

**NIVELACIÓN DE PIEZÓMETROS Y ESTUDIO
CLIMÁTICO EN EL ENTORNO DEL RÍO
GUADALIMAR (PROVINCIA DE JAÉN). Nº de
expediente 412/06.**

INFORME FINAL

Diciembre, 2006

ÍNDICE

MEMORIA

Pág

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	1
1.2.- TRABAJOS REALIZADOS.....	2
2.- NIVELACIÓN DE PIEZÓMETROS Y DE LA MARGEN DEL RÍO GUADALIMAR ADYACENTE	3
3.- ELABORACIÓN DE CORTES HIDROGEOLÓGICOS Y MEJORA DE LA GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO CARBONATADO.....	5
4.-ELABORACIÓN DE SERIES MENSUALES DE LLUVIA ÚTIL	7

ANEJOS

- 1.- NIVELACIÓN DE PIEZÓMETROS EN EL ENTORNO DEL RÍO GUADALIMAR.
- 2.- FICHAS DE LOS PUNTOS NIVELADOS
- 3.- RESUMEN DE COLUMNAS DE SONDEOS Y OTROS DATOS GEOFÍSICOS
- 4.- SERIES MENSUALES DE LLUVIA ÚTIL.

1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al Proyecto **"NIVELACIÓN DE PIEZÓMETROS Y ESTUDIO CLIMÁTICO EN EL ENTORNO DEL RÍO GUADALIMAR."** (Nº Expediente 412/06), realizado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) con la participación de la empresa GEO S. Coop. And, adjudicataria del contrato menor correspondiente y Javier Gollonet Fernández de Trespalacios como consultor de la citada empresa. El proyecto se ha realizado bajo la supervisión de D. Antonio González Ramón, por parte del IGME.

1.1.- ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

Durante los cinco últimos años, el IGME y el CEDEX han llevado a cabo, a instancias de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, dos estudios hidrogeológicos en el sector ocupado por el acuífero jurásico profundo de la Loma de Úbeda. El estudio del IGME sentó las bases para la elaboración de las Normas de Explotación de la Unidad 05.23, con el objeto de optimizar la gestión de los recursos hídricos de la zona, mientras que el estudio del CEDEX, basado fundamentalmente en la aplicación de técnicas hidrogeoquímicas e isotópicas, ha tratado de definir los aspectos básicos de funcionamiento del sistema acuífero, en cuanto al origen y dinámica de las aguas subterráneas.

Otros dos estudios del IGME han ido encaminados a determinar las posibilidades de efectuar operaciones de recarga artificial del acuífero carbonatado y a establecer las posibilidades de apoyar el abastecimiento urbano del Consorcio de Municipios de la Loma de Úbeda con aguas de adecuada calidad y procedentes del citado acuífero.

En 2005 y 2006 se construyeron trece sondeos en el entorno del río Guadalimar. El objeto de la ejecución de estos sondeos fue establecer una red de piezómetros de control de este acuífero, en áreas definidas, de interés hidrogeológico. Así mismo se pretendió obtener datos geