con la Caracterización de Acuíferos Compartidos entre Demarcaciones Hidrográficas.

## PRESENTACIÓN

*Los Planes Hidrológicos de cuenca definen las masas de agua subterránea (MASb) dentro de los límites de su propia demarcación, por lo que formal y administrativamente no existen masas de agua subterránea compartidas. Sin embargo, la realidad física de los acuíferos no se ajusta a lo expuesto, ya que masas de agua subterránea contiguas, pero pertenecientes a demarcaciones hidrográficas diferentes, tienen acuíferos conectados hidráulicamente entre sí. En consecuencia, una de las medidas necesarias de coordinación de los Planes Hidrológicos de cuenca es la definición y delimitación de dichos acuíferos compartidos, así como la asignación de recursos de cada acuífero compartido entre las cuencas afectadas.*

*En cumplimiento del Artículo 9.2 del Reglamento de la Planificación Hidrológica, los planes hidrológicos realizan una propuesta de masas de agua subterránea compartidas con otras demarcaciones. Para la definición de dichas masas de agua y la asignación de sus recursos, se ha de tomar como referencia lo previsto en la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional (PHN), que establece en su Anexo 1 un listado de unidades hidrogeológicas compartidas y su correspondiente asignación de recursos a los distintos ámbitos de planificación.*

*Desde la aprobación del PHN se han aprobado los planes hidrológicos de cuenca de varios ciclos sucesivos de planificación. En estos planes se han delimitado y caracterizado masas de agua subterránea conforme a la Directiva Marco del Agua, hecho que progresivamente ha convertido al Anexo I del PHN antes mencionado en algo carente de utilidad por su evidente desactualización. El avance en el conocimiento de los acuíferos españoles que se pone en evidencia a través de los contenidos incorporados en los planes hidrológicos de cuenca ha sido notable, identificando casos de acuíferos compartidos no considerados en el vigente PHN y mejorando la definición y delimitación de los contemplados.*

*Con el objeto de disponer de un trabajo que sirva como referencia técnica a considerar para actualizar los contenidos coordinadores del Plan Hidrológico Nacional respecto a los acuíferos compartidos, la Dirección General del Agua encargó al Instituto Geológico y Minero de España un trabajo técnico armonizado y actualizado de caracterización, mejora del conocimiento y reducción de incertidumbres para estos acuíferos compartidos.*

*Este trabajo ha partido de la información recogida en los planes hidrológicos del segundo ciclo. A este respecto, el IGME ha analizado las propuestas incluidas en dichos planes y elaborado una metodología común que permite su aplicación a todas las masas de agua subterránea con continuidad hidrogeológica (MASCH). Esta metodología se ha justificado técnicamente, al igual que el empleo de otras sistemáticas necesarias para analizar situaciones o escenarios que precisen de un tratamiento excepcional o diferenciado.*

*En concordancia con los objetivos perseguidos, esta memoria contempla la identificación, caracterización y mejora del conocimiento de los acuíferos compartidos en la MASCH de Sierras de Orce y María, integrada por las MASb ES050MSBT000050600 “Orce-María-Cúllar” y ES070MSBT000000044 “Vélez Blanco-María”. Los resultados obtenidos servirán como referencia técnica en la tarea de actualización de los contenidos que a este respecto debe incluir el Plan Hidrológico Nacional a partir de las propuestas de los planes hidrológicos de cuenca.*



municipales de Cúllar y Orce, en la provincia de Granada, y María, Vélez Blanco, Chirivel y Vélez-Rubio, en la de Almería

La topografía constituye una alineación montañosa de 45 km de longitud aproximada, con dirección OSO-ENE y forma arqueada en planta, que incluye, a su vez, al Maimón y otros relieves de menor entidad como son la sierra de la Torrecica, El Mojonar, sierra de Periate, sierra de la Umbría y los cerros de Taale, Laceroy y La Venta. Las altitudes varían entre 850 m s.n.m., en el extremo NO (cerca del municipio de Orce), y 2.045 m s.n.m. en el pico “María”, en la cumbre de la sierra de igual nombre. La vegetación predominante consiste en formaciones arbóreas de pinares de repoblación con encinares en las partes bajas y medias de las laderas, y piornales, sabinars y enebrales en las zonas altas, por encima de 1.700 m s.n.m. El resto de la vegetación está constituida por especies arbustivas, pastizales de gramíneas y tomillares.

La forma alargada del macizo de Orce y María determina la existencia de cuatro ejes principales de drenaje superficial: dos hacia la vertiente occidental (DHG) y otros dos hacia la oriental (DHS). Los dos primeros son el río Orce, que drena las aguas de escorrentía de numerosos arroyos que circulan por el cuadrante NO del ámbito de estudio, y el río Cúllar y sus afluentes, que hacen lo mismo, pero en la vertiente SO del macizo; en ambos casos el agua se dirige hacia la depresión de Baza (cuenca del río Guadiana Menor). Hacia el mar Mediterráneo fluye el río María, que aguas abajo pasa a denominarse río Caramel o Alcaide, el río Claro (todos ellos en el cuadrante NE), y la rambla de Chirivel que recibe los aportes superficiales del cuadrante SE del ámbito de estudio.

El tercio oriental del área de estudio se encuentra incluido dentro de los límites del Parque Natural Sierra María-Los Vélez, declarado como espacio natural protegido por el Decreto 236/1987, de 30 de septiembre, con una superficie de 22.562 ha. Además, esta misma superficie tiene la figura de protección de Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), denominada “Sierra María - Los Vélez”.

## 2. ANTECEDENTES

La escasez de recursos hídricos en la provincia de Almería ha motivado históricamente la ejecución de obras hidráulicas de regulación y trasvase con el fin de aumentar las dotaciones hídricas, así como la realización de estudios hidrogeológicos específicos para evaluar las posibilidades que ofrecían los acuíferos ante demandas de agua asociadas a planes de transformación agraria. Las investigaciones en la región objeto de este informe comenzaron a mediados de la década de 1960 del pasado siglo, en el marco del denominado “Proyecto del Guadalquivir” (FAO – IGME, 1969; 1974; 1975; IGME, 1970), impulsado por la FAO y del que se puede decir que supuso el arranque de la exploración hidrogeológica moderna en el S España. En este proyecto se determinó, como acuífero más interesante, el constituido por las dolomías y calizas del Jurásico que conforman la sierra de Orce, asignándoles unos valores de recarga comprendidos entre 9 y 12 hm<sup>3</sup>/año.

El IGME (1979) definió los grandes sistemas hidrogeológicos de España, con motivo de la publicación del “Mapa de Reconocimiento Hidrogeológico de España Peninsular, Baleares y Canarias”, en el marco de los trabajos relacionados con la primera fase del Plan de Investigación de las Aguas Subterráneas (PIAS). Los materiales objeto del presente informe fueron incluidos en los sistemas acuíferos nº 30 y nº 32, denominados “Calizas Mesozoicas del Prebético y Subbético del Alto Guadalquivir” y “Depresión de Granada-Guadix-Baza-Cúllar Baza y Huéscar”, respectivamente (Tabla. 2.1, columna A). Los códigos que posteriormente se asignaron a los acuíferos de la región fueron 30/3/5 para la unidad “Sierra de Orce” y 3/14 para el acuífero detrítico de Cúllar-Baza.

En la década de 1980, se realizaron algunos trabajos hidrogeológicos sobre el ámbito de estudio, dirigidos desde la Universidad de Granada. Moreno-Calvillo (1981) llevó a cabo un estudio hidrogeológico general sobre las sierras de María y del Maimón. Este trabajo y una publicación posterior derivada del mismo (Moreno-Calvillo et al., 1983) aportaron los primeros valores de parámetros hidráulicos y datos del balance hidrogeológico. En ambos documentos se asignó un porcentaje de lluvia infiltrada, para el periodo 1950/51 – 1973/74, comprendido entre el 34 % (ecuación de Thornthwaite, 1948) y el 48 % (método de Kessler, 1967). Las salidas controladas durante la investigación (10 – 12 hm<sup>3</sup>/año, periodo 1978/79 – 1979/80) fueron más coherentes con los recursos evaluados mediante la primera de las metodologías empleadas.

Posteriormente, el IGME, en colaboración con la Diputación de Almería (IGME-DPA, 1983), realizó varias investigaciones en el tercio septentrional de la provincia, en los que se analizaban las características hidrogeológicas de cara a la perforación de sondeos para el abastecimiento de los núcleos urbanos de la comarca de Los Vélez. Los resultados de este trabajo arrojaron unas entradas medias de 9,6 hm<sup>3</sup>/año para la sierra de María – Maimón. En esta época se realizaron también diversos trabajos en los que se actualizó o se sintetizó el conocimiento hidrogeológico sobre la región (IGME, 1986; 1988a y b; IGME-IARA, 1987-1988). De entre ellos destaca la publicación de la Hoja 78 (Baza) correspondiente al Mapa Hidrogeológico de España a escala 1:200.000 (IGME, 1988c). En este documento se describen los rasgos hidrogeológicos generales de los acuíferos de las sierras de Orce y María. Se indica la existencia de dos sectores o unidades principales (sierra de María y sierra de Orce – Maimón, los cuales estarían formados, a su vez, por compartimentos secundarios. A la unidad Sierra de María, el IGME (1988c) le asigna 3 hm<sup>3</sup>/año de recursos procedentes de la recarga autóctona en una superficie de 44 km<sup>2</sup>, de los que 2,5 hm<sup>3</sup>/año serían drenados por manantiales y el resto (0,5 hm<sup>3</sup>/año) mediante bombeos. Para la unidad Sierra de Orce – Maimón (160 km<sup>2</sup>) los recursos estimados (14 hm<sup>3</sup>/año) son superiores a los calculados en el Proyecto Guadalquivir e inferiores a los 18,6 hm<sup>3</sup>/año estimados por el IGME-IARA (1987-1988).



Las salidas por manantiales se evaluaron en 4,5 hm<sup>3</sup>/año por el borde oriental (Maimón) y entre 7,5 – 9,5 hm<sup>3</sup>/año hacia la zona de Orce.

A final de la década de 1980 se presentó el trabajo “Delimitaciones de las unidades hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características”, realizado por el Servicio Geológico del MOPU y el IGME (MOPU-IGME, 1988), como respuesta a la entrada en vigor del reglamento de la “Ley de Aguas” en 1985. Este documento recoge la división del macizo carbonático de las sierras de Orce y María en dos unidades hidrogeológicas –U.H.- según el ámbito de planificación, pero con igual denominación: la U.H. “Orce – María”, con el código administrativo 05.06 dentro de la Cuenca del Guadalquivir, y la U.H. 07.27 “Orce – María”, en la Cuenca del Segura (tabla. 2.1, columna B). Se consideró que la superficie acuífera aflorante es 155 km<sup>2</sup> (122 km<sup>2</sup> en la Cuenca del Guadalquivir y 33 km<sup>2</sup> en la del Segura), y las entradas por infiltración se valoraron de manera global en 19,8 hm<sup>3</sup>/año. En este documento se definió también la unidad “Cúllar - Baza” (05.07), que englobaba 120 km<sup>2</sup> de materiales detríticos presentes en la vertiente meridional y atlántica de la sierra de Orce. A esta unidad, MOPU-IGME (1988) le asignaron unos recursos hídricos de 4 hm<sup>3</sup>/año y unas salidas por bombeo de 3 hm<sup>3</sup>/año.

**Tabla 2.1.- Cambios en la denominación administrativa de las masas de agua subterránea incluidas en la MASCH**

Demarcación Hidrográfica	A		B		C	D	E	En este informe
	IGME (1979)		MOPU-IGME (1988)		CHG-IGME (2001)	Ciclo de planificación 2009 - 2015	Planes Hidrológicos del 2º ciclo	
	Sistema		Unidad		Unidad	Masa de Agua	Masa de Agua	
	Acuífero	nº	Hidrogeológica	nº	Hidrogeológica Redefinida	Subterránea (M.A.S.)	Subterránea (MASb)	
					[nº]	[nº]	[código]	
Guadalquivir	Calizas	30	Orce - María	05.06	Orce-María- Cúllar [Uh 05.06]	Orce - María - Cúllar	Orce - María - Cúllar	Sierras de Orce y María
	Mesozoicas del Prebético y Subbético		Cullar - Baza	05.07		[051.006]	[ES050MSBT000050600]	
Segura	del Alto Guadalquivir		Orce - María	07.27		Vélez Blanco - María [070.044]	Vélez Blanco - María [ES070MSBT000000044]	

La información procedente de este último documento y de trabajos previos fue sintetizada en el apartado correspondiente del Atlas Hidrogeológico de la provincia de Granada (Diputación Provincial de Granada – ITGE, 1990). En él se describieron los rasgos hidrogeológicos generales de las sierras de Orce y María, con especial énfasis al tercio occidental que es el situado en la provincia de Granada, en el capítulo dedicado a las “Unidades Subbéticas del Sector Oriental”. Se asignaron 38 hm<sup>3</sup>/año de recursos hídricos medios al conjunto del macizo carbonático, para una superficie permeable de 200 km<sup>2</sup>. De estos recursos, 13 hm<sup>3</sup>/año fluirían de manera subterránea hacia la vertiente mediterránea y el resto (25 hm<sup>3</sup>/año) hacia la atlántica. En cuanto a las salidas, menciona únicamente la existencia de 12 – 15 hm<sup>3</sup>/año que se drenarían por los manantiales de Orce y el resto como transferencias laterales subterráneas hacia formaciones adyacentes más o menos permeables.

El entonces llamado Instituto Tecnológico y Geominero de España y el Instituto Andaluz de Reforma Agraria (ITGE-IARA, 1990) llevaron a cabo un estudio sobre la hidrogeología de las sierras de Orce y María, aunque más centrado en los terrenos comprendidos dentro de la provincia de Granada, donde también caracterizaron los depósitos detríticos que afloran al pie de los relieves carbonáticos. En dicho trabajo se realizó una labor de inventario y control de puntos de agua, así como balances

hidrogeológicos y estimación de recursos de las unidades hidrogeológicas “Orce – María” (05.06 y 07.27) y “Cúllar - Baza” (05.07). En el conjunto de las sierras de Orce y María se identificaron tres subunidades hidrogeológicas con funcionamiento más o menos independiente: subunidad de María (28 km<sup>2</sup>), subunidad el Maimón (40 km<sup>2</sup>) y subunidad de Orce (152 km<sup>2</sup>); esta última con de 10 km<sup>2</sup> ocupados por materiales impermeables cretácicos, 35 km<sup>2</sup> correspondientes a recubrimientos de gravas y arcillas cuaternarias, y 107 km<sup>2</sup> de afloramientos carbonáticos permeables. No obstante, el trabajo destacó el nivel de imprecisión sobre estos valores debido al desconocimiento sobre la posición exacta de las divisorias hidrogeológicas. En este estudio también se incluyó el acuífero detrítico de Cúllar Baza – El Margen-Orce (125 km<sup>2</sup>).

El balance hidrogeológico presentado en ITGE-IARA (1990) para las sierras de Orce y María cifraba sus recursos hídricos medios renovables en el rango de 22 – 24,1 hm<sup>3</sup>/año, de los que la mayor parte (19,3 – 21,4 hm<sup>3</sup>/año) corresponderían a los recursos infiltrados en los afloramientos carbonáticos, y el resto (2,7 hm<sup>3</sup>/año) a la recarga producida en los depósitos detríticos pliocuaternarios que bordean las rocas carbonáticas en el sector occidental del macizo. De la cifra total, 14,5 hm<sup>3</sup>/año constituirían la recarga media para la subunidad de Orce, 3,1 – 4 hm<sup>3</sup>/año para la subunidad de María y 4,4 – 5,6 hm<sup>3</sup>/año subunidad del Maimón. El cálculo del volumen medio anual de recursos se realizó según el método de balance de agua en el suelo (ecuación de Thornthwaite, 1948), para el periodo (1946/47 a 1984/85), con valores de reserva útil de 10 mm para calizas y dolomías y 50 mm para los recubrimientos cuaternarios que se encuentran sobre los carbonatos. Con respecto a las salidas, ITGE-IARA (1990) atribuyeron 7,5 – 9,6 hm<sup>3</sup>/año de descarga visible a través de los manantiales que vierten sus aguas en el extremo oriental de las sierras de María y del Maimón; 1,3 hm<sup>3</sup>/año mediante bombeo (0,8 hm<sup>3</sup>/año subunidad de Orce, 0,5 hm<sup>3</sup>/año para la subunidad de María); y el resto hasta completar las entradas (13,7 hm<sup>3</sup>/año) a la existencia de transferencias subterráneas hacia los depósitos detríticos circundantes que rodea a la sierra de Orce, en su terminación occidental, y que conforman el acuífero de Cúllar Baza – El Margen - Orce. Estas trasferencias subterráneas serían finalmente drenadas por los manantiales y descargas difusas situadas en los ríos Orce y Cúllar (17,3 - 20,9 hm<sup>3</sup>/año), así como por bombeos en sondeos (2,4 hm<sup>3</sup>/año). A este acuífero detrítico le asignaron 6,8 - 8,8 hm<sup>3</sup>/año de recursos hídricos procedentes de la infiltración directa del agua de lluvia. Por lo tanto, en el conjunto de 345 km<sup>2</sup> de afloramientos permeables del ámbito de estudio las entradas totales ascenderían a 28,8 – 32,9 hm<sup>3</sup>/año, mientras que las salidas serían del orden de 28,5 – 34,2 hm<sup>3</sup>/año.

Existen otros estudios puntuales o de síntesis elaborados por el IGME y centrados en aspectos locales del ámbito de estudio, como propuestas y resultados de algún sondeo de investigación (IGME, 1980; 1983; 1984). También existen informes sobre la problemática hídrica en las comarcas limítrofes con las sierras de Orce y María (IARA-ITGE, 1992), en los que se plantearon soluciones técnicas para abastecimiento urbano y regadío. De entre todos los estudios destacan los correspondientes a las normas de explotación de las unidades hidrogeológicas que conforman las sierras de Orce y María (DGOP-ITGE, 1993). En 1995 se realizó una revisión de las carencias de información que presentaba la unidad, que incluyó una mejora del conocimiento hidrogeológico y una actualización de los datos (DGOH, 1995). La síntesis de la información procedente de los estudios previos efectuados en la mitad oriental del ámbito de estudio fue presentada por Marín et al. (1996), en una comunicación científica en la que se plantearon unas entradas de 5,6 – 6,8 hm<sup>3</sup>/año para la subunidad de María y 4,5 – 5,7 hm<sup>3</sup>/año en la subunidad del Maimón (77 km<sup>2</sup> de superficie conjunta).

A partir de todos los trabajos previos realizados en la región, el IGME y la Junta de Andalucía publicaron el Atlas Hidrogeológico de Andalucía (ITGE-Junta de Andalucía, 1998), uno de cuyos

apartados está dedicado a los acuíferos de la cabecera del Guadiana Menor, en el que también se incluye la prolongación de la sierra de María hacia el E. Este documento cifraba los valores de recursos medios en 22 - 24 hm<sup>3</sup>/año de recarga autóctona para los afloramientos carbonáticos jurásicos, más 6,8 – 8,8 hm<sup>3</sup>/año de recarga para el acuífero detrítico de Cúllar Baza – El Margen-Orce. Las salidas totales conjuntas ascendían a 33,3 - 40,3 hm<sup>3</sup>/año, por lo que existe un claro desajuste que se achacaba a transferencias subterráneas procedentes de otros acuíferos vecinos.

Desde el punto de vista administrativo, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y el IGME (CHG-IGME, 2001) procedieron a la unión de las tres unidades descritas con anterioridad como 05.06 “Orce-María”, 05.07 “Cúllar-Baza” y 07.27 “Orce-María” y a la creación de una nueva redefinida como U.H. 05.06 “Orce-María-Cúllar” (Tabla 2.1, columna C), en el marco del plan de revisión y actualización de las normas de explotación de las unidades hidrogeológicas de las cuencas del Guadalquivir y Guadalete – Barbate. El balance hidrogeológico mostrado en dicho documento se basó en los cálculos realizados por el IGME-IARA (1987-1988) y el ITGE-IARA (1990), lo que llevó a asignar 28 - 33 hm<sup>3</sup>/año de recursos propios al conjunto de las sierras de Orce y María, de los cuales 25 - 30 hm<sup>3</sup>/año se drenarían por manantiales y otras descargas naturales y 3 hm<sup>3</sup>/año por bombeos. De las entradas indicadas, 14 hm<sup>3</sup>/año corresponderían a la subunidad de Orce, 3 – 4 hm<sup>3</sup>/año a la de María, 4 – 6 hm<sup>3</sup>/año a la del Maimón, y 7 – 9 hm<sup>3</sup>/año al acuífero de Cúllar. La superficie fijada en CHG-IGME (2001) fue posteriormente alterada durante la adaptación a la nueva figura administrativa de Masa de Agua Subterránea (M.A.S.), en virtud de la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (Tabla 2.1, columna D). Las modificaciones más relevantes ocurrieron en el límite oriental de la M.A.S. “Orce-María-Cúllar”, que se adaptó a la divisoria hidrográfica entre cuencas. Fruto de estas modificaciones fue la creación de la M.A.S. “Vélez Blanco – María” (070.044), como nueva unidad de gestión, cuyos límites se ajustaron a los afloramientos carbonáticos de la sierra de María y del Maimón, aunque se dejó fuera de la figura administrativa el cerro del Mojonar (Figura 3.2). Estos últimos límites son los que conservan las actuales masas de agua subterránea incluidas en el 2º Ciclo de Planificación Hidrológica (Tabla 2.1, columna E), salvo la MASb “Orce-María-Cúllar” (ES050MSBT000050600), que redujo su superficie por el O, al carecer esa zona de interés hidrogeológico, y también por el S, por encontrarse los afloramientos de la vecina MASb “Sierra de Las Estancias” (ES050MSBT000050800) (CHG-IGME, 2014).

Los documentos técnicos conocidos más recientes corresponden, por un lado, a la Actividad nº 4 de la “Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas”, realizados por el IGME para la Dirección General del Agua (IGME-DGA, 2010). En la actividad mencionada se procedió a la identificación y caracterización de la interrelación que presentan las aguas subterráneas y las aguas superficiales en las masas de agua subterránea “Orce-María-Cúllar” (ES050MSBT000050600) y “Vélez Blanco – María” (ES070MSBT000000044). Por otro, el informe titulado “Caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales. MASb ES050MSBT000050600 Orce – María – Cúllar” fue ejecutado bajo la dirección de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG, 2015). En este informe más reciente se propone un balance hidrogeológico que cuantifica las entradas o recursos hídricos en 49,72 hm<sup>3</sup>/año, procedentes de la infiltración del agua de lluvia, y el mismo valor de salidas totales (45,95 hm<sup>3</sup>/año descargas por manantiales y 3,77 hm<sup>3</sup>/año mediante bombeos). Finalmente, cabe destacar el informe del IGME (2017) centrado en “las afecciones al acuífero de Orce-María producidas por la explotación de aguas subterráneas para uso agrícola y urbano”. En dicho documento se indica que las variaciones del nivel piezométrico en las inmediaciones de Orce están ocasionadas por factores meteorológicos, aunque durante los estiajes y años secos también puede existir influencia de las extracciones de agua subterránea que se producen en los Llanos de Orce. Según este informe, en el área de Los

Vélez, no habría influencia de los bombeos en el régimen natural de los manantiales que allí se encuentran.

Otras obras de contenido hidrogeológico regional, en las que se hace referencia al ámbito de estudio son los trabajos de Fernández-Chacón (2009), Fernández-Chacón et al. (2010) y González-Ramón et al. (2013; 2016), los cuales se centraron básicamente en la caracterización hidroquímica e isotópica de las aguas subterráneas, así como algunas consideraciones sobre la hidrodinámica y compartimentación de acuíferos. González-Ramón et al. (2013; 2016), por ejemplo, presentaron avances en la caracterización hidrodinámica, hidroquímica e isotópica de los acuíferos presentes en las sierras de Orce y María a partir del análisis de las evoluciones temporales en la piezometría y caudales de los manantiales, componentes químicos mayoritarios e isótopos estables de la molécula del agua ( $\delta^2\text{H}$  y  $\delta^{18}\text{O}$ ). Los autores dedujeron la compartimentación del macizo en dos sectores principales con cierto grado de independencia y sentidos de flujo opuestos, denominados sector de la sierra de Orce y sector de la sierra de María, más otros compartimentos hidrogeológicos secundarios. La divisoria hidrogeológica entre los dos sectores principales se localizaría aproximadamente en el meridiano definido por el cerro del Mojonar (Figura 3.2). Otra publicación relativa al ámbito de estudio es la de carácter divulgativo sobre la hidrogeología del Parque Natural Sierra de María – Los Vélez de González-Ramón (2011).

**Tabla 2.2.- Estimación del volumen de recarga y de salidas para las sierras de Orce y María según diversos estudios**

Fuente	Área $\text{km}^2$	Entradas ( $\text{hm}^3/\text{año}$ )					Salidas ( $\text{hm}^3/\text{año}$ )					Observaciones
		Detríticos	Carbonáticos	Totales	DHG	DHS	Manantiales	Extracciones	Otras	DHG	DHS	
FAO-IGME (1965 - 1975)			9 - 12			9 - 12						sierra de Orce
IGME-DPA (1983)			9,6			9,60						sierra de María - Maimón
IGME-IARA (1987 - 1988)			18,6									sierra de Orce
IGME (1988c)	204		17,0	17,0			14,5 - 16,5	0,5		7,5 - 9,5	7,0	
MOPU-IGME (1988)	155		19,8	19,8								sierras de Orce y María - Maimón
	120	4,0		4,0	4,0			3,0		3,0		detritico de Cúllar
DPG - ITGE (1990)	200		38,0	38,0	25,0	13,0	12 - 15					
ITGE-IARA (1990)	220	2,7	19,3 - 21,4	22 - 24,1	14,5	7,5 - 9,6	7,5 - 9,6	1,3	13,7	14,5	8,0 - 10,1	sierras de Orce y María - Maimón
	125	6,8 - 8,8		6,8 - 8,8	6,8 - 8,8		17,3 - 20,9	2,4		19,7 - 23,3		detritico de Cúllar
Marín et al. (1996)	77		10,1 - 12,5									sierra de María - Maimón
ITGE-Junta de Andalucía (1998)	345	6,8 - 8,8	22 - 24	28,8 - 32,8								
CHG-IGME (2001)	220		21 - 24									sierras de Orce y María - Maimón
	173	7 - 9		28 - 33	21 - 23	7 - 10	25 - 30	3,0		21 - 23	7 - 10	detritico de Cúllar

### 3. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA

#### 3.1. Contexto geológico

A nivel regional, el territorio ocupado por la MASCH Sierras de Orce y María se enmarca en la Zona Externa de las Cordilleras Béticas y, en concreto, próximo al borde meridional del dominio Subbético muy próximo al contacto tectónico con la Zona Interna (Complejo Maláguide), y con implicaciones de materiales flyschoides (Zona Intermedia de Baena *et al.*, 1977) asociados a la sutura tectónica entre ambas zonas (Figura 3.1). Los afloramientos del Complejo Maláguide y de las formaciones tectono-sedimentarias aparecen muy bien representados a lo largo de todo el borde meridional del macizo (Figura 3.2), desde Cúllar (SO) hasta Vélez-Rubio (E). En esa área y en los bordes septentrional y occidental se pueden reconocer, además, los materiales detríticos neógenos de la depresión de Baza y del corredor de Vélez-Rubio, dispuestos de manera discordante sobre las unidades anteriores. Completan la secuencia estratigráfica los materiales detríticos ligados a la erosión reciente de los relieves montañosos, que definen las distintas generaciones de abanicos que recubren las laderas.

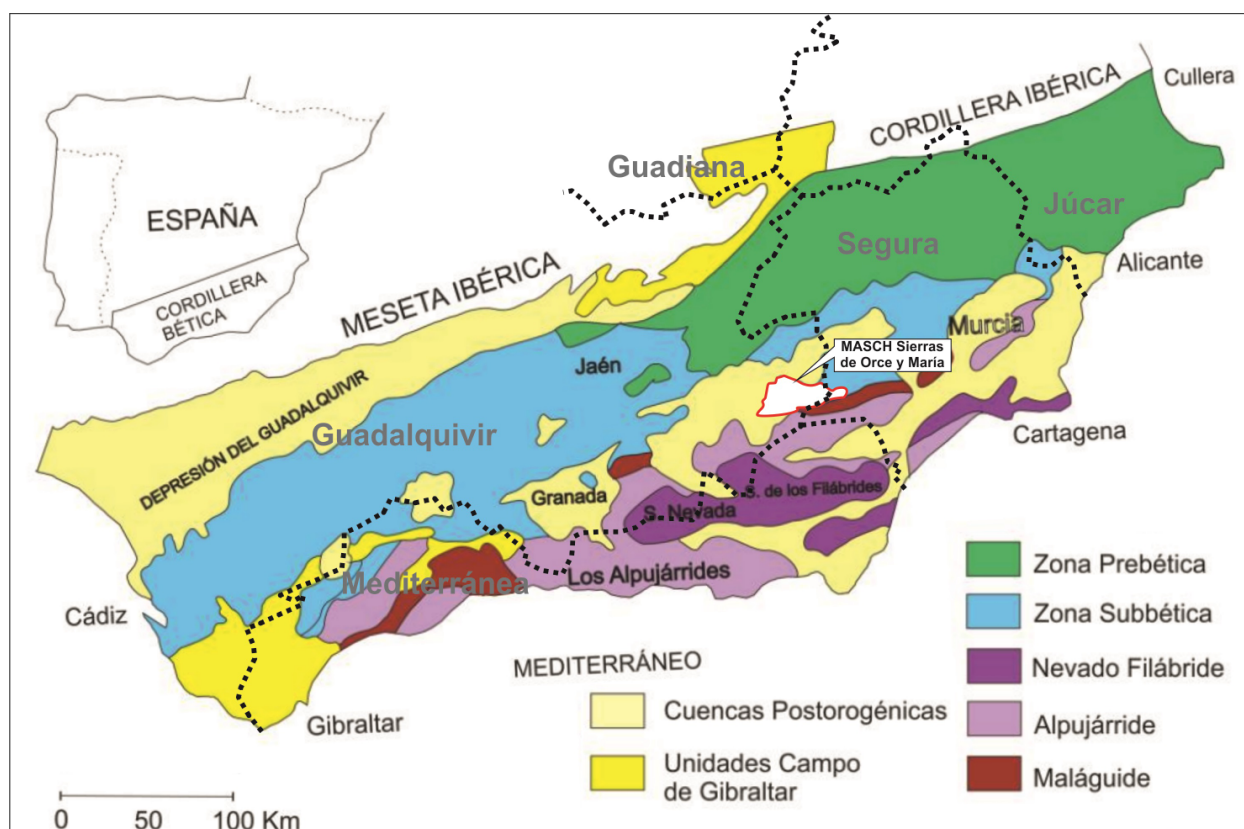


Figura 3.1. La MASCH Sierras de Orce y María en el marco de las Cordilleras Béticas (Mod. Fernández y Gil, 1989).

La serie estratigráfica del dominio Subbético está formada, en la base, por materiales arcilloso-evaporíticos del Trías Superior que se observan únicamente en pequeños afloramientos al N de la sierra de María (Figura 3.2). Sobre este conjunto existe un paquete de entre 200 y 300 m de dolomías del Lías inferior, que hacia techo pasan a calizas tableadas y después calizas oolíticas del Jurásico inferior-medio, con espesores variables de 300 a 400 m. En el resto de la secuencia jurásica se depositan calizas nodulosas y calizas con sílex, con un espesor muy reducido respecto a las infrayacentes. El conjunto litológico formado por las dolomías y calizas es el que ocupa una mayor extensión cartográfica (Andreo, 1990; Sanz de Galdeano *et al.*, 2015), con espesores que pueden

superar 650 metros. Sobre los materiales del Jurásico Superior aparecen margas y margocalizas blancas del Cretácico inferior con un espesor conservado muy variable, aunque por lo general no suelen alcanzar más de 100 metros. Asimismo, en el contacto con las calizas infrayacentes se pueden observar localmente brechas calcáreas formadas por restos de calizas jurásicas, mientras que, hacia techo, puntualmente, existen calcarenitas de edad Oligoceno - Mioceno.

Al S de las sierras de Orce y María se reconoce, de manera discontinua, un conjunto de materiales detríticos y carbonáticos que constituyen los términos intermedios y superiores de la serie del Complejo Maláguide en ese sector (Figura 3.2). En detalle, la secuencia estratigráfica está formada por grauvacas, pizarras y lutitas de edad Paleozoico, conglomerados, areniscas, dolomías y yesos del Triásico, y dolomías y calizas del Jurásico-Cretácico. Localmente hay restos de margas del Cretácico-Terciario. La potencia de estos carbonatos varía entre 50 y 300 metros según Voermans *et al.*, 1979.

En una posición estructural intermedia entre los afloramientos subbéticos y maláguides aparece un conjunto de materiales del Terciario, con espesor de varios cientos de metros, constituido por conglomerados, lutitas, arenas, margas, calcarenitas e incluso calizas detríticas. Los diferentes autores que han trabajado en la región han agrupado estas rocas bajo el nombre de formación Ciudad Granada, formación Fuente-Espejos y formación Solana; todas ellas atribuidas a la denominada Zona Intermedia (Baena *et al.*, 1977; Voermans *et al.*, 1979), aunque también han sido asociadas al Complejo Maláguide (Fm. Ciudad Granada; Sanz de Galdeano *et al.*, 2015) o al Complejo del Campo de Gibraltar (Fm. Solana; Martín-Algarra, 1987). Los afloramientos están deformados y afectados por fallas inversas, lo que da lugar a su apilamiento tectónico.

Discordantes sobre las formaciones anteriores, pero también sobre las dolomías y calizas jurásicas y sobre los materiales del Complejo Maláguide aparecen diversas formaciones post-orogénicas (conglomerados, arenas, lutitas, arcillas, etc.) que constituyen el relleno sedimentario de la depresión de Baza y del corredor de Vélez-Rubio (Figura 3.2). Estos sedimentos de borde de cuenca, de edad Mioceno superior-Cuaternario, dispuestos en capas subhorizontales y sin apenas deformación, se relacionan entre sí mediante cambios laterales de facies. Se encuentran sin interrupción por todo el borde occidental y septentrional de la sierra de Orce, desde Venta Quemada hasta María (figura 3.2). Es posible reconocerlos también en el entorno de Chirivel, en el borde S del ámbito de estudio. Los términos inferiores reconocibles de la serie post-orogénica corresponden a lutitas, margas, limos, areniscas y calizas, que fueron depositadas en un ambiente lacustre. Las areniscas presentan granos de tamaño medio y están poco cementadas, con algunos niveles más gruesos sin cementar. Las calizas alcanzan hasta 15 m de espesor, separadas por tramos de hasta 40 m de lutitas (ITGE-IARA, 1990). La secuencia continúa con conglomerados de clastos redondeados de naturaleza metamórfica y matriz arenosa, que alternan con niveles de limos rojos, más o menos discontinuos. Todos ellos pasan lateralmente a lentejones de arenas finas y limos arenosos, de color gris oscuro, con pasadas esporádicas de gravas y arenas gruesas. El tamaño de grano de las arenas disminuye hacia el O y N, hacia el centro de la cuenca, a la vez que aumenta la presencia de limos y comienzan a aparecer niveles de yesos. En conjunto, estos depósitos terciarios y cuaternarios alcanzan entre 150 y 200 m de espesor en la zona de borde, cerca de los carbonatos jurásicos (ITGE-IARA, 1990).

En cuanto a los materiales más recientes, cabe destacar especialmente los depósitos detríticos, más o menos cementados, que constituyen abanicos, conos de deyección y pie de monte de diversas generaciones, en torno a las sierras de Orce y María (Figura 3.2), con potencias superiores a los 50 m en la vertiente meridional del macizo (ITGE-IARA, 1990). En el altiplano de Cúllar - Chirivel y en los Llanos de Orce los materiales más recientes corresponden a unas costras calcáreas

y limos rojos, de hasta 15 m de espesor. Por último, cabe hacer referencia a los sedimentos aluviales asociados a los cursos fluviales principales.

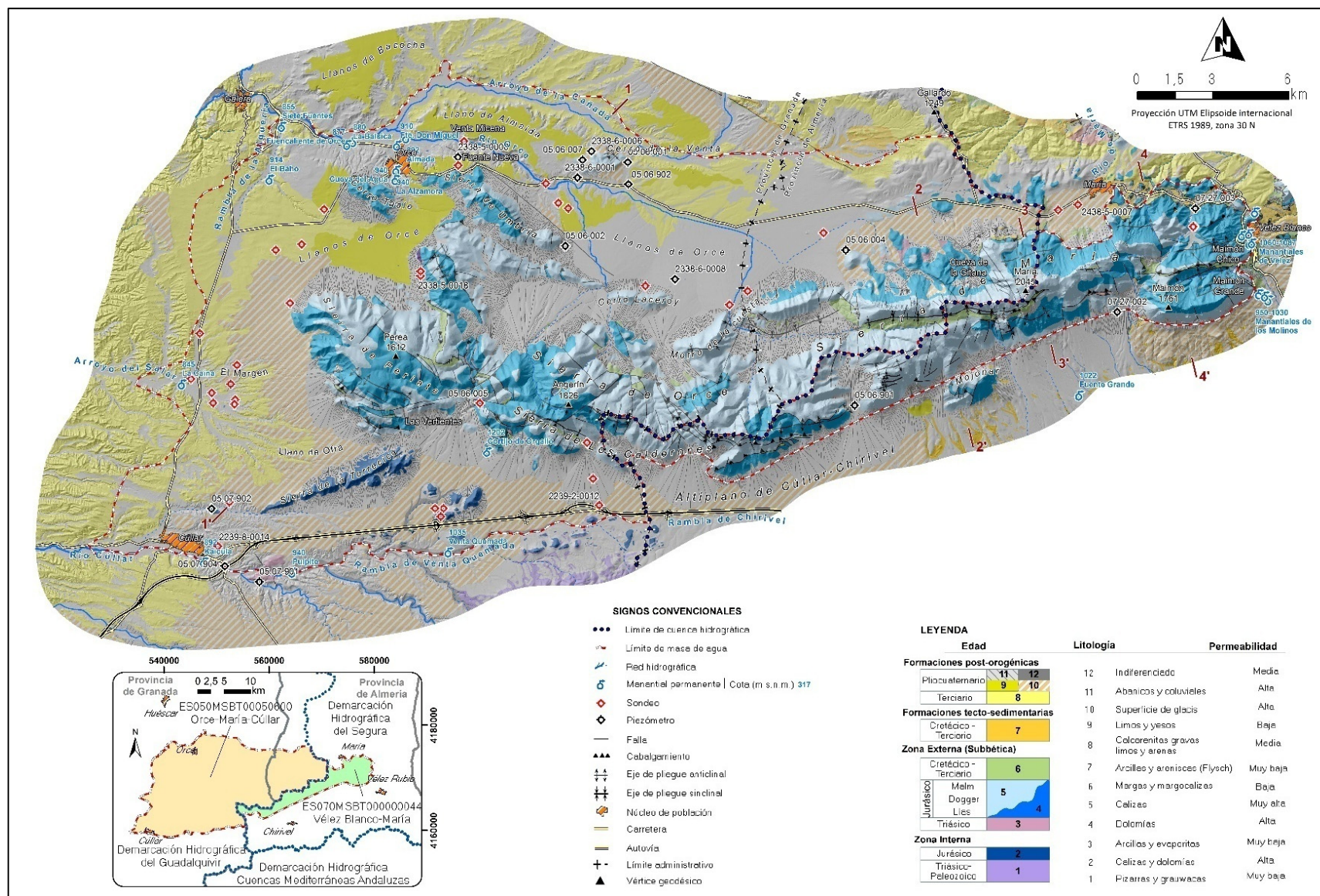
### 3.2. Geometría, estructura y límites

Desde el punto de vista estructural, el territorio sobre el que se extiende la MASCH y las áreas adyacentes presentan una estructura geológica compleja de la que forman parte varias unidades tectónicas pertenecientes al Subbético Interno, a formaciones de la Zona Intermedia (Ciudad Granada, Fuente-Espejos y Solana), al Complejo Maláguide y, además, al Complejo Alpujárride, cuyas rocas aparecen inmediatamente al S del anterior (figuras 3.2 y 3.3). La colisión de la Zona Interna con la Zona Externa produjo arrastres importantes en el Subbético, además de formar fallas de desgarre dextrorsas al S del ámbito de estudio (Martín-Algarra, 1987; Sanz de Galdeano et al., 2015). El resultado de la transpresión fue la rotación y apilamiento de diversas unidades tectónicas, unas sobre otras, con vergencia general S. Los materiales subbéticos de las sierras de Orce y María ocuparon una posición tectónica elevada con respecto a la Zona Intermedia y esta, a su vez, cabalgó sobre el Complejo Maláguide, el cual quedó fuertemente deformado e imbricado entre las unidades anteriores y los terrenos del Complejo Alpujárride, que forman los relieves de la sierra de Las Estancias. En una etapa posterior, todo el conjunto tectónico fue afectado por fallas de desgarre (N-S y NO-SE) y normales, que terminaron de configurar la compleja estructura y escarpada orografía del ámbito de estudio.

En detalle, el rasgo dominante en la estructura de la MASCH Sierras de Orce y María es la existencia de pliegues de dirección E-O, a veces con vergencia hacia el S, que hacia el tercio occidental giran a una dirección N150E y vergencia al SO (Figura 3.3, corte 1-1'). Los pliegues anticlinales y sinclinales se alternan de S a N y desaparecen lateralmente o son reemplazados por otros pliegues subparalelos. En los núcleos de los sinclinales se alojan los escasos afloramientos de margas cretácicas existentes. Destaca un gran pliegue sinclinal, situado al S del pico María, cuyo núcleo es fácilmente reconocible por los afloramientos de materiales del Cretácico-Terciario. Hacia el E, en aparente continuidad cartográfica (Sanz de Galdeano et al., 2015), se localiza otro pliegue sinclinal visible entre el Maimón Grande y el Maimón Chico (Figura 3.2). El borde N de la sierra de María constituye un gran anticlinorio que envuelve una secuencia de anticlinales y sinclinales (Figura 3.3, cortes 2-2', 3-3' y 4-4'). En el conjunto del macizo, los pliegues se van haciendo cada vez más apretados hacia el E, lo que produce despegues a favor de las estructuras sinclinales, como se observa, por ejemplo, en el anticlinal del Maimón, con su flanco norte vertical y cabalgado por el anticlinal de la sierra de María (Sanz de Galdeano et al., 2015).

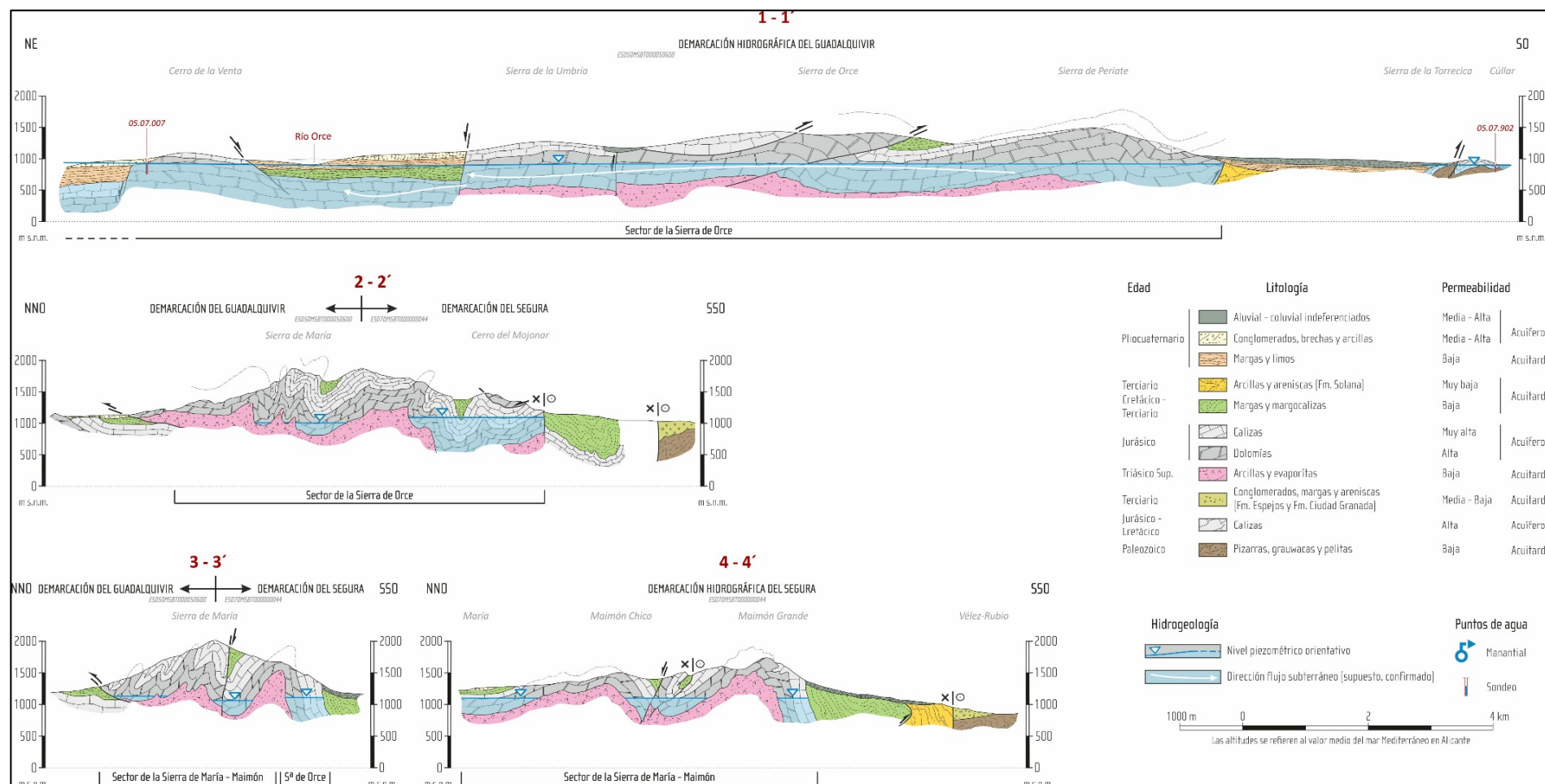
Además de los pliegues, las sucesivas etapas de deformación que han afectado a las rocas del ámbito de estudio han ocasionado una fracturación intensa, cuyo reflejo son diferentes sistemas de fallas, inversas y normales, también con componente de desgarre, a favor de planos verticalizados, y que en algunos casos han desplazado lateralmente las estructuras plegadas (figura 3.3, cortes 2-2', 3-3' y 4-4'). La traza de las fallas inversas sigue direcciones similares a la de los ejes de los pliegues y en su mayoría son vergentes hacia el S – SO. La excepción se encuentra en el borde N de la sierra de María, constituido por una falla inversa con las dolomías jurásicas y las rocas del Triásico superpuestas a las del Cretácico. El desplazamiento de esta falla inversa disminuye progresivamente hacia el E y desaparece en el meridiano del pueblo de María (Sanz de Galdeano et al., 2015).





**Figura 3.2. Mapa geológico-hidrogeológico de la MASCH Sierras de Orce y María con modelo digital de elevaciones**





**Figura 3.3. Cortes hidrogeológicos de la MASCH Sierras de Orce y María con piezometría actual. Ubicación de los cortes en la figura 3.3. Corte 1 – 1' modificado de ITGE – IARA (1990). Cortes 2 – 2, 3 – 3' y 4 – 4' modificados de Sanz de Galdeano et al. (2015)**

Las estructuras anteriores fueron posteriormente afectadas por fallas transversales, como las que se pueden encontrar al E y O del Maimón, en el puerto de Chirivel y entre la sierra de Periate y la sierra de Los Calderones (figura. 3.2). Se trata de fallas con una fuerte componente de salto en dirección, cuyos desplazamientos pueden superar los 2 km y, además, pueden suponer la elevación del sustrato de baja permeabilidad entre los distintos bloques afectados, aunque no hay evidencias de que se produzca desconexión hidrogeológica.

En cuanto a la estructura interna del Complejo Maláguide, sus materiales deben enraizarse entre el Subbético Interno y las formaciones de la Zona Intermedia, al N, y el Complejo Alpujárride, al S, por los esfuerzos tectónicos transpresivos acontecidos durante la Orogenia Alpina. Estos esfuerzos ocasionaron despegues y cabalgamientos internos en la propia secuencia Maláguide, con planos buzando hacia el N-NO, en el mismo sentido que los materiales. La mayor parte de los límites de los afloramientos permeables en este sector son contactos estratigráficos alterados por la tectónica, a favor de los cuales los carbonatos jurásicos y cretácicos descansan directamente sobre la serie detrítica triásica (Figura 3.2). La erosión posterior ha originado el afloramiento de los diferentes enclaves carbonáticos que se pueden reconocer.

Los materiales asociados a la depresión de Baza y los depósitos cuaternarios no están muy deformados, aunque puntualmente están afectados por fallas normales. Una fractura con dirección NO-SE se puede observar en las inmediaciones de Venta Micena (Figura 3.2) y otra falla normal de igual dirección se ha detectado mediante geofísica al E de la localidad de Orce (ITGE-IARA, 1990).

### **3.3. Geomorfología y espeleología. Formas de infiltración preferencial**

El relieve de las sierras que constituyen la MASCH Sierras de Orce y María está condicionado por los pliegues de dirección aproximada E-O y por la fracturación subsiguiente, además de por la superficie de colmatación sedimentaria de la depresión de Baza y su posterior erosión. A nivel de detalle, se pueden observar crestas y escarpes, especialmente en las litologías carbonáticas, producto del levantamiento tectónico de los relieves y del encajamiento de la red de drenaje por erosión remontante durante el Pleistoceno-Holoceno, que en sedimentos detríticos desarrollan una marcada incisión fluvial. El modelado se completa con movimientos gravitacionales, karstificación y los efectos de la acción del hielo y deshielo en las partes más elevadas.

A pesar de la existencia de litologías solubles, como es el caso de los carbonatos, con importantes espesores e intensamente fracturados, en las sierras de Orce y María no se aprecia un modelado kárstico muy desarrollado, ni en superficie ni en profundidad, por lo que las morfologías típicamente kársticas no son muy numerosas. Entre las formas exokársticas cabe hacer referencia a campos de lapiaz y alguna dolina aislada de tamaño pequeño, en un contexto montañoso desprovisto de vegetación y suelo, donde el relieve es abrupto, y escasean las zonas con bajas pendientes sobre los afloramientos carbonáticos, más propensas al desarrollo de formas de infiltración preferencial. No se conocen redes endokársticas significativas, aunque sí se han inventariado algunas cavidades (horizontales y verticales). En general, tienen poco desarrollo, con la excepción de la cueva de la Gitana que alcanza una profundidad de 97 metros y un desarrollo de más de 900 metros (González-Ramón, 2015). Destacan también por sus implicaciones hidrogeológicas las formaciones travertínicas asociadas a los manantiales de Vélez-Blanco y de Los Molinos, situadas a 1.050–1.070 m s.n.m. y 1.000 m s.n.m., respectivamente.

El desmantelamiento erosivo y la acumulación de depósitos por arrollada en las laderas de las sierras de Orce y María han dado lugar a las formas del modelado más características y distintivas del ámbito de estudio. Prácticamente toda la periferia del macizo está cubierta por depósitos detríticos que adoptan morfologías de conos de deyección y abanicos aluviales, cuyo reflejo en la

topografía son superficies inclinadas en la ladera de las montañas (glacis), que pierden inclinación a medida que se alejan de aquellas. Los glacis más antiguos se localizan en la ladera meridional, mientras que los conos de deyección mejor desarrollados se encuentran en la sierra de María (Voermans et al., 1979). Estos depósitos enlazan con las superficies estructurales y las costras calcáreas que definen el altiplano de Cúllar-Chirivel y los Llanos de Orce, y que son los responsables de la morfología de páramo que se observa en dichos sectores (ITGE-IARA, 1990).

Las consecuencias de la erosión remontante ligada a la red de drenaje del río Guadiana Menor se perciben claramente en el borde occidental del ámbito de estudio (entre Cúllar y Galera, figura 3.2). En esta zona es donde se han desarrollado morfologías (cárcavas, barrancos, etc.) asociadas a los procesos fluviales y de vertientes sobre las litologías detríticas que definen el altiplano. Los ríos presentan un sistema fluvial con cauces de fondo plano y acumulaciones aluviales y un sistema de terrazas incipiente. En la mayoría de los casos, queda preservado el lecho de inundación actual, la terraza baja y/o un segundo nivel de terrazas con cierta continuidad (Roldán-García *et al.*, 2006). El sistema de terrazas de mayor entidad es el asociado a los ríos Cúllar y Orce, donde se han distinguido dos niveles escalonados, si bien son difíciles de apreciar debido a acciones antrópicas.

### 3.4. Formaciones hidrogeológicas

La secuencia sedimentaria descrita en el apartado de contexto geológico permite diferenciar varias formaciones permeables que se encuentran separadas por tramos de baja permeabilidad. La base de todo el conjunto se corresponde con los materiales arcilloso-evaporíticos del Trías. El carácter acuitado de estas rocas confiere al conjunto la condición de sustrato de baja permeabilidad y la capacidad de condicionar el movimiento del agua subterránea. Sobre estos materiales, se deposita el paquete litológico formado por las dolomías y calizas del jurásico que es el que presenta mayor interés hidrogeológico, con espesores que pueden superar 650 metros y quedarían cubiertos por materiales margosos del Cretácico. Cabe destacar también otros materiales con evidente interés hidrogeológico. En resumen, la MASCH de las Sierras de Orce y María está constituida por:

- Formación Hidrogeológica del Jurásico (acuífero principal) de naturaleza carbonática (dolomías y calizas), de alta permeabilidad por fisuración y karstificación, con espesores comprendidos entre 600 y 700 metros. A ello se le superponen materiales margosos y margocalizos, de baja permeabilidad y de edad Cretácico-Terciario.
- Formación Hidrogeológica del Mioceno superior-Cuaternario (materiales de relleno de la depresión de Baza y Corredor de Vélez-Rubio, con diferente grado de permeabilidad por porosidad primaria (conglomerados, arenas, lutitas, calizas, margas, etc.), cuya importancia hidrogeológica depende de su espesor y de su disposición geométrica respecto a las formaciones acuíferas principales.
- Formación Hidrogeológica Pliocuaternaria. Depósitos más recientes de diversa naturaleza y disposición geomorfológica asociada a las laderas, que pueden constituir acuíferos con distinto interés hidrogeológico, según su eventual relación hidrogeológica con las formaciones permeables jurásicas y terciarias.

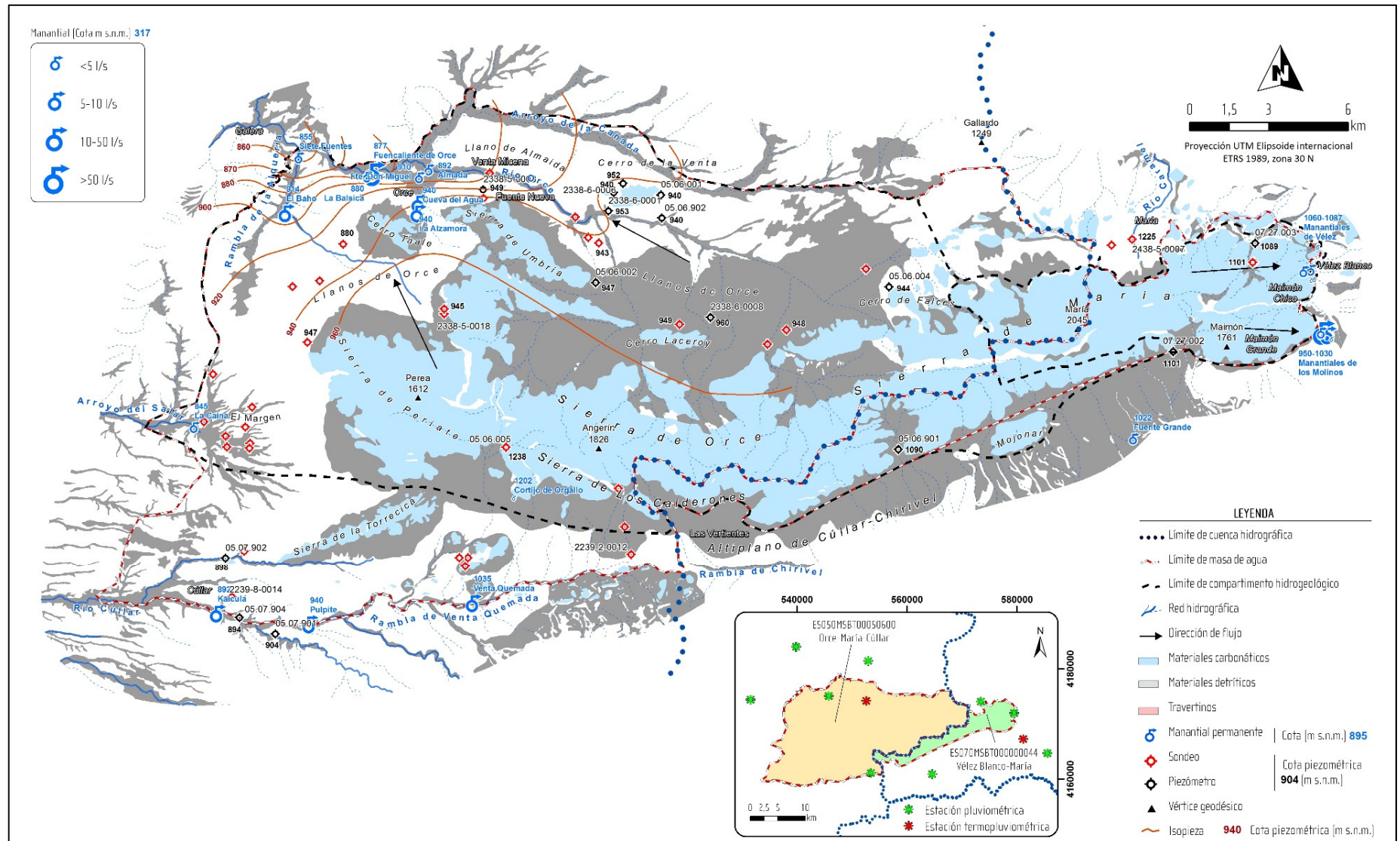
La MASCH ocupa una superficie de 519,16 km<sup>2</sup>, de los que aproximadamente 162,9 km<sup>2</sup> corresponde a los afloramientos carbonáticos que definen las sierras de Orce y María. Se trata esencialmente de dolomías y calizas jurásicas pertenecientes al Subbético Interno, que constituyen formaciones permeables por fisuración-fracturación y/o karstificación, y cuyo espesor conjunto supera ampliamente los 600 metros. Los carbonatos descansan sobre arcillas con evaporitas de edad Triásico, que actuarían como sustrato de baja permeabilidad. La geometría del basamento

debe ser compleja, definida por la alineación y relevo de las estructuras de plegamiento, por superficies de despegue y por las fallas transversales con componente vertical. Localmente, en el borde N de la sierra de María los carbonatos jurásicos se superponen directamente a las margas cretácicas de la serie subbética y sobre otras formaciones de baja permeabilidad de la denominada Zona Intermedia. Los afloramientos carbonáticos permeables están delimitados por contactos estratigráficos y, sobre todo, por accidentes tectónicos de diversa naturaleza (figura 3.4).

En los límites occidental y septentrional del macizo los carbonatos se encuentran cubiertos por los sedimentos detríticos de la depresión de Baza (figura 3.2). Las investigaciones efectuadas por FAO-IGME (1975), primero, y por ITGE-IARA (1990), después, permitieron deducir que los materiales subbéticos presentaban continuidad bajo el recubrimiento detrítico en el borde septentrional, desde Orce hasta el meridiano del puerto de Chirivel (Figura 3.3, corte 1-1'). En las proximidades de Fuente Nueva, el techo de la serie jurásica alcanza su profundidad máxima, próxima a 360 metros, y disminuye hacia Venta Micena (ubicada al N). En las cercanías de Orce, varios sondeos perforaron el acuífero jurásico hasta la cota 550 m s.n.m., sin llegar a localizar el sustrato triásico (ITGE-IARA, 1990). Por el contrario, en el borde occidental de la sierra de Orce no se han reconocido los materiales jurásicos bajo los depósitos terciarios y cuaternarios. Según ITGE-IARA (1990), la potencia del relleno detrítico en esa zona sería de 150 a 360 metros, aunque no se pudo delimitar el espesor hacia el interior de la cuenca. En cualquier caso, la conexión hidráulica de estos depósitos con los carbonatos jurásicos está fuera de toda duda, al menos a escala local; los primeros constituyen el área de descarga de los segundos (ITGE-IARA, 1990; Fernández-Chacón, 2009; González-Ramón *et al.*, 2013; 2016).

En la mayor parte del perímetro del macizo, tanto los carbonatos como los sedimentos de la depresión de Baza están cubiertos por depósitos más recientes, con distinto grado de permeabilidad, que cubren de manera discordante una superficie parcial de 77,6 km<sup>2</sup>. De todos ellos, los depósitos detríticos que conforman abanicos, conos de deyección y pie de monte, más o menos cementados, son los que presentan un mayor interés hidrogeológico debido a su extensión y a que cabe la posibilidad de que se encuentren hidráulicamente conectados con las dolomías y calizas subyacentes.

Además de las anteriores formaciones, cabe destacar la presencia de rocas paleozoicas de baja permeabilidad (grauvacas, pizarras y lutitas) del Complejo Maláguide, existentes en todo el borde S, y carbonatos jurásicos y cretácicos también del Complejo Maláguide dispuestos en afloramientos aislados que a grandes rasgos se adaptan a las directrices estructurales, y que pueden presentar a priori mayor interés hidrogeológico. El más relevante lo constituye la sierra de la Torrecica, que se extiende unos 7 km en dirección ENE – OSO, con una anchura máxima de 1,3 km (Figura 3.2). La potencia de estos carbonatos varía entre 50 y 300 metros según Voermans *et al.*, 1979.



### 3.5. Funcionamiento hidrogeológico, hidrometría y piezometría. Relación río-acuífero

La MASCH sierras de Orce y María agrupan un conjunto de acuíferos de naturaleza esencialmente libre, formados por dolomías y calizas de edad Jurásico, que en los bordes se encuentran cubiertas por formaciones detríticas neógenas y cuaternarias de la depresión de Baza que rodean ampliamente la sierra de Orce (Figura 3.4). Las formaciones de ladera y los sedimentos aluviales cuaternarios pueden dar lugar a acuíferos de menor entidad cuyo interés siempre hay que atribuirlo a la eventual relación hidrogeológica que presenten con las formaciones permeables jurásicas y pliocuaternarias.

La recarga se produce principalmente por infiltración de agua de lluvia y de fusión nival en las zonas más elevadas, a través de las numerosas fracturas que afectan a los carbonatos, en menor medida por las formas exokársticas, y por la superficie de los sedimentos detríticos. La descarga natural ocurre de manera puntual por los manantiales permanentes ubicados en los dos extremos del macizo: en el límite de los afloramientos carbonáticos (sector oriental) y por surgencias asociadas a contrastes de permeabilidad en el seno de las formaciones detríticas pliocuaternarias (sector occidental). El resultado es un elevado número de manantiales, aunque sólo una decena pueden considerarse como los más relevantes a efectos de caracterizar el comportamiento hidrodinámico de los acuíferos, a tenor de la magnitud de sus caudales, con valores medios históricos comprendidos entre 5,8 l/s y casi 80 l/s. La ubicación de los puntos de descarga aparece en la figura 3.4 y sus características principales están recogidas en la tabla 3.1. Completan las salidas naturales las descargas difusas al cauce del río Orce, que actuaría como eje preferencial de drenaje. Existen extracciones mediante sondeos repartidos por todo el macizo, aunque hay una mayor densidad de puntos de extracción en los Llanos de Orce.

La complejidad geológica de las sierras de Orce y María, en especial la existencia de una sucesión de pliegues anticlinales y sinclinales de dirección E-O afectados por fallas inversas y cortados por otras con orientación N-S y NO-SE, tiene repercusión en su funcionamiento hidrogeológico, pues provoca que el sustrato impermeable, formado por arcillas del Triásico Superior, se eleve en la parte central del macizo carbonático, lo que condiciona la geometría y, por tanto, el flujo subterráneo. De esta manera, se forma un umbral piezométrico de dirección aproximada N – S, al NE del puerto de Chirivel, actuaría de divisoria hidrogeológica entre dos acuíferos principales. A este respecto, todos los trabajos previos efectuados en el ámbito de estudio han deducido una circulación subterránea con sentidos opuestos: hacia el E en el tercio oriental del macizo y hacia el O-NO en la parte restante. Las cotas de surgencia son distintas dependiendo del sector considerado (Figura. 3.4; Tabla. 3.1), como fue expuesto en trabajos previos (Moreno-Calvillo et al., 1983; ITGE-IARA, 1990; González-Ramón et al., 2013; 2016). Los manantiales más caudalosos se encuentran en el extremo oriental del macizo, en la zona de Los Vélez en la DHS, si bien son también significativas las descargas puntuales que tienen lugar en las inmediaciones de la localidad de Orce en la DHG.

De este modo, se diferencian dos compartimentos hidrogeológicos u acuíferos principales: **Sierra de Orce y Sierra de María-Maimón**. Este último fue dividido, a su vez, en dos compartimentos (sector de María y sector de Maimón) en el estudio del ITGE-IARA (1990), a tenor de la existencia de sendas zonas de descarga en el extremo oriental del macizo carbonático (manantiales ubicados en el núcleo de Vélez Blanco y en la falda oriental del Maimón -Los Molinos-). Por su parte, González-Ramón et al. (2013; 2016) diferenciaron, además, otros compartimentos más pequeños al N de la sierra de María, posiblemente conectados con los depósitos detríticos existentes en las inmediaciones de la localidad de María, y otro más (cortijo de Orgallo) situado en el borde meridional de la sierra de Orce, cerca de Las Vertientes. En cualquier caso, con el fin de simplificar la evaluación de los recursos hídricos de la MASCH, la descripción de las características geométricas



se centrará en los dos acuíferos principales indicados. El mapa de la figura 3.4 muestra la situación orientativa de la divisoria hidrogeológica de los mismos.

**Tabla 3.1.-Características de los principales manantiales de la MASCH sierras de Orce y María y zonas limítrofes**

MASb	Denominación	nº de medidas	Caudal (l/s)			Periodo de control	Cota m.s.n.m.	Coordenadas UTM	
			Máx	Mín	Medio			X	Y
ES070MSBT0 00000044	Martilena	2	2,4	0,5	1,5	1975	1060	579807	4173001
	Fuente de los Cinco Caños	2	8,1	1,1	4,6	1975	1092	579583	4171755
	Barranco de las Fuentes	45	26,3	1,5	6,8	2006/07 - 2015/16	1087	579288	4172087
	Caños de Caravaca	45	26,3	2,3	7,7	2006/07 - 2015/16	1072	579566	4172146
	Caños de La Novia	35	2,8	1,3	1,9	2008/09 - 2015/16	1068	579681	4171781
	Los Molinos	40	198,6	30,3	72,5	2007/08 - 2015/16	1025	580005	4169781
	Hila de Cagüi	27	30,2	4,2	9,3	2007/08 - 2015/16	1030	579957	4169762
	La Carnicera	1			3,0	1975	950	580332	4169516
	Hila del Judío	2	20,2	3,1	11,1	1975	980	580196	4169679
	Fuente Grande	1			5,0	1975	1022	572834	4165760
ES050MSBT0 00050600	Fuencaliente de Orce	281	348,9	16,6	79,7	1968/69 - 2018/19	877	544053	4175786
	La Balsica	184	23,4	2,4	9,0	1968/69 - 2000/01	880	543817	4175676
	Almada	170	32,0	0,0	8,8	1968/69 - 2000/01	892	546159	4175934
	La Almozara	190	85,1	2,0	35,1	1968/69 - 2000/01	940	545771	4174665
	Cueva del Agua	6	46,2	12,0	25,6	1965/66 - 1988/89	940	545734	4174281
	Fte. Don Miguel	1			5,3	1989	910	545794	4175647
	Siete Fuentes	2	8,0	3,5	5,8	1988	855	541230	4176390
	El Baho	2	15,0	9,5	12,3	1988	914	540742	4174296
	La Caina	2	13,7	3,8	8,7	1989	845	537266	4166200
	Cortijo de Orgallo	2	3,1	1,4	2,2	1971	1202	549368	4163510
	Venta Quemada	2	20,0	20,0	20,0	1971	1035	547832	4159524
	Pulpite	3	18,3	6,1	12,2	1989	940	541638	4158720
	Kaicutá	2	27,0	2,3	14,6	1989	892	538140	4159126

El agua de precipitación que se infiltra en el tercio oriental del ámbito de estudio circula hacia el E y alimenta las surgencias de Vélez Blanco y los manantiales de Los Molinos, mientras que la recarga en el sector occidental, de mayor extensión, lo hace de manera preferente hacia los manantiales del entorno de Orce. A continuación, se describen con mayor detalle los aspectos más relevantes de los acuíferos considerados en este trabajo.

#### Acuífero de la Sierra de Orce

Comprende al conjunto de materiales carbonáticos jurásicos plegados y fallados según una directriz estructural ESE-ONO (al E) a N150E y N-S (al O), alargados según los ejes de los plegamientos, y limitados por las fallas que recorren el borde meridional de la sierra (corte 1-1' de la figura 3.3). La base irregular del conjunto hunde hacia el O, lo que condiciona la geometría y el sentido de los flujos subterráneos. En cambio, hacia el E, la cota del sustrato de baja permeabilidad se eleva hasta el punto de que las arcillas triásicas llegan a aflorar en superficie (Figura 3.2 y corte 2-2' de la figura 3.3). Esto debe crear un umbral hidrogeológico en esa zona con capacidad para influir en el sentido preferente de los flujos subterráneos. Hacia el S y hacia el E, la disposición geométrica del sustrato triásico y, por tanto, del umbral hidrogeológico, debe reorientarse longitudinalmente a favor de la estructura, aunque no se conoce la naturaleza y geometría exacta del umbral. Merece especial atención el borde O de la sierra de Orce donde se produce la mayor parte de la descarga de los materiales jurásicos, mediante transferencia subterránea hacia los depósitos plio-cuaternarios (conglomerados, arenas y limos) de la depresión de Baza. No obstante, hacia el N, en el altiplano de Orce, los materiales jurásicos se encuentran confinados bajo las formaciones postorogénicas sin conocerse el alcance de sus límites hidrogeológicos.

Los manantiales que drenan este sector se asocian principalmente al cauce del río Orce y al de su afluente, la rambla de la Alquería, como son Siete Fuentes (855 m s.n.m.), El Baho (914 m s.n.m.), La Balsica (880 m s.n.m.), Fuencaliente de Orce (877 m s.n.m.), Almada (982 m s.n.m.), y La Almozara (conocido localmente como La Mimbrera), que es el situado a la cota más elevada (a 940 m s.n.m.). En el pasado, a cota superior, surgía el manantial de Rozala y, utilizado en otra época como lavadero. Este manantial se secó cuando se empezó a bombear para abastecimiento a Orce. El caudal conjunto de descarga visible por este borde puede situarse en torno a los 190 l/s, como valor medio anual (Tabla 3.1). El inventario de las surgencias más significativas se completa con la surgencia de La Caina (8,7 l/s), localizada en el límite occidental del ámbito de estudio, en la zona de El Margen (a cota 845 m s.n.m.), en un contexto similar al descrito para el borde de descarga del río Orce (Figura 3.4), y el manantial del cortijo de Orgallo (2,2 l/s), situado en la cara S de la sierra de Orce, a 1.202 m s.n.m.

En el límite SO se hallan otros manantiales como son Kaicuta (892 m s.n.m.), Pulpite (940 m s.n.m.) y Venta Quemada (1.035 m s.n.m.), situados en el cauce del río Cúllar. Deben estar relacionados con el drenaje de los afloramientos carbonáticos cretácicos del Complejo Maláguide y de los depósitos pliocenos y de pie de monte que se extienden en la margen derecha del cauce y, sobre todo, en la margen izquierda. El caudal medio anual conjunto que surge por ellos es 46,8 l/s, según la información disponible (Tabla 3.2).

#### Acuífero de la Sierra de María-Maimón

Presenta una geometría determinada por la sucesión de pliegues de dirección E-O, alterada parcialmente por fallas. La estructura se hace más apretada hacia el E, lo que produce la superposición estructural del anticlinal de la sierra de María sobre el del Maimón, a favor del pliegue sinclinal existente entre ambos. En su núcleo se han preservado parcialmente margas y margocalizas cretácico-terciarias (cortes 3-3' y 4-4' en Figura 3.3). Esta estructura debe tener capacidad para condicionar el flujo subterráneo dirigido hacia el E y la aparición de dos zonas de descarga (en Vélez Blanco y en Los Molinos). Los pliegues están rotos y desplazados por las fallas transversales con dirección NNO-SSE que recorren el interior del macizo.

Habría que añadir, además, el relevo en dirección E-O de los pliegues anticlinales y sinclinales, que complicaría más si cabe la geometría del sustrato y originaría la aparición de otros umbrales o barreras alineadas longitudinalmente a la estructura geológica. Estas barreras pueden ser las responsables de un salto piezométrico observado entre las laderas meridional y septentrional del macizo en el puerto de Chirivel (piezómetros 05.06.901 y 05.06.004) o de que existan también dos zonas diferentes de descarga en el borde oriental (Vélez Blanco y Los Molinos), situadas a cotas distintas.

El grupo de surgencias de Vélez Blanco se encuentra asociada al barranco de Las Fuentes (Caños de Caravaca -1.072 m s.n.m.-) y al barranco de la Canastera (Fuente de los Cinco Caños -1.092 m s.n.m.-, Caños de la Novia -1.068 m s.n.m.-). El caudal medio de este conjunto para el periodo 2006/07 - 2015/16 fue 22,4 l/s, aunque las series de datos disponibles pierden fiabilidad al no existir mediciones sistemáticas, además de no medirse todos los puntos de descarga.

El grupo de manantiales de Los Molinos se encuentra en el extremo oriental del Maimón, a cotas comprendidas entre 950 y 1.030 m s.n.m. y representa una de las principales zonas de descarga del acuífero de la sierra de María-Maimón. Se trata de un borde de aproximadamente 400 m de longitud en el que existen cinco surgencias (Hila de Cagüi, Los Molinos, Fuente del Negro, Hila del Judío y La Carnicera). En conjunto, el caudal habitual se acerca a 100 l/s, aunque el rango de variación suele estar comprendido entre 40 y más de 250 l/s (Tabla 3.1), dependiendo del régimen de precipitaciones.



Tal y como se ha comentado, no se conoce exactitud la naturaleza y posición del umbral piezométrico que divide ambos acuíferos. Posiblemente se trate de una barrera cuya geometría no permita cambios significativos de posición de la divisoria hidrogeológica, al menos en condiciones hidrometeorológicas secas e intermedias. No obstante, en años húmedos, la divisoria sí podría moverse. La continuidad cartográfica de los carbonatos y la prolongación de las estructuras de plegamiento, junto con la similitud de las cotas piezométricas medidas en los puntos de control disponibles en la sierra de María, apuntarían a esta posibilidad.

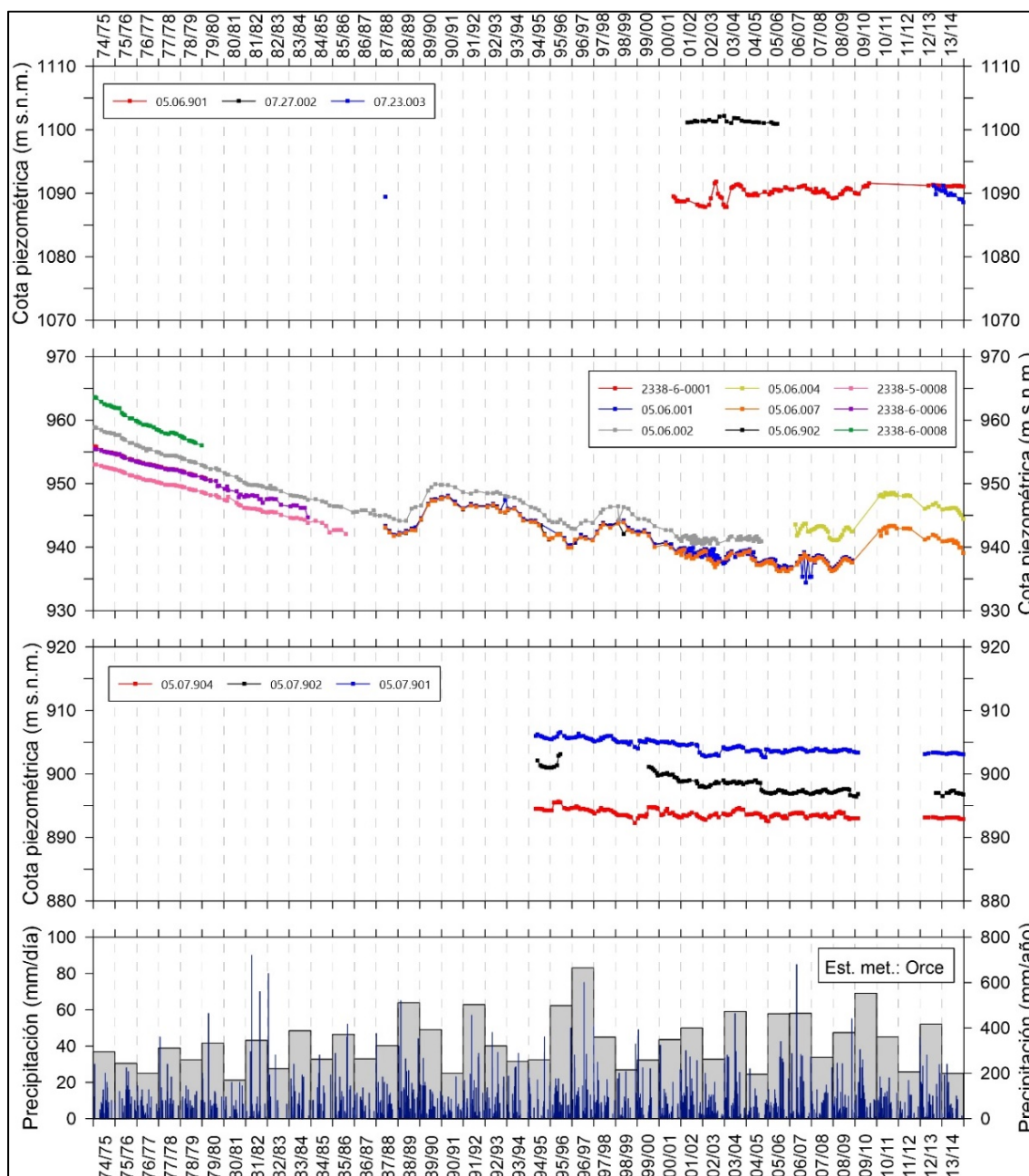
El escaso desarrollo de la karstificación que se observa en la superficie del macizo parece continuar en profundidad, tanto en la zona no saturada como en la zona saturada. La inercia de las respuestas hidrodinámicas apuntaría a que los drenes kársticos están poco desarrollados. El espesor de la potente zona no saturada del acuífero contribuiría a amortiguar aún más los impulsos de recarga antes de llegar a los manantiales. En el cuadrante noroccidental de la sierra de Orce, los materiales carbonáticos jurásicos y el relleno detrítico de la depresión de Baza definen una única superficie potencial continua entre ambos acuíferos (Figura 3.4), de carácter libre en la sierra y de tipo multicapa en la zona deprimida periférica. En cambio, en el borde septentrional, los depósitos neógenos y cuaternarios confinan los carbonatos jurásicos del basamento de la depresión, los cuales permiten la continuidad hidrogeológica entre la sierra de Orce y el afloramiento de Venta Micena, e incluso pueden prolongarse más al N y al NO.

Los descensos de nivel causados por la explotación por bombeo de la MASCH han impedido conocer con precisión la configuración de la superficie piezométrica en régimen natural. No obstante, la presencia de las surgencias anteriormente citadas indica que el flujo subterráneo principal se dirigía hacia las mismas. En consecuencia, en régimen no alterado por las explotaciones ya existía el umbral hidrológico que individualiza sendos acuíferos, repartiéndose el drenaje entre la DHG y DHS (Figura 3.4). Existe un flujo subterráneo hacia el NO y O en buena parte del acuífero Sierra de Orce y del sentido opuesto en el acuífero Sierra de María-Maimón, así como la existencia de una zona no saturada de espesor medio superior a 600 metros en el eje central del macizo, donde se encuentran las cotas más elevadas, cuyo papel regulador en el funcionamiento hidrogeológico debe ser relevante. El mapa de la figura 3.4 recoge las principales direcciones de flujo subterráneo en los macizos, donde se observa su posición respecto a la divisoria hidrográfica, quedando el acuífero Sierra de Orce entre ambas demarcaciones y el acuífero Sierra María-Maimón, prácticamente en la DHS.

### 3.5.1.- Análisis piezométrico

En el entorno de la MASCH, se ubican 12 sondeos piezométricos, nueve dentro de los límites de la DHG que controlan los bordes de los afloramientos carbonáticos en el entorno de Fuente Nueva, Venta Micena con cotas piezométricas comprendidas entre 940-960 m s.n.m (05.06.007, 05.06.001 y 05.06.902), el borde septentrional de la MASCH (05.06.002 / 05.06.102 y 05.06.004) y el área meridional con cota piezométrica superior a 1.200 m s.n.m. (05.06.005), próximo a Las Vertientes y Cúllar (05.07.901, 05.07.902 y 05.07.904), que captan los carbonatos del complejo Maláguide. Los tres restantes se encuentran en la DHS (PA12276, 07.27.002 y 05.06.901/PA12162). Su ubicación se recoge en la figura 3.4.

La figura 3.4 muestra la evolución temporal del nivel piezométrico disponible en los puntos asociados a la MASCH en el periodo 1960-2017. La serie con el mayor número de medidas y prolongada en el tiempo es, con diferencia, la del piezómetro 05.06.002 / 05.06.102 (sondeo Orce IX), con 48 años de registro y 310 medidas. Le siguen en longitud de serie los puntos denominados Orce IV (05.06.001) y Orce V (05.06.007), con 233 y 212 medidas puntuales efectuadas entre los años hidrológicos 1987/88 - 2017/18.



**Figura 3.4. Evolución piezométrica en los puntos de control oficiales de la MASCH Sierras de Orce y María**

Como se puede observar, la evolución piezométrica marca las tendencias generales de tres sectores hidrogeológicos, así como la compartimentación de los mismos. Así, los piezómetros ubicados en el sector meridional (figura 3.4, superior), muestran escasa variabilidad del nivel piezométrico en los años de registro disponible, desde 2 a 5 metros con tendencias ascendentes/descendentes amortiguadas entre 4-6 meses. Las series históricas suelen corresponderse con las series climáticas de precipitación.

Por su parte, en borde septentrional de la sierra de Orce, muestran una evolución cuya respuesta hidrodinámica se percibe amortiguada y desfasada frente a las precipitaciones a escala interanual.

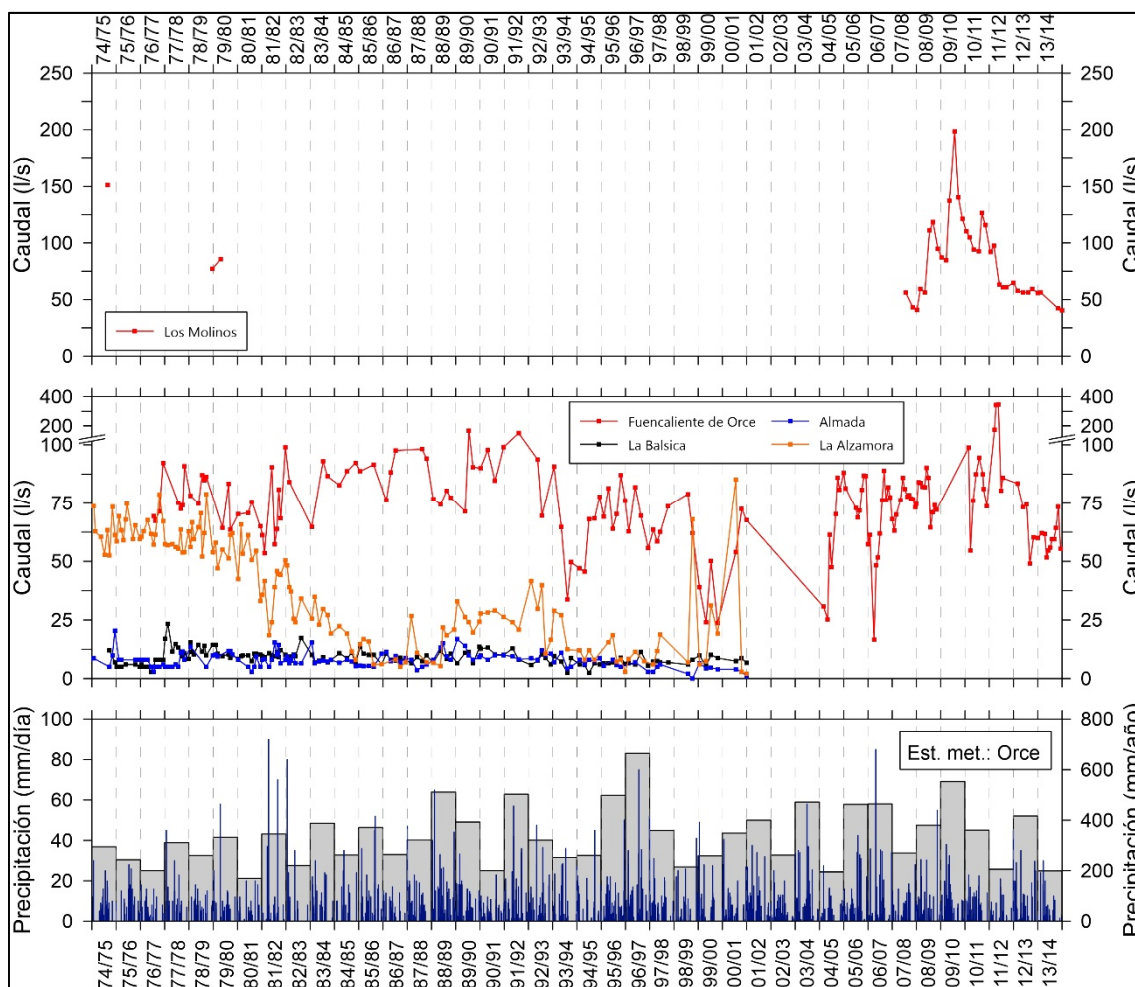
El inicio de las medidas muestra una secuencia descendente a partir de 1974 y llega a la actualidad, con tres periodos ascendentes, pero incapaces de cambiar la tendencia descendente general del nivel piezométrico durante el periodo de control. En este periodo, las variaciones absolutas de altura piezométrica han sido del orden de 21 metros, desde 959 m s.n.m. hasta 938 m s.n.m., medidas en el punto Orce IX (05.06.002 / 05.06.102). Las variaciones piezométricas de todos los puntos de los Llanos de Orce, desde el piezómetro del cerro de Falces (05.06.004) hasta el sondeo situado al E de Orce (Pozo Alfonso, 2338-5-0008), se correlacionan con la variación de caudales registrada en el manantial de La Almozara (figura 3.5). Las tendencias descendentes se asocian a un aumento paulatino del número de captaciones y de extracciones en el acuífero, las cuales sustentan la actividad agrícola en esa zona (González-Ramón et al., 2016).

Por otro lado, en los puntos 05.07.901, 05.07.904 y 05.07.902, localizados en las proximidades de Cúllar, se aprecia un comportamiento hidrodinámico muy parecido al sector meridional, consistente en descensos en época estival y otoñal, debido en parte a las extracciones de agua en los pozos para el riego de los cultivos cercanos y a la reducción de las precipitaciones, y posteriores ascensos cuando el año hidrológico está avanzado. Se observa una ligera tendencia descendente en las series de datos de los tres puntos, algo más acentuada en el punto 05.07.902.

### **3.5.2.- Análisis hidrométrico de manantiales**

Se dispone de medidas puntuales y series históricas de caudal de los principales manantiales que drenan los acuíferos de la MASCH Sierras de Orce y María, proporcionadas por el IGME y por las confederaciones hidrográficas del Guadalquivir y del Segura. Entre éstos se encuentran Fuencaliente, La Balsica, Almada y La Almozara en la DHG y el Barranco de las Fuentes, Caños de Caravaca, Caños de La Novia, Los Molinos e Hila de Cagüi en la DHS. El periodo de control y su ubicación se recoge en la tabla 3.1.

La serie con el mayor número de medidas y prolongada en el tiempo es la del manantial de Fuencaliente, en el acuífero de la Sierra de Orce, con 50 años de registro y 281 medidas, lo que la convierte en unos de los registros hidrométrico más prolongados del S de España. De los manantiales principales del acuífero Sierra María-Maimón sólo existen medidas puntuales, excepto el manantial de Los Molinos, que tuvo registros continuos en periodos intermitentes (entre abril 1979 – abril 1981 y junio 1991 – septiembre 1992), y a partir de 2009 hasta la actualidad. La figura 3.5 recoge los hidrogramas de las surgencias del borde NO del macizo (La Balsica, Almada, Fuencaliente de Orce y La Almozara) en el acuífero Sierra de Orce y del manantial de Los Molinos en el acuífero Sierra María-Maimón.



**Figura 3.5.- Hidrogramas del manantial de Los Molinos (arriba) los manantiales de La Balsica, Almada, Fuencaliente de Orce y La Almozara (centro), junto con la precipitación registrada durante el periodo 1974/75 – 2013/14**

La serie de datos hidrométricos de los manantiales de Los Molinos muestra una clara influencia de la alternancia de los periodos secos y húmedos en su régimen hidrodinámico. En épocas secas no hay variaciones significativas de caudal, con caudales del orden de 30–60 l/s desde abril de 2012. En cambio, durante los periodos más húmedos, las surgencias responden con una crecida principal casi todos los años, cuyos valores alcanzan 200 l/s con cierto retardo al régimen climático (figura 3.5). El valor medio estimado para el coeficiente de agotamiento es de  $1.4 \times 10^{-3}$  días<sup>-1</sup> (Moreno-Calvillo et al., 1983; IGME-DPA, 1983; Marín et al., 1996), característico de acuíferos carbonáticos de flujo difuso.

Por su parte, el análisis general de los hidrogramas de los manantiales de La Balsica, Fuente Almada, Fuencaliente de Orce y La Almozara, a partir de las series de datos disponibles (figura 3.5), permite distinguir claramente la alternancia entre periodos húmedos, con caudales más elevados (hasta 350 l/s en el caso de Fuencaliente), y otros ciclos más secos durante los cuales las surgencias sufren un descenso paulatino pero evidente en sus caudales. No se aprecian tendencias en las series de los manantiales de La Balsica y Almada, cuyos caudales fueron más o menos regulares hasta septiembre 2001 durante su periodo de control. Sin embargo, no ocurre así en la evolución temporal del caudal de los manantiales Fuencaliente de Orce y La Almozara, los cuales mantuvieron una evolución similar hasta 1980, fecha a partir de la cual la descarga del segundo manantial, situado a cota más alta, descendió de manera significativa hasta equipararse con los

caudales de los manantiales de La Balsica y Fuente Almada. Según Fernández-Chacón (2009), este descenso tan acusado coincide con el aumento de las extracciones en los sondeos del borde septentrional de la sierra de Orce. El conjunto de hidrogramas se asociaría a drenaje lento y elevada capacidad de regulación natural.

### 3.5.3.- Relación río-acuífero

Dentro de la MASCH Sierras de Orce y María no existen estaciones de aforos periódicas en los ríos, ya que las condiciones de semiaridez y el contexto geológico del ámbito de estudio dan lugar a cauces con un marcado carácter efímero generándose escorrentía (en la mayoría de los casos de carácter torrencial) en periodos de fuertes precipitaciones. Sin embargo, sí existen algunas medidas puntuales que permiten interpretar la relación río-acuífero de forma general. A continuación, se describen los cauces más relevantes existentes en esta área por demarcación hidrográfica.

En la DHG, el cauce más importante es el río Orce, eje de drenaje principal de la zona NO de la MASCH, el cual recibe las aguas de los manantiales de Fuencaliente de Orce, La Balsica, La Almozara y Almada y otras descargas difusas correspondientes al drenaje del acuífero de la Sierra de Orce por su borde noroccidental. Se trata, pues, de un río ganador en términos generales, por los aportes de aguas subterráneas que recibe. A partir de las medidas de caudal en los manantiales más relevantes y de diversos aforos diferenciales en el cauce, en el informe de ITGE-IARA (1990) se estimaron unas aportaciones netas subterráneas de entre 11,2 y 14,0 hm<sup>3</sup>/año en esa zona. El valor fue reducido a 8,4 hm<sup>3</sup>/año en IGME-DGA (2010), equivalente a un caudal medio de unos 266 l/s. El funcionamiento hidrológico sería similar en el arroyo del Salar de El Margen, situado al S del anterior, pues recibe aportes subterráneos drenados por pequeños manantiales (12 l/s en total), así como por descargas difusas a su paso por los materiales detríticos permeables.

Por otro lado, el río Cúllar, denominado rambla de Venta Quemada en su cabecera, mantiene un caudal más o menos constante desde la pedanía de Pulpite, donde se encuentra el manantial homónimo (a cota 940 m s.n.m. y 6 l/s de caudal medio). En Venta Quemada hay otra surgencia permanente a cota 1.035 m s.n.m. y 2 l/s de caudal medio. Según IGME-DGA (2010) el cauce funciona como un río ganador desde la cota 892 m s.n.m., donde se halla la fuente de la Kaicuta (27 l/s), hasta que abandona la masa de agua subterránea (815 m s.n.m.). Su caudal medio en este punto sería 160 l/s, según el último informe mencionado, y 77 l/s (2,4 hm<sup>3</sup>/año) según ITGE-IARA (1990). No obstante, buena parte de estas aportaciones procederían del S, de la sierra de Las Estancias, y de los depósitos detríticos que la bordean, según el antecedente mencionado.

En la DHS, destaca el río Caramel (o Alcaide) por recoger las aguas drenadas por los manantiales de la vertiente septentrional de Sierra María (Fuente de Nuestra Señora Virgen de la Cabeza, Balsaín y Fuente de los Siete Caños) y también descargas difusas aguas abajo, sin conocerse sus caudales. El río Claro, recoge por su margen derecha las descargas de la vertiente NE de Sierra María y recoge las aguas drenadas por los manantiales de Vélez Blanco, sin existir relación directa con el acuífero. Finalmente cabe mencionar la rambla de Chirivel, principal cauce de la vertiente SE que recoge las aguas de pequeños manantiales y del manantial de Los Molinos a la altura de Vélez-Rubio cuando éstas no se encuentran derivadas a riego.

### 3.5.4.- Transferencias de recursos hídricos desde o hacia otras masas de agua subterránea

La disposición geométrica de los materiales permeables de la MASCH, su posición a escala regional como relieves destacados con respecto a los terrenos circundantes, la abundancia de depósitos detríticos que ocupan los bordes y laderas, y la existencia de flujos subterráneos dirigidos hacia el

N y hacia el O en la mitad occidental aseguran la posibilidad de transferencias laterales subterráneas hacia formaciones permeables adyacentes situadas a cotas más bajas. Esta circunstancia se produce de manera preferente por el perímetro que dibujan las formaciones carbonáticas jurásicas de la sierra de Orce, desde las proximidades de El Margen, en el extremo occidental de la MASCH, hasta el cerro de Falces (figura 3.3), al N del puerto de Chirivel. En esa orla, de cerca de 45 km de longitud, los carbonatos previsiblemente alimentan subterráneamente a sedimentos de la depresión de Baza por continuidad estructural y por similitud en las cotas piezométricas. El volumen de la transferencia de agua subterránea que desde esta zona se produce hacia otras MASb no han podido ser cuantificado, aunque la configuración geométrica es la de un límite abierto y la piezometría regional apunta a flujos subterráneos con sentido O.

Igualmente existe la posibilidad de que existan otras transferencias de recursos subterráneos en la vertiente septentrional de la sierra de María - Maimón, a favor de los depósitos cuaternarios. La existencia de pequeñas surgencias permanentes en estas zonas, cuyas aguas presentan características físico-químicas similares a las drenadas por los principales puntos de surgencia (González-Ramón et al., 2016), apoyaría esta posibilidad. No obstante, el caudal trasferido debe ser despreciable, puesto que se observan afloramientos puntuales de margas y margocalizas a cotas elevadas por la periferia del macizo.

### 3.6. Usos del agua subterránea

En la actualidad la explotación de las aguas subterráneas se lleva a cabo mediante sondeos que captan principalmente los carbonatos jurásicos y a través del aprovechamiento directo de algunos manantiales. Algunas localidades del entorno de la MASCH, pertenecientes a las provincias de Almería (María, Vélez Blanco y Vélez-Rubio) y Granada (Galera y Orce), además de la pedanía de El Margen (Cúllar), con una población total que ronda los 11.000 habitantes, se abastecen de agua subterránea. Otro de los usos preferentes del agua subterránea es el destinado a regadío y al suministro a explotaciones ganaderas. El agua para estos fines se capta sobre todo desde sondeos.

El inventario más completo publicado de sondeos existentes en las MASCH proviene del estudio efectuado por ITGE-IARA (1990), en el que figuran numerosos datos relativos a perforaciones en el momento de su ejecución, y de las actualizaciones del mismo llevadas a cabo por Fernández-Chacón (2009) y González-Ramón et al. (2016). Igualmente se ha consultado la base de datos de aguas del IGME. Todos estos documentos recogen un total de 51 sondeos relacionados con los acuíferos objeto del estudio (tabla 3.2). Muchos de los sondeos se ubican en los bordes noroccidental y occidental de la Sierra de Orce, debido a que allí se concentran varios núcleos de población y, sobre todo, a la actividad agrícola de regadío que se desarrolla en los Llanos de Orce, donde la explotación de las aguas subterráneas resulta más intensa. La tabla 3.2 muestra los sondeos más relevantes, ya sea por el uso del agua que se hacen de ellos o por disponer de información piezométrica.

**Tabla 3.2.- Características de los principales sondeos de la MASCH Sierras de Orce y María y zonas limítrofes**

MASb	Nº Inventario IGME	Demoninación	Uso del agua	Cota m s.n.m.	Profundidad del sondeo metros	Cota Piezométrica m s.n.m.	Fecha cota piezométrica	Coordenadas UTM		Red de control piezométrico
								X	Y	
ES070MSBT 000000044	2438-5-0007	María-1	Abastecimiento	1250	55	1225	1975 - 1988	572780	4173295	
	2438-5-0029	María-2	Abastecimiento	1255	50	1247	1988	572000	4173078	
	2439-1-0064	Puerto del Peral	Investigación	1218	302	1101	2002 - 2006	574339	4169052	07.27.002
	2438-5-0014	Río Claro	Investigación	1102	50	1089	2013 - 2020	577435	4173149	PA12276 / 07.27.003
	2438-5-0003	Llano Guijarro	Abastecimiento	1158	75	1101	1981 - 1986	577396	4172434	
	2438-5-0004	Vélez Blanco	Abastecimiento	1160	154	1148	1981 - 2018	577350	4172425	
	2339-3-0020	Puerto de Chirivel	Investigación	1270	268	1090	2002 - 2020	563930	4165357	05.06.901 / PA12162 / 05.06.004
	2338-7-0004	Cerro de Falces	Investigación	1077	177	944	2007 - 2017	563574	4171498	
	2338-7-0008	Agromediterránea Ma-1	Agricultura	1029	180			562698	4172179	
	2338-7-0010	Agromediterránea Ma-4	Agricultura	1059	179	948	2011	559693	4169875	
ES050MSBT 000050600	2338-7-0003		Agricultura	1080	137	943	1988	558969	4169333	
	2338-6-0008	Orce - VIII	Investigación	1044	179	960	1969 - 1979	556810	4170348	
	2338-6-0025	Cerro Laceroy	Agricultura	1062		949	2005	555638	4170086	
	2338-6-0006	Orce - VI	Abastecimiento	997	250	952	1969 - 1984	553498	4175408	
	2338-6-0007	Orce - VII	Investigación	943	387			551691	4174135	
	2338-6-0004	Orce - V	Investigación	996	250	940	1988 - 2006	553143	4175065	05.06.007
	2338-6-0001	Orce - II	Investigación	957	300	953	1969 - 1980	552944	4174364	
	2338-6-0005	Orce - IV	Investigación	983	240	940	1969 - 2006	554938	4174977	05.06.001
	2338-6-0002	Orce - III	Investigación	969	242	940	1988 - 2001	554966	4174106	05.06.902
	2338-6-0009	Orce - IX	Investigación	1012	211	947	1969 - 2017	552461	4171662	05.06.002 / 05.06.102
	2338-6-0010	Orce - I	Investigación	976	250			552186	4173368	
	2338-6-0003	Orce - I bis	Investigación	976	424	943	1968	552579	4173155	
	2338-5-0008	Pozo Alfonso. (llano Rosario)	Abastecimiento	995	90	949	1966 - 1986	548203	4175175	
	2338-5-0037	La Raposa	Abastecimiento	1020	202			548218	4174850	
	2338-5-0034	Cañada de Velez		906	48	899	1994	548450	4175800	
	2238-8-0019	Los Puntales	Agricultura	1000		947	1989	541550	4169400	
	2238-8-0006	Venta del Cura	Agricultura	955	75	938	1988	540986	4171505	
	2238-8-0007	La Noria	Agricultura	950	61	940	1988	542013	4171723	
	2338-5-0020	Maciluca	Abastecimiento	950	150	880	1988	542899	4173114	
	2338-5-0018	El Tejali	Abastecimiento	1120		1081	1982 - 1985	546728	4170482	
	2338-5-0017	Sondeo El Tejali	Abastecimiento	1120	397	945	1995	546730	4170662	
	2239-4-0009	Pozo Abto. de El Margén	Abastecimiento	930	80	903	1988	539450	4166950	
	2239-4-0010	El Margen	Agricultura	920	71	901	1988	539200	4166200	
	2239-4-0014	Cuevas de Revilla	Agricultura	905	70	900	1988	539380	4165580	
	2239-4-0015	Cjo. El Toril	Agricultura	920	80	916	1988	539350	4165400	
	2239-4-0026	Los Burgos-1	Agricultura	880	60	876	1989	538450	4165850	
	2239-4-0027	Los Burgos-2	Agricultura	885	67			538500	4165450	
	2239-4-0031	Cuevas del Collado	Agricultura	850	80			537625	4166400	
	2239-4-0024	Prado Las Viñas	Agricultura	890	105	886	1989	537975	4168200	
	2239-4-0034	Los Canalizos	Agricultura	935	90	908	1989	539150	4161500	
	2239-8-0047	CB.1 (Rambla del Abad)	Investigación	931	84	904	1995 - 2017	540334	4158345	05.07.901
	2239-8-0048	CB.2 (Cúllar Baza)		897	82	894	1995 - 2017	538969	4158964	05.07.904
	2239-8-0014	El Cercado	Abastecimiento	900	150	889	1983	538692	4159746	
	2239-4-0040	CB.4 (Cúllar Baza) - Pozo del Esparto	Investigación	918	130	898	1995 - 2017	538440	4161237	05.07.902
	2339-1-0015	Las Vertientes - Venta Quemada	Investigación	1299	118	1238	2006 - 2017	549073	4165440	05.06.005
	2339-2-0009	Cjo. Las Zanacas	Agricultura	1310	60	1302	1984	553325	4163879	
	2339-2-0007	Suerte del Pajar	Abastecimiento	1180	111	1120	1984	553563	4162427	
	2339-2-0012	Las Vertientes	Abastecimiento	1152	80	1119	1988	553807	4161376	
	2339-1-0007	Venta Quemada	Abastecimiento	1080	150	1006	1983	547527	4160925	
	2339-1-0014	El Águila-1	Investigación	1075	182	1058	1994	547630	4161250	
	2339-1-0008	El Águila-2	Agricultura	1065	69	1040	1994	547300	4161250	

Hasta la década de 1960, la demanda hídrica en la región se cubría con el agua procedente de manantiales. El Proyecto Guadalquivir (FAO – IGME, 1975) supuso el inicio del aprovechamiento en agricultura y abastecimiento público de las aguas subterráneas mediante bombeo. La concentración de explotaciones en los Llanos de Orce, por razones de accesibilidad a la hora de emplazar los sondeos y por disponibilidad de tierras de cultivo, provocó descensos piezométricos localmente importantes, sobre todo en periodos secos (IGME, 2017).

En el acuífero Sierra de Orce, donde se producen las mayores explotaciones, caben destacar los sondeos de abastecimiento a Galera y Orce en la vertiente N, o las explotaciones por bombeo que se llevan a cabo en el extremo occidental de dicho relieve para abastecimiento urbano de la pedanía de El Margen (Cúllar). Venta Quemada, Pulpite y Las Vertientes, que obtienen el agua de sondeos perforados en los carbonatos del Complejo Maláguide.

En cambio, las necesidades hídricas del acuífero Sierra María-Maimón se han satisfecho históricamente, casi en su totalidad, con el agua descargada por manantiales, siendo los más importantes Los Molinos y Vélez-Blanco. Cabe destacar también el sondeo 2438-5-0004 en Vélez-Blanco que también se utiliza también para abastecimiento urbano.

La superficie de regadío en el ámbito de estudio ascendió a más de 2.500 ha en 2002, según datos de Junta de Andalucía-ITGE (2002), con un importante aumento de dicha superficie durante los años 2004-2007 en los alrededores de la pedanía Pozo de La Rueda (Sierra de Orce). Con respecto a la actividad industrial, la mayoría de las instalaciones existentes se abastecen de las redes municipales.

El volumen medio de bombeo recopilado a partir de la bibliografía se estima en 4,56 hm<sup>3</sup>/año, en su mayoría concentrados en el borde septentrional de la sierra de Orce (4,14 hm<sup>3</sup>/año), en la DHG. En el acuífero Sierra de María-Maimón, se estiman 0,42 hm<sup>3</sup>/año, coincidiendo con los datos aportados por la DHS.

Hasta finales de los años 80 de la pasada centuria se estimaba que el bombeo medio que se realizaba en esta MASCH no alcanzaba los 3 hm<sup>3</sup>/año, pero a partir del año 2000 se produjo un importante aumento de las explotaciones que parecen situar el aprovechamiento del acuífero por encima de los 5 hm<sup>3</sup>/año. No obstante, en la propuesta de revisión del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir se aporta en el Anejo 2 “Descripción General de la Demarcación”, Apéndice 4 “Balance de las MASb” una cifra de bombeo de 3,8 hm<sup>3</sup>/año.



## 4. CLIMATOLOGÍA

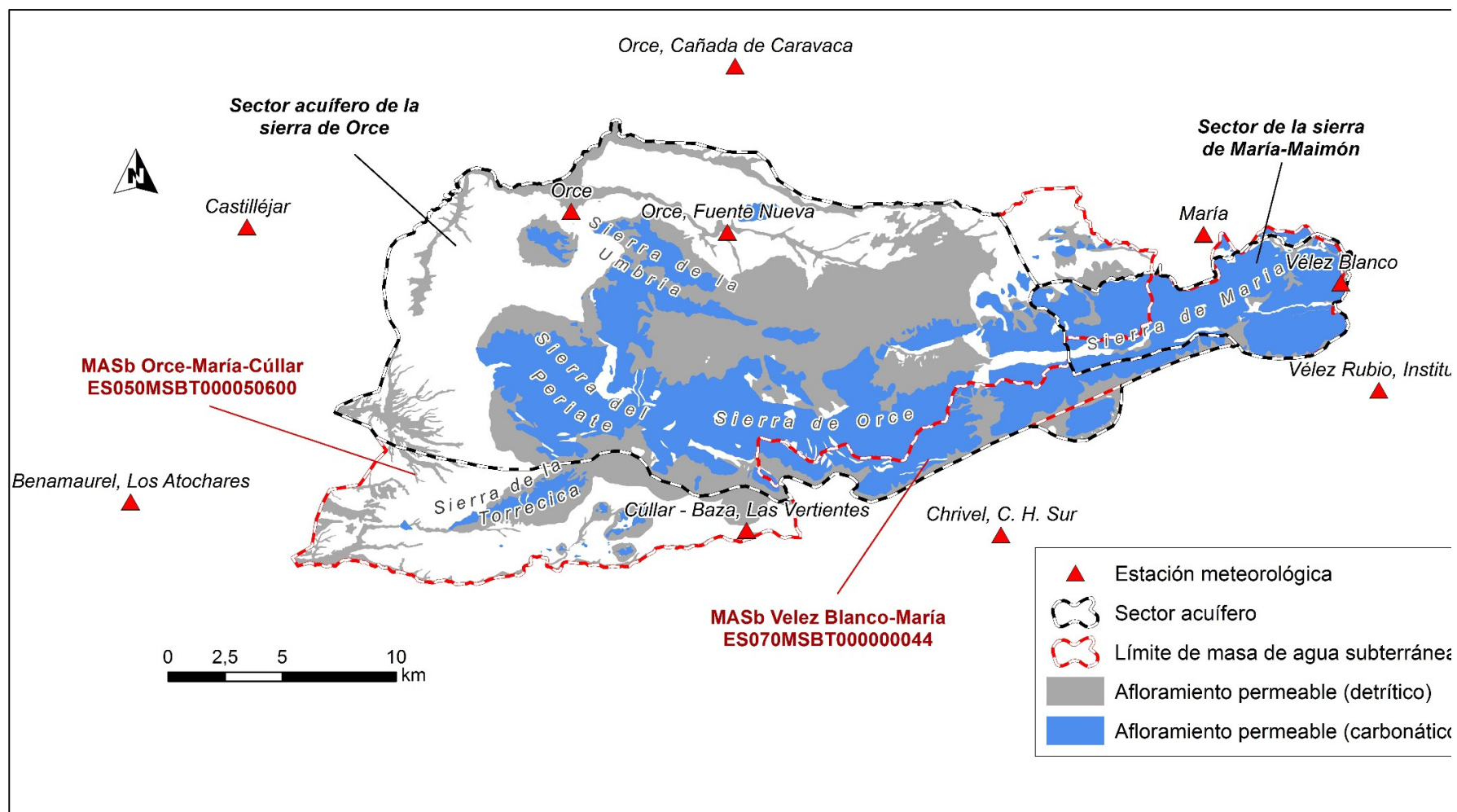
El contexto termopluviométrico de la MASCH Sierras de Orce y María está caracterizado por la influencia un clima de tipo Mediterráneo semiárido, con rasgos continentales y una pronunciada estacionalidad en las precipitaciones y en el régimen termométrico (Fernández-Chacón, 2009). La distribución de las precipitaciones está condicionada por la presencia de las elevaciones montañosas situadas al N y al O, las cuales actúan como barreras que bloquean el paso de los frentes húmedos procedentes del Océano Atlántico (Cruz-San Julián et al., 1992). La zona de estudio se encuentra ubicada a sotavento de dichos relieves, lo que origina un régimen pluviométrico modesto, dominado por las masas de aire de procedencia mediterránea, frecuentemente de carácter tormentoso. En las zonas elevadas, el régimen pluviométrico es más alto (con nevadas frecuentes durante el invierno) y las temperaturas considerablemente más bajas que en las zonas circundantes. Las precipitaciones se concentran durante los meses de otoño, invierno y primavera. Los veranos son cálidos y prácticamente sin precipitaciones.

### 4.1. Información meteorológica

El estudio climático para el cálculo de la recarga por la infiltración directa de la precipitación se ha realizado con los datos diarios del periodo comprendido entre octubre de 1974 y septiembre de 2014 (40 años hidrológicos). Con este fin, se han utilizado los datos de 10 estaciones representativas del área de estudio: 5 pluviométricas y 5 termopluviométricas que aparecen representadas en la figura 4.1, cuyas principales características están resumidas en la tabla 4.1. La totalidad de los datos proceden de la Agencia Estatal de Meteorología AEMET. Esta relación de estaciones se encuentra en las zonas perimetrales de la MASCH y cubre un rango de altitudes comprendido entre 689 (Benamaurel -Los Atochaes-) y 1.208 m s.n.m. (María).

**Tabla 4.1. Estaciones climáticas utilizadas con sus principales características (Datum ETRS89).**

Estación	Código	Coordenadas UTM		Altitud (m s.n.m.)	Parámetro de medida	E. termo. asignada	P. media (mm)	T. media (°C)
		X	Y					
Benamaurel, Los Atochaes	5076	526455	4162264	689	P	5047E	253	---
Cúllar - Baza, Las Vertientes	5077	553434	4161007	1122	P	5056I	256	---
Chrivel, C. H. Sur	7187A	564578	4160814	1052	P	7194	311	---
Vélez Rubio, Instituto	7189A	581136	4167150	824	P,T	---	281	18,7
Orce, Fuente Nueva	5056I	552599	4174074	952	P,T	---	275	13,1
María	7194	573453	4173983	1208	P,T	---	430	14,7
Vélez Blanco	7185	579473	4171850	1121	P	7189A	387	---
Castilléjar	5073	531557	4174302	769	P	5071E	264	---
Orce	5065	545754	4174985	929	P	5056I	335	---
Orce, Cañada de Caravaca	5064E	552935	4181346	1003	P	5056I	277	---
Huéscar, ICONA	5071E	539835	4183892	945	T	---	---	14,9
Baza, Cruz Roja	5047E	521720	4148880	817	T	---	---	14,7



**Figura 4.1. Esquema cartográfico la MASCH Sierras de Orce y María en el que se muestran las estaciones climáticas utilizadas para determinar la recargay los afloramientos de los distintos materiales permeables asociados a cada uno de los acuíferos identificados**

## 4.2. Análisis espacio-temporal

### Análisis temporal

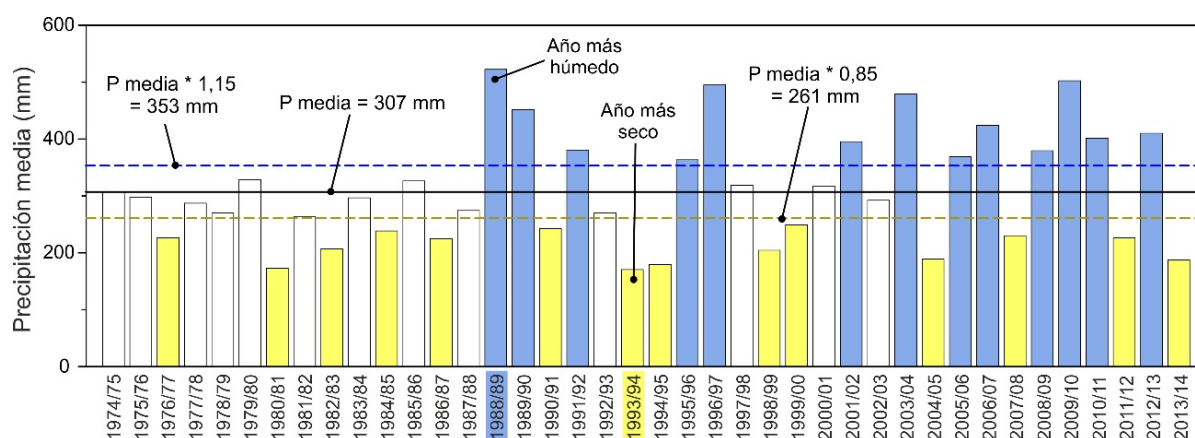
La precipitación global en la MASCH se ha calculado por la media aritmética de las diez estaciones pluviométricas obteniéndose el yetograma anual de valores representativos de la serie de la figura 4.2. La selección de las estaciones para el estudio termopluviométrico de la zona se ha realizado en función de la longitud temporal de las series de datos y del porcentaje de datos incompletos en el registro, para el periodo considerado (1974/75 – 2013/14). El primer paso ha consistido en identificar los vacíos de datos en el registro original y proceder al completado de series por correlación lineal, entre los pares de estaciones con el mayor coeficiente de correlación (R2). A las series pluviométricas se les ha realizado el análisis para identificar errores sistemáticos o puntuales, mediante el método de dobles masas los cuales han sido convenientemente corregidos.

**Tabla 4.2. Precipitación anual (mm) durante el periodo 1974/75 – 2013/14 en el ámbito de estudio y áreas próximas. Años tipo: azul (húmedo), amarillo (seco) y blanco (año de tipo medio)**

Año Hidrológico	Orce 5056	Orce (Cañada de Caravaca) 5064E	Benamaure I (Los Atochares) 5076	Cúllar Baza (Las Vertientes) 5077	Velez Blanco 7185	Chirivel 7187A	María 7194	Orce (Fuente Nueva) 5056I	Castillejar 5073	Velez Rubio (Instituto) 7189A	Media
1974/75	295	283	91	275	442	360	419	244	204	384	300
1975/76	244	172	100	320	535	373	458	149	189	430	297
1976/77	200	165	60	207	432	228	307	144	196	263	220
1977/78	311	342	75	235	335	321	328	294	241	268	275
1978/79	260	348	48	157	386	311	301	300	222	236	257
1979/80	333	331	112	261	448	333	571	286	221	381	328
1980/81	170	171	126	112	224	165	182	147	202	225	172
1981/82	345	402	90	198	298	194	252	339	217	263	260
1982/83	221	213	179	112	248	184	268	175	193	250	204
1983/84	388	341	340	169	327	240	290	295	234	264	289
1984/85	262	239	206	179	265	259	332	221	152	210	232
1985/86	371	268	270	227	400	312	505	254	263	296	316
1986/87	264	159	174	190	242	218	299	193	217	233	219
1987/88	322	228	208	167	280	295	327	296	263	322	271
1988/89	511	423	341	557	712	636	672	544	310	586	529
1989/90	392	350	349	394	503	504	762	391	294	556	449
1990/91	200	198	204	116	291	292	397	156	213	395	246
1991/92	503	417	328	300	433	267	541	321	347	349	381
1992/93	321	191	207	313	389	298	405	189	211	234	276
1993/94	252	129	168	230	178	144	182	137	169	101	169
1994/95	260	89	167	183	341	163	221	96	205	110	184
1995/96	499	292	460	404	290	410	374	274	374	223	360
1996/97	665	403	487	357	554	443	853	370	442	269	484
1997/98	360	293	307	285	351	297	411	319	328	235	318
1998/99	215	143	199	132	286	193	427	181	154	154	208
1999/00	259	235	240	192	270	242	401	253	209	194	249
2000/01	349	292	372	281	311	297	345	264	398	237	315
2001/02	400	388	256	283	583	415	760	288	258	331	396
2002/03	262	268	298	293	383	214	379	258	367	191	291
2003/04	472	481	376	310	655	477	863	439	414	378	487
2004/05	196	201	160	109	311	180	292	137	162	144	189
2005/06	463	399	300	296	373	344	563	313	342	274	367
2006/07	465	433	390	277	585	412	624	369	373	329	425
2007/08	270	171	183	189	330	257	368	191	150	206	231
2008/09	380	295	353	354	449	413	554	406	289	325	382
2009/10	553	359	521	533	566	610	508	467	425	480	502
2010/11	361	383	448	285	454	389	476	510	368	310	398
2011/12	206	141	197	187	402	195	391	194	163	156	223
2012/13	417	358	434	402	472	405	435	451	356	324	405
2013/14	199	111	290	173	164	176	169	153	236	140	181
Max.	665	481	521	557	712	636	863	544	442	586	529
Media	335	278	253	256	387	312	430	275	264	281	307
Min.	170	89	48	109	164	144	169	96	150	101	169
Med * 1,15	386	319	291	294	445	358	495	316	304	323	353
Med * 0,85	285	236	215	218	329	265	366	234	225	239	261
nº años húmedos	12	16	16	12	12	13	12	12	13	13	13
nº años medios	11	8	4	11	13	11	13	13	8	10	13
nº años secos	17	16	20	17	15	16	15	15	19	17	14

La información aportada por las 10 estaciones pluviométricas del entorno de la MASCH Sierras de Orce y María se ha utilizado para el cálculo de la precipitación media anual (aritmética), que ha

resultado ser de 307 mm durante el periodo 1974/75 – 2013/14. Este valor se ha tenido en cuenta para la caracterización de los años tipo (húmedos medios y secos) pero no para la evaluación de la recarga por los diferentes métodos aplicados.



**Figura 4.2. Distribución temporal de la precipitación media anual durante el periodo 1974/75 – 2013/14 en la MASCH Sierras de Orce y María. En azul, años de tipo húmedo, en blanco de tipo medio y en amarillo, años de tipo seco**

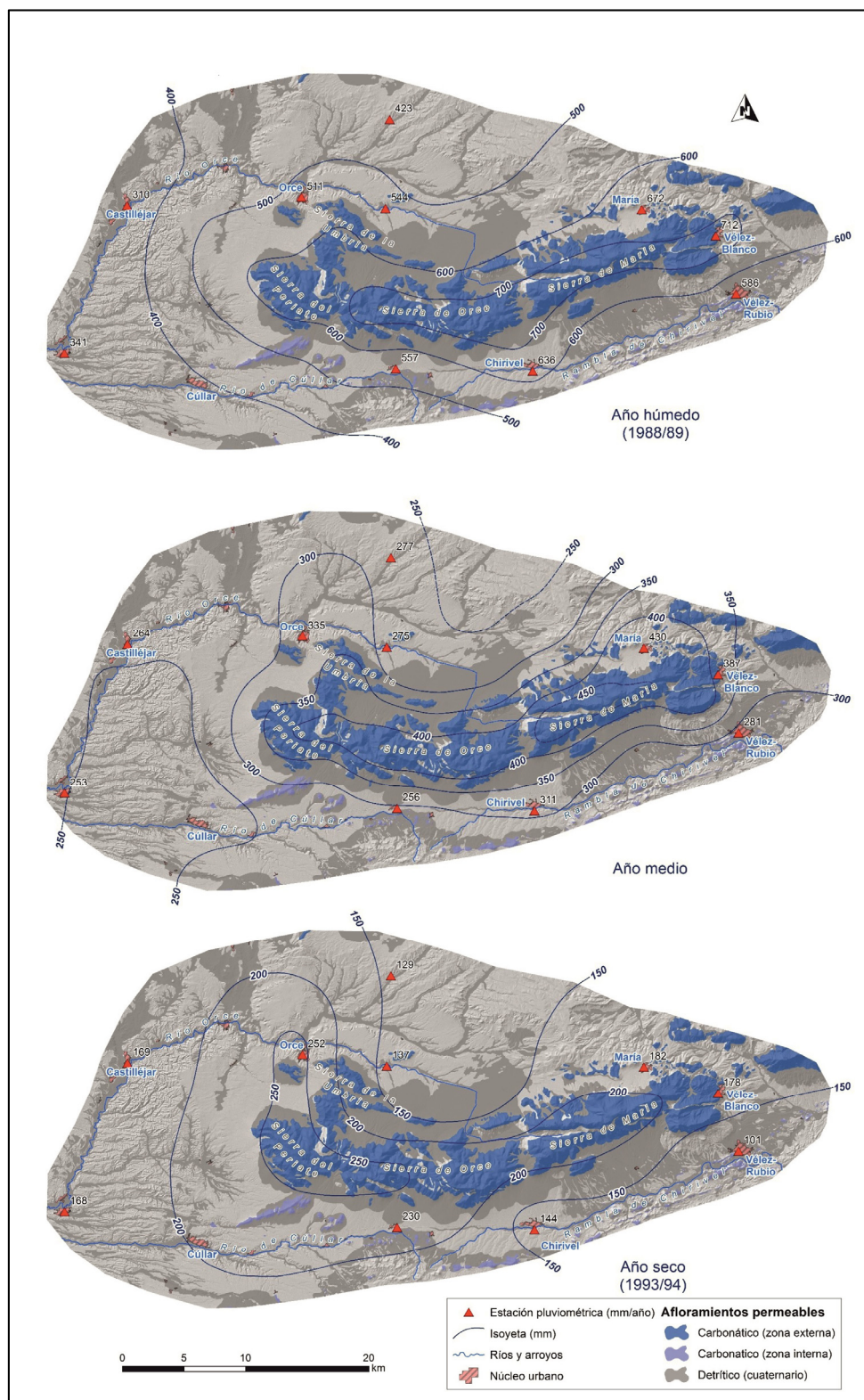
La identificación de los periodos húmedos, medios y secos se ha realizado mediante la definición de los años tipo, para lo que se han utilizado los umbrales del 15% (superior e inferior al valor medio) de la precipitación media anual (307 mm). Los años cuya precipitación es igual o superior al valor medio más un 15% (en este caso el umbral corresponde a 353 mm) se consideran húmedos, mientras que aquellos años cuya precipitación es igual o inferior al valor medio menos el 15% (261 mm) se consideran como secos. Los años con características medias son aquellos en los que la lluvia registrada está comprendida entre ambos umbrales (tabla 4.2 y figura 4.2). En el periodo 1974/75–2013/14 se han identificado 13 años de tipo húmedo, 14 de tipo seco y 13 de características medias. El año más húmedo del registro fue 1988/89 con una precipitación media de 529 mm, mientras que el más seco de la serie, con 169 mm de media, fue 1993/94.

### **Análisis espacial**

A partir de los datos de las estaciones seleccionadas, y de la tendencia regional, se han elaborado la distribución espacial de las precipitaciones con sendos mapas de isoyetas (figura 4.3) para el año medio del periodo (1974/75-2013/14), y para los de tipo húmedo (1988/89) y seco (1993/94). Las condiciones hidrometeorológicas medias se han representado a partir de los valores medios aritméticos de las distintas estaciones (tabla 4.1). El trazado de las isoyetas debe considerarse como aproximado, especialmente en las zonas más elevadas (áreas de recarga), donde no existen estaciones de control de la precipitación.

La precipitación media anual registrada sobre los afloramientos carbonáticos determinada mediante planimetría de isoyetas, es 398 mm. Este dato se considera más representativo (de cara a evaluar el volumen de agua implicado en los procesos de recarga) que el de la media aritmética porque tiene en cuenta la distribución espacial y altitudinal de las precipitaciones. No obstante, conviene tener presente que no se dispone de estaciones en las zonas elevadas y, por tanto, existe bastante incertidumbre sobre la precipitación que realmente se produce.





**Figura 4.2. Isoyetas de los años húmedo (1988/89), medio (1974/75) y seco (1993/94)**

## 5. RECARGA DE ACUÍFEROS

En el presente trabajo se aplican tres metodologías diferentes para el cálculo de la recarga: el método APLIS (IGME-GHUMA, 2003; Andreo et al., 2008; Marín, 2009), el código BALAN (Samper et al. 1992) y el software RENATA (DPA-IGME, 2012), ya que numerosos autores (Lerner et al., 1990; Custodio, 1998) recomiendan utilizar varios métodos de cálculo y contrastar sus resultados dado que cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes.

El método APLIS, utilizado para acuíferos carbonáticos, se basa en la estimación de la tasa de infiltración de las precipitaciones medias anuales en función de las características intrínsecas del acuífero. El resto de métodos, utilizan como base el balance de agua en el suelo, el cual calcula la recarga de los acuíferos por la infiltración del agua de lluvia que cae sobre los afloramientos permeables, una vez descontada la fracción de agua sometida a evapotranspiración, retención por el suelo y escorrentía superficial fundamentalmente. Por ello, para realizar una correcta evaluación de recursos hídricos, es necesario cuantificar el volumen de cada uno de estos términos y restarlos de la cantidad total de precipitación, con el fin de obtener la cantidad de recurso que se incorpora al flujo subterráneo. Por un lado, el código BALAN calcula la recarga a partir de balances de agua en el suelo edáfico, en la zona no saturada y en el acuífero utilizando un entorno interactivo de entrada de datos y postproceso de resultados. Por otro lado, el software RENATA es una herramienta matemática desarrollada específicamente para estimar la recarga natural a los acuíferos de forma distribuida en el espacio y en el tiempo. Es una herramienta de modelización matemática desarrollada específicamente para la estimación de la recarga natural de acuíferos a partir del balance de agua del suelo utilizando las series diarias de precipitación y temperatura (periodo 1974/75-2013/2014, 40 años) distribuidos por polígonos de Thiessen. Dado que el paquete de cálculo cuenta con un modelo de flujo en diferencias finitas, integrado en el mismo, se pueden caracterizar, entre otros parámetros, la dirección y sentido del flujo subterráneo, por lo que resulta una herramienta útil para la identificación y delimitación de divisorias hidrogeológicas, que es uno de los objetivos del presente trabajo.

Como se ha expuesto en apartados precedentes, la MASCH Sierras de Orce y María se constituye fundamentalmente por varios tipos de afloramientos permeables que pueden simplificarse en materiales carbonáticos (calizas y dolomías pertenecientes al Dominio Subbético Interno y, en menor medida, al Complejo Maláguide) y afloramientos de rocas detríticas (formaciones sedimentarias pliocuaternarias). Sin embargo, en este trabajo tan solo se considerarán relevantes los afloramientos carbonatados por considerarse prácticamente despreciable en los detríticos.

### 5.1. Estimación de la recarga mediante el método APLIS

El método APLIS (IGME-GHUMA, 2003; Andreo et al., 2008; Marín, 2009) relaciona la recarga y la precipitación a partir de la parametrización de cinco variables intrínsecas del terreno: altitud, pendiente, litología, estructuras de absorción preferencial y tipo de suelo. Tratados mediante su procesamiento geoespacial y el álgebra de mapas con herramientas SIG, se obtiene la distribución espacial de la tasa recarga expresada en porcentaje de la precipitación.

Su aplicación requiere de un sistema de puntuaciones de 1 (mínima influencia en la recarga) a 10 (máxima influencia) para las variables implicadas. Los valores obedecen a criterios meramente empíricos y se tabulan en la tabla 5.1.

**Tabla 5.1. Método APLIS. Parámetros y valores tabulados.**

Parámetro	Altitud (m)	Valor
	≤ 300	1

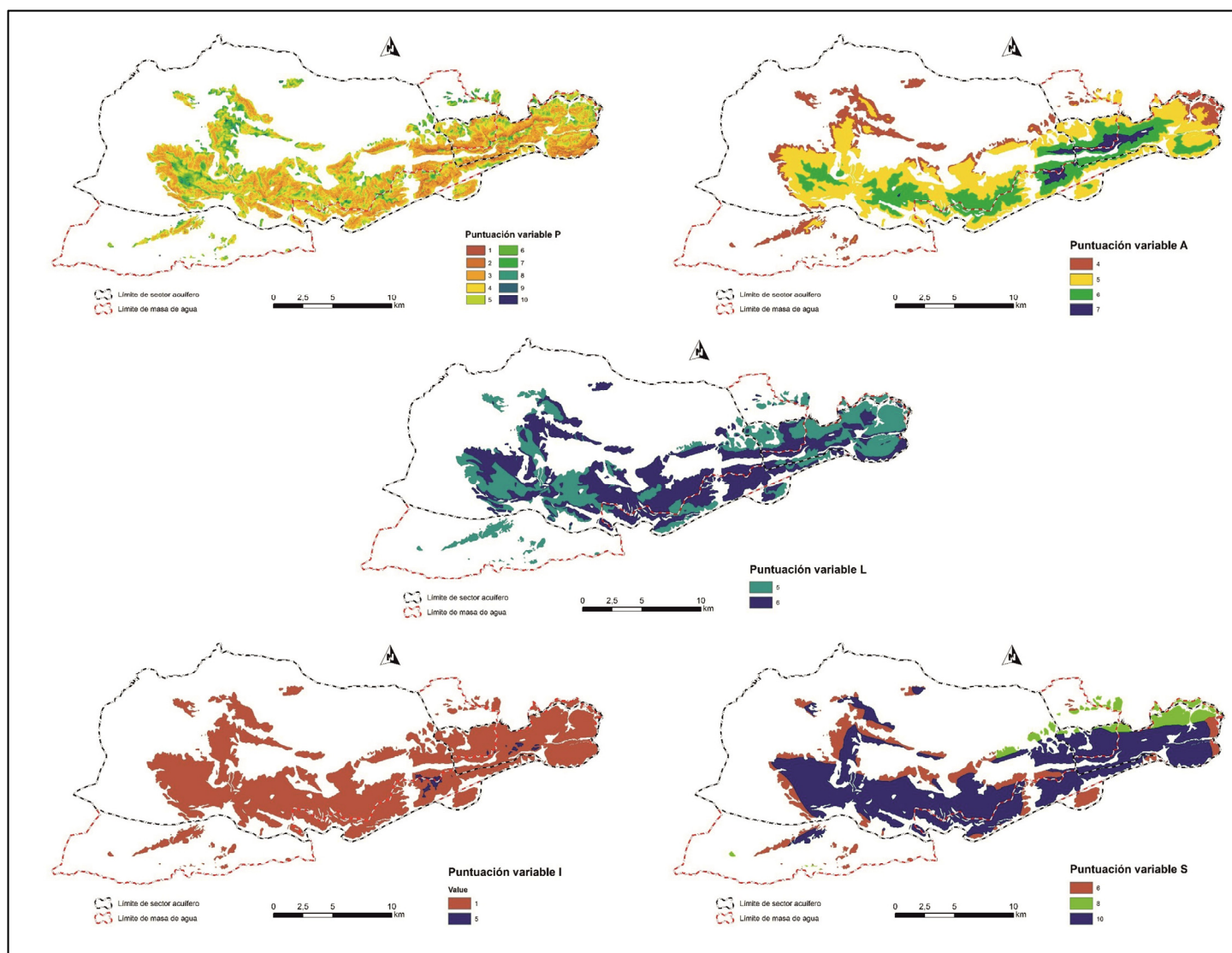
<b>A</b> (Altitud)	(300-600)	2
	(600-900)	3
	(900-1200)	4
	(1200-1500)	5
	(1500-1800)	6
	(1800-2100)	7
	(2100-2400)	8
	(2400-2700)	9
	≥2700	10
<b>Parámetro Pendiente (%) Valor</b>		
<b>P</b> (Pendiente)	≤ 3	10
	(3-5)	9
	(5-10)	8
	(10-15)	7
	(15-20)	6
	(20-30)	5
	(30-45)	4
	(45-65)	3
	(65-100)	2
	> 100	1
<b>Parámetro Litología Valor</b>		
<b>L</b> (Litología)	Calizas y dolomías karstificadas	10, 9
	Calizas y dolomías fracturadas algo karstificadas	8, 7
	Calizas y dolomías fisuradas	6, 5
	Arenas y gravas, coluviones	4
	Brechas y conglomerados	3
	Rocas plutónicas y metamórficas	2
	Esquistos pizarras, limos, arcillas	1
<b>Parámetro Infiltración-absorción preferencial Valor</b>		
<b>I</b> (Infiltración)	Abundantes formas de infiltración preferencial	10
	Escasas formas de infiltración preferencial	1
<b>Parámetro Suelo Valor</b>		
<b>S</b> (Suelo)	Leptosoles	10
	Arenosoles álbicos y Xerosoles cálcicos	9
	Regosoles calcáreos y Fluvisoles	8
	Regosoles eútricos, dístricos y Solonchaks	7
	Cambisoles cálcicos	6
	Cambisoles eútricos	5
	Histosoles eútricos, Luvisoles órticos y cálcicos	4
	Luvisoles crómicos	3
	Planosoles	2
	Vertisoles crómicos	1

La superposición de las capas de cada variable permite obtener la distribución espacial de la tasa de recarga, así como su valor medio para el conjunto del acuífero. La expresión matemática aplicada a las capas de cada variable para obtener el porcentaje de la precipitación infiltrada es la siguiente:

$$R = [(A + P + 3 L + 2 I + S) / 0.9] \cdot F_h$$

donde:

R = tasa de recarga, A = parámetro altitud, P = parámetro pendiente, L = parámetro litología, I = parámetro infiltración, S = parámetro suelo y  $F_h$  = factor de corrección

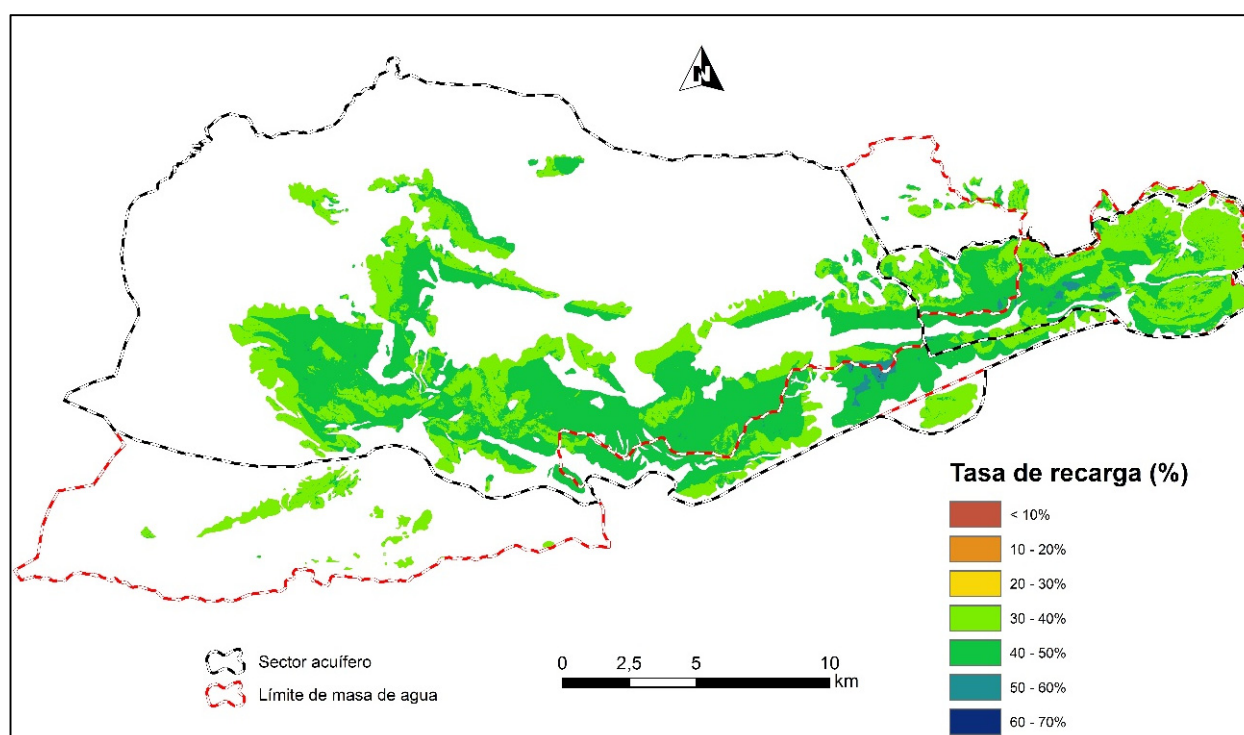


**Figura 5.1. Determinación geoespacial de los parámetros Altitud (A), Pendiente (P), Litología (L), Infiltración preferencial (I) y Suelo (S)**



Puesto que este método sólo es aplicable en acuíferos carbonáticos, para la estimación de la recarga mediante el método APLIS se ha tenido en cuenta la superficie ocupada por afloramientos de rocas carbonáticas (calizas y dolomías) localizadas dentro de los límites MASCH y de los dos acuíferos diferenciados en el entorno de las sierras de Orce y María. De este modo, se corrige la sobreestimación de la recarga sobre materiales tradicionalmente considerados como poco o nada permeables. En la figura 5.1 se recoge la distribución espacial de cada una de las variables que tiene en cuenta el método.

Tras aplicar el álgebra de mapas con las puntuaciones de cada parámetro, se ha obtenido la distribución espacial de la tasa de recarga en la MASCH Sierras de Orce y María referida al porcentaje de la precipitación caída sobre ella (figura 5.2). El método APLIS permite agrupar la tasa media de recarga anual en cinco intervalos regulares en función del porcentaje de la precipitación media, a cada uno de los cuales se le asigna una categoría, tal y como se recoge en la tabla 5.2.

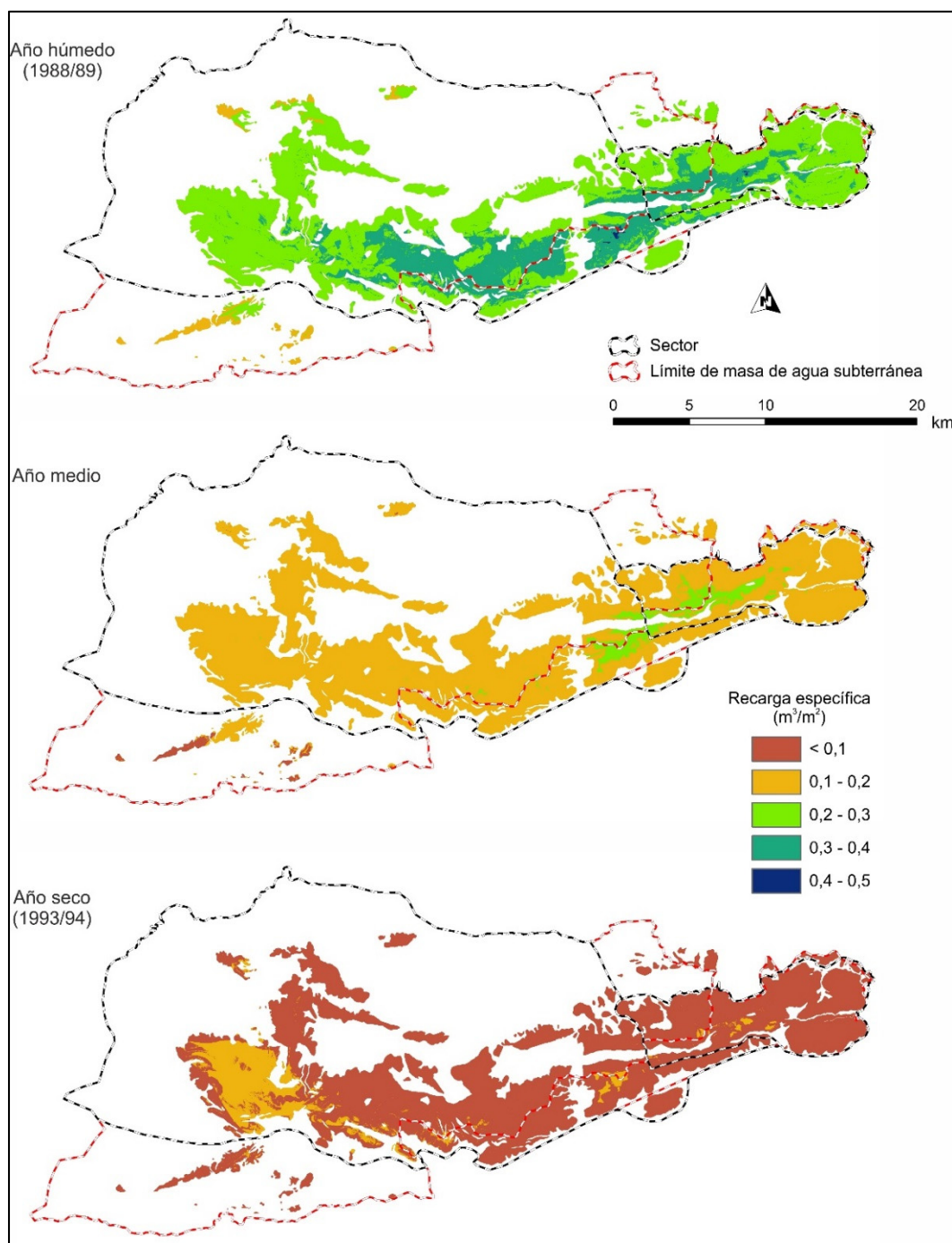


**Figura 5.2. Mapa de la estimación de la tasa de recarga (método APLIS)**

**Tabla 5.2. Clases de recarga y porcentajes de infiltración. Método APLIS.**

Clase de recarga	Muy baja	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
Intervalos de recarga (%precipitación)	≤ 20	(20-40)	(40-60)	(60-80)	>80

Los valores de tasa de recarga que se han calculado sobre los afloramientos carbonáticos son bastante homogéneos, con la mayoría de ellos comprendidos entre el 30 y el 50 %. El valor medio obtenido ha sido del 41,4 % (tabla 5.3). Las tasas de recarga obtenidas para los afloramientos carbonáticos de la MASCH ascienden al 41,2% en la DHG y 41,5 % en la DHS, siendo las más elevadas en las zonas altas de las sierras de María y Maimón. Estos porcentajes de recarga son invariables para las diferentes condiciones hidroclimáticas.



**Figura 5.3. Mapas de recarga específica en la MASCH Sierras de Orce y María, obtenidos mediante el método APLIS para los años hidrológicos 1988/89 (más húmedo), 1993/94 (más seco) y el periodo medio 1974/75–2013/14**

A partir de los resultados anteriores se ha calculado el volumen medio anual infiltrado por unidad de superficie, que se denomina recarga específica (expresada en  $\text{m}^3/\text{m}^2$ ), mediante la multiplicación de las tasas de recarga obtenidas con el método APLIS por los valores de precipitación determinados a partir de la planimetría de isoyetas en condiciones húmedas, medias y secas (epígrafe 4). Esta operación se realiza mediante el uso de sistemas de información geográfica (GIS) y permite realizar una distribución espacial de la tasa de recarga y, por tanto, del volumen de recursos para las distintas superficies. En la figura 5.3 se representa la distribución espacial de los valores de recarga específica en los afloramientos carbonáticos de la MASCH Sierras de Orce y

María, para los años hidrológicos 1988/89 (el más húmedo del periodo de estudio), 1993/94 (el más seco) y para el año medio correspondiente al periodo 1947/75 – 2013/14.

Aplicada la precipitación media por la distribución de isoyetas a la tasa de distribución calculada por APLIS a las superficies permeables carbonatada, la recarga media anual del acuífero debida a la infiltración de la lluvia es de 27,46 hm<sup>3</sup>/a de la MASCH, de los que 17,63 y 9,83 hm<sup>3</sup>/año corresponderían a la DHG y DHS respectivamente (tabla 5.3).

**Tabla 5.3. Recarga estimada por demarcaciones hidrográficas (1974/75-2013/14) en la MASCH Sierras de Orce y María mediante el método APLIS**

Demarcación hidrográfica	Afloramientos permeables (km <sup>2</sup> )	Precipitación (l/m <sup>2</sup> /a)	Tasa recarga	Infiltración (hm <sup>3</sup> /a)
<b>Guadalquivir</b>	111,4	384	41,2%	17,63
<b>Segura</b>	55,8	425	41,5%	9,83
<b>Total MASCH</b>	<b>167,2</b>	<b>397<sup>(1)</sup></b>	<b>41,4%<sup>(1)</sup></b>	<b>27,46</b>

(1) Valor ponderado a toda la MASCH en función de su superficie determinado por GIS

## 5.2. Estimación de la recarga mediante BALAN

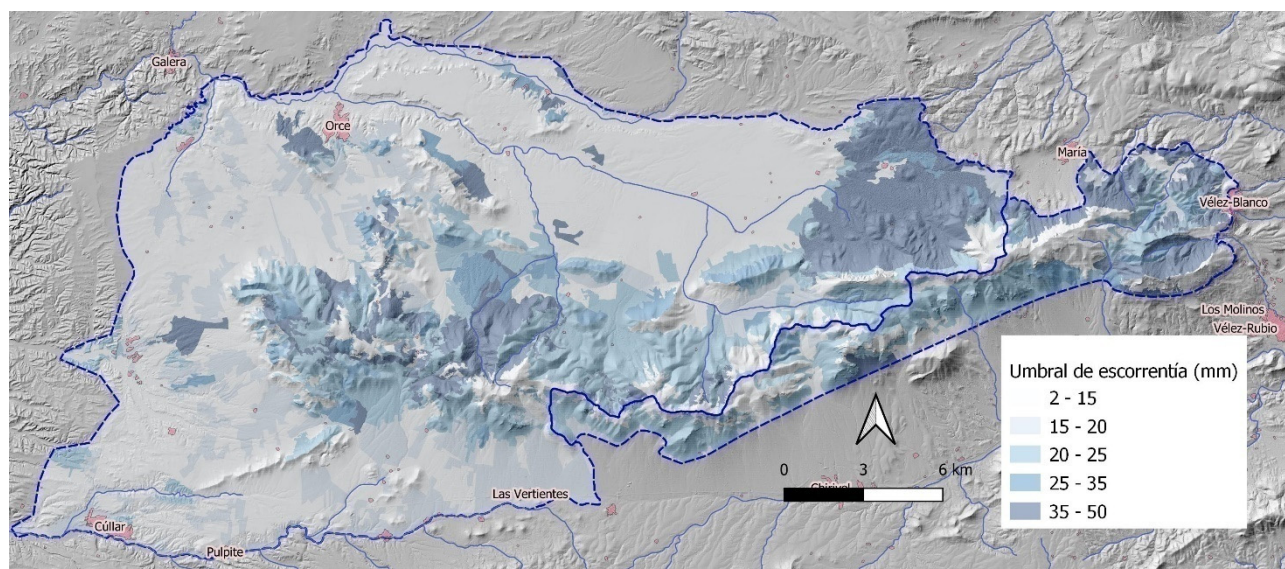
Se ha aplicado el código numérico BALAN con el objeto de disponer de una evaluación de la recarga en la MASCH Sierras de Orce y María. Se trata de un modelo agregado de base física que realiza un balance diario de agua en el suelo, la zona no saturada y el acuífero. La única entrada de agua considerada en el balance es la precipitación (no hay entradas por retornos de riego significativas en este ámbito). Las salidas incluyen escorrentía superficial, evapotranspiración y flujo subterráneo (no se considera la presencia de flujos hipodérmicos relevantes en este sistema). El método de cálculo consiste en evaluar secuencialmente cada uno de estos términos: empieza por la precipitación, continúa con la escorrentía superficial, la evapotranspiración y termina con la recarga por infiltración. La simulación abarca el periodo 1974/75 – 2013/14.

Se identifican dos áreas en los que se obtiene la estimación de la recarga autóctona coincidentes con las demarcaciones hidrográficas del Guadalquivir (Orce-María-Cúllar) y del Segura (Vélez-Blanco-María) cuyas superficies son 447,2 y 72,4 Km<sup>2</sup> respectivamente. No se tienen en cuenta posibles transferencias subterráneas laterales.

Los parámetros de BALAN que intervienen en la evaluación de la infiltración son la escorrentía superficial y la reserva útil del suelo, que a su vez dependen fundamentalmente del contenido de humedad edáfica en condiciones de punto de Marchitez (PM) y Capacidad de campo (CC). La escorrentía superficial se evalúa a partir del método del Número de Curva (NC) aplicando la serie diaria de precipitación, que a su vez determina los coeficientes de capacidad de infiltración cuando la humedad del suelo está en el punto de marchitez (CIM<sub>0</sub>) y capacidad de campo (CIM<sub>1</sub>) a partir de un análisis de sensibilidad. Con ello se puede acotar un intervalo plausible para la reserva útil y los parámetros hidrodinámicos para la ZNS y el acuífero (coeficiente de almacenamiento), lo cual permite simular la recarga en tránsito mediante la simulación y calibración del balance. Estos últimos determinan al retraso entre recarga y descarga, y permiten simular la estacionalidad en el nivel piezométrico. Para la calibración se ha empleado los registros piezométricos de las redes de control oficial, algunos de los cuales disponen de periodos de observación muy significativos (48 años en el piezómetro de Orce IX).

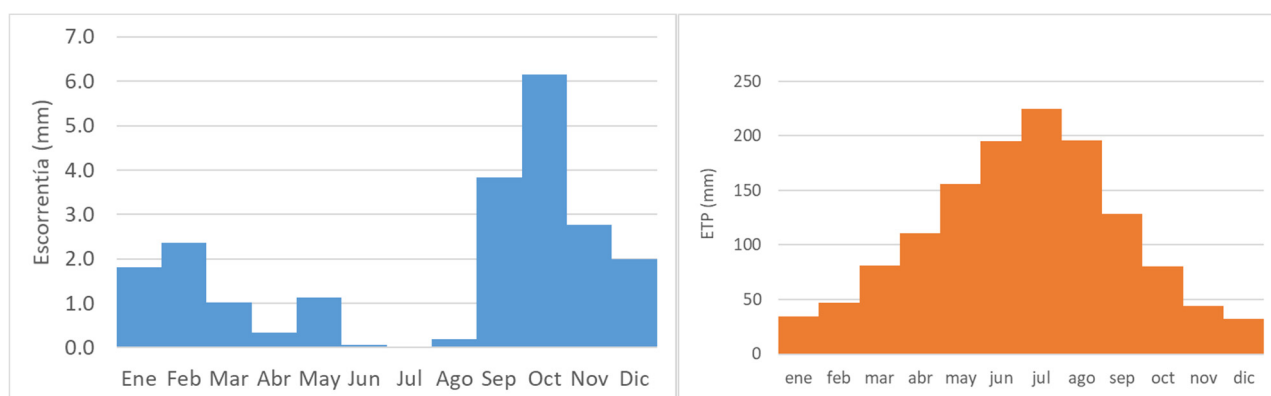
### 5.2.1.- Evaluación de la escorrentía superficial y ETP

Cada sistema suelo-vegetación tiene una respuesta frente a la infiltración que se identifica por el Número de Curva (NC), directamente relacionado por el umbral de escorrentía (P0). Según la Norma 5.2-IC (Ministerio de Fomento, 2016), se puede relacionar el tipo y uso del suelo según la codificación Corine Land Cover 2000 con los valores de umbral de P0 como se recoge en la figura 5.4.



**Figura 5.4. Estimación del Umbral de escorrentía (P0) a partir del Corine Land Cover 2000**

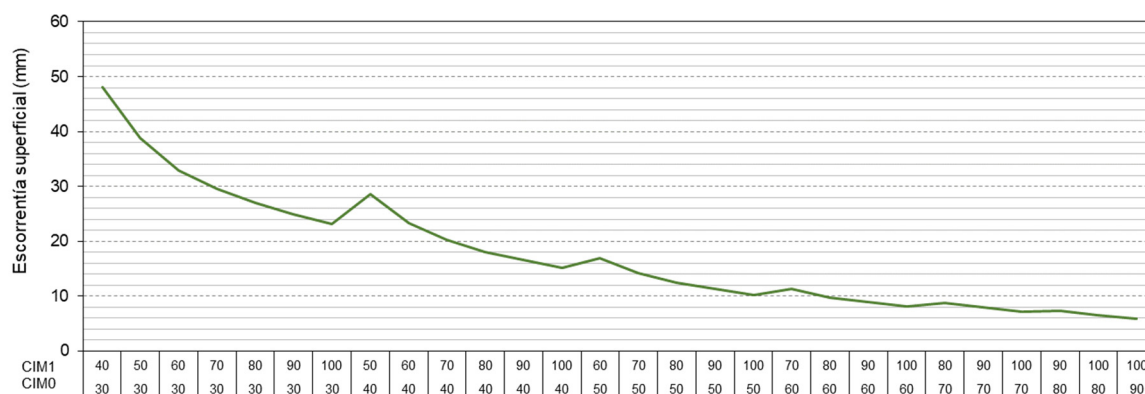
La escorrentía media anual obtenida e para la serie Oct/1974-Sep/2014 es de 22 mm, lo que supone un 7% de la precipitación media anual para este periodo (307 mm), variable entre el 0 y el 14% de la precipitación media del año. Es destacable la gran irregularidad con que se producen los eventos de escorrentía superficial a nivel diario. El 90 % de los días de simulación el suelo está en la condición I (seco). El 5% de los días el suelo está en la condición III (húmedo). Sólo el 1% de los días se produce escorrentía superficial. La evapotranspiración se ha obtenido por el método de Hargreaves con un valor medio es de 1.330 mm/a. Los valores medios mensuales obtenidos para la estimación de escorrentía superficial se ilustran en la figura 5.5 mediante la serie diaria de precipitación de la estación meteorológica Orce (5065) ajustada a la precipitación media de la zona de recarga evaluada en el epígrafe 4, junto con la ETP obtenida. En el anexo I se recogen los datos mensuales obtenidos para cada año.



**Figura 5.5.- Escorrentía superficial y ETP (Hargreaves) medias mensuales consideradas**



Los coeficientes de infiltración del suelo CIM<sub>0</sub> y CIM<sub>1</sub> se han determinado considerando una reserva útil preliminar de 40 mm de forma general y realizando un análisis de sensibilidad con valores entre 10 y 100 mm. El resultado del análisis de sensibilidad se muestra en la figura 5.6. Para una escorrentía superficial de 22 mm, los coeficientes de infiltración de BALAN CIM<sub>0</sub> y CIM<sub>1</sub> son de 60 y 60 mm respectivamente.



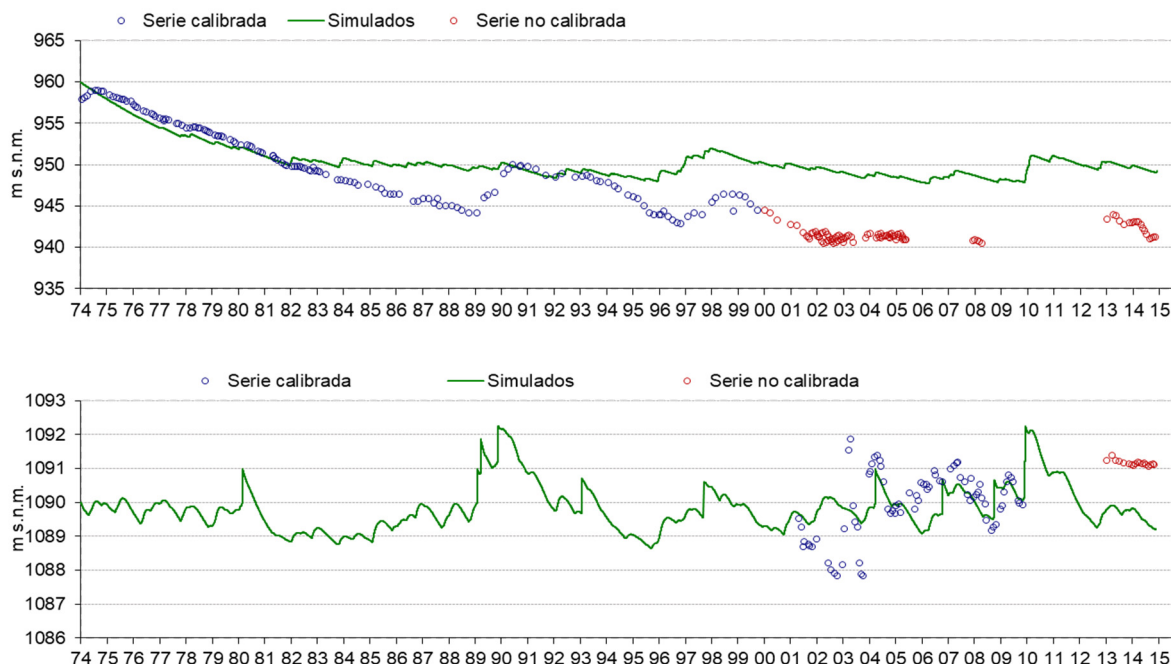
**Figura 5.6.- Sensibilidad de la escorrentía a los coeficientes de infiltración**

### 5.2.2.- Resultados del Balance

El código BALAN calcula valores diarios del nivel de agua en un piezómetro representativo y caudal de descarga en el punto de salida. Se han considerado dos áreas de suelo atendiendo su posición hidrográfica y comportamiento hidrogeológico bien diferenciado en el epígrafe 3.5, teniendo en cuenta como materiales permeables la superficie total de carbonatos permeables.

Para la calibración balance, se utilizan los piezómetros 05.06.002 / 05.06.102 (Orce IX, DHG) y 05.06.901 (Puerto de Chirivel, DHS) de la red oficial de piezometría (figura 3.4). La calibración se ha realizado mediante el código PEST (Doherty, 2015), lo que permite dotar de una base estadística exhaustiva para el análisis de la incertidumbre basada en la matriz de covarianza de los parámetros objeto de calibración. Los parámetros para la calibración han incluido la reserva útil del suelo, el coeficiente de agotamiento de la zona no saturada, la porosidad del acuífero y el coeficiente de agotamiento del acuífero (coeficiente de almacenamiento).

En el entorno de los Llanos de Orce en la DHG (piezómetro Orce IX), el inicio del registro piezométrico comienza con una evolución escasamente afectadas por los bombeos en el acuífero, aunque los descensos continuos indican que existe una afección importante en las décadas posteriores. Por ello la calibración se ha realizado en el periodo 1974-1999, donde además se observan dos picos máximos de nivel en 1990 y 1999. En la figura 5.7 (arriba), se recoge la simulación vs datos de observación, pudiéndose constatar un buen ajuste en el periodo inicial procedente de un periodo de importante recarga, pero se va alejando a partir de 1984 por la influencia de los bombeos. El ajuste entre valores medidos y simulados consigue un valor medio ajustado y sin sesgo apreciable (PIBAS= 0.00). El valor de eficiencia de Nash–Sutcliffe (NSE) es satisfactorio (0,58), así como el valor para R<sup>2</sup> (0,75). El valor más probable obtenido para el coeficiente de agotamiento (coeficiente de almacenamiento) es de 3,03 E-4 días-1 y de 30 mm para la reserva útil.



**Figura 5.7.-Calibración de piezómetros en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (arriba) y Segura (abajo)**

En el caso del entorno del piezómetro 05.06.901 (Puerto de Chirivel) en la vertiente SE de Sierra María, en la DHS (figura 5.7, abajo), la serie de calibración se acota entre 2001 y 2010, ya que a partir de 2013 se considera un comportamiento anómalo. El ajuste entre los valores observados y los simulados es irregular, mejorando notablemente para el periodo 2004 a 2009. Los indicadores de la bondad de ajuste a los datos diarios marcan un ajuste pobre: el NSE es de 0,06 y R2 de 0,074. No obstante, el modelo simula adecuadamente la amplitud estacional, reproduce los picos de recarga y se ajusta bien a los agotamientos registrados. A tal efecto, se puede considerar que, a escala interanual, la calibración es aceptable. El valor más probable para reserva útil del suelo es de 10 mm, con valores probables entre 3 y 38 mm y el de coeficiente de almacenamiento es de  $2,7E-03$  días<sup>-1</sup>.

Los parámetros finalmente utilizados se recogen en la tabla 5.4. Como estaciones meteorológicas se han utilizado las mencionadas en el epígrafe de climatología. En el anexo I se recogen los resultados detallados de la calibración para cada uno de los piezómetros y el balance medio mensual obtenido para periodo 1974/75 – 2014/15 en sendos sectores hidrográficos de la MASCH Sierra de Orce y María.

**Tabla 5.4.- Parámetros aplicados para evaluar la recarga mediante el método BALAN**

CONCEPTOS	Valores considerados	
	Carbonatos Jurásico Subbético (DHG)	Carbonatos Jurásicos Subbético (DHS)
<b>EL SUELO EDÁFICO</b>		
Porosidad total (tanto por uno)	0,1	0,1
Humedad inicial (mm)	40 mm	
Reserva útil resultante (mm)	30	10
<b>DATOS GEOGRÁFICOS</b>		

Latitud	37° 40' 17"	
Área (km <sup>2</sup> )	112,09	55,88
<b>INTERCEPCIÓN</b>	Sin intercepción	
<b>Coeficiente de agotamiento ZNS (días<sup>-1</sup>)</b>	1,0E-1	2,09E-2
<b>Coeficiente de agotamiento del acuífero (días<sup>-1</sup>)</b>	3,035E-4	2,73E-3
<b>RECARGA EN TRÁNSITO (O LLUVIA EFICAZ) DIFERIDA</b>	Método convencional	
<b>FLUJO PREFERENTE</b>	Sin flujo preferente	
<b>Evaporación potencial (ETP)</b>	Método Hargreaves	
<b>Evaporación real (ETR)</b>	Método Penman-Grindley	
CRPG (mm).	0	
CEPG (adimensional).	1	
<b>ESCORRENTÍA SUPERFICIAL</b>	Método de Horton	
CIM <sub>0</sub> (mm/día)	60	
CIM <sub>1</sub> (mm/día)	60	

Los resultados con los valores medios obtenidos con VISUAL BALAN se muestran en la tabla 5.5 se resumen los resultados de mayor interés para los objetivos de este trabajo. La infiltración finalmente obtenida mediante este método en el ámbito territorial de la DHG es de 9,64 hm<sup>3</sup>/a (21,5%) y de 9,78 hm<sup>3</sup>/a (41,1%) en el de la DHS, lo que supone que la recarga para toda la MASCH es de 19,32 hm<sup>3</sup>/a (28,21%).

**Tabla 5.5. Recarga estimada por cuencas hidrográficas (1974/75–2014/15) en la MASCH Sierras de Orce y María mediante BALAN**

Cuenca hidrográfica	Afloramientos permeables (km <sup>2</sup> )	Precipitación (l/m <sup>2</sup> /a)	Infiltración lluvia (l/m <sup>2</sup> /a)	Tasa recarga	Infiltración (hm <sup>3</sup> /a)
<b>Guadalquivir<sup>(1)</sup></b>	112,09	399	86	21,5%	9,64
<b>Segura<sup>(1)</sup></b>	55,88	425	175	41,1%	9,78
<b>Total MASCH</b>	<b>167,9</b>	<b>407,8<sup>(2)</sup></b>	<b>115,06<sup>(2)</sup></b>	<b>28,21%<sup>(2)</sup></b>	<b>19,32</b>

(1) Valores en función de la superficie permeable aflorante en cada demarcación

(2) Valor ponderado a toda la MASCH en función de su superficie permeable

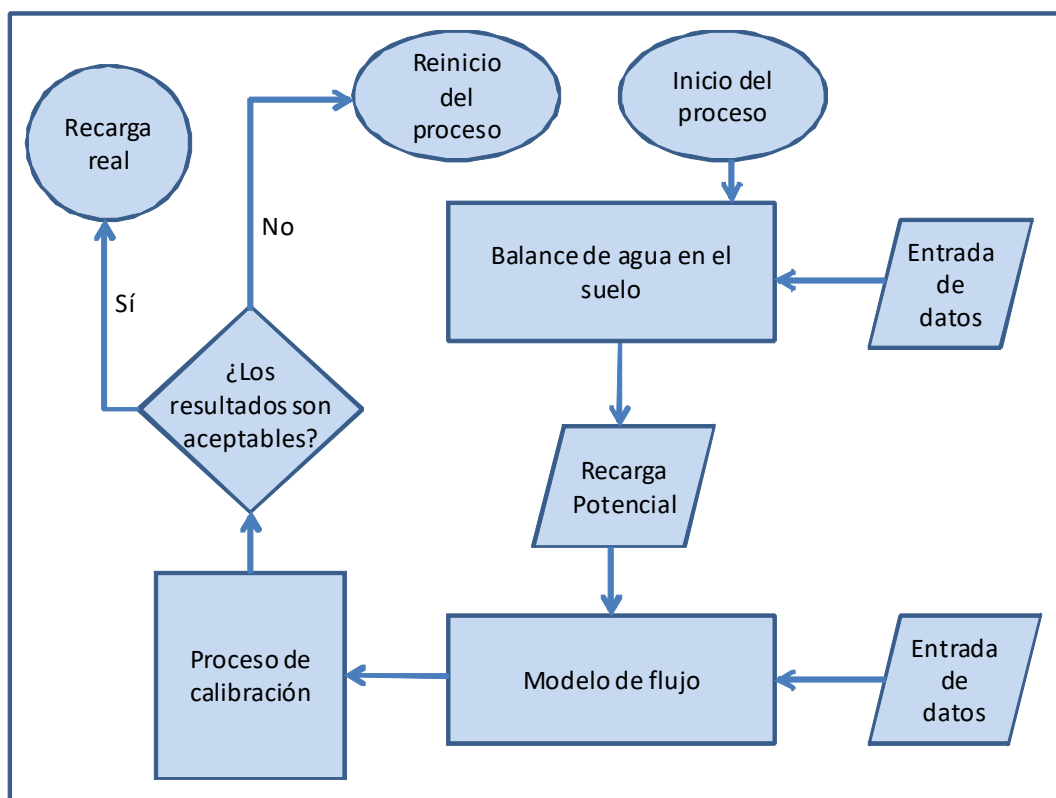
### 5.3. Estimación de la recarga mediante el código RENATA

RENATA (REcarga NATural a los ACuíferos) es un código de evaluación de la recarga a los acuíferos que combina dos metodologías tradicionales de estimación de este parámetro a través de un único proceso de cálculo iterativo (Figura 5.8). Dichos métodos son: el balance de agua en el suelo y la estimación de la recarga a los acuíferos mediante un modelo numérico de flujo en diferencias finitas. El enfoque conjunto y coordinado del empleo de ambas metodologías al unísono pretende garantizar una mejor coherencia entre los resultados que ofrece el balance de agua en el suelo -que proporciona la magnitud de la recarga potencial- y las fluctuaciones del nivel freático -que refleja los efectos de la recarga real- en el acuífero.

Los resultados que proporciona un balance de humedad en el suelo se vienen utilizando, desde hace algún tiempo, como datos de entrada a un modelo numérico de flujo, para que este valide la bondad de la estimación realizada, pero sin que ambos procesos de cálculo se interrelacionen

automáticamente entre sí mediante una única sistemática de procesamiento de datos. Esta era la forma en que operaba la primera versión de RENATA (DPA-IGME, 2012).

La nueva versión de RENATA, que es la que se emplea en el presente documento, se caracteriza por presentar un procedimiento de cálculo y calibración continuo que lo hacen novedoso, versátil y sencillo de manejar, aunque su utilización exige disponer de un modelo conceptual del acuífero robusto y plausible.



**Figura 5.8. Diagrama de flujo del código RENATA**

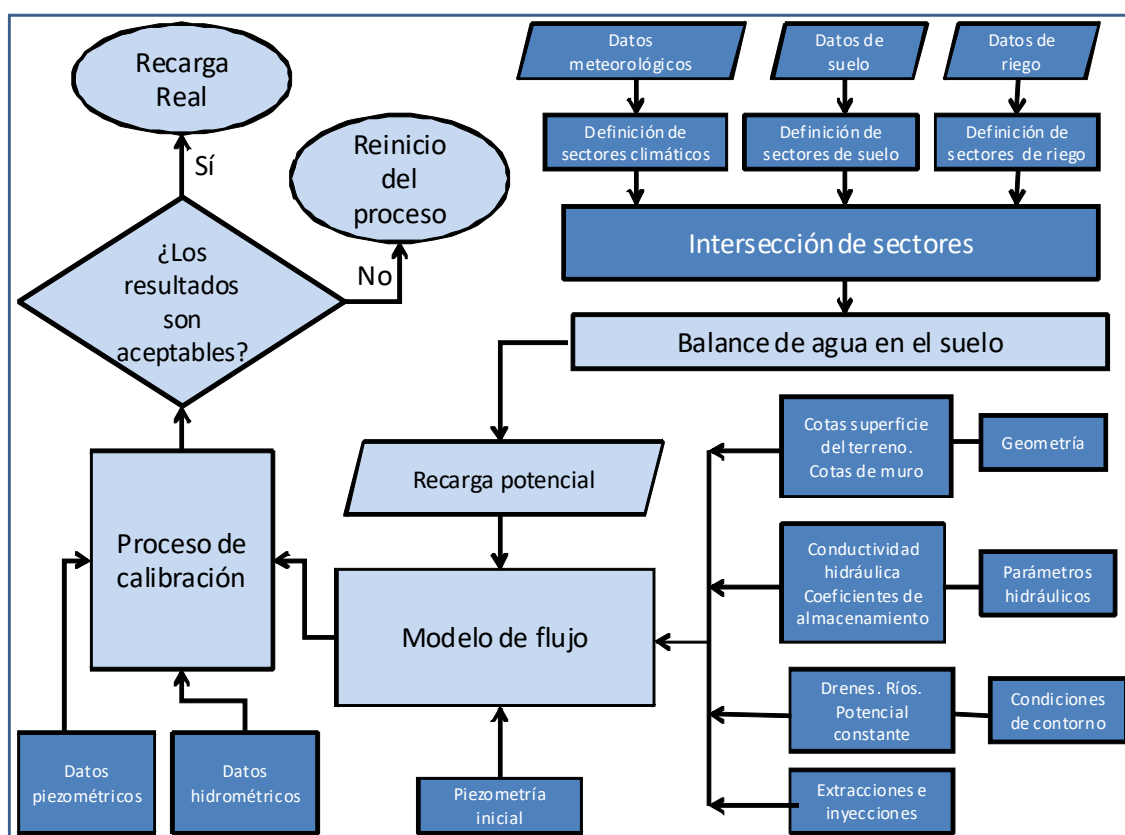
El código opera el balance de agua en el suelo de manera distribuida a partir de dividir la superficie permeable del terreno sobre la que se puede infiltrar agua en tres tipos de sectores: climáticos, suelo y riego. El proceso de cálculo permite definir y calibrar de forma distribuida un parámetro tan incierto y difícil de determinar como la reserva de agua en el suelo. RENATA, una vez calibrado, también se puede utilizar como una herramienta complementaria de apoyo a la predicción y a la simulación de hipótesis de gestión, siempre que no sea recomendable o preciso realizar una modelación de flujo más específico o de mayor detalle.

La aplicación de este código ofrece una serie de ventajas frente a otras metodologías de estimación de la recarga a los acuíferos como son:

- Utiliza parámetros distribuidos y tiene en cuenta el valor de la precipitación y de la temperatura en el tiempo y en el espacio.
- Calcula la recarga a nivel diario y proporciona series temporales de la misma en toda la superficie del acuífero para cada una de las celdas de la malla en las que se subdivide su superficie.
- Permite la simulación del flujo subterráneo, por lo que los valores de recarga son ajustados y calibrados con series de niveles piezométricos e hidrogramas de las descargas.
- En el ajuste y calibración también se pueden incluir las series de extracciones históricas.



La estimación de la recarga mediante la aplicación del código RENATA contempla los pasos que se sintetizan en la figura 5.9.



**Figura 5.9. Diagrama de flujo del código RENATA detallando los datos que se tienen que aportar al programa**

En el documento elaborado por DPA-IGME (2012) titulado “RENATA (Recarga Natural de Acuíferos). Manual del Usuario” se detallan con precisión todos los métodos de los que dispone el programa para calcular la evapotranspiración potencial, evapotranspiración real, lluvia útil, infiltración y escorrentía superficial.

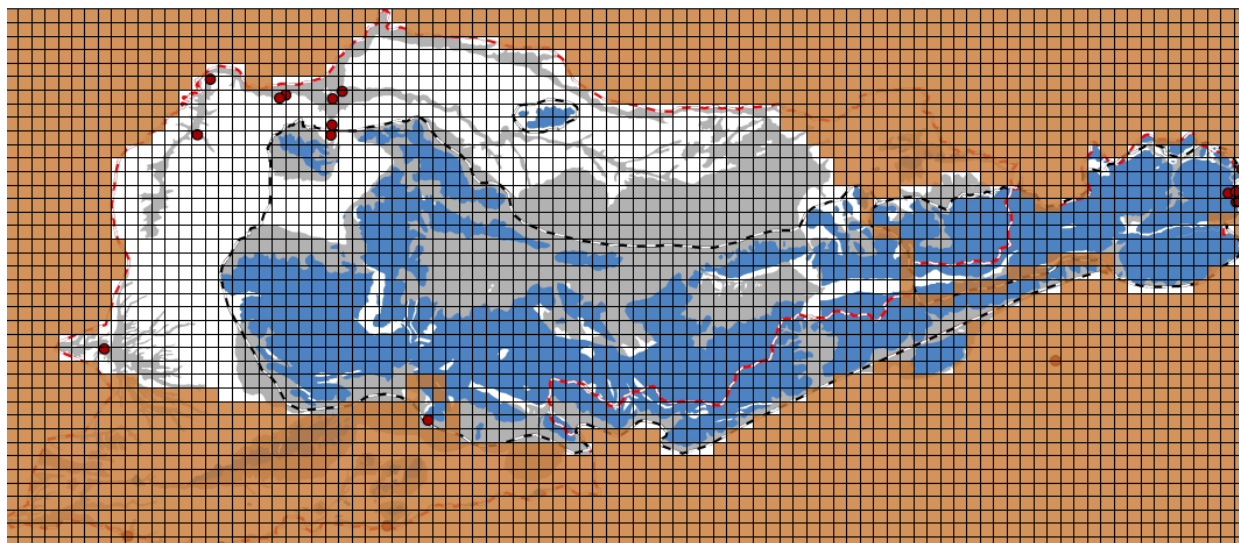
El balance de agua en el suelo se ha obtenido aplicando la siguiente metodología:

- Cálculo de la Evapotranspiración potencial (ETP) mediante el método de Hargreaves.
- Determinación de la lluvia útil ( $LL_U$ ) mediante el método del balance de agua en el suelo de Thornthwaite modificado por G. Girard (1981)
- Descomposición de la lluvia útil ( $LL_U$ ) en escorrentía (ESC) e infiltración (INF) mediante el método del Soil Conservation Service de los EEUU del número de curva.

### 5.3.1. Generación de la malla y establecimiento del periodo de cálculo

Partiendo de la cartografía realizada en la figura 3.4, la MASCH está constituida por materiales permeables carbonatados que afloran en buena parte de su extensión. Para la aplicación del código RENATA se ha definido un mallado rectangular de coordenadas UTM X: 533518-580106 e Y: 4158664-4178993 en la que queda enmarcada la superficie sujeta al proceso de cálculo y estimación de la recarga (Figura 5.10). La malla definida consta de 40 filas y 93 columnas con celdas de tamaño aproximado 0,25x0,25 Km. Las de tipo activo (ámbito espacial del acuífero) ocupan una extensión de 416 km<sup>2</sup>.

El cálculo de la recarga se ha realizado a nivel diario en cada una de las celdas activas del mallado para el periodo de 40 años hidrológicos comprendidos entre 1974/75 y 2013/14.



**Figura 5.10. Mallado y límites del modelo para la determinación de la recarga y del funcionamiento hidráulico mediante RENATA en la MASCH Sierras de Orce y María**

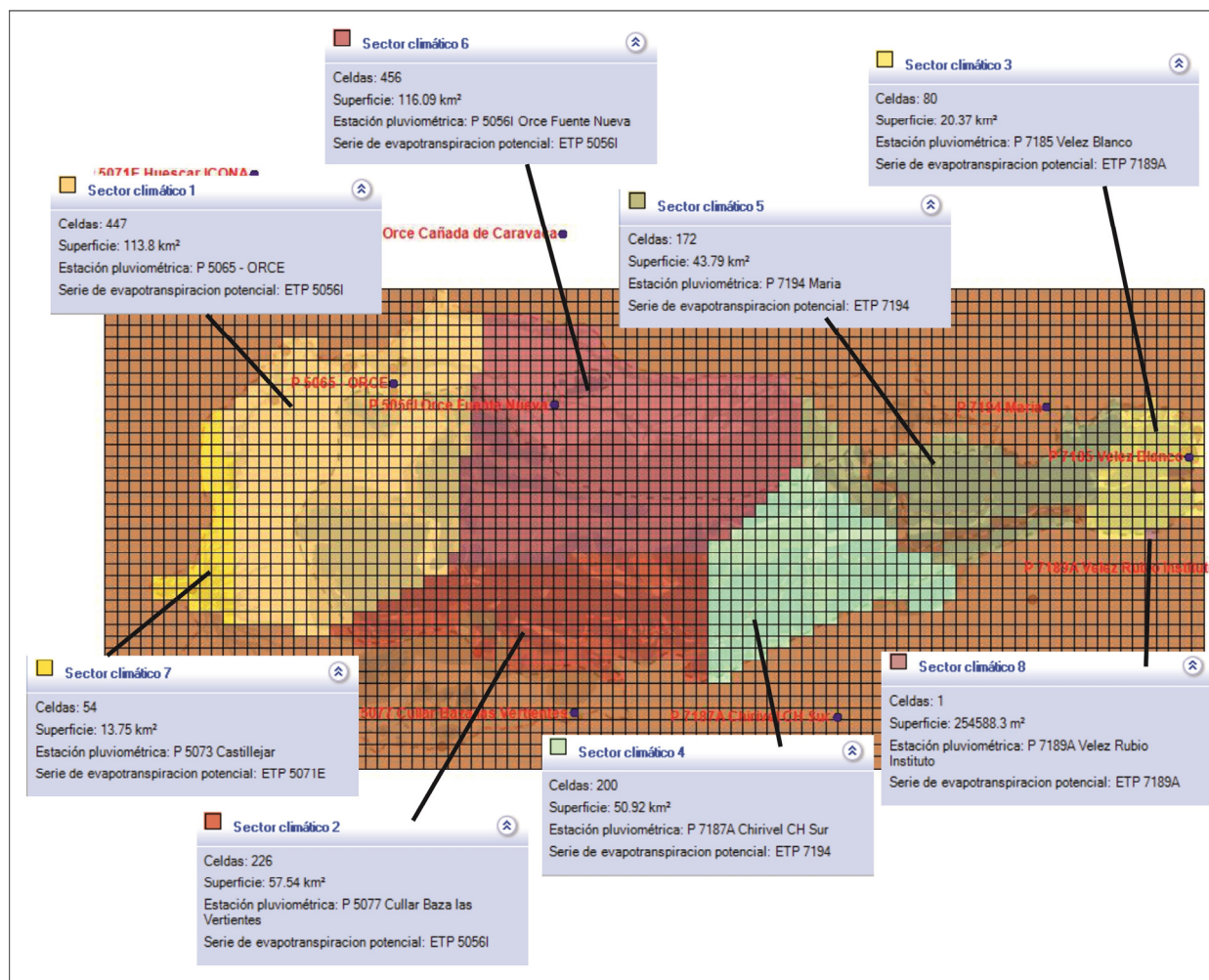
### 5.3.2. Módulo de Balance hídrico

#### Sectores climáticos

Los sectores climáticos (Tabla 5.6), que se han determinado por el método de los *polígonos de Thiessen*, se han caracterizado a partir de ocho estaciones pluviométricas y por la serie de ETP procedente de la estación termométrica más cercana. Los cálculos de la ETP se han realizado mediante de la ecuación de Hargreaves y Samani (1985). Los sectores climáticos resultantes se han adaptado al mallado definido para poder aplicar el código RENATA (Figura 5.11).

**Tabla 5.6. Características de los sectores climáticos (1974/75-2013/14).**

Sector climático	Estación pluviométrica	Estación termométrica	Superficie (km <sup>2</sup> )	Precipitación media (l/m <sup>2</sup> /a)	ETP media (l/m <sup>2</sup> /a)
1	5065	5056I	113,8	335,9	2176
2	5077	5056I	57,5	256	2176
3	7185	7189A	20,37	387	1411
4	7187A	7194	50,92	311	1188
5	7194	7194	43,79	430	1188
6	5056I	5056I	116,09	275	2176
7	5073	5071E	13,75	264	1712
8	7189A	7189A	0,25	281	1411



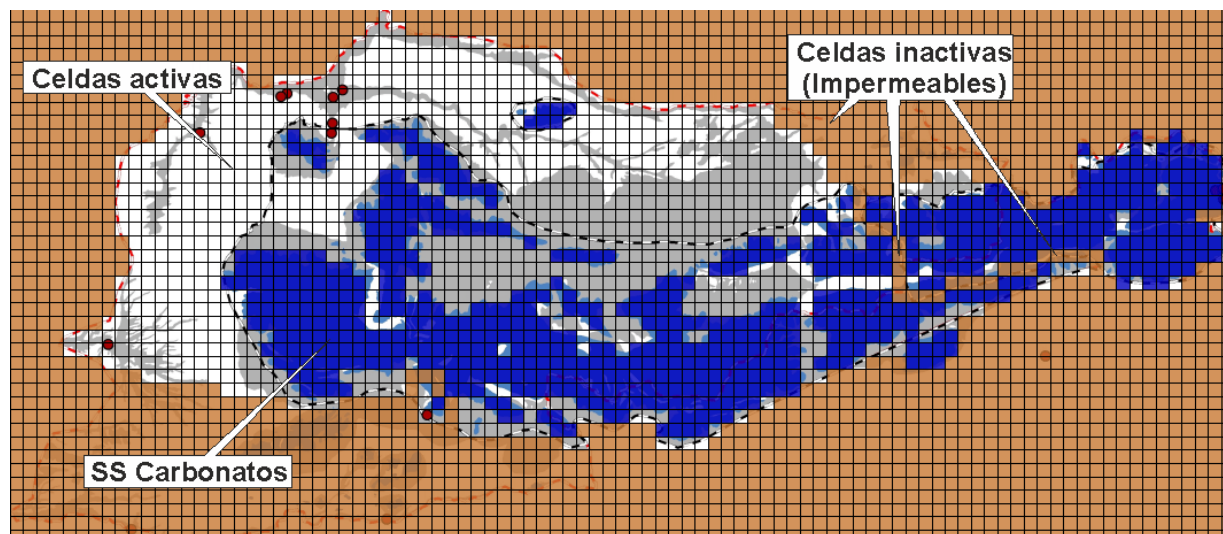
**Figura 5.11. Sectores climáticos por polígonos de Thiessen ajustados al mallado aplicado en el código RENATA**

## Sectores suelo

Los sectores suelo se han definido a partir de la cartografía hidrogeológica simplificada de la figura 3.4, donde tan solo se han tenido en cuenta como materiales permeables los carbonatos jurásicos. (Figura 5.12). Para asignar un valor inicial a los parámetros del suelo, además de criterios hidrogeológicos y de conocimiento experto de la zona, se han utilizado como valores de partida los aplicados en anteriores estimaciones de la recarga a los acuíferos que integran la actual MASCH. No obstante, dichos parámetros han sido recalibrado mediante el contraste entre la piezometría observada y las explotaciones estimadas. Los valores de reserva útil ( $R_u$ ) y el umbral de escorrentía ( $P_0$ ) resultantes se corresponden bien con materiales carbonatados poco karstificados y se encuentran en consonancias con los utilizados en el epígrafe 5.2. En la tabla 5.7 se muestra el valor de los parámetros resultantes tras el proceso de calibración.

**Tabla 5.7. Sectores de suelo: parámetros utilizados**

Sector de suelo	Superficie (km²)	Parámetros Calibrados
Carbonatos	164,7	$R_{u_{min}}=22$ mm; $R_{u_{max}}=22$ mm $P_0=24$ mm; NC=68



**Figura 5.12.- Sectores de suelo aplicados en el código RENATA**

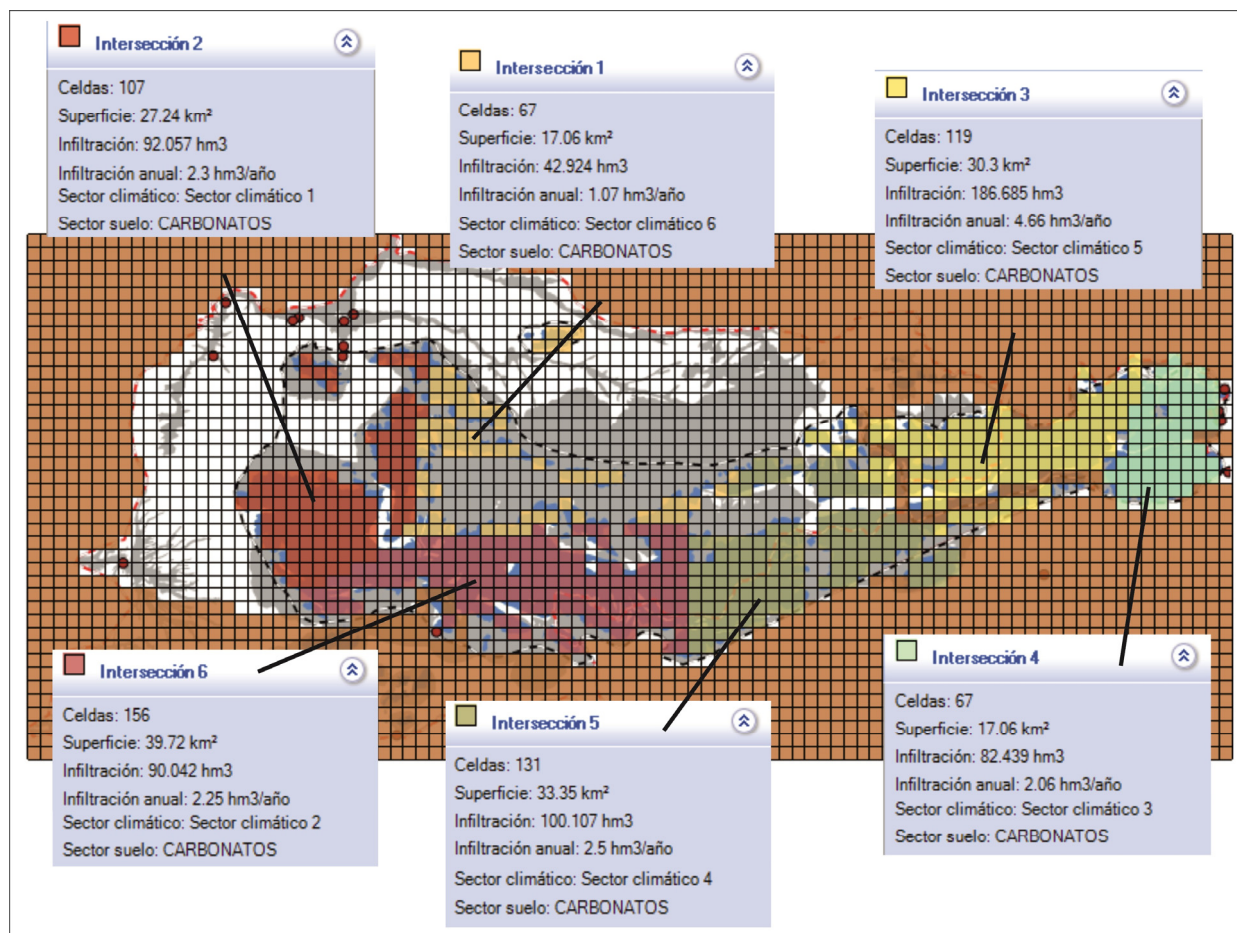
### **Sectores de riego**

A partir de las superficies agrícolas del mapa de usos del suelo del Corine Land Cover, las cuales se ubican siempre fuera de las superficies consideradas como permeables en el código RENATA, y de acuerdo a las directrices establecidas en estudios previos, se considera que en este acuífero no existe recarga por retorno de riegos, por lo que no se han establecido sectores de riego.

### **Intersección de sectores y establecimiento de áreas de recarga**

Como resultado de la intersección de los sectores identificados para clima y suelo, se han establecido 6 áreas con distinta tasa de recarga, cuya distribución espacial se muestra en la figura 5.13, donde se recoge su superficie y número de celdas, así como el tipo de sector climático y de suelo que las han originado.





**Figura 5.13. Distribución de la recarga tras la etapa de calibración**

### 5.3.3. Módulo de calibración. Modelo de Flujo.

#### Condiciones de contorno

Todas las celdas exteriores al ámbito de las formaciones permeables de la MASCH se han definido como de flujo nulo (celdas inactivas). La desconexión entre el acuífero de la Sierra de Orce y el de Sierra María-Maimón también se ha simulado mediante celdas inactivas (figura 5.12) debido a la presencia de una barrera física natural según se desprende del modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico descrito en el epígrafe 3.5. Los sectores de Cúllar y María no han sido tenidos en cuenta en la estimación de la recarga por tener un funcionamiento vinculado a los materiales detríticos.

Los puntos de agua por donde tienen lugar las salidas naturales del flujo subterráneo (manantiales y ríos) se han simulado con la condición de contorno tipo dren para los manantiales ubicados fundamentalmente en la zona NO y E de la MASCH. Para caracterizar este tipo de celdas se precisan conocer la cota de surgencia y el parámetro denominado conductancia. Los 19 manantiales que se han identificado en esta MASCH se han simulado mediante 12 celdas de esta tipología (figura 5.14) El río Orce se ha simulado mediante celdas tipo río. En la tabla 5.8 se muestran las cotas entre las oscila el lecho del río y las conductancias impuestas para cada una de las celdas de esta tipología. Tanto las conductancias de las celdas tipo dren como río se han estimado por calibración. Las salidas por transferencias subterráneas hacia los materiales detríticos que circundan los materiales carbonáticos de la sierra de Orce no han sido tenidas en cuenta, al igual que las salidas hacia el río Cúllar, por tener una menor y en algunos casos nula vinculación con los acuíferos carbonatados.

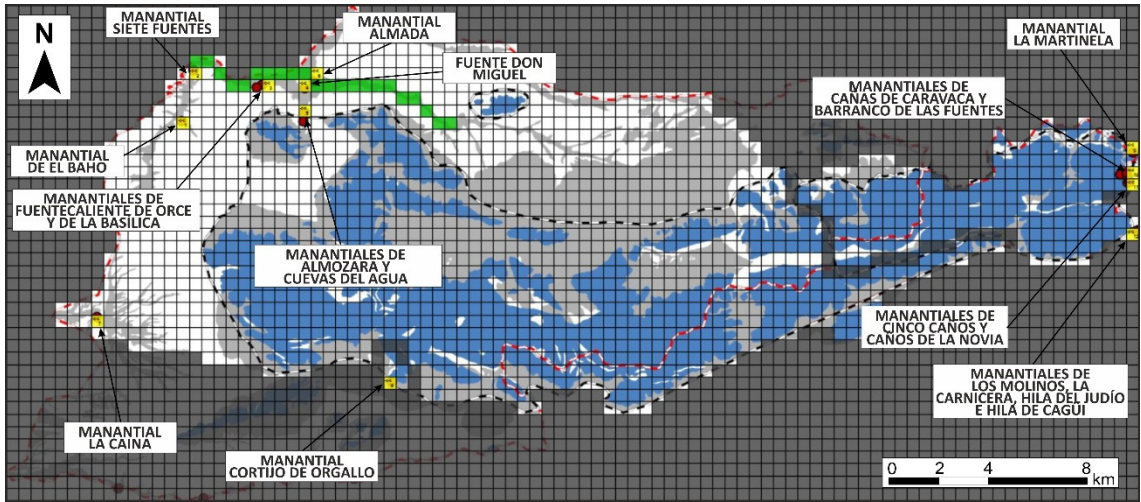


Figura 5.14. Condiciones en los límites del modelo de flujo. Manantiales utilizados (amarillo) y celdas que simulan el río Orce (verde)

Tabla 5.8. Celdas tipo Dren (A) y río (B) tenidas en cuenta en la modelización de la recarga en la MASCH Sierras de Orce y María

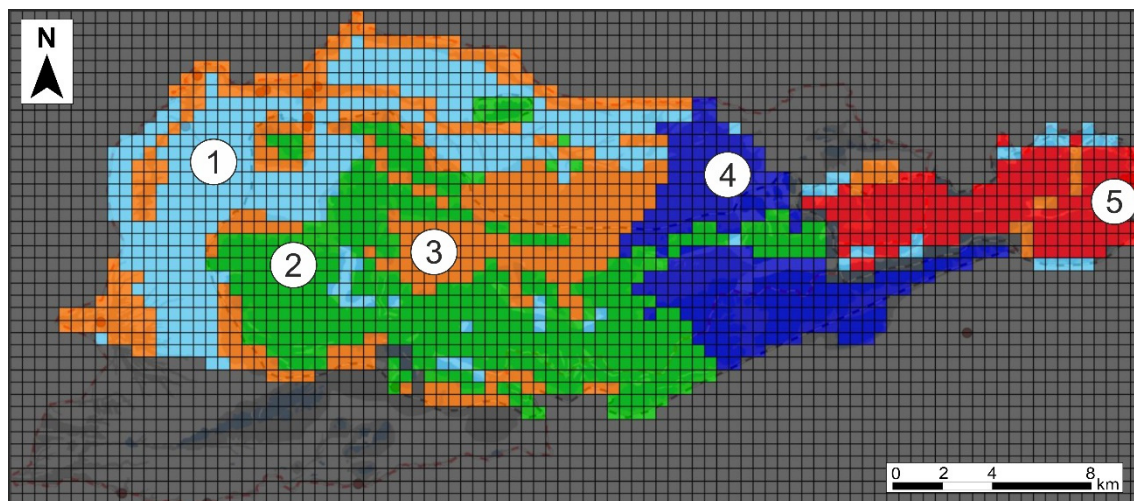
TABLA A - DRENES			
Acuífero	Manantial	Cota	Conductancia
		(m s.n.m.)	(m <sup>2</sup> /día)
Sierra de Orce	El Baho	914	20
	Siete Fuentes	855	8
	Fuencaliente de orce y La Basílica	877	60
	Fuente don Miguel	910	10
	Almozara y Cuevas del Agua	940	50
	Almada	880	10
	La Caina	845	10
	Cortijo de Orgallo	1202	10
Sierra de María	La Martirela	1060	60
	Cañas de Caravaca y	1007	50
	Barranco de las Fuentes		
	Cinco Caños y Caños de la Novia	1068	60
	Los Molinos, la Carnicera, Hila del Judío e Hila de Cagüi	950	60
TABLA B - RÍOS			
Sierra	Río	Cota máxima - Cota mínima	Factor de Recarga
		(m s.n.m.)	(m <sup>2</sup> /día)
Sierra de Orce	Río Orce	945 - 845	14

Geometría

El código RENATA considera una sola capa, a pesar de la importante complejidad estructural que caracteriza a esta MASCH, por lo que se ha definido un cuerpo simplificado con muro absoluto a una cota aproximada de 0 m s.n.m. La topografía representaría el techo de la capa y se ha importado del modelo digital del terreno de 200 m referido a ETRS89, tomado del IGN.

Parámetros hidráulicos

Para la asignación espacial de los parámetros hidráulicos se ha partido del modelo conceptual de funcionamiento del sistema. Se han establecido 5 sectores hidrogeológicos correspondientes a las diferentes litologías presentes en la MASCH. Sin embargo, teniendo en cuenta la simplificación de la geometría y dadas las diferencias piezométricas observadas entre los dos acuíferos, se han considerado valores de permeabilidad y coeficiente de almacenamiento diferentes. A cada zona se le han asignado inicialmente valores de conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento de acuerdo a sus litologías, que han sido posteriormente ajustados y calibrados. En la figura 5.15 se recoge su distribución y en la tabla 5.9, sus valores una vez calibrados.



**Figura 5.15. Distribución de parámetros hidráulicos en la MASCH Sierras de Orce y María**

**Tabla 5.9.-Parámetros hidráulicos calibrados con RENATA en la MASCH Sierras de Orce y María**

Número del sector	Nombre del sector	Conductividad hidráulica	Coeficiente de almacenamiento confinado	Coeficiente de almacenamiento libre	Nº de celdas	Superficie
		(m/día)	(1/m)			km <sup>2</sup>
1	Confinado	1,5	$9 \times 10^{-6}$	0,0001	382	113,8
2	Carbonatos Orce	1,5	$1 \times 10^{-6}$	0,0001	447	97,3
3	Detríticos	1,5	$3 \times 10^{-5}$	0,0001	422	107,4
4	Bajo	0,5	$1 \times 10^{-5}$	0,0001	232	59,1
5	Carbonatos María	10	$5 \times 10^{-5}$	0,0001	157	40,0

## Extracciones

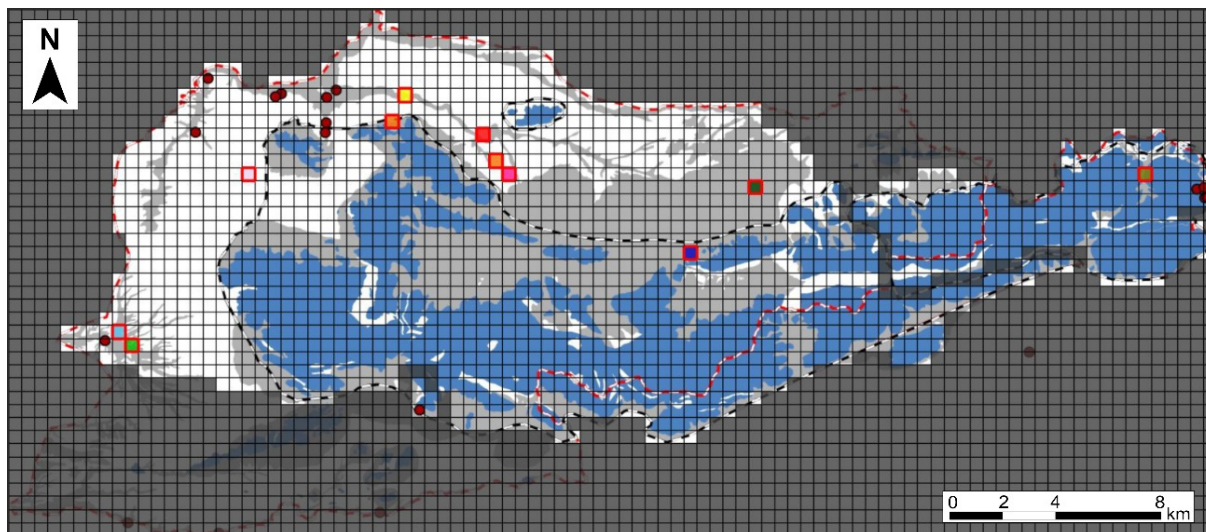
Se han contabilizado 11 sectores de explotación, la mayor parte localizados en los Llanos de Orce, cuyas extracciones se han distribuido mensualmente de forma equitativa para todo el periodo simulado (epígrafe 3.6 Usos del agua subterránea). La distribución espacial de los bombeos se muestra en la figura 5.16.

## Calibración

El proceso de calibración en régimen transitorio ha exigido modificar los valores iniciales de la reserva de agua en el suelo, el umbral de escorrentía y los parámetros hidráulicos. Para ello, se ha utilizado, como criterio subjetivo, la coherencia del funcionamiento hidrológico del acuífero y, como criterio objetivo, el caudal medio de los manantiales y el ajuste de la evolución piezométrica de ocho piezómetros representativos, siete de ellos en el acuífero Sierra de Orce (Orce III, Orce IV, Orce V, Orce VI, Orce VIII, Orce IX, Cerro de Falces), ubicados íntegramente en la DHG y uno en el acuífero



Sierra de María – Maimón (Río Claro), ubicado en la DHS (figura 5.17). Los parámetros hidráulicos obtenidos en cada zona tras el proceso de calibración se exponen en la figura 5.15.



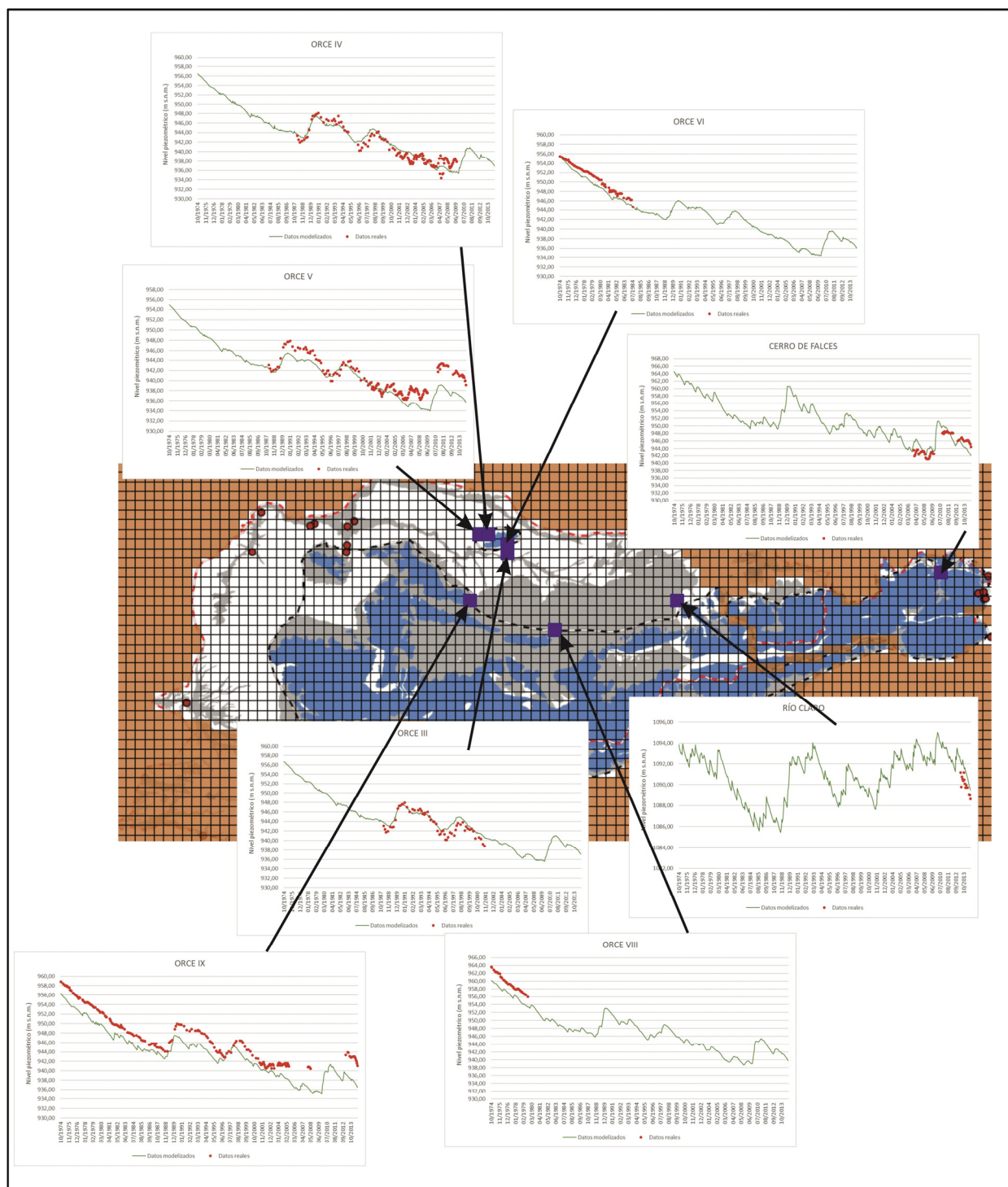
**Figura 5.16. Localización de explotaciones.**

**Tabla 5.10. Valores promedios observados y calculados de las salidas que se han tenido en cuenta en la calibración de RENATA en la MASCH Sierras de Orce y María**

Acuífero	Manantial o río	Caudal medio real (hm <sup>3</sup> /año)	Caudal medio modelizado (hm <sup>3</sup> /año)
Sierra de Orce	El Baho	0,39	0,16
	Siete Fuentes	0,18	0,23
	Fuencaliente de Orce y La Balsica	2,80	1,2
	Fuente don Miguel	0,17	0,09
	Cueva del Agua y Almozara	1,91	0,01
	Almada	0,28	0,20
	La Caina	0,27	0,33
	Río Orce	8,39	4,87
Sierra de María	La Martirela	0,05	0,66
	Barranco de las Fuentes y Cañas de Caravaca	0,46	1,51
	Fuente de lo Cinco Caños y Caños de la Novia	0,20	0,48
	Los Molinos, Hila de Cagüi, Carnicería e Hila del Judío	3,02	3,05

Para ajustar el modelo en régimen transitorio para el periodo 1974/75-2013/14, es necesario conocer la superficie de la piezometría inicial. Aunque se desconoce, se considera que la MASCH se encontraba prácticamente en régimen natural con extracciones que eran prácticamente nulas. Por este motivo se ha considerado como superficie piezométrica inicial la obtenida en régimen no influenciado permanente. De este modo, se consigue una superficie piezométrica inicial en el que el drenaje de la MASCH tiene lugar por ambos acuíferos a través de la descarga por manantiales y directamente al río Orce. Los niveles piezométricos observados y calculados en los diferentes puntos de control se muestran en la figura 5.17, mientras que los caudales medios observados y calculados de cada manantial o río se recogen en la tabla 5.10.





**Figura 5.17. Evolución piezométrica observada y calculada en piezómetros representativos**

Los resultados de la calibración de la piezometría son satisfactorios en la mayor parte de los puntos que se han tenido en cuenta. Para evaluar la bondad de los resultados obtenidos en la simulación en régimen transitorio se han calculado los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) y la raíz del error cuadrático medio (RSME) con un error máximo de 2,77 metros en el piezómetro de Orce VIII. Los resultados se recogen en la tabla 5.11.

**Tabla 5.11. Coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y raíz del error cuadrático medio (RSME) calculados para evaluar la bondad del modelo elaborado en la MASCH Sierras de Orce y María, en régimen transitorio**

Acuífero	Piezómetro	Coeficiente de determinación	Raíz del error cuadrático medio (RMSE)
		( $R^2$ )	$m$
Sierra de Orce	Orce V	0,75	2,37
	Orce VI	0,98	1,24
	Orce IV	0,87	1,23
	Orce III	0,91	1,11
	Orce IX	0,95	2,73
	Orce VIII	0,96	2,77
	Cerro de Falces	0,48	1,96
Sierra de María	Río Claro	0,32	1,30

Los resultados obtenidos para el régimen transitorio se sintetizan en la tabla 5.12. La recarga generada en régimen natural al no existir infiltración por retornos de riego, es de 14,91 hm<sup>3</sup>/a. De este volumen, 8,63 hm<sup>3</sup>/a se infiltran en el territorio adscrito a la DHG y 6,28 hm<sup>3</sup>/a en el perteneciente administrativamente a la DHS. La distribución espacial de estas variables se expone en la figura 5.13, junto con algunas las salidas numéricas. En el Anexo II se recogen las tablas con los resultados del balance hídrico generado por RENATA a nivel mensual para la totalidad de la MASCH desglosado por cuencas hidrográficas.

**Tabla 5.12. MASCH Sierras de Orce y María: Recarga distribuida por demarcaciones hidrográficas (1974/75-2013/14) obtenida por aplicación del código RENATA**

Cuenca hidrográfica	Afloramientos permeables (km <sup>2</sup> )	Precipitación (l/m <sup>2</sup> /a)	Infiltración lluvia (l/m <sup>2</sup> /a)	Tasa recarga	Infiltración (hm <sup>3</sup> /a)
Guadalquivir <sup>(1)</sup>	109,2	307	79,02	25,71%	8,63
Segura <sup>(1)</sup>	55,2	370	113,77	30,73%	6,28
<b>Total MASCH</b>	<b>164,7</b>	<b>327,2<sup>(2)</sup></b>	<b>90,53<sup>(2)</sup></b>	<b>27,66%<sup>(2)</sup></b>	<b>14,91</b>

## 6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos por los tres métodos (APLIS, BALAN Y RENATA) empleados para evaluar la recarga (tabla 6.1) oscilan entre los 27,46 hm<sup>3</sup>/a (APLIS) y los 14,91 hm<sup>3</sup>/a (RENATA).

**Tabla 6.1. Valor de la recarga de la MASCH Sierras de Orce y María mediante APLIS, BALAN y RENATA (1974/75-2013/14)**

Método <sup>(1)</sup>	Recarga (hm <sup>3</sup> /a)			Precipitación <sup>(2)</sup>	Tasa de Recarga
	Guadalquivir	Segura	Total		
<b>APLIS</b>	17,63	9,83	<b>27,46</b>	397 mm	41,4%
<b>BALAN</b>	9,64	9,78	<b>19,32</b>	407,8 mm	28,21%
<b>RENATA</b>	8,63	6,28	<b>14,91</b>	327,2 mm	27,66%

(1) Los tres métodos consideran como superficie permeable solo las de los carbonatos, aunque difieren ligeramente en su extensión.

(2) La precipitación considerada difiere en los tres métodos. En APLIS se utiliza la distribución de isoyetas, en Balan la distribución de una única estación (Orce) y en RENATA la distribución por polígonos de Thiessen

Los resultados que se han obtenido en el cálculo de la recarga a la MASCH Sierras de Orce y María, mediante la aplicación de los tres métodos de evaluación, difieren significativamente. En este sentido, cada método está aplicado a una superficie más o menos equivalente de materiales carbonatados permeables, sin embargo, el tratamiento de la distribución de las precipitaciones y los criterios de calibración, que algún método no existen, también difieren considerablemente.

Con el método APLIS se obtienen los valores medios más elevados de infiltración eficaz (41,2 %) y de recarga (27,46 hm<sup>3</sup>/año), de cuantas metodologías han sido utilizadas. Las diferencias son especialmente llamativas en el acuífero de la sierra de Orce. Ahora bien, este método se ha aplicado solo a las superficies de carbonatos y no tiene en cuenta la variabilidad temporal de la recarga, ya que no considera la temperatura ambiental, de la que depende directamente la ETP y afecta a la infiltración eficaz. Asimismo, el método atiende a experiencias empíricas sobre acuíferos kársticos, en general, pero no puede ser validado para casos particulares.

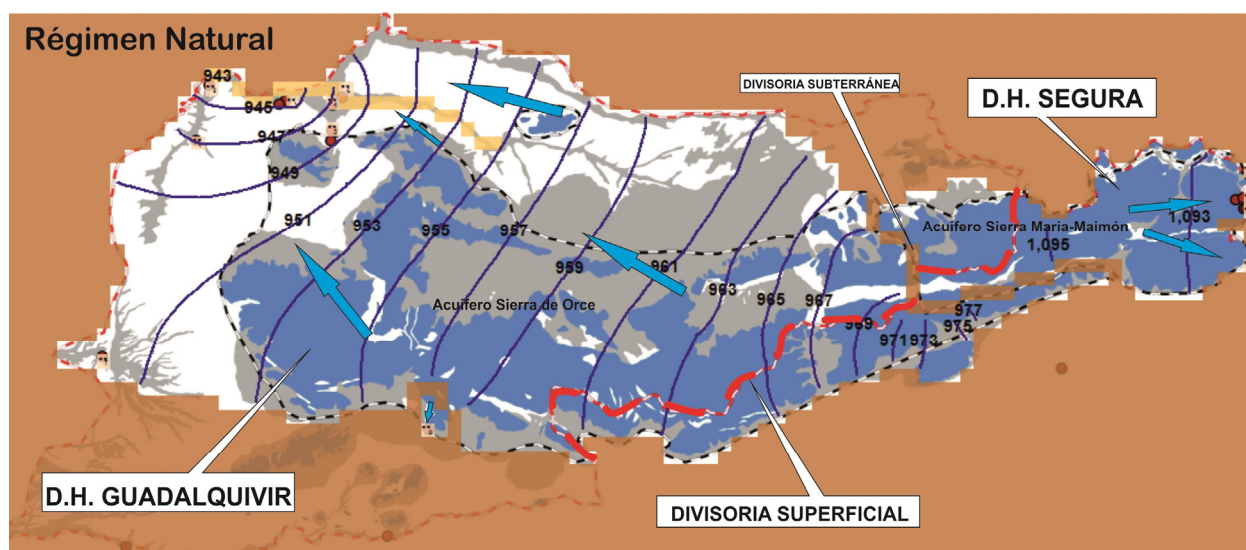
BALAN y RENATA aportan valores de recarga relativamente similares entre sí en cuanto a tasa de recarga (28,2 y 27,6 % respectivamente), aunque existe una diferencia entre ellos de una cuantía superior a 4 hectómetros cúbicos, a favor de la primera metodología, debido a que la calibración se realiza con datos de precipitación de una sola estación climática y dos piezómetros (uno para cada cuenca hidrográfica), que se extrapola a toda la MASCH. La precipitación media ponderada en BALAN (407 mm), supera en 100 mm (+33%) a la precipitación media calculada en el epígrafe 4 de climatología y la recarga resultante sería de 19,32 hm<sup>3</sup>/a.

Por su parte en RENATA, la distribución de precipitaciones se calcula a partir de polígonos de Thiessen según la posición de cada una de las estaciones climáticas, obteniéndose una precipitación media ponderada de 327,2 mm y una recarga de 14,91 hm<sup>3</sup>/a. El método se calibra con 8 piezómetros y las salidas medias de los manantiales en ambas cuencas hidrográficas.

Por todo ello, se considera que tanto APLIS como BALAN, podrían estar sobreestimando la recarga, por lo que en los apartados que prosiguen se utilizan los resultados proporcionados por el código RENATA. Además, esta metodología utiliza parámetros distribuidos, y tiene en cuenta el valor de la precipitación y de la temperatura en el tiempo y en el espacio. Asimismo, permite la simulación del flujo subterráneo, por lo que los valores de la infiltración son ajustados y calibrados con series de niveles piezométricos y caudales de salida, tanto naturales como afectados por explotaciones, teniendo en cuenta los parámetros hidráulicos intrínsecos de los acuíferos. De este modo, las salidas numéricas no solo arrojan valores de recarga sino también de descarga y de variaciones de reservas dentro de la MASCH, así como la transferencia entre cuencas hidrográficas vecinas.

## 7. BALANCE HÍDRICO EN RÉGIMEN NATURAL Y ESTACIONARIO

En este tipo de régimen las entradas y las salidas de agua son equivalentes, por lo que la superficie piezométrica es estable y, en consecuencia, no hay variación en el almacenamiento de agua en el acuífero. Las entradas de agua responden exclusivamente a la infiltración procedente de la precipitación atmosférica y las salidas de agua a aquellas que acontecen de forma natural sin influencia de ningún bombeo. En la figura 7.1 se recogen las isopiezas calculadas para cada acuífero/demarcación hidrográfica, así como la dirección y el sentido de flujo.



**Figura 7.1. Superficie piezométrica de la MASCH Sierras de Orce y María en régimen natural permanente. En azul claro se indica el sentido del flujo subterráneo, en trazo rojo la divisoria hidrográfica y en trazo negro discontinuo la delimitación de los acuíferos Sierra María-Maimón y Sierra de Orce.**

La recarga proporcionados por el código RENATA para la totalidad de la MASCH, en las referidas condiciones de régimen natural y permanente es de 14,91 hm<sup>3</sup>/año. De este volumen, 8,63 hm<sup>3</sup>/año (57,9%) se generan en territorio adscrito a la DHG y 6,28 hm<sup>3</sup>/año (42,1%) en el administrado por la DHS (Tabla 1). Por lo que respecta a las salidas, las descarga se producen a través de manantiales y ríos en proporciones similares a la recarga que acontece en cada demarcación hidrográfica, con una media de 9,02 hm<sup>3</sup>/año (286 l/s) en la DHG, que representa el 60,5% de la descarga, y 5,89 hm<sup>3</sup>/año (186 l/s) en la DHS, 39,5% del caudal drenado por la MASCH, por lo que se produce una transferencia neta de agua desde la DHS hacia la DHG, que se evalúa en 0,39 hm<sup>3</sup>/año (Tabla 7.1).

**Tabla 7.1. MASCH Sierras de Orce y María: Balance hídrico en régimen natural estacionario distribuido por demarcaciones hidrográficas**

Demarcación hidrográfica	Recarga		Descarga por manantiales y ríos	
	(hm <sup>3</sup> /año)	%	(hm <sup>3</sup> /año)	%
<b>Guadalquivir</b>	8,63	57,9 %	9,02	60,5%
<b>Segura</b>	6,28	42,1 %	5,89	39,5%
<b>Total MASCH</b>	<b>14,91</b>	<b>100 %</b>	<b>14,91</b>	<b>100 %</b>

## 8. BALANCE HÍDRICO EN RÉGIMEN TRANSITORIO ALTERADO POR BOMBEO

Los resultados en valor absoluto que proporciona el código RENATA para el régimen transitorio alterado por bombeo se muestran en la tabla 8.1, mientras que en la tabla 8.2 se proporciona el porcentaje, distribuido por demarcaciones hidrográficas, de las principales magnitudes que intervienen en el balance hídrico de la MASCH en régimen transitorio alterado por bombeo (periodo 1974/75-2013/14).

**Tabla 8.1. Balance hídrico de la MASCH Sierras de Orce y María por demarcaciones hidrográficas en régimen transitorio alterado por bombeos (1974/75-2013/14)**

Demarcación hidrográfica	Recarga (hm <sup>3</sup> /a)	Variación del almacenamiento (hm <sup>3</sup> /a)	Aportes totales (hm <sup>3</sup> /a)	Transferencia DHS hacia DHG (hm <sup>3</sup> /a)	Salidas por Manantiales y ríos (hm <sup>3</sup> /a)	Extracciones por bombeo (hm <sup>3</sup> /a) <sup>(2)</sup>
Guadalquivir	8,6	2,1	10,7	0,43	6,99	4,14
Segura	6,3	0,24	6,54	-0,43	5,70	0,41
<b>MASCH</b>	<b>14,9</b>	<b>2,34</b>	<b>17,24</b>	<b>0,00</b>	<b>12,69</b>	<b>4,55</b>

**Tabla 8.2. MASCH Sierras de Orce y María. Contribución al balance hídrico de las magnitudes más significativas implicadas en el mismo. Régimen transitorio alterado por bombeos. Datos en porcentaje y distribuidos por demarcaciones hidrográficas. Periodo 1974/75-2013/14.**

Demarcación hidrográfica	Recarga	Variación del almacenamiento	Descargas	
			Manantiales y ríos	Bombeos
Guadalquivir	57 %	90 %	55 %	91 %
Segura	43 %	10 %	45 %	9 %
<b>Total MASCH</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100%</b>	<b>100 %</b>

La recarga por precipitación, que tiene lugar sobre la MASCH de “Sierra de Orce y María” en régimen transitorio con bombeos, es idéntica a la que acontece en régimen natural permanente y transitorio (8,6 hm<sup>3</sup>/año en la DHG y 6,3 hm<sup>3</sup>/año en la DHS), dado que no existen retornos de riego. En la tabla 8.1 se constata que la recarga por precipitación en la DHG es un 14 % más elevada que la acontecida en la DHS.

La diferencia que existe entre entradas y salidas (Tabla 8.1) son debidas al hidrodinamismo del acuífero, que permite que las entradas de agua por aportación de lluvia y las salidas por bombeos, junto a las que tienen lugar por manantiales y ríos, se encuentren relativamente equilibradas, en ambas demarcaciones hidrográficas, gracias a la variación del almacenamiento de agua que acontece en los distintos sectores acuíferos de la MASCH, que, evidentemente, no implica ni comporta un consumo de reservas, aunque sí un descenso de los niveles piezométricos y una disminución del caudal drenado por ríos y manantiales.

En cuanto a las transferencias que tienen lugar entre la DHG y la DHS y viceversa se tiene que pasan de la DHG a la DHS, a través del sector Sierra de María-Maimón, del orden 1,35 hm<sup>3</sup>/año y de la DHS a la DHG, a través del sector Sierra de Orce 1,78 hm<sup>3</sup>/año, por lo que se produce una transferencia hídrica neta de agua subterránea entre DHS y la DHG de 0,43 hm<sup>3</sup>/año (cantidad similar a la que se origina en régimen natural que es de 0,39 hm<sup>3</sup>/año).

## 9. BALANCE HÍDRICO SEGÚN DIVISORIA HIDROGRÁFICA E HIDROGEOLÓGICA

Desde un punto de vista estrictamente normativo la evaluación de los recursos hídricos subterráneos disponibles de una masa de agua subterránea, independientemente de que aquella presente continuidad hidrogeológica o no con otra localizada en un ámbito de planificación diferente, responde a la directriz aportada en la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH, 2008) -apartado 1.2-55- donde se establece que los recursos disponibles de una masa de agua subterránea se determinarán a partir del *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, para evitar cualquier disminución significativa en el estado ecológico de tales aguas, y cualquier daño significativo a los ecosistemas terrestres asociados.*

Estimar la tasa de recarga de un acuífero -especialmente la que procede de la precipitación- es una operación incierta e imprecisa, que depende de multitud de factores, como se viene exponiendo en diversos documentos técnico-científicos desde hace muchos años (Lerner et al., 1990; Custodio et al., 1997; Healy, 2010). Prueba de ello son los diferentes resultados que han proporcionado las distintas metodologías que se han aplicado en el presente estudio, aunque, evidentemente, siempre ofrecerán una mayor confianza y certidumbre aquellas estimaciones que pueden someterse a una calibración mediante contraste con los datos reales tomados y medidos en campo o laboratorio. Este es el caso de metodologías como los códigos BALAN y RENATA.

Por otro lado, en el apartado 1.2-55 de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH, 2008), también se hace alusión a las restricciones ambientales asociadas a las aguas subterráneas. A este respecto, en el texto refundido de la Ley de Aguas, en su apartado 5.2.4.1 “Estado cuantitativo”, se *dispone que las restricciones ambientales, asociadas a las aguas subterráneas, corresponden a los flujos medioambientales requeridos para cumplir con el régimen de caudales ecológicos y para prevenir los efectos negativos causados por la intrusión marina. En el régimen de caudales ecológicos se incluye tanto los caudales necesarios para mantener el caudal base en las masas superficiales categoría ríos como los requerimientos hídricos necesarios para la conservación de los lagos y zonas húmedas. En lo que se refiere a la intrusión marina considera los volúmenes mínimos necesarios para evitar el avance de la cuña salina.*

En la tabla 9.1 se muestra una comparativa de la distribución de recarga en régimen natural (sin bombeos) y en régimen alterado (con bombeos), para la MASCH Sierras de Orce y María, según las divisorias hidrográfica e hidrogeológica correspondientes a las cuencas del Guadalquivir y el Segura. De la observación de la misma se desprende que tanto en régimen natural como influenciado los recursos hídricos subterráneos se distribuyen de diferente manera según se aplique un criterio u otro. Atendiendo a la divisoria hidrográfica se tiene que tanto en régimen natural como influenciado, dado que no hay retornos de regadío, el 58% de la recarga se generan en el ámbito de la DHG y el 42% en la DHS, por lo que la relación entre ambas demarcaciones es de 1,1 a favor de la DHG. Si se atiende a la divisoria hidrogeológica, dado que existen afloramientos permeables dentro de la DHS, el porcentaje de la recarga que se generan en la DHG en régimen natural es del 60,5%, mientras que en la DHS es del 39,5% debido a que tiene lugar una transferencia media natural de 0,4 hm<sup>3</sup>/a desde la DHS a la DHG. En régimen influenciado dichos porcentajes pasan a ser de 59,06 % y 40,94 %.

**Tabla 10.1. Comparativa de la distribución de los recursos renovables de aguas subterráneas en régimen natural y en régimen influenciado en el periodo 1974/75-2013/14 en la MASCH Sierras de Orce y María según las divisorias hidrográfica e hidrogeológica correspondientes a las cuencas del Guadalquivir y el Segura. Variaciones absolutas y porcentuales.**

Régimen de funcionamiento hídrico	Distribución de la recarga según	(1) Cuenca Guadalquivir (hm <sup>3</sup> /a)	(2) Cuenca Segura (hm <sup>3</sup> /a)	(3) MASCH (hm <sup>3</sup> /a)
<b>Natural</b>	Divisoria hidrográfica	8,60 (58 %)	6,3 (42 %)	<b>14,9</b>
	Divisoria hidrogeológica	9,0 (60,5 %)	5,9 (39,5 %)	
<b>Alterado</b>	Divisoria hidrográfica	8,60 (58 %)	6,3 (42 %)	<b>14,9</b>
	Divisoria hidrogeológica	8,80 (59,06 %)	6,10 (40,94 %)	

<sup>(a)</sup> De acuerdo con el apartado 1.2-55 de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH, 2008), recurso hídrico subterráneo es asimilable a recarga.

Dentro de los límites de la masa compartida objeto de estudio aflora una formación hidrogeológica del Mioceno superior-Cuaternario (materiales de relleno de la depresión de Baza y Corredor de Vélez-Rubio, con diferente grado de permeabilidad por porosidad primaria constituidos por conglomerados, arenas, lutitas, calizas, margas, etc.), cuya importancia hidrogeológica depende de su espesor y de su disposición geométrica respecto a las formaciones acuíferas principales, pero que no se estima relativamente importante (Figura 3.2 y 3.4). Además, también aflora otra formación hidrogeológica Pliocuaternaria constituida por depósitos recientes de diversa naturaleza y disposición geomorfológica asociada a las laderas, que pueden constituir acuíferos con distinto grado de interés hidrogeológico, según su eventual relación hidrogeológica con las formaciones permeables jurásicas y terciarias, pero de escasa entidad hidrogeológica si se compara con aquellas (Figura 3.2 y 3.4). Estos materiales cabría englobarlos en una masa de agua subterránea independiente de la MASCH de Sierras de Orce y María, que debería adscribir exclusivamente a la demarcación hidrográfica del Guadalquivir. Dicha MASb podría recibir el nombre de Mioceno-Pliocuaternario de Llanos de Orce-Almáida o simplemente Llanos de Orce-Almáida. En el presente estudio no se ha evaluado la recarga a estos dos acuíferos por constituir una MASb perteneciente a una única demarcación hidrográfica.



## 10. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los principales resultados y conclusiones obtenidas de los trabajos llevados a cabo se exponen en los siguientes puntos.

- Existen masas de agua subterránea, colindantes entre dos o más demarcaciones hidrográficas, cuya realidad física respecto de su conexión hídrica y funcionamiento hidrogeológico escapa a sus límites administrativos, por lo que resulta necesario afrontar su estudio y su gestión desde la óptica de su realidad hidrogeológica. Este es el caso de las masas de agua subterránea que se contemplan en el presente informe, donde no tiene sentido proceder a estimar los recursos de agua subterránea de manera independiente, unilateral y separadamente. A dichas masas se las ha agrupado bajo la denominación de "masas de agua subterránea que presentan continuidad hidrogeológica" (MASCH).
- La MASCH Sierras de Orce y María está constituida por tres formaciones permeables y dos acuíferos principales:

Acuífero de la Sierra de Orce: Es el acuífero más extenso de la MASCH y se extiende mayoritariamente sobre la DHG. Comprende fundamentalmente formaciones permeables carbonatadas (Subbético y Maláguide) cuya base impermeable está constituida por el Trías Keuper, que hacia el E se eleva hasta el punto de que las arcillas llegan a aflorar en superficie produciendo un umbral hidrogeológico a modo de barrera física con capacidad para influir en el sentido preferente de los flujos subterráneos hacia el NO, cuyo drenaje principal se produciría hacia el cauce del río Orce y los manantiales Siete Fuentes (855 m s.n.m.), El Baho (914 m s.n.m.), La Balsica (880 m s.n.m.), Fuencaliente de Orce (877 m s.n.m.), Almada (982 m s.n.m.), y La Almozara (940 m s.n.m.). No obstante, también existirían transferencias hacia el borde O, en la zona de El Margen (a cota 845 m s.n.m.), y hacia el S (río Cúllar) y el manantial del cortijo de Orgallo (2,2 l/s), situado en la cara S de la sierra de Orce, colgado a 1.202 m s.n.m, entre otros

Acuífero de la Sierra María-Maimón: Constituido también por carbonatos jurásicos subbéticos que individualizan una serie de plegamientos superpuestos que condicionan el flujo subterráneo hacia el E y drenando a través de dos zonas de descarga: en Vélez Blanco (cota 1.092 m s.n.m. y en Los Molinos (cota 1.030 m s.n.m.). Hacia el O, se encontrarían limitados por el Trías Keuper extrusivo que los desconectaría totalmente del acuífero de la Sierra de Orce, por lo que su régimen hidrogeológico quedaría totalmente autónomo.

- Las formaciones permeables del Mioceno y Pliocuatnario al ubicarse mayoritariamente sobre la DHG constituyen una MASb que debe adscribirse exclusivamente a dicha demarcación. A dicha MASb se propone que se la denomine Mioceno-Pliocuatnario de Llanos de Orce-Almáida o simplemente Llanos de Orce-Almáida.
- El clima en la región es de tipo Mediterráneo semiárido con matices continentales. El estudio de los datos de precipitación registrados durante el periodo histórico considerado (1974/75 – 2013/14) pone de manifiesto la influencia de los relieves y su orientación en la pluviometría, siendo media anual de 307 mm, aunque varía en función de que se utilicen planimetrías de tipo isoyetas y/o polígonos de Thiessen.
- En el cálculo de la recarga tan solo se han tenido en cuenta la formación permeable carbonatada del Jurásico, por lo que no se han considerado las trasferencias laterales de los materiales carbonatados del Maláguide asociados al río Cúllar, ni los sectores influenciados por materiales

detríticos más recientes, por lo que la cuantía de la recarga/descarga podría ser mayor que la determinada, pero el funcionamiento y distribución de los recursos seguirían teniendo la misma tendencia.

- La recarga (1974/75 – 2013/14) se ha estimado por tres métodos: APLIS, BALAN y RENATA respectivamente los siguientes valores: 27,46 hm<sup>3</sup>/a, 19,32 hm<sup>3</sup>/a y 14,91 hm<sup>3</sup>/a teniendo en cuenta tan solo los afloramientos carbonatados subbéticos. De los tres métodos utilizados, se considera que el código RENATA resulta el más apropiado por las siguientes razones:
  - Utiliza parámetros distribuidos, y tiene en cuenta el valor de la precipitación y de la temperatura en el tiempo y en el espacio.
  - Permite la simulación del flujo subterráneo, por lo que los valores de la infiltración son ajustados y calibrados con series de niveles piezométricos.
  - Para el ajuste y calibración también se tienen en cuenta las series de extracciones históricas.
- De acuerdo con el apartado 1.2-55 de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH, 2008), recarga es asimilable a recurso hídrico subterráneo.
- De acuerdo con la directriz aportada en la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH, 2008) - apartado 1.2-55-los recursos renovables de la MASCH en régimen natural se estiman en 14,9 hm<sup>3</sup>/a. De esta cuantía, 8,60 hm<sup>3</sup>/a (58%) se generan en la superficie perteneciente administrativamente a DHG y 6,3 hm<sup>3</sup>/a en la adscrita a la DHS (42%).
- Dado que las direcciones principales del flujo subterráneo quedan determinadas por la divisoria hidrogeológica de índole física que existe entre ambos acuíferos, su drenaje se produce por un lado hacia el O y NO, y por otro hacia el E. Los recursos hídricos subterráneos que descargan en la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir ascienden a 9 hm<sup>3</sup>/a (60,5%) y en la Cuenca del Segura a 5,9 hm<sup>3</sup>/a (39,5%), por lo que se transfiere de forma natural, de acuerdo a la posición de la divisoria hidrográfica, un volumen absoluto medio de 0,4 hm<sup>3</sup>/a desde la DHS a la DHG.
- El régimen alterado la distribución de los recursos hídricos subterráneos es prácticamente idéntica al régimen natural, dado que la divisoria hidrogeológica es mayoritariamente física y no se ha considerado que existan retornos de riego. En la tabla 11.1 se muestra la distribución de los recursos renovables de aguas subterráneas en régimen natural y en régimen influenciado en el periodo 1974/75-2013/14 en la MASCH Sierras de Orce y María según las divisorias hidrográfica e hidrogeológica correspondientes a las cuencas del Guadalquivir y el Segura.
- Las extracciones medias, aunque de difícil cuantificación por la escasez de datos, se han estimado a partir de datos bibliográficos en 4,56 hm<sup>3</sup>/a de media (periodo 1974/75-2013/14), siempre con tendencia al alza, en su mayoría concentrados en el borde septentrional del acuífero Sierra de Orce (4,14 hm<sup>3</sup>/año), en la DHG. En el acuífero Sierra de María-Maimón, se estiman 0,42 hm<sup>3</sup>/año, coincidiendo con la DHS. Esta situación ha contribuido a aumentar en cierto grado el descenso de los niveles piezométricos, fundamentalmente en la zona de mayor explotación, y la disminución del caudal descargado por manantiales y a ríos.
- El ajuste de RENATA simula bien que tanto la cuantía como la localización de las extracciones tienen una marcada influencia en las cotas piezométricas, aunque no llegan a modificar las direcciones y sentidos del flujo principal, puesto que el grado medio de explotación de los sectores acuíferos de la MASCH que descargan en la DHG, que es donde se localiza el mayor volumen de explotación, es de 48,14 %, mientras que en los sectores que descargan a la DHS es tan solo de 6,51 %.

**Tabla 10.1. Distribución de los recursos renovables de aguas subterráneas en régimen natural y en régimen influenciado en el periodo 1974/75-2013/14 en la MASCH Sierras de Orce y María según las divisorias hidrográfica e hidrogeológica correspondientes a las cuencas del Guadalquivir y el Segura. Variaciones absolutas y porcentuales.**

Régimen de funcionamiento hídrico	Distribución de recursos según	Cuenca Guadalquivir (hm³/a)	Cuenca Segura (hm³/a)	MASCH (hm³/a)
<b>Natural</b>	Divisoria hidrográfica	8,60 (58%)	6,3 (42%)	<b>14,9</b>
	Divisoria hidrogeológica	9,0 (60,5%)	5,9 (39,5%)	
<b>Alterado</b>	Divisoria hidrográfica	8,60 (58%)	6,3 (42%)	<b>14,9</b>
	Divisoria hidrogeológica	8,80 (59,06 %)	6,10 (40,94 %)	



## REFERENCIAS

- Andreo, B. (1990): El Subbético Interno de las sierras de María y del Maimón (Provincia de Almería). Tesis de Licenciatura. Univ. Granada, 103 pp. Documento inédito.
- Andreo, B., Vías J.M., Durán, J.J., Jiménez, P., López-Geta, J.A. y Carrasco, F. (2008): Methodology for groundwater recharge assessment in carbonate aquifers: application to pilot sites in southern Spain. *Hydrogeology Journal*, 16: 911-925.
- Baena, J., Guzmán del Pino, J.L. y Voermans, F.M. (1977): Mapa y memoria explicativa de la hoja 973 (Chirivel). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, Instituto Geológico y Minero de España, 47 pp.
- CHG (2015): Caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales MASb ES050MSBT000050600. Orce – María – Cúllar. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir – Instituto Geológico y Minero de España. 28 pp.
- CHG-IGME (2001): Norma de explotación de la Unidad Hidrogeológica 05.06 (Orce – María - Cúllar). Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Instituto Geológico y Minero de España, 37 pp.
- CHG-IGME (2014): Consideraciones sobre las nuevas masas de agua subterránea de la Cuenca del Guadalquivir (documento resumen). Confederación Hidrográfica del Guadalquivir – Instituto Geológico y Minero de España. 676 pp.
- Cruz-San Julián, J.J., Araguas, L., Rozanski, K., Benavente, J., Cardenal, J., Hidalgo, M. C., García López, S., Martínez Garrido, J. C., Moral, F., Olías, M., 1992. Sources of precipitation over South-Eastern Spain and groundwater recharge. An isotopic study. *Tellus*, 44B, 226-236
- DGOH (1995). Normas de explotación de las unidades hidrogeológicas con afección directa a los embalses de regulación y fuentes de abastecimiento a poblaciones de la Cuenca del Guadalquivir. Unidad hidrogeológica 05.06. Orce - María.
- DGOH-ITGE (1993): Propuesta de normas de explotación de las unidades hidrogeológicas con afección a embalses de regulación y fuentes de abastecimiento a poblaciones de la cuenca del Guadalquivir. Unidad Hidrogeológica nº 05.06. Orce - María.
- Diputación Provincial de Granada - ITGE (1990): Atlas Hidrogeológico de la Provincia de Granada. Diputación Provincial de Granada - ITGE, Granada, 107 pp.
- Durán, J.J., Andreo, B., Vías J., López-Geta J.A., Carrasco F. y Jiménez P. (2004). Clasificación de acuíferos carbonáticos de la Cordillera Bética según la tasa de recarga. *Boletín Geológico y Minero*, 115, 2, 199-212.
- FAO-IGME (1969): Nota sobre las posibilidades de explotación de las calizas liásicas de la Sierra de Orce. 27 pp.
- FAO-IGME (1974): Proyecto de ejecución de sondeos en la zona nº 9. En los términos municipales de Huéscar, Puebla de Don Fadrique y Orce. Provincia de Granada. Memoria.
- FAO-IGME (1975): Estudio hidrogeológico de la Cuenca del Guadalquivir. España. Hidrogeología. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma.

- Fernández-Chacón, F. (2009): Contribución al conocimiento hidrogeológico de una depresión interna en clima mediterráneo semiárido (cabecera del Guadiana Menor, Cordillera Bética). Tesis doctoral. IGME-Univ. de Granada. 387 pp.
- Fernández-Chacón, F.; Benavente, J.; Rubio-Campos, J.C.; Kohfahl, C.; Jiménez, J.; Meyer, H.; Hubberten, H. y Pekdeger (2010): Isotopic composition ( $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta\text{D}$ ) of precipitation and groundwater in a semi-arid, mountainous area (Guadiana Menor basin, Southeast Spain). *Hydrological Processes*, 24(10): 1343–1356.
- Girard, G., Ledoux, E. et Villeneuve, J. P. (1981). Le modèle couple: simulation conjointe des écoulements de surface et des écoulements souterrains sur un système hydrologique. *Cahiers ORSTOM, Série Hydrologie*, XVIII.
- González Ramón A. (2015): Las cuevas de Los Vélez y su entorno. Un karst diferente. Centro de Estudios Velezanos (Ayuntamiento de Vélez-Rubio), Cajamar e Instituto de Estudios Almerienses. ISBN: 978-84-935191-9-3. Depósito Legal: AL 1475-2014.
- González-Ramón, A. (2011): Hidrogeología del Parque Natural Sierra de María Los Vélez. En: El Parque Natural Sierra de María-Los Vélez. Centro de Estudios Velezanos. Ayuntamiento de Vélez-Rubio, 82-89.
- González-Ramón, A., Luque-Espinar, J.A., Delgado-Huertas, A. (2016): Climate footprint in karst aquifers derived from time series and spatial data: the case of Orce-María (SE Spain). *Environmental Earth Sciences*, 75:924.
- González-Ramón, A., Peinado Parra, T., Delgado Huertas, A., Cifuentes Sánchez, V.J. (2013): Características hidrogeológica, hidroquímicas e isotópicas del acuífero Orce-María (Almería). Aportaciones al modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico. X simposio de Hidrogeología del Agua, Granada, 211-217.
- Hargreaves, G.H y Samani, Z.A. (1985): Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Engineering in Agriculture*, 1, 96–99.
- IARA-ITGE (1992): Proyecto para el estudio de alternativas y mejoras de riegos en el entorno de la rambla de Chirivel. Comarca de los Vélez. Informe inédito.
- IGME - Diputación Provincial de Alicante (2012): RENATA: Recarga Natural a los acuíferos.
- IGME (1970): Unidad Hidrogeológica de Orce. 27 pp.
- IGME (1979): Mapa Hidrogeológico Nacional. Instituto Geológico y Minero de España. 46 pp.
- IGME (1980): Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento de agua a Cúllar-Baza (Granada). 26 pp.
- IGME (1983): Informe final del sondeo para abastecimiento a Cúllar-Baza (Granada). 22 pp.
- IGME (1984): Informe final del sondeo de abastecimiento a Las Vertientes (Cúllar Baza, Granada).
- IGME (1986): Proyecto de actualización de balances y evolución de los sistemas acuíferos del Alto Guadalquivir. Informe inédito.
- IGME (1988a): Estudio de explotación en la zona Orce-Huércar (2ª Fase). 46 pp.
- IGME (1988b): Estudio hidrogeológico para la mejora del abastecimiento de agua a Galera (Granada). Informe inédito.



- IGME (1988c): Mapa Hidrogeológico de España 1:200.000. Hoja 78 (Baza). Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. Instituto Geológico y Minero de España. 41 pp.
- IGME (2017): Informe sobre las afecciones al acuífero de Orce-María producidas por la explotación de aguas subterráneas para uso agrícola y urbano. Informe inédito. 23 pp.
- IGME-DGA (2010). Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial relevancia hídrica. Masa de agua subterránea 051.006 Orce-María-Cúllar. Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas. Asistencia técnica para el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 48 pp.
- IGME-DPA (1983): Investigación para la mejora del abastecimiento de agua a los núcleos urbanos de la Cuenca de Almanzora y Comarca de los Vélez (Almería). Tomo IV- Hidrogeología. Instituto Geológico y Minero de España, Diputación provincial de Alicante. 99 pp.
- IGME-GHUMA (2003): Estudios metodológicos para la estimación de la recarga en diferentes tipos de acuíferos carbonatados: aplicación a la Cordillera Bética. Instituto Geológico y Minero de España. Informe inédito. 3 tomos.
- IGME-IARA (1987-1988): Estudio hidrogeológico de la Comarca de los Vélez (Almería). 212 pp.
- Instituto Geográfico Nacional. Iberpix 4. Sitio web: <https://www.ign.es/iberpix2/visor/>
- ITGE-IARA (1990): Investigación hidrogeológica de los acuíferos de la Sierra de Orce y Cúllar-Baza. Instituto Geológico y Minero de España, Instituto Andaluz de Reforma Agraria. Informe inédito. 245 pp.
- ITGE-Junta de Andalucía (1998): Atlas Hidrogeológico de Andalucía. Instituto Tecnológico Geominero de España; Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía; Consejería de Trabajo e Industria de la Junta de Andalucía. ISBN: 84-7840-351-5. 215 pp.
- Junta de Andalucía-ITGE (2002): Inventario de regadíos actualizado a 2002. CD.
- Kessler, H. (1967): Water balance investigations in the Karstic regions of Hungary. Symposium on Hydrology of Fractured Rocks, Dubrovnik (Yugoslavia), AIHS-UNESCO, 1: 91-105.
- Ley de Aguas (2001). Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. BOE núm. 176 de 24 de Julio de 2001.
- Marín, A.A.; Mediavilla, C.; López-Segura, J.G. y Lupiani, E. (1996): Hidrogeología del Parque Natural de la Sierra de María-Los Vélez (Almería-España). IV Simposio sobre el Agua en Andalucía I, 281-293. Almería.
- Marín, A.I. (2009): Los Sistemas de Información Geográfica aplicados a la evaluación de recursos hídricos y a la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos carbonatados. Caso de la Alta Cadena (provincia de Málaga). Tesis de licenciatura, Universidad de Málaga (España). 131 pp.
- Martín-Algarra, A. (1987): Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Internas y las externas de la Cordillera Bética. Tesis Doctoral. Universidad de Granada (España). 1.171 pp.

- MOPU-IGME (1988): Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características. Estudio 07/88, Memoria General. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Instituto Geológico y Minero de España. 122 pp.
- Moreno-Calvillo, I. (1981): Contribución al conocimiento hidrogeológico de las sierras de María y del Maimón (provincia de Almería). Tesis de Licenciatura, Universidad de Granada. 194 pp.
- Moreno-Calvillo, I.; Pulido-Bosch, A.; Fernández-Rubio, R. (1983): Hidrogeología de las Sierras de María y del Maimón (provincia de Almería). Boletín Geológico y Minero T.XCIV-IV: 321-338.
- Padilla, A. y Delgado, J. (2005). Tratamiento y gestión de series de datos hidrológicos. Manual de Usuario. TRASERO: Diputación Provincial de Alicante. 49 pp.
- Padilla, A. y Delgado, J. (2013): Tratamiento y gestión de series temporales hidrológicas. Programa TRASERO 2.0. Departamento de ciclo hídrico, Diputación Provincial de Alicante, 87 p.
- Padilla, A., Delgado, J. (2012). RENATA: Programa para el cálculo de la recarga a los acuíferos a partir de los procesos que tienen lugar en el suelo. Calibración mediante modelos de flujo. DPA-IGME
- Padilla, A., Delgado, J. y Rodríguez, A. (2019). RENATA V. 3.0.0. Programa para el cálculo de la recarga a los acuíferos a partir de los procesos que tienen lugar en el suelo. Diputación Provincial de Alicante e IGME.
- Roldán-García, F.J., Lupiani, E., y Villalobos, M. (2006): Mapa y memoria explicativa de la hoja 972 (Cúllar-Baza). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, Instituto Geológico y Minero de España, 57 pp.
- Samper, J., García Vera, M. A. (1992). Manual de usuario del programa BALAN\_8. Dpto. Ingeniería del terreno. E. T. S. de Ingenieros de Caminos. UPC. Barcelona. España
- Samper, J., Huguet, L., García, M.A. and Ares, J. (1999). Manual del usuario del programa VISUAL-BALANCE V.1.0: Código interactivo para la realización de balances hidrológicos y la estimación de la recarga, Technical Report for ENRESA. Universidad de A Coruña. 124 pp.
- Sanz de Galdeano C., A.C. López Garrido, B., Andreo (2015): The Internal Subbetic of the Velez Rubio area (SE Spain): Is it tectonically detached or not? Journal of Geodynamics, 83: 65-75.
- Scanlon, B.R., Healy, R.W. and Cook, P.G. (2002) Choosing appropriate techniques for quantifying groundwater recharge. Hydrogeol J 10:18–39.
- Témez, J. (1978): Cálculo Hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales. Dirección General de Carreteras. Madrid. España.
- Thorntwaite, C.W. (1948): An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review, 38(1): 55-94.
- Voermans, F.M, Geel, T., Baena, J., Ubaldo, J. y Martínez-Díaz, C. (1979): Mapa y memoria explicativa de la hoja 974 (Vélez Rubio). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, Instituto Geológico y Minero de España, 47 pp.

## ANEXOS

**ANEXO I**  
**CALIBRACIÓN DEL CÓDIGO BALAN Y SALIDAS NUMÉRICAS**

## CALIBRACIÓN Y ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE

Piezómetro Orce IX

Llanos de Orce

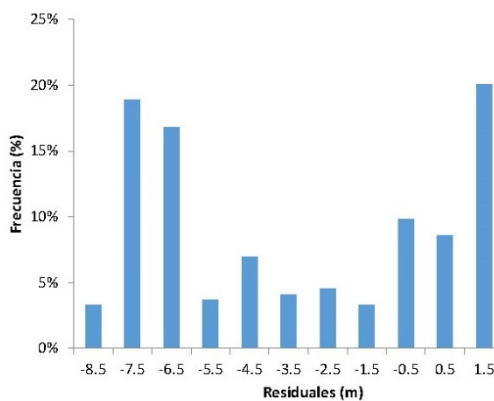
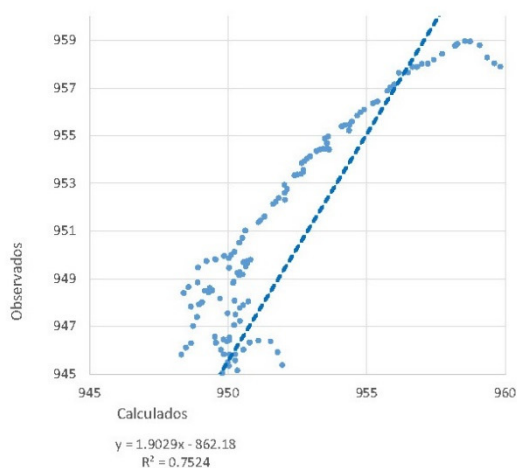
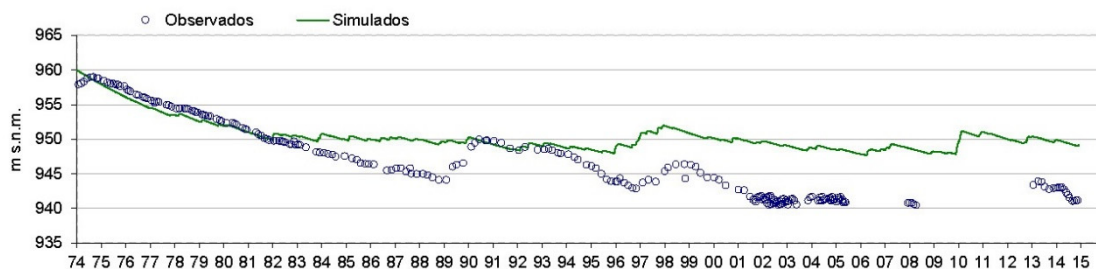
(PestO-IX\_V4)

### Parámetros optimizados

Variable	Valor	Límites intervalo 95% confianza	
		Límite inferior	Límite superior
Reserva útil R.U. (mm)	30	6	147
Coefficiente de agotamiento ZNS ( $\text{días}^{-1}$ )	1.00E-01	6.99E-04	1.43E+01
Porosidad del acuífero	1.00E-01	5.27E-02	1.90E-01
Coefficiente de agotamiento del acuífero ( $\text{días}^{-1}$ )	3.03E-04	1.99E-04	4.62E-04

### Resultados del Balance (mm)

Precipitación	399
Evapotranspiración	302
Escurrimiento	9
Recarga	86



### Bondad de ajuste

Promedio Calculados	950.72	MAE=	4.215
Promedio Observados	946.93	ErrMax=	9.045
R2=	0.752	NSE=	0.583
RMSE=	3.612		
PBIAS=	0.000		

### Análisis de incertidumbre

#### Matriz de coeficientes de correlación

	R.U.	Alfa percol	Alfa acuíf.	Por. Acuíf.
Reserva útil	1	4.71E-03	-0.9719	-0.855
Coefficiente de agotamiento ZNS	4.71E-03	1	7.94E-02	-0.1426
Coefficiente de agotamiento del acuífero	-9.72E-01	7.94E-02	1	0.7205
Porosidad del acuífero	-8.55E-01	-0.1426	0.7205	1

#### Matriz de autovectores

	Vector_1	Vector_2	Vector_3	Vector_4
Reserva útil	0.3194	2.40E-01	-9.17E-01	-2.23E-03
Coefficiente de agotamiento ZNS	-2.18E-03	1.88E-02	6.59E-03	-0.9998
Coefficiente de agotamiento del acuífero	9.16E-01	-3.26E-01	2.34E-01	-6.58E-03
Porosidad del acuífero	2.43E-01	9.14E-01	3.24E-01	1.88E-02

#### Autovalores

	6.62E-05	4.89E-03	0.1432	1.17
--	----------	----------	--------	------

### Análisis de sensibilidad

Parámetro	Valor	Sensibilidad	Sensibilidad relativa
Reserva útil	0.3	0.552793	0.289043
Alfa percol	0.1	1.40E-02	1.40E-02
Alfa acuíf.	3.03E-04	1.5778	5.55159
Por. Acuíf.	0.1	0.456881	0.456881

## Piezómetro P 05.06.901

## Sector Segura

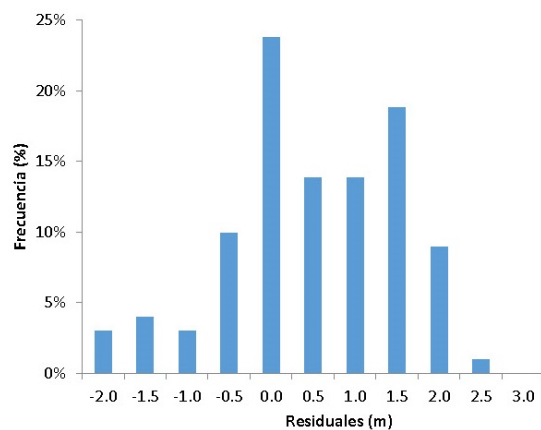
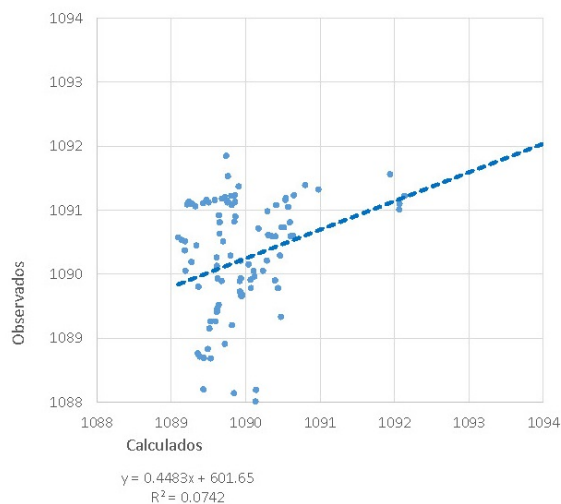
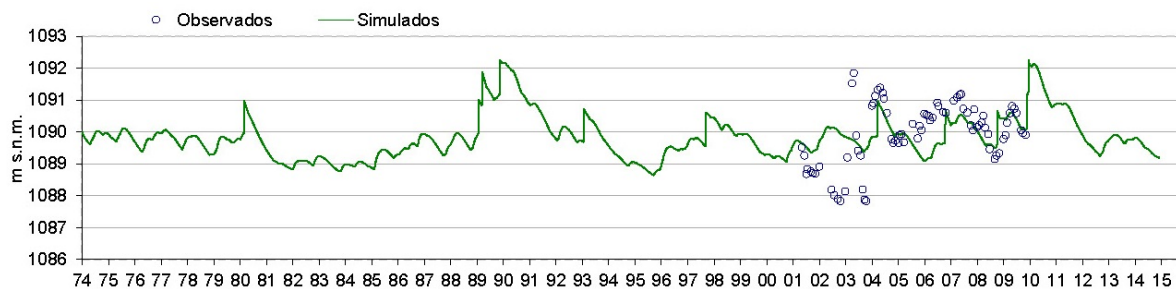
(Pest-ChvV3)

## Parámetros optimizados

Variable	Límites intervalo 95% confianza		
	Valor	Límite inferior	Límite superior
Reserva útil R.U. (mm)	10	3	38
Coefficiente de agotamiento ZNS ( $\text{días}^{-1}$ )	2.09E-02	2.59E-03	1.69E-01
Porosidad del acuífero	1.00E-01	5.37E-02	1.86E-01
Coefficiente de agotamiento del acuífero ( $\text{días}^{-1}$ )	2.73E-03	1.14E-03	6.54E-03

## Resultados del Balance (mm)

Precipitación	425
Evapotranspiración	235
Escorrentía	14
Recarga	175



## Bondad de ajuste

Promedio Calculados	1089.94	MAE=	0.783
Promedio Observados	1090.22	ErrMax=	2.154
R2=	0.074	NSE=	0.064
RMSE=	0.963		
PBIAS=	0.000		

## Análisis de incertidumbre

## Matriz de coeficientes de correlación

	R.U.	Alfa percol	Por. Acuíf.	Alfa acuíf.
Reserva útil	1	0.26	-0.67	0.07
Coefficiente de agotamiento ZNS	0.26	1	-0.65	0.68
Coefficiente de agotamiento del acuífero	-6.65E-01	-0.65	1	-0.78
Porosidad del acuífero	0.07	0.68	-0.78	1

## Matriz de autovectores

	Vector_1	Vector_2	Vector_3	Vector_4
Reserva útil	0.2649	0.2285	0.8983	0.266
Coefficiente de agotamiento ZNS	-9.98E-03	0.2959	-0.337	0.8937
Coefficiente de agotamiento del acuífero	0.6535	0.6401	-2.65E-01	-0.3047
Porosidad del acuífero	0.709	-0.6712	-0.095782	0.194

## Autovalores

2.34E-04	1.82E-02	8.21E-02	2.45E-01
----------	----------	----------	----------

## Análisis de sensibilidad

Parámetro	Valor	Sensibilidad	Sensibilidad relativa
Reserva útil	0.1	0.199243	0.199243
Por. Acuíf.	0.1	5.25E-01	5.25E-01
Alfa percol	2.09E-02	3.54E-02	5.94E-02
Alfa acuíf.	2.73E-03	4.84E-01	1.24168



**SERIES MENSUALES DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL****ESCORRENTÍA SUPERFICIAL**

Valores en mm

año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1974										0.00	0.00	0.00	
1975	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1976	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1977	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1980	0.00	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47
1981	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
1982	0.00	0.00	0.00	1.58	5.03	0.00	0.00	0.00	0.63	17.87	0.00	0.00	25.10
1983	0.00	3.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	4.93	8.97
1984	0.00	0.00	0.00	0.00	6.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.92
1985	0.00	25.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.94	0.00	32.32
1986	1.67	0.00	0.00	0.00	2.99	0.00	0.00	0.00	0.00	10.48	0.00	0.00	15.14
1987	0.00	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.99	4.78	0.00	31.17
1988	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77	0.32	0.00	1.09
1989	0.00	0.00	8.99	0.00	0.00	0.00	0.97	0.00	121.64	0.00	0.45	0.94	132.99
1990	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.17	0.00	0.00	0.00	2.17
1991	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26
1992	0.28	35.49	0.00	0.00	0.00	2.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.49
1993	0.00	15.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.73
1994	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1995	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.26
1996	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	8.36	0.00	8.39
1997	0.28	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	24.47	27.69	0.21	7.41	60.52
1998	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.20
1999	0.00	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.87	6.46	0.00	0.03	10.87
2000	0.00	0.00	0.00	0.00	6.18	0.00	0.00	0.00	0.00	24.72	0.00	0.02	30.92
2001	0.00	3.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.42	0.00	0.45	6.85
2002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.09
2003	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	33.80	0.97	35.03
2004	0.00	0.00	25.81	0.45	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	27.48
2005	0.00	1.27	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.21
2006	0.00	0.00	0.00	0.45	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.78	0.00	6.14
2007	35.23	0.00	0.00	10.37	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	45.64
2008	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	5.81	1.96	0.32	8.20
2009	0.00	0.00	1.93	0.00	0.00	0.00	0.00	3.95	0.00	0.00	0.00	61.49	67.36
2010	0.35	6.39	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.05	13.03	0.94	96.02
2011	34.48	0.00	0.00	0.00	21.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.46
2012	0.00	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	49.57	35.82	0.00	87.54
2013	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	3.35	0.00	0.00	0.00	1.67	5.22
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
Promedio	1.81	2.36	1.02	0.33	1.12	0.07	0.02	0.19	3.83	6.15	2.77	1.99	21.67

**SERIES MENSUALES DE RECARGA****ORCE-MARIA-CÚLLAR (GUADALQUIVIR)**Valores en hm<sup>3</sup>

Año	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
1974/75	0.19	0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.13	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53
1975/76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67
1976/77	0.05	0.01	0.09	1.67	0.44	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.29
1977/78	1.36	1.48	1.40	0.11	0.77	4.31	0.17	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	9.61
1978/79	0.00	0.00	0.00	0.61	3.66	0.60	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.89
1979/80	2.42	0.43	0.02	2.54	0.89	0.63	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.95
1980/81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1981/82	0.00	0.00	2.24	8.71	0.97	0.05	0.00	0.53	2.14	0.09	0.00	0.00	14.73
1982/83	2.18	1.61	0.17	0.01	1.32	0.23	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.52
1983/84	0.00	6.35	6.30	1.85	0.07	0.00	0.00	0.93	0.08	0.00	0.00	0.00	15.59
1984/85	0.00	1.06	0.17	0.01	6.09	2.32	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.75
1985/86	0.00	3.36	0.73	0.34	0.94	0.06	0.00	0.92	5.40	0.31	0.01	0.00	12.09
1986/87	4.34	0.77	0.03	0.51	3.00	1.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.70
1987/88	3.49	1.39	0.11	1.21	0.33	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.55
1988/89	2.18	3.20	1.32	0.05	2.56	1.79	0.95	0.04	0.00	0.00	0.00	2.20	14.29
1989/90	0.45	0.82	6.75	3.32	0.15	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.53
1990/91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.09
1991/92	1.12	0.63	0.03	0.00	4.67	2.68	0.58	0.02	6.22	1.93	0.07	0.00	17.97
1992/93	0.00	0.33	0.03	0.28	5.81	0.31	0.01	1.25	0.07	0.00	0.00	0.00	8.09
1993/94	0.00	0.00	0.00	0.00	1.38	2.54	0.92	0.18	0.01	0.00	0.00	0.00	5.03
1994/95	2.33	0.54	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	2.05	0.08	0.00	6.34
1995/96	0.00	0.00	1.82	10.80	3.27	0.42	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	4.91	21.24
1996/97	0.83	5.73	4.30	10.74	1.77	0.09	3.34	1.58	0.67	0.03	0.00	2.01	31.10
1997/98	8.49	0.37	5.25	0.68	0.03	0.00	0.00	1.52	0.26	0.01	0.00	0.00	16.61
1998/99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.63
1999/00	2.12	0.77	0.10	0.18	0.01	0.00	0.00	1.93	0.17	0.01	0.00	0.00	5.29
2000/01	5.02	2.63	0.57	0.60	0.02	0.00	0.00	0.30	0.10	0.00	0.00	0.00	9.26
2001/02	2.74	0.36	1.92	1.93	0.17	0.83	0.04	0.00	0.02	0.14	0.01	0.00	8.16
2002/03	0.00	1.96	1.06	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.06
2003/04	0.75	2.76	3.11	0.24	0.01	1.83	3.91	0.36	0.01	0.00	0.00	0.00	12.99
2004/05	0.00	0.00	1.12	0.06	0.06	2.61	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.97
2005/06	0.00	0.00	0.00	0.23	0.42	0.02	1.39	7.02	2.13	0.49	0.02	0.00	11.73
2006/07	0.00	4.06	0.32	1.45	3.12	1.06	5.54	1.13	0.04	0.00	0.00	0.44	17.17
2007/08	0.23	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
2008/09	0.00	0.00	4.29	0.57	0.02	1.80	0.09	0.00	0.00	0.00	2.36	0.25	9.38
2009/10	0.01	0.00	8.46	12.23	12.69	4.97	0.21	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	38.58
2010/11	0.00	1.04	6.65	1.58	0.06	0.00	0.12	1.06	0.04	0.00	0.00	0.00	10.56
2011/12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	0.30	0.01	0.00	0.00	0.00	0.73	1.83
2012/13	2.00	9.30	0.90	1.55	0.56	0.71	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.10
2013/14	0.00	0.30	2.33	2.54	0.36	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56

Promedio	1.06	1.29	1.54	1.67	1.39	0.79	0.47	0.47	0.47	0.13	0.06	0.30	9.64
----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

**VÉLEZ-BLANCO-MARIA (SEGURA)**

Valores en hm<sup>3</sup>

	Año	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
1974	1974/75	0.84	1.03	0.67	0.41	0.46	0.51	0.80	1.62	1.73	1.36	0.84	0.51	10.79
1975	1975/76	0.33	0.20	0.20	0.18	0.10	0.07	0.87	1.85	1.42	0.92	0.65	1.41	8.20
1976	1976/77	1.46	0.93	0.81	1.24	1.09	0.77	0.46	0.37	0.50	0.32	0.20	0.13	8.27
1977	1977/78	0.50	1.61	1.62	1.17	0.75	1.03	0.72	0.49	0.29	0.19	0.12	0.07	8.55
1978	1978/79	0.05	0.60	0.56	1.14	1.72	1.91	1.16	0.75	0.45	0.70	0.44	0.61	10.08
1979	1979/80	1.01	1.11	0.84	1.34	7.00	0.17	0.11	0.35	0.23	0.15	0.09	0.05	12.45
1980	1980/81	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.14	0.27	0.24	0.47	0.29	0.18	1.68
1981	1981/82	0.18	0.22	0.25	1.04	0.97	0.68	0.49	0.57	0.53	0.34	0.21	0.13	5.61
1982	1982/83	0.69	1.36	0.89	0.55	0.34	0.25	0.15	0.10	0.07	0.08	0.05	0.04	4.58
1983	1983/84	0.29	1.08	0.87	0.54	0.31	0.29	0.25	0.62	0.96	0.62	0.39	0.23	6.46
1984	1984/85	0.15	0.22	0.22	0.14	1.25	2.00	1.21	1.00	0.72	0.46	0.29	0.19	7.84
1985	1985/86	0.15	0.70	0.88	0.65	1.07	1.09	0.72	0.58	1.35	1.00	0.64	0.39	9.22
1986	1986/87	1.98	1.61	1.04	0.67	0.60	0.64	0.39	0.25	0.15	0.10	0.06	0.04	7.53
1987	1987/88	0.84	1.59	1.33	1.39	1.54	1.42	0.86	0.55	0.33	0.22	0.13	0.08	10.29
1988	1988/89	0.62	1.61	1.90	1.54	6.37	6.66	0.17	0.46	0.91	0.79	0.58	1.60	23.21
1989	1989/90	1.79	7.61	1.48	1.92	1.37	1.42	1.28	1.57	0.95	0.61	0.38	0.58	20.96
1990	1990/91	0.99	0.73	0.74	1.03	1.34	1.29	0.86	0.55	0.57	0.38	0.24	0.14	8.85
1991	1991/92	0.20	0.31	0.41	0.39	1.44	2.16	1.36	0.88	0.64	0.49	0.30	0.18	8.75
1992	1992/93	0.19	0.95	0.83	0.55	6.36	0.52	0.44	0.87	0.58	0.38	0.23	0.14	12.05
1993	1993/94	0.14	0.36	0.23	0.15	0.16	0.19	0.25	0.28	0.17	0.11	0.07	0.04	2.15
1994	1994/95	0.61	0.80	0.53	0.33	0.19	0.26	0.16	0.10	0.06	0.04	0.03	0.05	3.17
1995	1995/96	0.88	0.62	0.60	1.69	1.90	1.53	0.95	0.81	0.49	0.44	0.38	0.80	11.09
1996	1996/97	0.74	0.65	1.02	1.66	1.23	0.87	0.82	0.89	0.54	0.38	0.25	6.29	15.34
1997	1997/98	0.96	0.61	1.11	0.85	0.54	0.38	0.23	1.35	1.38	0.89	0.55	0.36	9.21
1998	1998/99	0.27	0.64	1.21	0.85	0.67	1.04	0.75	0.48	0.29	0.19	0.12	0.07	6.59
1999	1999/00	0.19	0.35	0.34	0.77	0.44	0.31	0.19	0.83	0.63	0.40	0.25	0.15	4.84
2000	2000/01	0.80	1.64	1.23	1.64	1.21	0.85	0.52	0.49	0.45	0.29	0.18	0.22	9.52
2001	2001/02	0.89	0.83	1.30	1.85	1.08	1.80	1.74	1.14	0.72	1.17	0.81	0.64	13.98
2002	2002/03	0.41	0.47	0.65	0.66	0.59	0.67	0.62	0.57	0.42	0.31	0.19	0.12	5.69
2003	2003/04	0.98	1.21	1.90	1.37	0.80	0.89	6.74	0.53	0.43	0.28	0.17	0.22	15.51
2004	2004/05	0.20	0.13	1.19	0.80	0.70	1.14	0.69	0.45	0.27	0.17	0.11	0.07	5.91
2005	2005/06	0.04	0.03	0.02	0.24	0.83	0.70	0.71	1.83	1.59	1.03	0.64	0.77	8.40
2006	2006/07	0.77	6.05	0.08	0.37	1.27	0.99	1.88	1.71	1.04	0.67	0.58	0.66	16.08
2007	2007/08	1.05	0.67	0.43	0.35	0.21	0.15	0.09	0.23	0.99	0.64	0.40	0.44	5.65
2008	2008/09	1.48	5.69	0.93	1.10	0.76	1.85	1.63	1.05	0.64	0.41	0.26	0.26	16.06
2009	2009/10	0.99	0.68	7.51	6.72	1.55	2.22	1.41	0.91	0.55	0.35	0.39	0.40	23.67
2010	2010/11	0.40	0.57	1.62	1.51	1.27	1.35	0.99	1.55	1.06	0.69	0.43	0.26	11.70
2011	2011/12	0.17	0.21	0.23	0.16	0.10	0.19	0.42	0.39	0.23	0.18	0.24	0.25	2.78
2012	2012/13	1.10	1.80	1.44	1.21	1.10	1.23	0.87	0.79	0.49	0.32	0.24	1.10	11.70
2013	2013/14	1.10	0.82	0.82	1.06	0.66	0.46	0.28	0.18	0.34	0.41	0.26	0.23	6.62
Promedio		0.66	1.21	1.00	1.03	1.28	1.05	0.86	0.76	0.64	0.47	0.32	0.50	9.78

**ANEXO II**  
**BALANCES HÍDRICOS GENERADOS POR RENATA**

**Total MASCH Sierras de Orce y María (afloramientos carbonatados)**

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
10/1974	11.48	-0.75	-0.52	-0.28	3.28	-1.73
11/1974	0.10	-0.73	-0.50	-0.28	0.00	1.50
12/1974	0.00	-0.75	-0.51	-0.28	0.00	1.55
01/1975	0.85	-0.75	-0.51	-0.28	0.00	1.54
02/1975	5.82	-0.67	-0.46	-0.26	0.61	0.78
03/1975	7.66	-0.74	-0.51	-0.28	0.24	1.30
04/1975	13.12	-0.72	-0.49	-0.28	4.83	-3.34
05/1975	8.46	-0.75	-0.51	-0.28	0.30	1.24
06/1975	6.06	-0.72	-0.49	-0.28	0.52	0.97
07/1975	0.33	-0.74	-0.50	-0.28	0.00	1.53
08/1975	0.49	-0.74	-0.50	-0.28	0.00	1.53
09/1975	0.98	-0.71	-0.49	-0.28	0.00	1.48
10/1975	0.78	-0.74	-0.50	-0.28	0.00	1.52
11/1975	0.92	-0.71	-0.48	-0.28	0.00	1.47
12/1975	5.34	-0.73	-0.50	-0.28	0.94	0.58
01/1976	1.24	-0.73	-0.50	-0.28	0.00	1.51
02/1976	1.90	-0.68	-0.46	-0.27	0.00	1.41
03/1976	0.73	-0.73	-0.49	-0.28	0.00	1.50
04/1976	15.87	-0.70	-0.48	-0.28	3.91	-2.45
05/1976	15.92	-0.73	-0.49	-0.28	4.78	-3.28
06/1976	1.53	-0.71	-0.47	-0.28	0.00	1.46
07/1976	1.87	-0.73	-0.49	-0.28	0.42	1.08
08/1976	5.05	-0.73	-0.49	-0.28	2.32	-0.81
09/1976	6.17	-0.71	-0.47	-0.28	0.50	0.95
10/1976	5.31	-0.73	-0.49	-0.28	0.31	1.20
11/1976	0.59	-0.71	-0.47	-0.28	0.00	1.45
12/1976	7.11	-0.73	-0.48	-0.28	1.11	0.38
01/1977	9.80	-0.73	-0.48	-0.28	4.33	-2.83
02/1977	0.45	-0.66	-0.44	-0.26	0.00	1.35
03/1977	0.91	-0.73	-0.48	-0.28	0.00	1.50
04/1977	3.49	-0.71	-0.46	-0.28	0.00	1.44
05/1977	5.35	-0.73	-0.48	-0.28	0.20	1.29
06/1977	2.45	-0.70	-0.46	-0.28	0.21	1.23
07/1977	0.16	-0.72	-0.48	-0.28	0.00	1.48
08/1977	1.20	-0.72	-0.47	-0.28	0.00	1.48
09/1977	3.52	-0.70	-0.46	-0.28	1.27	0.16
10/1977	13.68	-0.72	-0.47	-0.28	6.96	-5.48
11/1977	6.87	-0.70	-0.46	-0.28	1.26	0.17
12/1977	4.40	-0.72	-0.47	-0.28	0.83	0.65
01/1978	1.48	-0.72	-0.47	-0.28	0.00	1.48
02/1978	4.35	-0.65	-0.43	-0.26	1.00	0.33
03/1978	4.45	-0.72	-0.47	-0.28	1.55	-0.07
04/1978	5.54	-0.70	-0.46	-0.28	0.25	1.19
05/1978	6.02	-0.72	-0.47	-0.28	0.13	1.35
06/1978	1.23	-0.70	-0.46	-0.28	0.00	1.43
07/1978	0.00	-0.72	-0.47	-0.28	0.00	1.47
08/1978	1.14	-0.72	-0.47	-0.28	0.00	1.47
09/1978	0.00	-0.69	-0.45	-0.28	0.00	1.42
10/1978	1.06	-0.71	-0.47	-0.28	0.00	1.46
11/1978	5.55	-0.69	-0.45	-0.28	0.99	0.42
12/1978	2.06	-0.71	-0.46	-0.28	0.00	1.46
01/1979	11.71	-0.71	-0.46	-0.28	4.20	-2.74
02/1979	7.83	-0.65	-0.42	-0.26	2.93	-1.62
03/1979	1.67	-0.71	-0.46	-0.28	0.00	1.46
04/1979	1.38	-0.69	-0.45	-0.28	0.00	1.41
05/1979	1.35	-0.71	-0.46	-0.28	0.00	1.45
06/1979	1.79	-0.68	-0.44	-0.28	0.22	1.18
07/1979	3.88	-0.70	-0.46	-0.28	0.90	0.55
08/1979	0.00	-0.70	-0.46	-0.28	0.00	1.44
09/1979	6.21	-0.68	-0.44	-0.28	1.25	0.15
10/1979	10.15	-0.70	-0.45	-0.28	2.22	-0.78
11/1979	2.53	-0.68	-0.44	-0.28	0.00	1.39
12/1979	0.06	-0.70	-0.45	-0.28	0.00	1.44

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
01/1980	12.27	-0.70	-0.45	-0.28	7.76	-6.32
02/1980	13.03	-0.66	-0.42	-0.27	6.77	-5.41
03/1980	3.35	-0.71	-0.45	-0.28	0.76	0.69
04/1980	5.65	-0.69	-0.44	-0.28	0.48	0.93
05/1980	7.62	-0.72	-0.45	-0.28	0.00	1.45
06/1980	0.77	-0.69	-0.44	-0.28	0.00	1.40
07/1980	0.67	-0.71	-0.45	-0.28	0.07	1.37
08/1980	1.28	-0.71	-0.45	-0.28	0.00	1.44
09/1980	3.00	-0.68	-0.43	-0.28	0.77	0.63
10/1980	1.41	-0.71	-0.45	-0.28	0.00	1.44
11/1980	2.17	-0.68	-0.43	-0.28	0.00	1.39
12/1980	1.40	-0.70	-0.45	-0.28	0.01	1.43
01/1981	0.10	-0.70	-0.44	-0.28	0.00	1.43
02/1981	1.49	-0.63	-0.40	-0.26	0.00	1.29
03/1981	1.04	-0.70	-0.44	-0.28	0.00	1.42
04/1981	8.98	-0.67	-0.43	-0.28	0.16	1.21
05/1981	0.64	-0.69	-0.44	-0.28	0.00	1.42
06/1981	5.59	-0.67	-0.42	-0.28	0.63	0.73
07/1981	0.00	-0.69	-0.44	-0.28	0.00	1.41
08/1981	3.32	-0.69	-0.43	-0.28	0.00	1.41
09/1981	0.28	-0.66	-0.42	-0.28	0.00	1.36
10/1981	3.05	-0.68	-0.43	-0.28	0.01	1.39
11/1981	0.00	-0.66	-0.42	-0.28	0.00	1.35
12/1981	6.02	-0.68	-0.43	-0.28	1.99	-0.60
01/1982	13.16	-0.68	-0.43	-0.28	8.04	-6.64
02/1982	1.96	-0.62	-0.39	-0.26	0.00	1.27
03/1982	1.46	-0.68	-0.44	-0.28	0.00	1.41
04/1982	7.31	-0.66	-0.42	-0.28	0.21	1.14
05/1982	7.78	-0.68	-0.44	-0.28	1.65	-0.24
06/1982	0.34	-0.66	-0.42	-0.28	0.00	1.36
07/1982	0.00	-0.68	-0.44	-0.28	0.00	1.40
08/1982	0.50	-0.68	-0.44	-0.28	0.00	1.40
09/1982	0.65	-0.65	-0.42	-0.28	0.16	1.19
10/1982	12.05	-0.68	-0.43	-0.28	7.11	-5.71
11/1982	6.87	-0.66	-0.42	-0.28	1.77	-0.41
12/1982	0.15	-0.68	-0.44	-0.28	0.00	1.40
01/1983	0.22	-0.68	-0.44	-0.28	0.00	1.40
02/1983	4.16	-0.61	-0.39	-0.26	0.89	0.37
03/1983	2.18	-0.68	-0.43	-0.28	0.00	1.40
04/1983	0.09	-0.65	-0.42	-0.28	0.00	1.35
05/1983	0.68	-0.67	-0.43	-0.28	0.00	1.39
06/1983	1.40	-0.65	-0.42	-0.28	0.02	1.32
07/1983	0.00	-0.67	-0.43	-0.28	0.00	1.38
08/1983	2.24	-0.67	-0.43	-0.28	0.51	0.87
09/1983	1.87	-0.64	-0.41	-0.28	0.28	1.05
10/1983	0.31	-0.67	-0.43	-0.28	0.00	1.38
11/1983	13.19	-0.64	-0.41	-0.28	5.50	-4.16
12/1983	5.81	-0.67	-0.43	-0.28	2.65	-1.27
01/1984	1.08	-0.67	-0.43	-0.28	0.00	1.38
02/1984	2.40	-0.62	-0.40	-0.27	0.00	1.29
03/1984	4.07	-0.67	-0.43	-0.28	0.00	1.38
04/1984	2.43	-0.64	-0.41	-0.28	0.00	1.33
05/1984	13.85	-0.66	-0.43	-0.28	2.28	-0.90
06/1984	1.04	-0.64	-0.41	-0.28	0.00	1.33
07/1984	0.00	-0.66	-0.42	-0.28	0.00	1.37
08/1984	0.14	-0.66	-0.42	-0.28	0.00	1.37
09/1984	0.33	-0.64	-0.41	-0.28	0.00	1.32
10/1984	0.87	-0.66	-0.42	-0.28	0.00	1.36
11/1984	5.66	-0.63	-0.41	-0.28	0.75	0.56
12/1984	0.16	-0.65	-0.42	-0.28	0.00	1.35
01/1985	2.02	-0.65	-0.42	-0.28	0.00	1.35
02/1985	17.82	-0.59	-0.38	-0.26	9.99	-8.76
03/1985	0.64	-0.66	-0.42	-0.28	0.00	1.36
04/1985	0.87	-0.64	-0.40	-0.28	0.00	1.32
05/1985	7.83	-0.65	-0.42	-0.28	0.03	1.33



Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
06/1985	0.00	-0.63	-0.40	-0.28	0.00	1.31
07/1985	0.52	-0.65	-0.42	-0.28	0.00	1.35
08/1985	0.95	-0.65	-0.41	-0.28	0.00	1.35
09/1985	3.94	-0.63	-0.40	-0.28	0.40	0.90
10/1985	0.00	-0.65	-0.41	-0.28	0.00	1.34
11/1985	13.67	-0.63	-0.40	-0.28	7.26	-5.96
12/1985	2.12	-0.65	-0.41	-0.28	0.00	1.35
01/1986	4.58	-0.65	-0.41	-0.28	1.28	0.07
02/1986	1.60	-0.59	-0.37	-0.26	0.10	1.11
03/1986	5.77	-0.65	-0.41	-0.28	0.83	0.51
04/1986	1.76	-0.63	-0.40	-0.28	0.00	1.30
05/1986	12.52	-0.65	-0.41	-0.28	5.44	-4.09
06/1986	6.69	-0.63	-0.40	-0.28	1.36	-0.06
07/1986	3.86	-0.65	-0.41	-0.28	0.72	0.63
08/1986	0.23	-0.65	-0.41	-0.28	0.00	1.35
09/1986	3.15	-0.63	-0.40	-0.28	0.16	1.15
10/1986	20.62	-0.66	-0.41	-0.28	11.40	-10.05
11/1986	2.05	-0.64	-0.40	-0.28	0.00	1.31
12/1986	0.18	-0.66	-0.41	-0.28	0.00	1.36
01/1987	5.24	-0.66	-0.41	-0.28	0.41	0.95
02/1987	5.53	-0.60	-0.37	-0.26	0.77	0.45
03/1987	0.25	-0.66	-0.41	-0.28	0.00	1.35
04/1987	0.28	-0.64	-0.39	-0.28	0.00	1.31
05/1987	1.25	-0.66	-0.41	-0.28	0.06	1.28
06/1987	0.59	-0.63	-0.39	-0.28	0.00	1.30
07/1987	0.03	-0.65	-0.41	-0.28	0.00	1.34
08/1987	1.69	-0.65	-0.40	-0.28	0.00	1.34
09/1987	0.75	-0.63	-0.39	-0.28	0.00	1.29
10/1987	8.27	-0.65	-0.40	-0.28	2.72	-1.39
11/1987	7.38	-0.63	-0.39	-0.28	2.47	-1.17
12/1987	4.05	-0.65	-0.40	-0.28	0.00	1.33
01/1988	5.95	-0.65	-0.40	-0.28	1.89	-0.55
02/1988	6.04	-0.61	-0.38	-0.27	2.20	-0.95
03/1988	0.45	-0.65	-0.40	-0.28	0.00	1.34
04/1988	3.70	-0.63	-0.39	-0.28	0.00	1.29
05/1988	3.23	-0.65	-0.40	-0.28	0.00	1.33
06/1988	5.78	-0.62	-0.39	-0.28	0.00	1.28
07/1988	0.00	-0.64	-0.40	-0.28	0.00	1.32
08/1988	0.00	-0.64	-0.40	-0.28	0.00	1.32
09/1988	0.08	-0.62	-0.38	-0.28	0.00	1.28
10/1988	9.83	-0.64	-0.40	-0.28	4.57	-3.25
11/1988	12.77	-0.62	-0.38	-0.28	5.42	-4.14
12/1988	1.02	-0.65	-0.40	-0.28	0.44	0.89
01/1989	9.22	-0.65	-0.40	-0.28	2.19	-0.87
02/1989	11.65	-0.59	-0.36	-0.26	7.13	-5.93
03/1989	16.63	-0.66	-0.40	-0.28	8.15	-6.81
04/1989	3.58	-0.64	-0.39	-0.28	0.03	1.27
05/1989	6.27	-0.66	-0.40	-0.28	0.43	0.92
06/1989	3.00	-0.64	-0.39	-0.28	0.03	1.27
07/1989	3.10	-0.66	-0.40	-0.28	0.10	1.24
08/1989	1.53	-0.66	-0.40	-0.28	0.00	1.34
09/1989	20.42	-0.64	-0.39	-0.28	10.91	-9.60
10/1989	9.72	-0.67	-0.40	-0.35	4.96	-3.54
11/1989	18.00	-0.65	-0.39	-0.34	10.06	-8.68
12/1989	13.71	-0.68	-0.41	-0.35	9.07	-7.64
01/1990	3.69	-0.69	-0.41	-0.35	1.51	-0.07
02/1990	0.00	-0.62	-0.37	-0.32	0.00	1.31
03/1990	9.47	-0.69	-0.41	-0.35	0.78	0.68
04/1990	11.05	-0.67	-0.40	-0.34	2.45	-1.03
05/1990	6.65	-0.69	-0.42	-0.35	1.56	-0.10
06/1990	0.49	-0.67	-0.40	-0.34	0.00	1.42
07/1990	0.85	-0.69	-0.42	-0.35	0.00	1.46
08/1990	0.96	-0.69	-0.42	-0.35	0.00	1.46
09/1990	6.87	-0.67	-0.40	-0.34	0.63	0.78
10/1990	4.64	-0.69	-0.42	-0.38	0.48	1.01

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
11/1990	2.26	-0.67	-0.40	-0.37	0.00	1.44
12/1990	4.33	-0.69	-0.42	-0.38	1.51	-0.03
01/1991	7.60	-0.69	-0.42	-0.38	3.28	-1.79
02/1991	6.37	-0.63	-0.37	-0.34	1.20	0.14
03/1991	4.41	-0.69	-0.41	-0.38	0.48	1.01
04/1991	1.21	-0.67	-0.40	-0.37	0.00	1.44
05/1991	0.77	-0.69	-0.41	-0.38	0.00	1.48
06/1991	3.63	-0.67	-0.40	-0.37	0.19	1.24
07/1991	0.69	-0.69	-0.41	-0.38	0.00	1.48
08/1991	0.86	-0.69	-0.41	-0.38	0.00	1.48
09/1991	2.68	-0.66	-0.40	-0.37	0.00	1.43
10/1991	6.90	-0.68	-0.41	-0.39	1.02	0.46
11/1991	2.16	-0.66	-0.39	-0.38	0.00	1.43
12/1991	3.23	-0.68	-0.41	-0.39	0.15	1.32
01/1992	6.69	-0.68	-0.41	-0.39	2.73	-1.26
02/1992	15.42	-0.64	-0.38	-0.36	10.13	-8.75
03/1992	8.21	-0.69	-0.41	-0.39	1.74	-0.26
04/1992	1.23	-0.67	-0.40	-0.38	0.06	1.38
05/1992	3.72	-0.69	-0.41	-0.39	0.48	1.01
06/1992	14.27	-0.67	-0.40	-0.38	4.59	-3.15
07/1992	0.38	-0.70	-0.41	-0.39	0.00	1.50
08/1992	0.64	-0.69	-0.41	-0.39	0.00	1.50
09/1992	0.93	-0.67	-0.40	-0.38	0.00	1.45
10/1992	4.60	-0.69	-0.41	-0.40	0.18	1.33
11/1992	7.03	-0.67	-0.40	-0.39	2.45	-0.99
12/1992	3.38	-0.69	-0.41	-0.40	0.54	0.96
01/1993	4.59	-0.69	-0.41	-0.40	1.29	0.21
02/1993	14.05	-0.63	-0.37	-0.36	10.82	-9.46
03/1993	3.80	-0.70	-0.41	-0.40	0.11	1.40
04/1993	2.92	-0.68	-0.40	-0.39	0.00	1.46
05/1993	9.46	-0.70	-0.41	-0.40	3.02	-1.51
06/1993	1.85	-0.68	-0.40	-0.39	0.00	1.46
07/1993	0.00	-0.70	-0.41	-0.40	0.00	1.51
08/1993	1.41	-0.70	-0.41	-0.40	0.00	1.51
09/1993	0.14	-0.67	-0.40	-0.39	0.00	1.46
10/1993	5.30	-0.69	-0.41	-0.41	0.31	1.20
11/1993	1.11	-0.67	-0.40	-0.39	0.00	1.46
12/1993	1.13	-0.69	-0.41	-0.41	0.00	1.51
01/1994	3.68	-0.69	-0.41	-0.41	0.07	1.43
02/1994	10.30	-0.62	-0.37	-0.37	2.34	-0.99
03/1994	0.32	-0.69	-0.41	-0.41	0.00	1.50
04/1994	5.22	-0.66	-0.39	-0.39	0.76	0.70
05/1994	0.57	-0.68	-0.41	-0.41	0.00	1.50
06/1994	0.02	-0.66	-0.39	-0.39	0.00	1.45
07/1994	0.52	-0.68	-0.40	-0.41	0.00	1.49
08/1994	0.83	-0.68	-0.40	-0.41	0.00	1.49
09/1994	2.68	-0.65	-0.39	-0.39	0.07	1.37
10/1994	11.25	-0.68	-0.40	-0.42	3.22	-1.72
11/1994	3.61	-0.66	-0.39	-0.40	0.25	1.20
12/1994	0.00	-0.68	-0.40	-0.42	0.00	1.49
01/1995	0.25	-0.67	-0.40	-0.42	0.00	1.49
02/1995	3.53	-0.61	-0.36	-0.38	0.92	0.43
03/1995	2.90	-0.67	-0.40	-0.42	0.00	1.49
04/1995	0.01	-0.65	-0.38	-0.40	0.00	1.44
05/1995	0.86	-0.67	-0.39	-0.42	0.00	1.48
06/1995	8.24	-0.65	-0.38	-0.40	2.27	-0.83
07/1995	0.03	-0.67	-0.39	-0.42	0.00	1.48
08/1995	1.76	-0.67	-0.39	-0.42	0.00	1.48
09/1995	1.51	-0.64	-0.38	-0.40	0.00	1.43
10/1995	4.30	-0.66	-0.39	-0.43	1.89	-0.41
11/1995	0.57	-0.64	-0.38	-0.41	0.00	1.43
12/1995	12.22	-0.66	-0.39	-0.43	4.05	-2.57
01/1996	10.75	-0.66	-0.39	-0.43	5.28	-3.80
02/1996	6.66	-0.62	-0.36	-0.40	2.48	-1.10
03/1996	3.18	-0.66	-0.39	-0.43	0.00	1.48

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
04/1996	3.46	-0.64	-0.38	-0.41	0.00	1.43
05/1996	5.72	-0.66	-0.39	-0.43	0.08	1.40
06/1996	2.39	-0.64	-0.38	-0.41	0.00	1.43
07/1996	1.73	-0.65	-0.39	-0.43	0.00	1.47
08/1996	1.25	-0.65	-0.39	-0.43	0.00	1.47
09/1996	12.00	-0.63	-0.38	-0.41	6.05	-4.63
10/1996	2.59	-0.65	-0.39	-0.44	0.00	1.48
11/1996	8.44	-0.63	-0.38	-0.42	3.62	-2.19
12/1996	10.87	-0.65	-0.39	-0.44	2.85	-1.37
01/1997	12.98	-0.66	-0.39	-0.44	8.43	-6.94
02/1997	0.29	-0.60	-0.36	-0.39	0.00	1.35
03/1997	2.06	-0.66	-0.40	-0.44	0.00	1.50
04/1997	15.09	-0.64	-0.39	-0.42	6.45	-4.99
05/1997	5.16	-0.67	-0.40	-0.44	0.22	1.29
06/1997	2.98	-0.65	-0.39	-0.42	0.39	1.07
07/1997	0.80	-0.67	-0.40	-0.44	0.00	1.51
08/1997	1.08	-0.67	-0.40	-0.44	0.00	1.51
09/1997	26.35	-0.65	-0.39	-0.42	15.30	-13.84
10/1997	4.85	-0.68	-0.41	-0.45	1.61	-0.08
11/1997	7.87	-0.66	-0.39	-0.43	0.85	0.64
12/1997	11.35	-0.69	-0.41	-0.45	5.33	-3.79
01/1998	3.37	-0.69	-0.41	-0.45	0.15	1.40
02/1998	3.53	-0.62	-0.37	-0.40	0.52	0.87
03/1998	2.24	-0.69	-0.41	-0.45	0.00	1.54
04/1998	1.55	-0.66	-0.40	-0.43	0.00	1.49
05/1998	15.12	-0.68	-0.41	-0.45	2.57	-1.03
06/1998	1.22	-0.66	-0.40	-0.43	0.00	1.49
07/1998	0.00	-0.68	-0.41	-0.45	0.00	1.54
08/1998	0.66	-0.68	-0.41	-0.45	0.00	1.54
09/1998	3.11	-0.66	-0.39	-0.43	0.03	1.45
10/1998	0.39	-0.68	-0.41	-0.46	0.00	1.54
11/1998	4.30	-0.65	-0.39	-0.44	0.72	0.77
12/1998	6.15	-0.68	-0.40	-0.46	1.97	-0.43
01/1999	2.73	-0.68	-0.40	-0.46	0.09	1.44
02/1999	5.31	-0.61	-0.36	-0.41	1.39	0.00
03/1999	7.74	-0.67	-0.40	-0.46	0.68	0.85
04/1999	0.36	-0.65	-0.39	-0.44	0.00	1.48
05/1999	1.04	-0.67	-0.40	-0.46	0.00	1.52
06/1999	1.29	-0.65	-0.38	-0.44	0.00	1.47
07/1999	0.02	-0.67	-0.39	-0.46	0.00	1.52
08/1999	0.00	-0.67	-0.39	-0.46	0.00	1.51
09/1999	9.14	-0.64	-0.38	-0.44	2.18	-0.72
10/1999	9.95	-0.67	-0.39	-0.46	2.57	-1.05
11/1999	5.93	-0.64	-0.38	-0.45	0.99	0.48
12/1999	6.73	-0.66	-0.39	-0.46	1.96	-0.44
01/2000	1.96	-0.66	-0.39	-0.46	0.66	0.86
02/2000	0.00	-0.62	-0.36	-0.43	0.00	1.42
03/2000	0.69	-0.66	-0.39	-0.46	0.00	1.52
04/2000	4.66	-0.64	-0.37	-0.45	0.08	1.39
05/2000	11.51	-0.66	-0.39	-0.46	2.75	-1.24
06/2000	0.00	-0.64	-0.37	-0.45	0.00	1.46
07/2000	0.00	-0.66	-0.38	-0.46	0.00	1.51
08/2000	0.00	-0.66	-0.38	-0.46	0.00	1.51
09/2000	2.39	-0.63	-0.37	-0.45	0.00	1.45
10/2000	15.76	-0.66	-0.38	-0.47	7.95	-6.43
11/2000	2.79	-0.64	-0.37	-0.46	0.70	0.77
12/2000	6.68	-0.66	-0.38	-0.47	1.81	-0.30
01/2001	4.60	-0.66	-0.38	-0.47	0.13	1.39
02/2001	4.44	-0.59	-0.34	-0.43	0.26	1.11
03/2001	1.33	-0.66	-0.38	-0.47	0.00	1.51
04/2001	0.85	-0.63	-0.37	-0.46	0.00	1.46
05/2001	8.60	-0.65	-0.38	-0.47	0.26	1.25
06/2001	0.01	-0.63	-0.37	-0.46	0.00	1.45
07/2001	0.00	-0.65	-0.38	-0.47	0.00	1.50
08/2001	0.59	-0.65	-0.38	-0.47	0.00	1.50

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
09/2001	5.19	-0.62	-0.36	-0.46	0.54	0.91
10/2001	10.51	-0.64	-0.37	-0.47	4.42	-2.93
11/2001	6.35	-0.62	-0.36	-0.46	1.10	0.34
12/2001	13.79	-0.65	-0.37	-0.47	7.49	-6.00
01/2002	2.66	-0.65	-0.37	-0.47	0.93	0.57
02/2002	0.18	-0.59	-0.34	-0.43	0.00	1.35
03/2002	11.69	-0.66	-0.37	-0.47	4.71	-3.21
04/2002	10.26	-0.64	-0.36	-0.46	2.04	-0.59
05/2002	2.43	-0.66	-0.37	-0.47	0.00	1.51
06/2002	8.35	-0.64	-0.36	-0.46	3.71	-2.25
07/2002	0.10	-0.67	-0.37	-0.47	0.00	1.51
08/2002	4.34	-0.67	-0.37	-0.47	0.55	0.95
09/2002	3.21	-0.64	-0.35	-0.46	0.93	0.52
10/2002	1.56	-0.66	-0.37	-0.47	0.00	1.50
11/2002	10.22	-0.64	-0.35	-0.46	4.40	-2.95
12/2002	2.41	-0.66	-0.37	-0.47	0.02	1.48
01/2003	6.63	-0.66	-0.36	-0.47	0.80	0.70
02/2003	8.04	-0.60	-0.33	-0.43	1.78	-0.42
03/2003	4.65	-0.66	-0.36	-0.47	0.00	1.50
04/2003	4.95	-0.64	-0.35	-0.46	0.45	1.00
05/2003	3.85	-0.66	-0.36	-0.47	0.00	1.50
06/2003	2.28	-0.64	-0.35	-0.46	0.00	1.45
07/2003	0.18	-0.66	-0.36	-0.47	0.00	1.49
08/2003	1.07	-0.65	-0.36	-0.47	0.00	1.49
09/2003	2.43	-0.63	-0.35	-0.46	0.27	1.17
10/2003	13.12	-0.66	-0.36	-0.47	3.53	-2.04
11/2003	11.22	-0.64	-0.35	-0.46	6.17	-4.73
12/2003	6.69	-0.66	-0.36	-0.47	3.77	-2.27
01/2004	1.42	-0.67	-0.36	-0.47	0.00	1.50
02/2004	4.05	-0.62	-0.34	-0.44	0.15	1.25
03/2004	17.50	-0.67	-0.36	-0.47	7.80	-6.30
04/2004	13.34	-0.65	-0.35	-0.46	4.20	-2.74
05/2004	9.76	-0.68	-0.36	-0.47	1.23	0.28
06/2004	3.51	-0.65	-0.35	-0.46	0.40	1.07
07/2004	1.10	-0.67	-0.36	-0.47	0.00	1.51
08/2004	1.09	-0.67	-0.36	-0.47	0.02	1.49
09/2004	3.10	-0.65	-0.35	-0.46	0.45	1.01
10/2004	1.18	-0.67	-0.36	-0.47	0.00	1.51
11/2004	1.81	-0.65	-0.35	-0.46	0.00	1.45
12/2004	6.75	-0.67	-0.36	-0.47	2.21	-0.71
01/2005	0.26	-0.67	-0.36	-0.47	0.00	1.50
02/2005	9.14	-0.60	-0.32	-0.43	2.23	-0.88
03/2005	7.39	-0.67	-0.35	-0.47	4.01	-2.51
04/2005	1.68	-0.65	-0.34	-0.46	0.00	1.45
05/2005	0.26	-0.67	-0.35	-0.47	0.00	1.50
06/2005	0.00	-0.65	-0.34	-0.46	0.00	1.45
07/2005	0.01	-0.67	-0.35	-0.47	0.00	1.50
08/2005	1.12	-0.67	-0.35	-0.47	0.00	1.49
09/2005	2.51	-0.64	-0.34	-0.46	0.00	1.44
10/2005	2.93	-0.66	-0.35	-0.47	0.00	1.49
11/2005	3.66	-0.64	-0.34	-0.46	0.00	1.44
12/2005	1.46	-0.66	-0.35	-0.47	0.16	1.32
01/2006	10.13	-0.66	-0.35	-0.47	2.34	-0.86
02/2006	5.34	-0.60	-0.31	-0.43	0.47	0.86
03/2006	1.24	-0.66	-0.34	-0.47	0.00	1.48
04/2006	10.27	-0.64	-0.33	-0.46	2.46	-1.03
05/2006	15.03	-0.66	-0.34	-0.47	4.00	-2.52
06/2006	4.90	-0.64	-0.33	-0.46	0.79	0.64
07/2006	0.10	-0.66	-0.34	-0.47	0.00	1.48
08/2006	1.57	-0.66	-0.34	-0.47	0.00	1.47
09/2006	7.95	-0.64	-0.33	-0.46	1.41	0.02
10/2006	1.07	-0.66	-0.34	-0.47	0.00	1.47
11/2006	13.96	-0.64	-0.33	-0.46	8.19	-6.77
12/2006	0.85	-0.66	-0.34	-0.47	0.00	1.48
01/2007	13.05	-0.67	-0.34	-0.47	7.75	-6.26

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
02/2007	3.59	-0.61	-0.31	-0.43	0.76	0.59
03/2007	5.51	-0.67	-0.34	-0.47	0.98	0.50
04/2007	15.22	-0.65	-0.33	-0.46	6.68	-5.24
05/2007	8.43	-0.68	-0.35	-0.47	0.55	0.94
06/2007	0.18	-0.66	-0.33	-0.46	0.00	1.45
07/2007	0.00	-0.68	-0.35	-0.47	0.00	1.50
08/2007	3.01	-0.67	-0.35	-0.47	0.28	1.22
09/2007	7.71	-0.65	-0.33	-0.46	1.96	-0.52
10/2007	7.34	-0.67	-0.34	-0.47	0.15	1.34
11/2007	0.64	-0.65	-0.33	-0.46	0.00	1.44
12/2007	1.08	-0.67	-0.34	-0.47	0.00	1.49
01/2008	2.73	-0.67	-0.34	-0.47	0.09	1.39
02/2008	2.61	-0.62	-0.32	-0.44	0.00	1.39
03/2008	1.15	-0.66	-0.34	-0.47	0.00	1.48
04/2008	3.04	-0.64	-0.33	-0.46	0.00	1.43
05/2008	12.35	-0.66	-0.34	-0.47	2.23	-0.76
06/2008	4.16	-0.64	-0.33	-0.46	0.00	1.43
07/2008	0.18	-0.66	-0.34	-0.47	0.00	1.47
08/2008	0.03	-0.66	-0.33	-0.47	0.00	1.47
09/2008	8.17	-0.64	-0.32	-0.46	0.17	1.25
10/2008	14.80	-0.66	-0.33	-0.47	6.26	-4.80
11/2008	6.37	-0.64	-0.32	-0.46	1.05	0.37
12/2008	7.71	-0.66	-0.33	-0.47	4.06	-2.60
01/2009	6.21	-0.66	-0.33	-0.47	0.67	0.79
02/2009	2.45	-0.59	-0.30	-0.43	0.33	0.99
03/2009	13.80	-0.66	-0.33	-0.47	4.94	-3.47
04/2009	2.99	-0.64	-0.32	-0.46	0.00	1.42
05/2009	1.89	-0.66	-0.33	-0.47	0.00	1.47
06/2009	0.49	-0.64	-0.32	-0.46	0.00	1.42
07/2009	0.09	-0.66	-0.33	-0.47	0.00	1.46
08/2009	4.58	-0.66	-0.33	-0.47	1.14	0.32
09/2009	8.18	-0.64	-0.32	-0.46	2.05	-0.64
10/2009	1.61	-0.66	-0.33	-0.47	0.00	1.46
11/2009	7.46	-0.63	-0.32	-0.46	2.60	-1.18
12/2009	21.44	-0.66	-0.33	-0.47	14.85	-13.39
01/2010	12.70	-0.67	-0.33	-0.47	7.76	-6.28
02/2010	13.78	-0.61	-0.31	-0.43	7.44	-6.10
03/2010	15.21	-0.68	-0.35	-0.47	6.29	-4.79
04/2010	3.62	-0.66	-0.34	-0.46	0.16	1.30
05/2010	2.06	-0.68	-0.35	-0.47	0.00	1.51
06/2010	3.56	-0.66	-0.34	-0.46	0.00	1.46
07/2010	0.01	-0.68	-0.35	-0.47	0.00	1.51
08/2010	6.62	-0.68	-0.35	-0.47	1.30	0.21
09/2010	1.50	-0.66	-0.34	-0.46	0.00	1.46
10/2010	7.29	-0.68	-0.36	-0.47	1.50	0.01
11/2010	10.33	-0.66	-0.35	-0.46	4.35	-2.89
12/2010	9.02	-0.68	-0.36	-0.47	3.46	-1.95
01/2011	5.24	-0.68	-0.36	-0.47	0.74	0.77
02/2011	4.98	-0.61	-0.33	-0.43	0.20	1.17
03/2011	7.99	-0.68	-0.36	-0.47	0.99	0.52
04/2011	8.91	-0.66	-0.35	-0.46	0.69	0.77
05/2011	6.54	-0.68	-0.36	-0.47	2.23	-0.71
06/2011	2.17	-0.66	-0.35	-0.46	0.00	1.47
07/2011	0.46	-0.68	-0.36	-0.47	0.00	1.52
08/2011	0.04	-0.68	-0.36	-0.47	0.00	1.51
09/2011	2.03	-0.65	-0.35	-0.46	0.00	1.46
10/2011	1.87	-0.67	-0.36	-0.47	0.00	1.51
11/2011	6.53	-0.65	-0.35	-0.46	1.22	0.24
12/2011	1.52	-0.67	-0.36	-0.47	0.12	1.38
01/2012	3.20	-0.67	-0.36	-0.47	0.21	1.30
02/2012	0.14	-0.63	-0.34	-0.44	0.00	1.40
03/2012	6.71	-0.67	-0.36	-0.47	1.88	-0.38
04/2012	5.59	-0.65	-0.35	-0.46	0.07	1.38
05/2012	1.62	-0.67	-0.36	-0.47	0.00	1.50
06/2012	0.50	-0.64	-0.34	-0.46	0.00	1.45

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
07/2012	1.57	-0.66	-0.35	-0.47	0.00	1.49
08/2012	1.36	-0.66	-0.35	-0.47	0.00	1.49
09/2012	10.92	-0.64	-0.34	-0.46	5.51	-4.07
10/2012	9.83	-0.67	-0.35	-0.47	2.48	-0.99
11/2012	13.99	-0.65	-0.34	-0.46	8.95	-7.50
12/2012	0.26	-0.67	-0.36	-0.47	0.00	1.51
01/2013	5.95	-0.67	-0.36	-0.47	1.42	0.09
02/2013	5.95	-0.61	-0.32	-0.43	0.02	1.34
03/2013	9.16	-0.67	-0.36	-0.47	1.80	-0.29
04/2013	5.30	-0.65	-0.35	-0.46	0.00	1.46
05/2013	3.57	-0.67	-0.36	-0.47	0.00	1.50
06/2013	0.03	-0.65	-0.35	-0.46	0.00	1.45
07/2013	3.00	-0.67	-0.36	-0.47	0.09	1.40
08/2013	9.88	-0.67	-0.36	-0.47	1.91	-0.41
09/2013	2.82	-0.65	-0.34	-0.46	0.31	1.14
10/2013	0.10	-0.67	-0.35	-0.47	0.00	1.49
11/2013	3.38	-0.64	-0.34	-0.46	0.14	1.30
12/2013	8.32	-0.66	-0.35	-0.47	3.40	-1.91
01/2014	3.96	-0.66	-0.35	-0.47	0.07	1.42
02/2014	2.12	-0.60	-0.32	-0.43	0.00	1.34
03/2014	2.54	-0.66	-0.35	-0.47	0.00	1.49
04/2014	0.14	-0.64	-0.34	-0.46	0.00	1.43
05/2014	1.94	-0.65	-0.35	-0.47	0.00	1.48
06/2014	3.10	-0.63	-0.34	-0.46	0.07	1.36
07/2014	0.00	-0.65	-0.35	-0.47	0.00	1.47
08/2014	0.04	-0.65	-0.35	-0.47	0.00	1.47
09/2014	3.06	-0.63	-0.33	-0.46	0.00	1.42

### Resumen D.H. Guadalquivir (afloramientos carbonatados)

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río Orce hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
10/1974	6.82	-0.25	-0.52	-0.26	1.53	-0.53
11/1974	0.06	-0.24	-0.50	-0.25	0.00	0.92
12/1974	0.00	-0.25	-0.51	-0.26	0.00	0.97
01/1975	0.52	-0.25	-0.51	-0.26	0.00	0.99
02/1975	3.68	-0.22	-0.46	-0.23	0.26	0.66
03/1975	4.63	-0.24	-0.51	-0.26	0.14	0.85
04/1975	7.45	-0.24	-0.49	-0.25	1.98	-1.04
05/1975	5.29	-0.24	-0.51	-0.26	0.09	0.82
06/1975	3.55	-0.23	-0.49	-0.25	0.25	0.64
07/1975	0.06	-0.24	-0.50	-0.26	0.00	0.93
08/1975	0.46	-0.24	-0.50	-0.26	0.00	0.95
09/1975	0.78	-0.23	-0.49	-0.25	0.00	0.94
10/1975	0.54	-0.24	-0.50	-0.26	0.00	0.98
11/1975	0.42	-0.23	-0.48	-0.25	0.00	0.95
12/1975	2.99	-0.24	-0.50	-0.26	0.33	0.68
01/1976	0.88	-0.24	-0.50	-0.26	0.00	0.97
02/1976	0.95	-0.22	-0.46	-0.24	0.00	0.91
03/1976	0.45	-0.23	-0.49	-0.26	0.00	0.98
04/1976	9.32	-0.23	-0.48	-0.25	1.84	-0.87



Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río Orce hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
05/1976	10.22	-0.23	-0.49	-0.26	2.72	-1.73
06/1976	1.21	-0.23	-0.47	-0.25	0.00	0.78
07/1976	0.90	-0.23	-0.49	-0.26	0.00	0.88
08/1976	1.77	-0.23	-0.49	-0.26	0.61	0.28
09/1976	2.92	-0.22	-0.47	-0.25	0.16	0.71
10/1976	3.44	-0.23	-0.49	-0.26	0.19	0.71
11/1976	0.30	-0.22	-0.47	-0.25	0.00	0.87
12/1976	4.30	-0.23	-0.48	-0.26	0.46	0.46
01/1977	5.63	-0.23	-0.48	-0.26	1.90	-0.98
02/1977	0.35	-0.21	-0.44	-0.23	0.00	0.79
03/1977	0.45	-0.23	-0.48	-0.26	0.00	0.90
04/1977	2.22	-0.22	-0.46	-0.25	0.00	0.89
05/1977	2.62	-0.23	-0.48	-0.26	0.08	0.85
06/1977	1.86	-0.22	-0.46	-0.25	0.18	0.74
07/1977	0.07	-0.23	-0.48	-0.26	0.00	0.95
08/1977	0.96	-0.23	-0.47	-0.26	0.00	0.96
09/1977	0.72	-0.22	-0.46	-0.25	0.04	0.89
10/1977	9.11	-0.22	-0.47	-0.26	4.75	-3.75
11/1977	4.17	-0.22	-0.46	-0.25	0.51	0.18
12/1977	2.81	-0.23	-0.47	-0.26	0.62	0.17
01/1978	0.95	-0.23	-0.47	-0.26	0.00	0.86
02/1978	2.66	-0.20	-0.43	-0.23	0.67	0.13
03/1978	2.66	-0.23	-0.47	-0.26	0.84	0.06
04/1978	3.40	-0.22	-0.46	-0.25	0.00	0.86
05/1978	3.65	-0.23	-0.47	-0.26	0.00	0.89
06/1978	1.10	-0.22	-0.46	-0.25	0.00	0.87
07/1978	0.00	-0.22	-0.47	-0.26	0.00	0.91
08/1978	0.82	-0.22	-0.47	-0.26	0.00	0.93
09/1978	0.00	-0.22	-0.45	-0.25	0.00	0.91
10/1978	0.75	-0.22	-0.47	-0.26	0.00	0.94
11/1978	3.29	-0.21	-0.45	-0.25	0.36	0.56
12/1978	1.50	-0.22	-0.46	-0.26	0.00	0.91
01/1979	6.14	-0.22	-0.46	-0.26	1.30	-0.41
02/1979	4.86	-0.20	-0.42	-0.23	1.82	-1.05
03/1979	1.25	-0.22	-0.46	-0.26	0.00	0.79
04/1979	1.00	-0.21	-0.45	-0.25	0.00	0.80
05/1979	0.61	-0.22	-0.46	-0.26	0.00	0.86
06/1979	0.80	-0.21	-0.44	-0.25	0.00	0.85
07/1979	3.25	-0.22	-0.46	-0.26	0.86	0.05
08/1979	0.00	-0.22	-0.46	-0.26	0.00	0.91
09/1979	3.32	-0.21	-0.44	-0.25	0.25	0.62
10/1979	6.83	-0.22	-0.45	-0.26	1.63	-0.73
11/1979	1.47	-0.21	-0.44	-0.25	0.00	0.86
12/1979	0.06	-0.22	-0.45	-0.26	0.00	0.90
01/1980	7.60	-0.22	-0.45	-0.26	4.58	-3.62
02/1980	6.69	-0.20	-0.42	-0.24	2.66	-1.93
03/1980	1.99	-0.22	-0.45	-0.26	0.23	0.55
04/1980	3.65	-0.21	-0.44	-0.25	0.00	0.82
05/1980	5.28	-0.21	-0.45	-0.26	0.00	0.86
06/1980	0.41	-0.21	-0.44	-0.25	0.00	0.85
07/1980	0.06	-0.21	-0.45	-0.26	0.00	0.88
08/1980	0.73	-0.21	-0.45	-0.26	0.00	0.89
09/1980	1.27	-0.21	-0.43	-0.25	0.32	0.54
10/1980	0.56	-0.21	-0.45	-0.26	0.00	0.92
11/1980	1.49	-0.20	-0.43	-0.25	0.00	0.90
12/1980	0.59	-0.21	-0.45	-0.26	0.00	0.93
01/1981	0.10	-0.21	-0.44	-0.26	0.00	0.93
02/1981	0.99	-0.19	-0.40	-0.23	0.00	0.84
03/1981	0.58	-0.21	-0.44	-0.26	0.00	0.93
04/1981	5.74	-0.20	-0.43	-0.25	0.00	0.90
05/1981	0.37	-0.21	-0.44	-0.26	0.00	0.93
06/1981	3.35	-0.20	-0.42	-0.25	0.31	0.59
07/1981	0.00	-0.21	-0.44	-0.26	0.00	0.92
08/1981	2.17	-0.21	-0.43	-0.26	0.00	0.92
09/1981	0.22	-0.20	-0.42	-0.25	0.00	0.89

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río Orce hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
10/1981	1.71	-0.20	-0.43	-0.26	0.00	0.92
11/1981	0.00	-0.20	-0.42	-0.25	0.00	0.89
12/1981	4.43	-0.20	-0.43	-0.26	1.94	-1.00
01/1982	9.24	-0.20	-0.43	-0.26	5.66	-4.65
02/1982	1.10	-0.19	-0.39	-0.23	0.00	0.75
03/1982	0.88	-0.21	-0.44	-0.26	0.00	0.87
04/1982	4.62	-0.20	-0.42	-0.25	0.21	0.66
05/1982	5.32	-0.21	-0.44	-0.26	1.55	-0.64
06/1982	0.34	-0.20	-0.42	-0.25	0.00	0.90
07/1982	0.00	-0.21	-0.44	-0.26	0.00	0.93
08/1982	0.40	-0.21	-0.44	-0.26	0.00	0.94
09/1982	0.61	-0.20	-0.42	-0.25	0.16	0.75
10/1982	7.72	-0.21	-0.43	-0.26	4.33	-3.36
11/1982	5.06	-0.20	-0.42	-0.25	1.20	-0.38
12/1982	0.10	-0.21	-0.44	-0.26	0.00	0.86
01/1983	0.10	-0.21	-0.44	-0.26	0.00	0.90
02/1983	2.77	-0.19	-0.39	-0.23	0.70	0.13
03/1983	1.23	-0.21	-0.43	-0.26	0.00	0.92
04/1983	0.04	-0.20	-0.42	-0.25	0.00	0.89
05/1983	0.23	-0.20	-0.43	-0.26	0.00	0.93
06/1983	0.44	-0.20	-0.42	-0.25	0.00	0.90
07/1983	0.00	-0.20	-0.43	-0.26	0.00	0.93
08/1983	1.12	-0.20	-0.43	-0.26	0.21	0.71
09/1983	0.61	-0.20	-0.41	-0.25	0.00	0.91
10/1983	0.21	-0.20	-0.43	-0.26	0.00	0.93
11/1983	8.82	-0.20	-0.41	-0.25	3.72	-2.76
12/1983	4.11	-0.20	-0.43	-0.26	2.07	-1.23
01/1984	0.86	-0.20	-0.43	-0.26	0.00	0.89
02/1984	1.52	-0.19	-0.40	-0.24	0.00	0.84
03/1984	2.84	-0.20	-0.43	-0.26	0.00	0.91
04/1984	1.42	-0.20	-0.41	-0.25	0.00	0.89
05/1984	8.47	-0.20	-0.43	-0.26	1.23	-0.32
06/1984	0.62	-0.20	-0.41	-0.25	0.00	0.86
07/1984	0.00	-0.20	-0.42	-0.26	0.00	0.89
08/1984	0.10	-0.20	-0.42	-0.26	0.00	0.90
09/1984	0.30	-0.19	-0.41	-0.25	0.00	0.88
10/1984	0.76	-0.20	-0.42	-0.26	0.00	0.91
11/1984	3.56	-0.19	-0.41	-0.25	0.51	0.38
12/1984	0.05	-0.20	-0.42	-0.26	0.00	0.92
01/1985	1.42	-0.20	-0.42	-0.26	0.00	0.93
02/1985	10.77	-0.18	-0.38	-0.23	5.99	-5.16
03/1985	0.39	-0.20	-0.42	-0.26	0.00	0.73
04/1985	0.65	-0.19	-0.40	-0.25	0.00	0.77
05/1985	4.88	-0.20	-0.42	-0.26	0.01	0.82
06/1985	0.00	-0.19	-0.40	-0.25	0.00	0.83
07/1985	0.22	-0.20	-0.42	-0.26	0.00	0.87
08/1985	0.88	-0.20	-0.41	-0.26	0.00	0.88
09/1985	2.24	-0.19	-0.40	-0.25	0.28	0.59
10/1985	0.00	-0.20	-0.41	-0.26	0.00	0.87
11/1985	8.24	-0.19	-0.40	-0.25	4.15	-3.26
12/1985	1.29	-0.20	-0.41	-0.26	0.00	0.77
01/1986	2.95	-0.20	-0.41	-0.26	0.86	-0.04
02/1986	1.27	-0.18	-0.37	-0.23	0.10	0.63
03/1986	3.41	-0.20	-0.41	-0.26	0.39	0.45
04/1986	1.25	-0.19	-0.40	-0.25	0.00	0.82
05/1986	7.10	-0.20	-0.41	-0.26	2.69	-1.82
06/1986	4.40	-0.19	-0.40	-0.25	0.95	-0.14
07/1986	2.46	-0.20	-0.41	-0.26	0.30	0.53
08/1986	0.15	-0.20	-0.41	-0.26	0.00	0.86
09/1986	1.59	-0.19	-0.40	-0.25	0.00	0.84
10/1986	12.71	-0.20	-0.41	-0.26	6.06	-5.13
11/1986	1.28	-0.19	-0.40	-0.25	0.00	0.64
12/1986	0.07	-0.20	-0.41	-0.26	0.00	0.76
01/1987	3.57	-0.20	-0.41	-0.26	0.41	0.40
02/1987	3.69	-0.18	-0.37	-0.23	0.67	0.08

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río Orce hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
03/1987	0.16	-0.20	-0.41	-0.26	0.00	0.84
04/1987	0.26	-0.19	-0.39	-0.25	0.00	0.83
05/1987	1.11	-0.20	-0.41	-0.26	0.06	0.81
06/1987	0.55	-0.19	-0.39	-0.25	0.00	0.83
07/1987	0.00	-0.19	-0.41	-0.26	0.00	0.87
08/1987	0.96	-0.19	-0.40	-0.26	0.00	0.87
09/1987	0.29	-0.19	-0.39	-0.25	0.00	0.85
10/1987	6.20	-0.19	-0.40	-0.26	2.30	-1.40
11/1987	4.45	-0.19	-0.39	-0.25	1.22	-0.43
12/1987	2.51	-0.19	-0.40	-0.26	0.00	0.80
01/1988	3.61	-0.19	-0.40	-0.26	1.08	-0.26
02/1988	3.40	-0.18	-0.38	-0.24	0.92	-0.16
03/1988	0.21	-0.19	-0.40	-0.26	0.00	0.81
04/1988	2.47	-0.19	-0.39	-0.25	0.00	0.80
05/1988	2.24	-0.19	-0.40	-0.26	0.00	0.84
06/1988	3.65	-0.19	-0.39	-0.25	0.00	0.82
07/1988	0.00	-0.19	-0.40	-0.26	0.00	0.86
08/1988	0.00	-0.19	-0.40	-0.26	0.00	0.86
09/1988	0.06	-0.18	-0.38	-0.25	0.00	0.83
10/1988	6.59	-0.19	-0.40	-0.26	3.04	-2.12
11/1988	7.44	-0.18	-0.38	-0.25	2.86	-2.18
12/1988	0.80	-0.19	-0.40	-0.26	0.25	0.45
01/1989	5.19	-0.19	-0.40	-0.26	0.87	-0.14
02/1989	7.49	-0.17	-0.36	-0.23	4.06	-3.32
03/1989	10.19	-0.19	-0.40	-0.26	4.58	-3.90
04/1989	2.39	-0.19	-0.39	-0.25	0.01	0.50
05/1989	3.53	-0.19	-0.40	-0.26	0.16	0.49
06/1989	1.72	-0.19	-0.39	-0.25	0.00	0.66
07/1989	1.80	-0.19	-0.40	-0.26	0.04	0.68
08/1989	1.32	-0.19	-0.40	-0.26	0.00	0.76
09/1989	13.69	-0.19	-0.39	-0.25	6.96	-6.06
10/1989	6.14	-0.19	-0.40	-0.32	2.98	-2.34
11/1989	11.53	-0.19	-0.39	-0.31	6.25	-5.63
12/1989	7.29	-0.20	-0.41	-0.32	4.41	-4.00
01/1990	2.44	-0.20	-0.41	-0.32	0.92	-0.37
02/1990	0.00	-0.18	-0.37	-0.29	0.00	0.60
03/1990	5.62	-0.20	-0.41	-0.32	0.30	0.43
04/1990	6.70	-0.19	-0.40	-0.31	0.95	-0.19
05/1990	3.70	-0.20	-0.42	-0.32	0.60	0.16
06/1990	0.28	-0.19	-0.40	-0.31	0.00	0.77
07/1990	0.64	-0.20	-0.42	-0.32	0.00	0.82
08/1990	0.39	-0.20	-0.42	-0.32	0.00	0.84
09/1990	4.69	-0.19	-0.40	-0.31	0.49	0.34
10/1990	2.17	-0.20	-0.42	-0.34	0.00	0.87
11/1990	1.37	-0.19	-0.40	-0.33	0.00	0.84
12/1990	1.89	-0.20	-0.42	-0.34	0.59	0.27
01/1991	4.03	-0.20	-0.42	-0.34	1.20	-0.34
02/1991	3.70	-0.18	-0.37	-0.31	0.51	0.28
03/1991	2.59	-0.20	-0.41	-0.34	0.20	0.70
04/1991	0.58	-0.19	-0.40	-0.33	0.00	0.90
05/1991	0.55	-0.20	-0.41	-0.34	0.00	0.93
06/1991	2.31	-0.19	-0.40	-0.33	0.19	0.72
07/1991	0.56	-0.20	-0.41	-0.34	0.00	0.93
08/1991	0.81	-0.20	-0.41	-0.34	0.00	0.94
09/1991	1.58	-0.19	-0.40	-0.33	0.00	0.91
10/1991	4.48	-0.19	-0.41	-0.35	0.68	0.26
11/1991	1.30	-0.19	-0.39	-0.34	0.00	0.93
12/1991	2.09	-0.19	-0.41	-0.35	0.06	0.90
01/1992	3.78	-0.19	-0.41	-0.35	1.23	-0.29
02/1992	9.87	-0.18	-0.38	-0.33	6.55	-5.60
03/1992	5.14	-0.19	-0.41	-0.35	0.84	-0.01
04/1992	1.01	-0.19	-0.40	-0.34	0.06	0.82
05/1992	2.25	-0.20	-0.41	-0.35	0.14	0.80
06/1992	10.04	-0.19	-0.40	-0.34	3.49	-2.53
07/1992	0.37	-0.20	-0.41	-0.35	0.00	0.91

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río Orce hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
08/1992	0.41	-0.20	-0.41	-0.35	0.00	0.93
09/1992	0.45	-0.19	-0.40	-0.34	0.00	0.91
10/1992	3.04	-0.20	-0.41	-0.36	0.00	0.95
11/1992	4.38	-0.19	-0.40	-0.35	1.27	-0.35
12/1992	1.71	-0.20	-0.41	-0.36	0.00	0.90
01/1993	3.11	-0.20	-0.41	-0.36	0.95	-0.03
02/1993	7.84	-0.18	-0.37	-0.33	6.14	-5.26
03/1993	2.41	-0.20	-0.41	-0.36	0.10	0.58
04/1993	1.97	-0.19	-0.40	-0.35	0.00	0.76
05/1993	6.01	-0.20	-0.41	-0.36	1.67	-0.82
06/1993	1.32	-0.19	-0.40	-0.35	0.00	0.82
07/1993	0.00	-0.20	-0.41	-0.36	0.00	0.89
08/1993	1.41	-0.20	-0.41	-0.36	0.00	0.91
09/1993	0.00	-0.19	-0.40	-0.35	0.00	0.89
10/1993	3.72	-0.20	-0.41	-0.37	0.29	0.66
11/1993	0.56	-0.19	-0.40	-0.36	0.00	0.91
12/1993	0.58	-0.20	-0.41	-0.37	0.00	0.95
01/1994	2.47	-0.20	-0.41	-0.37	0.06	0.90
02/1994	7.95	-0.18	-0.37	-0.33	1.83	-0.91
03/1994	0.17	-0.19	-0.41	-0.37	0.00	0.94
04/1994	3.50	-0.19	-0.39	-0.36	0.64	0.32
05/1994	0.44	-0.19	-0.41	-0.37	0.00	0.96
06/1994	0.00	-0.19	-0.39	-0.36	0.00	0.94
07/1994	0.22	-0.19	-0.40	-0.37	0.00	0.98
08/1994	0.58	-0.19	-0.40	-0.37	0.00	0.98
09/1994	1.91	-0.19	-0.39	-0.36	0.07	0.89
10/1994	6.41	-0.19	-0.40	-0.38	1.38	-0.40
11/1994	2.43	-0.19	-0.39	-0.37	0.22	0.70
12/1994	0.00	-0.19	-0.40	-0.38	0.00	0.94
01/1995	0.20	-0.19	-0.40	-0.38	0.00	0.96
02/1995	1.77	-0.17	-0.36	-0.34	0.27	0.59
03/1995	2.09	-0.19	-0.40	-0.38	0.00	0.98
04/1995	0.00	-0.18	-0.38	-0.37	0.00	0.95
05/1995	0.64	-0.19	-0.39	-0.38	0.00	0.98
06/1995	5.35	-0.18	-0.38	-0.37	1.44	-0.47
07/1995	0.01	-0.19	-0.39	-0.38	0.00	0.95
08/1995	0.90	-0.19	-0.39	-0.38	0.00	0.96
09/1995	0.96	-0.18	-0.38	-0.37	0.00	0.93
10/1995	1.97	-0.19	-0.39	-0.39	0.94	0.00
11/1995	0.39	-0.18	-0.38	-0.38	0.00	0.82
12/1995	9.17	-0.19	-0.39	-0.39	3.66	-2.66
01/1996	7.11	-0.19	-0.39	-0.39	3.50	-2.64
02/1996	4.25	-0.18	-0.36	-0.36	1.63	-0.86
03/1996	2.01	-0.19	-0.39	-0.39	0.00	0.81
04/1996	2.27	-0.18	-0.38	-0.38	0.00	0.86
05/1996	4.15	-0.19	-0.39	-0.39	0.07	0.85
06/1996	2.18	-0.18	-0.38	-0.38	0.00	0.91
07/1996	1.32	-0.19	-0.39	-0.39	0.00	0.95
08/1996	0.91	-0.19	-0.39	-0.39	0.00	0.96
09/1996	8.45	-0.18	-0.38	-0.38	4.29	-3.29
10/1996	1.65	-0.19	-0.39	-0.40	0.00	0.92
11/1996	6.45	-0.18	-0.38	-0.38	3.18	-2.18
12/1996	7.08	-0.19	-0.39	-0.40	1.72	-0.77
01/1997	8.33	-0.19	-0.39	-0.40	5.33	-4.33
02/1997	0.08	-0.17	-0.36	-0.36	0.00	0.85
03/1997	1.15	-0.19	-0.40	-0.40	0.00	0.99
04/1997	9.87	-0.19	-0.39	-0.38	4.58	-3.55
05/1997	3.44	-0.19	-0.40	-0.40	0.22	0.76
06/1997	1.51	-0.19	-0.39	-0.38	0.15	0.83
07/1997	0.38	-0.20	-0.40	-0.40	0.00	1.04
08/1997	0.70	-0.19	-0.40	-0.40	0.00	1.04
09/1997	14.71	-0.19	-0.39	-0.38	8.47	-7.47
10/1997	3.35	-0.20	-0.41	-0.41	1.13	-0.32
11/1997	5.99	-0.19	-0.39	-0.39	0.76	0.15
12/1997	7.28	-0.20	-0.41	-0.41	3.44	-2.51

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río Orce hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
01/1998	2.25	-0.20	-0.41	-0.41	0.06	0.86
02/1998	2.32	-0.18	-0.37	-0.37	0.27	0.60
03/1998	1.61	-0.20	-0.41	-0.41	0.00	0.99
04/1998	1.02	-0.19	-0.40	-0.39	0.00	0.97
05/1998	9.39	-0.20	-0.41	-0.41	1.59	-0.61
06/1998	0.57	-0.19	-0.40	-0.39	0.00	0.91
07/1998	0.00	-0.20	-0.41	-0.41	0.00	0.97
08/1998	0.20	-0.20	-0.41	-0.41	0.00	0.98
09/1998	1.55	-0.19	-0.39	-0.39	0.01	0.95
10/1998	0.32	-0.20	-0.41	-0.41	0.00	1.01
11/1998	2.35	-0.19	-0.39	-0.40	0.15	0.82
12/1998	3.40	-0.19	-0.40	-0.41	0.86	0.11
01/1999	1.45	-0.19	-0.40	-0.41	0.04	0.95
02/1999	2.98	-0.17	-0.36	-0.37	0.53	0.36
03/1999	4.81	-0.19	-0.40	-0.41	0.28	0.72
04/1999	0.18	-0.19	-0.39	-0.40	0.00	0.98
05/1999	0.66	-0.19	-0.40	-0.41	0.00	1.02
06/1999	0.63	-0.18	-0.38	-0.40	0.00	0.98
07/1999	0.01	-0.19	-0.39	-0.41	0.00	1.02
08/1999	0.00	-0.19	-0.39	-0.41	0.00	1.02
09/1999	5.51	-0.18	-0.38	-0.40	1.23	-0.25
10/1999	6.49	-0.19	-0.39	-0.42	2.15	-1.06
11/1999	3.50	-0.18	-0.38	-0.41	0.42	0.57
12/1999	4.31	-0.19	-0.39	-0.42	1.21	-0.13
01/2000	0.76	-0.19	-0.39	-0.42	0.28	0.74
02/2000	0.00	-0.18	-0.36	-0.40	0.00	0.98
03/2000	0.29	-0.19	-0.39	-0.42	0.00	1.05
04/2000	3.27	-0.18	-0.37	-0.41	0.07	0.95
05/2000	7.20	-0.19	-0.39	-0.42	1.73	-0.70
06/2000	0.00	-0.18	-0.37	-0.41	0.00	0.98
07/2000	0.00	-0.19	-0.38	-0.42	0.00	1.02
08/2000	0.00	-0.19	-0.38	-0.42	0.00	1.03
09/2000	1.50	-0.18	-0.37	-0.41	0.00	0.99
10/2000	10.38	-0.19	-0.38	-0.43	5.02	-3.99
11/2000	2.25	-0.18	-0.37	-0.42	0.63	0.23
12/2000	4.29	-0.19	-0.38	-0.43	1.15	-0.26
01/2001	2.78	-0.19	-0.38	-0.43	0.04	0.85
02/2001	2.76	-0.17	-0.34	-0.39	0.12	0.71
03/2001	1.04	-0.19	-0.38	-0.43	0.00	0.96
04/2001	0.36	-0.18	-0.37	-0.42	0.00	0.94
05/2001	5.87	-0.18	-0.38	-0.43	0.24	0.75
06/2001	0.00	-0.18	-0.37	-0.42	0.00	0.95
07/2001	0.00	-0.18	-0.38	-0.43	0.00	0.99
08/2001	0.59	-0.18	-0.38	-0.43	0.00	1.00
09/2001	3.01	-0.18	-0.36	-0.42	0.28	0.69
10/2001	6.63	-0.18	-0.37	-0.43	2.51	-1.52
11/2001	3.75	-0.18	-0.36	-0.42	0.49	0.41
12/2001	7.87	-0.18	-0.37	-0.43	3.79	-2.82
01/2002	1.54	-0.18	-0.37	-0.43	0.40	0.48
02/2002	0.18	-0.16	-0.34	-0.39	0.00	0.84
03/2002	5.95	-0.18	-0.37	-0.43	1.89	-0.98
04/2002	7.03	-0.18	-0.36	-0.42	0.96	-0.10
05/2002	1.34	-0.18	-0.37	-0.43	0.00	0.88
06/2002	3.48	-0.17	-0.36	-0.42	1.13	-0.28
07/2002	0.05	-0.18	-0.37	-0.43	0.00	0.90
08/2002	2.21	-0.18	-0.37	-0.43	0.23	0.68
09/2002	2.42	-0.17	-0.35	-0.42	0.84	0.11
10/2002	1.02	-0.18	-0.37	-0.43	0.00	0.90
11/2002	7.16	-0.17	-0.35	-0.42	3.14	-2.16
12/2002	1.44	-0.18	-0.37	-0.43	0.00	0.89
01/2003	4.38	-0.18	-0.36	-0.43	0.58	0.38
02/2003	5.52	-0.16	-0.33	-0.39	1.13	-0.25
03/2003	3.01	-0.18	-0.36	-0.43	0.00	0.93
04/2003	2.75	-0.17	-0.35	-0.42	0.00	0.92
05/2003	2.20	-0.18	-0.36	-0.43	0.00	0.95

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río Orce hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
06/2003	1.48	-0.17	-0.35	-0.42	0.00	0.92
07/2003	0.08	-0.18	-0.36	-0.43	0.00	0.96
08/2003	0.63	-0.18	-0.36	-0.43	0.00	0.96
09/2003	0.65	-0.17	-0.35	-0.42	0.00	0.94
10/2003	7.74	-0.18	-0.36	-0.43	1.34	-0.40
11/2003	6.44	-0.17	-0.35	-0.42	3.20	-2.35
12/2003	3.49	-0.18	-0.36	-0.43	1.85	-1.00
01/2004	0.95	-0.18	-0.36	-0.43	0.00	0.88
02/2004	2.28	-0.16	-0.34	-0.40	0.05	0.81
03/2004	10.55	-0.18	-0.36	-0.43	4.61	-3.68
04/2004	8.48	-0.17	-0.35	-0.42	2.12	-1.31
05/2004	5.62	-0.18	-0.36	-0.43	0.70	0.12
06/2004	2.42	-0.17	-0.35	-0.42	0.17	0.68
07/2004	0.70	-0.18	-0.36	-0.43	0.00	0.92
08/2004	0.18	-0.18	-0.36	-0.43	0.00	0.93
09/2004	1.45	-0.17	-0.35	-0.42	0.00	0.91
10/2004	0.43	-0.18	-0.36	-0.43	0.00	0.93
11/2004	1.05	-0.17	-0.35	-0.42	0.00	0.90
12/2004	4.08	-0.17	-0.36	-0.43	1.10	-0.18
01/2005	0.15	-0.17	-0.36	-0.43	0.00	0.88
02/2005	5.13	-0.16	-0.32	-0.39	1.06	-0.26
03/2005	3.92	-0.17	-0.35	-0.43	2.05	-1.11
04/2005	1.16	-0.17	-0.34	-0.42	0.00	0.89
05/2005	0.16	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.94
06/2005	0.00	-0.17	-0.34	-0.42	0.00	0.92
07/2005	0.00	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.95
08/2005	0.53	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.95
09/2005	1.61	-0.17	-0.34	-0.42	0.00	0.93
10/2005	2.30	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.96
11/2005	2.41	-0.17	-0.34	-0.42	0.00	0.93
12/2005	0.65	-0.17	-0.35	-0.43	0.07	0.89
01/2006	6.00	-0.17	-0.35	-0.43	0.87	0.08
02/2006	3.39	-0.15	-0.31	-0.39	0.21	0.65
03/2006	0.92	-0.17	-0.34	-0.43	0.00	0.95
04/2006	6.36	-0.16	-0.33	-0.42	1.35	-0.44
05/2006	9.96	-0.17	-0.34	-0.43	2.43	-1.52
06/2006	3.32	-0.16	-0.33	-0.42	0.51	0.39
07/2006	0.05	-0.17	-0.34	-0.43	0.00	0.96
08/2006	0.79	-0.17	-0.34	-0.43	0.00	0.97
09/2006	5.18	-0.16	-0.33	-0.42	0.95	0.02
10/2006	0.40	-0.17	-0.34	-0.43	0.00	0.94
11/2006	7.46	-0.16	-0.33	-0.42	3.77	-2.90
12/2006	0.43	-0.17	-0.34	-0.43	0.00	0.83
01/2007	8.00	-0.17	-0.34	-0.43	4.60	-3.74
02/2007	2.37	-0.15	-0.31	-0.39	0.55	0.17
03/2007	3.52	-0.17	-0.34	-0.43	0.66	0.19
04/2007	9.58	-0.16	-0.33	-0.42	4.08	-3.22
05/2007	5.62	-0.17	-0.35	-0.43	0.35	0.47
06/2007	0.18	-0.16	-0.33	-0.42	0.00	0.84
07/2007	0.00	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.89
08/2007	1.16	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.90
09/2007	4.86	-0.16	-0.33	-0.42	1.30	-0.40
10/2007	4.16	-0.17	-0.34	-0.43	0.03	0.81
11/2007	0.37	-0.16	-0.33	-0.42	0.00	0.85
12/2007	0.49	-0.17	-0.34	-0.43	0.00	0.90
01/2008	1.86	-0.17	-0.34	-0.43	0.04	0.87
02/2008	1.31	-0.16	-0.32	-0.40	0.00	0.86
03/2008	0.80	-0.17	-0.34	-0.43	0.00	0.93
04/2008	2.41	-0.16	-0.33	-0.42	0.00	0.90
05/2008	6.78	-0.17	-0.34	-0.43	0.69	0.22
06/2008	2.79	-0.16	-0.33	-0.42	0.00	0.86
07/2008	0.05	-0.17	-0.34	-0.43	0.00	0.91
08/2008	0.00	-0.17	-0.33	-0.43	0.00	0.92
09/2008	5.28	-0.16	-0.32	-0.42	0.12	0.77
10/2008	8.51	-0.16	-0.33	-0.43	3.04	-2.15



Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río Orce hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
11/2008	4.10	-0.16	-0.32	-0.42	0.52	0.33
12/2008	5.75	-0.16	-0.33	-0.43	3.34	-2.37
01/2009	4.10	-0.16	-0.33	-0.43	0.27	0.56
02/2009	1.83	-0.15	-0.30	-0.39	0.30	0.50
03/2009	8.18	-0.16	-0.33	-0.43	2.54	-1.68
04/2009	2.02	-0.16	-0.32	-0.42	0.00	0.78
05/2009	1.32	-0.16	-0.33	-0.43	0.00	0.85
06/2009	0.37	-0.16	-0.32	-0.42	0.00	0.84
07/2009	0.00	-0.16	-0.33	-0.43	0.00	0.89
08/2009	3.76	-0.16	-0.33	-0.43	1.14	-0.23
09/2009	3.84	-0.16	-0.32	-0.42	0.68	0.18
10/2009	1.36	-0.16	-0.33	-0.43	0.00	0.87
11/2009	4.36	-0.16	-0.32	-0.42	1.30	-0.50
12/2009	13.86	-0.16	-0.33	-0.43	9.48	-8.74
01/2010	8.07	-0.17	-0.33	-0.43	4.78	-4.29
02/2010	10.10	-0.15	-0.31	-0.39	5.82	-5.32
03/2010	10.48	-0.17	-0.35	-0.43	4.31	-3.65
04/2010	2.01	-0.17	-0.34	-0.42	0.00	0.46
05/2010	1.03	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.63
06/2010	2.11	-0.17	-0.34	-0.42	0.00	0.69
07/2010	0.00	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.77
08/2010	4.23	-0.17	-0.35	-0.43	0.93	-0.07
09/2010	0.95	-0.17	-0.34	-0.42	0.00	0.76
10/2010	5.51	-0.17	-0.36	-0.43	1.50	-0.64
11/2010	6.54	-0.17	-0.35	-0.42	2.54	-1.70
12/2010	6.56	-0.18	-0.36	-0.43	2.81	-1.92
01/2011	3.53	-0.18	-0.36	-0.43	0.62	0.19
02/2011	3.34	-0.16	-0.33	-0.39	0.17	0.62
03/2011	3.99	-0.18	-0.36	-0.43	0.32	0.55
04/2011	5.89	-0.17	-0.35	-0.42	0.50	0.37
05/2011	3.50	-0.18	-0.36	-0.43	1.08	-0.18
06/2011	0.91	-0.17	-0.35	-0.42	0.00	0.88
07/2011	0.28	-0.18	-0.36	-0.43	0.00	0.92
08/2011	0.00	-0.18	-0.36	-0.43	0.00	0.94
09/2011	1.11	-0.17	-0.35	-0.42	0.00	0.92
10/2011	1.28	-0.18	-0.36	-0.43	0.00	0.95
11/2011	3.46	-0.17	-0.35	-0.42	0.39	0.53
12/2011	0.89	-0.18	-0.36	-0.43	0.04	0.93
01/2012	1.96	-0.18	-0.36	-0.43	0.09	0.89
02/2012	0.07	-0.16	-0.34	-0.40	0.00	0.92
03/2012	4.10	-0.17	-0.36	-0.43	1.07	-0.08
04/2012	3.68	-0.17	-0.35	-0.42	0.03	0.91
05/2012	1.19	-0.17	-0.36	-0.43	0.00	0.98
06/2012	0.33	-0.17	-0.34	-0.42	0.00	0.95
07/2012	0.66	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.98
08/2012	0.66	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.98
09/2012	5.51	-0.17	-0.34	-0.42	2.61	-1.66
10/2012	6.88	-0.17	-0.35	-0.43	2.06	-1.11
11/2012	9.32	-0.17	-0.34	-0.42	5.92	-4.98
12/2012	0.14	-0.17	-0.36	-0.43	0.00	0.83
01/2013	4.19	-0.18	-0.36	-0.43	1.10	-0.21
02/2013	3.87	-0.16	-0.32	-0.39	0.01	0.79
03/2013	5.99	-0.18	-0.36	-0.43	1.19	-0.25
04/2013	3.16	-0.17	-0.35	-0.42	0.00	0.89
05/2013	2.46	-0.18	-0.36	-0.43	0.00	0.95
06/2013	0.03	-0.17	-0.35	-0.42	0.00	0.93
07/2013	1.60	-0.18	-0.36	-0.43	0.00	0.97
08/2013	6.67	-0.17	-0.36	-0.43	0.93	0.08
09/2013	1.30	-0.17	-0.34	-0.42	0.15	0.73
10/2013	0.09	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.91
11/2013	2.44	-0.17	-0.34	-0.42	0.14	0.76
12/2013	5.75	-0.17	-0.35	-0.43	2.51	-1.53
01/2014	3.02	-0.17	-0.35	-0.43	0.07	0.85
02/2014	1.49	-0.16	-0.32	-0.39	0.00	0.85
03/2014	1.96	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.96

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Río Orce hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
04/2014	0.14	-0.17	-0.34	-0.42	0.00	0.93
05/2014	1.32	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.97
06/2014	1.61	-0.17	-0.34	-0.42	0.03	0.91
07/2014	0.00	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.97
08/2014	0.04	-0.17	-0.35	-0.43	0.00	0.98
09/2014	1.41	-0.16	-0.33	-0.42	0.00	0.95

### Resumen D.H. Segura (afloramientos carbonatados)

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
10/1974	4.66	-0.50	-0.03	1.75	-1.20
11/1974	0.03	-0.49	-0.03	0.00	0.58
12/1974	0.00	-0.50	-0.03	0.00	0.57
01/1975	0.33	-0.50	-0.03	0.00	0.55
02/1975	2.15	-0.45	-0.02	0.35	0.13
03/1975	3.04	-0.50	-0.03	0.10	0.45
04/1975	5.68	-0.49	-0.03	2.85	-2.30
05/1975	3.16	-0.50	-0.03	0.20	0.42
06/1975	2.51	-0.49	-0.03	0.27	0.32
07/1975	0.27	-0.50	-0.03	0.00	0.61
08/1975	0.03	-0.50	-0.03	0.00	0.58
09/1975	0.20	-0.48	-0.03	0.00	0.54
10/1975	0.24	-0.50	-0.03	0.00	0.54
11/1975	0.50	-0.48	-0.03	0.00	0.51
12/1975	2.35	-0.50	-0.03	0.61	-0.10
01/1976	0.36	-0.50	-0.03	0.00	0.54
02/1976	0.94	-0.46	-0.02	0.00	0.50
03/1976	0.28	-0.49	-0.03	0.00	0.52
04/1976	6.56	-0.48	-0.03	2.07	-1.58
05/1976	5.69	-0.50	-0.03	2.07	-1.55
06/1976	0.31	-0.48	-0.03	0.00	0.68
07/1976	0.97	-0.50	-0.03	0.42	0.20
08/1976	3.28	-0.50	-0.03	1.71	-1.09
09/1976	3.24	-0.49	-0.03	0.34	0.24
10/1976	1.88	-0.50	-0.03	0.11	0.49
11/1976	0.28	-0.48	-0.03	0.00	0.58
12/1976	2.81	-0.50	-0.03	0.65	-0.08
01/1977	4.17	-0.50	-0.03	2.42	-1.85
02/1977	0.10	-0.46	-0.02	0.00	0.56
03/1977	0.46	-0.50	-0.03	0.00	0.59
04/1977	1.27	-0.48	-0.03	0.00	0.55
05/1977	2.74	-0.50	-0.03	0.12	0.44
06/1977	0.59	-0.48	-0.03	0.02	0.49
07/1977	0.10	-0.50	-0.03	0.00	0.53
08/1977	0.23	-0.49	-0.03	0.00	0.52
09/1977	2.80	-0.48	-0.03	1.23	-0.73
10/1977	4.57	-0.50	-0.03	2.21	-1.72
11/1977	2.70	-0.48	-0.03	0.75	-0.01
12/1977	1.59	-0.50	-0.03	0.21	0.48
01/1978	0.53	-0.50	-0.03	0.00	0.62

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
02/1978	1.68	-0.45	-0.02	0.33	0.20
03/1978	1.79	-0.50	-0.03	0.71	-0.13
04/1978	2.15	-0.48	-0.03	0.25	0.32
05/1978	2.37	-0.50	-0.03	0.13	0.46
06/1978	0.12	-0.48	-0.03	0.00	0.56
07/1978	0.00	-0.49	-0.03	0.00	0.56
08/1978	0.31	-0.49	-0.03	0.00	0.54
09/1978	0.00	-0.47	-0.03	0.00	0.51
10/1978	0.31	-0.49	-0.03	0.00	0.52
11/1978	2.26	-0.47	-0.03	0.63	-0.14
12/1978	0.56	-0.49	-0.03	0.00	0.54
01/1979	5.58	-0.49	-0.03	2.90	-2.34
02/1979	2.97	-0.45	-0.02	1.11	-0.57
03/1979	0.43	-0.49	-0.03	0.00	0.67
04/1979	0.38	-0.48	-0.03	0.00	0.61
05/1979	0.75	-0.49	-0.03	0.00	0.59
06/1979	0.99	-0.47	-0.03	0.22	0.33
07/1979	0.63	-0.49	-0.03	0.04	0.50
08/1979	0.00	-0.49	-0.03	0.00	0.54
09/1979	2.89	-0.47	-0.03	0.99	-0.47
10/1979	3.31	-0.49	-0.03	0.59	-0.05
11/1979	1.06	-0.47	-0.03	0.00	0.53
12/1979	0.00	-0.48	-0.03	0.00	0.54
01/1980	4.67	-0.49	-0.03	3.18	-2.70
02/1980	6.34	-0.46	-0.02	4.11	-3.49
03/1980	1.36	-0.50	-0.03	0.53	0.14
04/1980	2.00	-0.48	-0.03	0.48	0.11
05/1980	2.34	-0.50	-0.03	0.00	0.59
06/1980	0.36	-0.48	-0.03	0.00	0.56
07/1980	0.61	-0.50	-0.03	0.07	0.49
08/1980	0.55	-0.50	-0.03	0.00	0.55
09/1980	1.73	-0.48	-0.03	0.45	0.08
10/1980	0.85	-0.49	-0.03	0.00	0.52
11/1980	0.68	-0.48	-0.03	0.00	0.49
12/1980	0.80	-0.49	-0.03	0.00	0.50
01/1981	0.00	-0.49	-0.03	0.00	0.50
02/1981	0.49	-0.44	-0.02	0.00	0.44
03/1981	0.46	-0.49	-0.03	0.00	0.49
04/1981	3.24	-0.47	-0.03	0.16	0.31
05/1981	0.27	-0.49	-0.03	0.00	0.49
06/1981	2.23	-0.47	-0.03	0.33	0.14
07/1981	0.00	-0.48	-0.03	0.00	0.49
08/1981	1.16	-0.48	-0.03	0.00	0.49
09/1981	0.06	-0.46	-0.03	0.00	0.47
10/1981	1.33	-0.48	-0.03	0.00	0.48
11/1981	0.00	-0.46	-0.03	0.00	0.46
12/1981	1.59	-0.48	-0.03	0.05	0.40
01/1982	3.92	-0.48	-0.03	2.38	-1.99
02/1982	0.86	-0.43	-0.02	0.00	0.52
03/1982	0.58	-0.48	-0.03	0.00	0.53
04/1982	2.70	-0.46	-0.03	0.00	0.49
05/1982	2.47	-0.48	-0.03	0.09	0.39
06/1982	0.00	-0.46	-0.03	0.00	0.46
07/1982	0.00	-0.47	-0.03	0.00	0.47
08/1982	0.10	-0.47	-0.03	0.00	0.46
09/1982	0.04	-0.45	-0.03	0.00	0.44
10/1982	4.33	-0.47	-0.03	2.78	-2.35
11/1982	1.81	-0.46	-0.03	0.57	-0.02
12/1982	0.05	-0.47	-0.03	0.00	0.54
01/1983	0.12	-0.47	-0.03	0.00	0.50
02/1983	1.38	-0.43	-0.02	0.19	0.25
03/1983	0.95	-0.47	-0.03	0.00	0.47
04/1983	0.05	-0.45	-0.03	0.00	0.45
05/1983	0.45	-0.47	-0.03	0.00	0.46
06/1983	0.96	-0.45	-0.03	0.02	0.42

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
07/1983	0.00	-0.47	-0.03	0.00	0.45
08/1983	1.12	-0.46	-0.03	0.29	0.16
09/1983	1.26	-0.45	-0.03	0.28	0.14
10/1983	0.10	-0.46	-0.03	0.00	0.44
11/1983	4.37	-0.45	-0.03	1.78	-1.40
12/1983	1.70	-0.47	-0.03	0.58	-0.04
01/1984	0.22	-0.47	-0.03	0.00	0.50
02/1984	0.88	-0.43	-0.02	0.00	0.45
03/1984	1.23	-0.46	-0.03	0.00	0.47
04/1984	1.01	-0.45	-0.03	0.00	0.44
05/1984	5.39	-0.46	-0.03	1.05	-0.58
06/1984	0.42	-0.45	-0.03	0.00	0.47
07/1984	0.00	-0.46	-0.03	0.00	0.48
08/1984	0.04	-0.46	-0.03	0.00	0.47
09/1984	0.03	-0.44	-0.03	0.00	0.44
10/1984	0.11	-0.46	-0.03	0.00	0.45
11/1984	2.10	-0.44	-0.03	0.25	0.19
12/1984	0.10	-0.45	-0.03	0.00	0.43
01/1985	0.60	-0.45	-0.03	0.00	0.42
02/1985	7.05	-0.41	-0.02	4.00	-3.60
03/1985	0.25	-0.46	-0.03	0.00	0.63
04/1985	0.21	-0.44	-0.03	0.00	0.54
05/1985	2.95	-0.46	-0.03	0.01	0.51
06/1985	0.00	-0.44	-0.03	0.00	0.48
07/1985	0.30	-0.45	-0.03	0.00	0.48
08/1985	0.07	-0.45	-0.03	0.00	0.47
09/1985	1.70	-0.44	-0.03	0.12	0.31
10/1985	0.00	-0.45	-0.03	0.00	0.47
11/1985	5.44	-0.44	-0.03	3.11	-2.70
12/1985	0.83	-0.46	-0.03	0.00	0.57
01/1986	1.63	-0.45	-0.03	0.42	0.11
02/1986	0.33	-0.41	-0.02	0.00	0.48
03/1986	2.36	-0.45	-0.03	0.44	0.07
04/1986	0.51	-0.44	-0.03	0.00	0.48
05/1986	5.43	-0.45	-0.03	2.74	-2.27
06/1986	2.28	-0.44	-0.03	0.41	0.08
07/1986	1.40	-0.46	-0.03	0.42	0.10
08/1986	0.08	-0.46	-0.03	0.00	0.49
09/1986	1.56	-0.44	-0.03	0.16	0.30
10/1986	7.92	-0.46	-0.03	5.35	-4.92
11/1986	0.77	-0.45	-0.03	0.00	0.67
12/1986	0.11	-0.47	-0.03	0.00	0.60
01/1987	1.67	-0.47	-0.03	0.00	0.55
02/1987	1.83	-0.42	-0.02	0.10	0.38
03/1987	0.09	-0.46	-0.03	0.00	0.51
04/1987	0.02	-0.45	-0.03	0.00	0.48
05/1987	0.14	-0.46	-0.03	0.01	0.48
06/1987	0.04	-0.44	-0.03	0.00	0.47
07/1987	0.03	-0.46	-0.03	0.00	0.48
08/1987	0.72	-0.46	-0.03	0.00	0.47
09/1987	0.47	-0.44	-0.03	0.00	0.45
10/1987	2.08	-0.45	-0.03	0.42	0.01
11/1987	2.93	-0.44	-0.03	1.25	-0.75
12/1987	1.54	-0.45	-0.03	0.00	0.53
01/1988	2.33	-0.45	-0.03	0.80	-0.29
02/1988	2.64	-0.43	-0.02	1.28	-0.80
03/1988	0.25	-0.46	-0.03	0.00	0.53
04/1988	1.23	-0.44	-0.03	0.00	0.49
05/1988	0.99	-0.45	-0.03	0.00	0.49
06/1988	2.13	-0.44	-0.03	0.00	0.46
07/1988	0.00	-0.45	-0.03	0.00	0.47
08/1988	0.00	-0.45	-0.03	0.00	0.46
09/1988	0.02	-0.43	-0.03	0.00	0.44
10/1988	3.24	-0.45	-0.03	1.53	-1.13
11/1988	5.33	-0.44	-0.03	2.56	-1.96

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
12/1988	0.22	-0.45	-0.03	0.19	0.44
01/1989	4.03	-0.45	-0.03	1.33	-0.73
02/1989	4.17	-0.41	-0.02	3.07	-2.61
03/1989	6.44	-0.46	-0.03	3.57	-2.90
04/1989	1.19	-0.45	-0.03	0.01	0.77
05/1989	2.75	-0.47	-0.03	0.27	0.43
06/1989	1.29	-0.45	-0.03	0.03	0.61
07/1989	1.30	-0.47	-0.03	0.06	0.56
08/1989	0.21	-0.46	-0.03	0.00	0.58
09/1989	6.74	-0.45	-0.03	3.95	-3.54
10/1989	3.58	-0.47	-0.03	1.97	-1.20
11/1989	6.47	-0.46	-0.03	3.81	-3.05
12/1989	6.41	-0.48	-0.03	4.67	-3.63
01/1990	1.24	-0.49	-0.03	0.59	0.30
02/1990	0.00	-0.44	-0.03	0.00	0.71
03/1990	3.85	-0.49	-0.03	0.48	0.25
04/1990	4.35	-0.48	-0.03	1.50	-0.84
05/1990	2.95	-0.49	-0.03	0.96	-0.26
06/1990	0.21	-0.48	-0.03	0.00	0.64
07/1990	0.21	-0.49	-0.03	0.00	0.64
08/1990	0.56	-0.49	-0.03	0.00	0.62
09/1990	2.18	-0.48	-0.03	0.14	0.45
10/1990	2.47	-0.49	-0.03	0.48	0.14
11/1990	0.88	-0.48	-0.03	0.00	0.59
12/1990	2.44	-0.49	-0.03	0.92	-0.30
01/1991	3.57	-0.49	-0.03	2.08	-1.46
02/1991	2.67	-0.45	-0.03	0.69	-0.13
03/1991	1.82	-0.50	-0.03	0.28	0.31
04/1991	0.63	-0.48	-0.03	0.00	0.54
05/1991	0.22	-0.49	-0.03	0.00	0.55
06/1991	1.33	-0.48	-0.03	0.00	0.53
07/1991	0.14	-0.49	-0.03	0.00	0.54
08/1991	0.05	-0.49	-0.03	0.00	0.54
09/1991	1.11	-0.47	-0.03	0.00	0.52
10/1991	2.42	-0.49	-0.04	0.34	0.20
11/1991	0.86	-0.47	-0.03	0.00	0.50
12/1991	1.14	-0.49	-0.04	0.09	0.43
01/1992	2.91	-0.49	-0.04	1.51	-0.97
02/1992	5.54	-0.46	-0.03	3.58	-3.14
03/1992	3.07	-0.49	-0.04	0.90	-0.25
04/1992	0.22	-0.48	-0.03	0.00	0.57
05/1992	1.46	-0.49	-0.04	0.34	0.21
06/1992	4.23	-0.48	-0.03	1.10	-0.62
07/1992	0.01	-0.50	-0.04	0.00	0.59
08/1992	0.23	-0.50	-0.04	0.00	0.57
09/1992	0.48	-0.48	-0.03	0.00	0.54
10/1992	1.56	-0.49	-0.04	0.18	0.37
11/1992	2.65	-0.48	-0.04	1.17	-0.64
12/1992	1.67	-0.50	-0.04	0.54	0.06
01/1993	1.49	-0.50	-0.04	0.34	0.25
02/1993	6.22	-0.45	-0.03	4.68	-4.20
03/1993	1.39	-0.50	-0.04	0.01	0.82
04/1993	0.95	-0.49	-0.04	0.00	0.70
05/1993	3.45	-0.50	-0.04	1.34	-0.68
06/1993	0.53	-0.49	-0.04	0.00	0.64
07/1993	0.00	-0.50	-0.04	0.00	0.62
08/1993	0.00	-0.50	-0.04	0.00	0.60
09/1993	0.14	-0.48	-0.04	0.00	0.56
10/1993	1.58	-0.50	-0.04	0.02	0.54
11/1993	0.54	-0.48	-0.04	0.00	0.55
12/1993	0.55	-0.49	-0.04	0.00	0.55
01/1994	1.20	-0.49	-0.04	0.01	0.53
02/1994	2.35	-0.44	-0.03	0.51	-0.07
03/1994	0.15	-0.49	-0.04	0.00	0.56
04/1994	1.73	-0.47	-0.04	0.12	0.38

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
05/1994	0.12	-0.49	-0.04	0.00	0.53
06/1994	0.02	-0.47	-0.04	0.00	0.50
07/1994	0.31	-0.49	-0.04	0.00	0.51
08/1994	0.25	-0.48	-0.04	0.00	0.51
09/1994	0.77	-0.47	-0.04	0.00	0.48
10/1994	4.84	-0.48	-0.04	1.84	-1.33
11/1994	1.19	-0.47	-0.04	0.03	0.50
12/1994	0.00	-0.48	-0.04	0.00	0.55
01/1995	0.04	-0.48	-0.04	0.00	0.53
02/1995	1.75	-0.44	-0.03	0.64	-0.16
03/1995	0.81	-0.48	-0.04	0.00	0.51
04/1995	0.01	-0.47	-0.04	0.00	0.49
05/1995	0.21	-0.48	-0.04	0.00	0.50
06/1995	2.89	-0.46	-0.04	0.83	-0.36
07/1995	0.02	-0.48	-0.04	0.00	0.53
08/1995	0.86	-0.48	-0.04	0.00	0.52
09/1995	0.56	-0.46	-0.04	0.00	0.49
10/1995	2.33	-0.47	-0.04	0.95	-0.41
11/1995	0.18	-0.46	-0.04	0.00	0.60
12/1995	3.05	-0.47	-0.04	0.39	0.09
01/1996	3.64	-0.47	-0.04	1.77	-1.16
02/1996	2.41	-0.44	-0.04	0.85	-0.24
03/1996	1.17	-0.47	-0.04	0.00	0.67
04/1996	1.19	-0.45	-0.04	0.00	0.57
05/1996	1.57	-0.47	-0.04	0.01	0.54
06/1996	0.21	-0.45	-0.04	0.00	0.52
07/1996	0.42	-0.47	-0.04	0.00	0.52
08/1996	0.34	-0.46	-0.04	0.00	0.51
09/1996	3.55	-0.45	-0.04	1.75	-1.34
10/1996	0.94	-0.47	-0.04	0.00	0.56
11/1996	1.99	-0.45	-0.04	0.44	-0.01
12/1996	3.79	-0.46	-0.04	1.13	-0.61
01/1997	4.65	-0.47	-0.04	3.10	-2.61
02/1997	0.21	-0.43	-0.04	0.00	0.51
03/1997	0.91	-0.47	-0.04	0.00	0.51
04/1997	5.22	-0.46	-0.04	1.87	-1.45
05/1997	1.72	-0.47	-0.04	0.00	0.53
06/1997	1.47	-0.46	-0.04	0.24	0.23
07/1997	0.43	-0.47	-0.04	0.00	0.47
08/1997	0.38	-0.47	-0.04	0.00	0.47
09/1997	11.63	-0.46	-0.04	6.83	-6.37
10/1997	1.50	-0.49	-0.04	0.48	0.25
11/1997	1.88	-0.47	-0.04	0.09	0.49
12/1997	4.07	-0.49	-0.04	1.89	-1.28
01/1998	1.12	-0.49	-0.04	0.09	0.53
02/1998	1.21	-0.44	-0.04	0.25	0.27
03/1998	0.63	-0.49	-0.04	0.00	0.56
04/1998	0.53	-0.47	-0.04	0.00	0.53
05/1998	5.73	-0.49	-0.04	0.98	-0.42
06/1998	0.66	-0.47	-0.04	0.00	0.58
07/1998	0.00	-0.49	-0.04	0.00	0.57
08/1998	0.46	-0.48	-0.04	0.00	0.55
09/1998	1.56	-0.47	-0.04	0.02	0.50
10/1998	0.07	-0.48	-0.04	0.00	0.53
11/1998	1.95	-0.47	-0.04	0.57	-0.05
12/1998	2.75	-0.48	-0.04	1.10	-0.55
01/1999	1.29	-0.48	-0.04	0.05	0.50
02/1999	2.32	-0.43	-0.04	0.86	-0.37
03/1999	2.92	-0.48	-0.04	0.40	0.13
04/1999	0.19	-0.47	-0.04	0.00	0.49
05/1999	0.38	-0.48	-0.04	0.00	0.51
06/1999	0.66	-0.46	-0.04	0.00	0.49
07/1999	0.01	-0.48	-0.04	0.00	0.50
08/1999	0.00	-0.48	-0.04	0.00	0.50
09/1999	3.63	-0.46	-0.04	0.95	-0.46

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
10/1999	3.46	-0.48	-0.04	0.41	0.01
11/1999	2.43	-0.46	-0.04	0.58	-0.09
12/1999	2.41	-0.48	-0.04	0.75	-0.31
01/2000	1.20	-0.48	-0.04	0.38	0.12
02/2000	0.00	-0.45	-0.04	0.00	0.44
03/2000	0.40	-0.48	-0.04	0.00	0.46
04/2000	1.39	-0.46	-0.04	0.01	0.44
05/2000	4.31	-0.47	-0.04	1.03	-0.54
06/2000	0.00	-0.46	-0.04	0.00	0.48
07/2000	0.00	-0.47	-0.04	0.00	0.48
08/2000	0.00	-0.47	-0.04	0.00	0.48
09/2000	0.89	-0.46	-0.04	0.00	0.46
10/2000	5.38	-0.47	-0.04	2.93	-2.45
11/2000	0.54	-0.46	-0.04	0.07	0.53
12/2000	2.39	-0.47	-0.04	0.66	-0.03
01/2001	1.82	-0.47	-0.04	0.09	0.54
02/2001	1.67	-0.43	-0.04	0.13	0.40
03/2001	0.28	-0.47	-0.04	0.00	0.55
04/2001	0.49	-0.45	-0.04	0.00	0.52
05/2001	2.73	-0.47	-0.04	0.02	0.50
06/2001	0.01	-0.45	-0.04	0.00	0.50
07/2001	0.00	-0.47	-0.04	0.00	0.51
08/2001	0.00	-0.46	-0.04	0.00	0.50
09/2001	2.18	-0.45	-0.04	0.26	0.21
10/2001	3.88	-0.46	-0.04	1.91	-1.41
11/2001	2.60	-0.45	-0.04	0.61	-0.07
12/2001	5.92	-0.47	-0.04	3.70	-3.18
01/2002	1.11	-0.47	-0.04	0.53	0.09
02/2002	0.00	-0.43	-0.04	0.00	0.51
03/2002	5.74	-0.48	-0.04	2.82	-2.24
04/2002	3.23	-0.46	-0.04	1.08	-0.49
05/2002	1.09	-0.48	-0.04	0.00	0.63
06/2002	4.87	-0.47	-0.04	2.58	-1.97
07/2002	0.06	-0.49	-0.04	0.00	0.61
08/2002	2.13	-0.49	-0.04	0.32	0.28
09/2002	0.79	-0.47	-0.04	0.10	0.41
10/2002	0.54	-0.48	-0.04	0.00	0.60
11/2002	3.06	-0.47	-0.04	1.26	-0.79
12/2002	0.97	-0.48	-0.04	0.02	0.59
01/2003	2.25	-0.48	-0.04	0.22	0.32
02/2003	2.52	-0.44	-0.04	0.65	-0.17
03/2003	1.65	-0.48	-0.04	0.00	0.57
04/2003	2.20	-0.47	-0.04	0.45	0.08
05/2003	1.65	-0.48	-0.04	0.00	0.55
06/2003	0.81	-0.47	-0.04	0.00	0.53
07/2003	0.11	-0.48	-0.04	0.00	0.53
08/2003	0.44	-0.48	-0.04	0.00	0.53
09/2003	1.78	-0.46	-0.04	0.27	0.23
10/2003	5.38	-0.48	-0.04	2.20	-1.65
11/2003	4.78	-0.47	-0.04	2.97	-2.38
12/2003	3.20	-0.49	-0.04	1.91	-1.27
01/2004	0.47	-0.49	-0.04	0.00	0.62
02/2004	1.77	-0.46	-0.04	0.10	0.44
03/2004	6.95	-0.49	-0.04	3.18	-2.62
04/2004	4.87	-0.48	-0.04	2.08	-1.43
05/2004	4.14	-0.50	-0.04	0.53	0.17
06/2004	1.09	-0.48	-0.04	0.23	0.38
07/2004	0.41	-0.50	-0.04	0.00	0.59
08/2004	0.92	-0.50	-0.04	0.02	0.55
09/2004	1.65	-0.48	-0.04	0.45	0.10
10/2004	0.75	-0.50	-0.04	0.00	0.58
11/2004	0.76	-0.48	-0.04	0.00	0.55
12/2004	2.68	-0.50	-0.04	1.11	-0.53
01/2005	0.11	-0.50	-0.04	0.00	0.62
02/2005	4.01	-0.45	-0.04	1.18	-0.62



Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
03/2005	3.47	-0.50	-0.04	1.96	-1.40
04/2005	0.52	-0.48	-0.04	0.00	0.56
05/2005	0.09	-0.50	-0.04	0.00	0.56
06/2005	0.00	-0.48	-0.04	0.00	0.53
07/2005	0.01	-0.50	-0.04	0.00	0.54
08/2005	0.59	-0.49	-0.04	0.00	0.54
09/2005	0.90	-0.48	-0.04	0.00	0.52
10/2005	0.63	-0.49	-0.04	0.00	0.53
11/2005	1.25	-0.47	-0.04	0.00	0.51
12/2005	0.81	-0.49	-0.04	0.09	0.43
01/2006	4.13	-0.49	-0.04	1.47	-0.94
02/2006	1.95	-0.44	-0.04	0.26	0.21
03/2006	0.31	-0.49	-0.04	0.00	0.52
04/2006	3.91	-0.47	-0.04	1.10	-0.59
05/2006	5.06	-0.49	-0.04	1.57	-1.01
06/2006	1.58	-0.47	-0.04	0.28	0.25
07/2006	0.05	-0.49	-0.04	0.00	0.52
08/2006	0.78	-0.49	-0.04	0.00	0.51
09/2006	2.77	-0.47	-0.04	0.46	-0.01
10/2006	0.67	-0.49	-0.04	0.00	0.53
11/2006	6.50	-0.48	-0.04	4.42	-3.87
12/2006	0.41	-0.50	-0.04	0.00	0.65
01/2007	5.05	-0.50	-0.04	3.15	-2.53
02/2007	1.22	-0.45	-0.04	0.21	0.41
03/2007	1.99	-0.50	-0.04	0.32	0.31
04/2007	5.64	-0.49	-0.04	2.60	-2.02
05/2007	2.81	-0.51	-0.04	0.21	0.47
06/2007	0.00	-0.49	-0.04	0.00	0.61
07/2007	0.00	-0.51	-0.04	0.00	0.61
08/2007	1.85	-0.50	-0.04	0.28	0.32
09/2007	2.84	-0.49	-0.04	0.67	-0.12
10/2007	3.18	-0.50	-0.04	0.12	0.53
11/2007	0.27	-0.49	-0.04	0.00	0.59
12/2007	0.59	-0.50	-0.04	0.00	0.59
01/2008	0.87	-0.50	-0.04	0.05	0.52
02/2008	1.30	-0.47	-0.04	0.00	0.52
03/2008	0.35	-0.50	-0.04	0.00	0.55
04/2008	0.62	-0.48	-0.04	0.00	0.52
05/2008	5.56	-0.50	-0.04	1.54	-0.98
06/2008	1.38	-0.48	-0.04	0.00	0.56
07/2008	0.13	-0.49	-0.04	0.00	0.56
08/2008	0.03	-0.49	-0.04	0.00	0.55
09/2008	2.89	-0.48	-0.04	0.05	0.48
10/2008	6.29	-0.49	-0.04	3.23	-2.65
11/2008	2.27	-0.48	-0.04	0.53	0.03
12/2008	1.96	-0.49	-0.04	0.73	-0.23
01/2009	2.11	-0.49	-0.04	0.40	0.23
02/2009	0.62	-0.45	-0.04	0.03	0.49
03/2009	5.63	-0.50	-0.04	2.39	-1.79
04/2009	0.96	-0.48	-0.04	0.00	0.64
05/2009	0.57	-0.50	-0.04	0.00	0.62
06/2009	0.12	-0.48	-0.04	0.00	0.57
07/2009	0.09	-0.49	-0.04	0.00	0.57
08/2009	0.81	-0.49	-0.04	0.00	0.55
09/2009	4.34	-0.48	-0.04	1.37	-0.82
10/2009	0.26	-0.49	-0.04	0.00	0.60
11/2009	3.10	-0.48	-0.04	1.29	-0.69
12/2009	7.58	-0.50	-0.04	5.37	-4.65
01/2010	4.62	-0.50	-0.04	2.98	-2.00
02/2010	3.68	-0.46	-0.04	1.62	-0.77
03/2010	4.73	-0.51	-0.04	1.97	-1.14
04/2010	1.61	-0.50	-0.04	0.16	0.84
05/2010	1.03	-0.51	-0.04	0.00	0.88
06/2010	1.45	-0.49	-0.04	0.00	0.77
07/2010	0.00	-0.51	-0.04	0.00	0.74

Fecha	Precipitación hm³	Dren/ Manantial hm³	Extracciones hm³	Infiltración hm³	Reservas hm³
08/2010	2.38	-0.51	-0.04	0.37	0.28
09/2010	0.55	-0.49	-0.04	0.00	0.70
10/2010	1.78	-0.50	-0.04	0.00	0.65
11/2010	3.78	-0.49	-0.04	1.81	-1.20
12/2010	2.46	-0.51	-0.04	0.64	-0.02
01/2011	1.70	-0.50	-0.04	0.12	0.58
02/2011	1.64	-0.45	-0.04	0.02	0.55
03/2011	4.00	-0.50	-0.04	0.67	-0.03
04/2011	3.02	-0.49	-0.04	0.19	0.40
05/2011	3.03	-0.50	-0.04	1.15	-0.53
06/2011	1.26	-0.49	-0.04	0.00	0.59
07/2011	0.18	-0.50	-0.04	0.00	0.59
08/2011	0.04	-0.50	-0.04	0.00	0.58
09/2011	0.91	-0.48	-0.04	0.00	0.55
10/2011	0.59	-0.50	-0.04	0.00	0.56
11/2011	3.07	-0.48	-0.04	0.83	-0.29
12/2011	0.63	-0.50	-0.04	0.08	0.45
01/2012	1.25	-0.49	-0.04	0.12	0.41
02/2012	0.07	-0.46	-0.04	0.00	0.49
03/2012	2.61	-0.49	-0.04	0.81	-0.31
04/2012	1.91	-0.48	-0.04	0.04	0.47
05/2012	0.44	-0.49	-0.04	0.00	0.52
06/2012	0.18	-0.48	-0.04	0.00	0.50
07/2012	0.91	-0.49	-0.04	0.00	0.51
08/2012	0.70	-0.49	-0.04	0.00	0.51
09/2012	5.41	-0.48	-0.04	2.91	-2.41
10/2012	2.95	-0.49	-0.04	0.42	0.12
11/2012	4.67	-0.48	-0.04	3.03	-2.52
12/2012	0.13	-0.50	-0.04	0.00	0.67
01/2013	1.77	-0.50	-0.04	0.32	0.29
02/2013	2.08	-0.45	-0.04	0.01	0.55
03/2013	3.17	-0.50	-0.04	0.61	-0.04
04/2013	2.14	-0.48	-0.04	0.00	0.56
05/2013	1.12	-0.49	-0.04	0.00	0.55
06/2013	0.00	-0.48	-0.04	0.00	0.52
07/2013	1.40	-0.49	-0.04	0.09	0.44
08/2013	3.21	-0.49	-0.04	0.98	-0.49
09/2013	1.51	-0.48	-0.04	0.15	0.41
10/2013	0.00	-0.49	-0.04	0.00	0.59
11/2013	0.95	-0.47	-0.04	0.00	0.55
12/2013	2.57	-0.49	-0.04	0.89	-0.38
01/2014	0.94	-0.49	-0.04	0.00	0.58
02/2014	0.64	-0.44	-0.04	0.00	0.50
03/2014	0.58	-0.49	-0.04	0.00	0.53
04/2014	0.00	-0.47	-0.04	0.00	0.50
05/2014	0.62	-0.48	-0.04	0.00	0.51
06/2014	1.49	-0.47	-0.04	0.03	0.45
07/2014	0.00	-0.48	-0.04	0.00	0.50
08/2014	0.00	-0.48	-0.04	0.00	0.49
09/2014	1.65	-0.46	-0.04	0.00	0.47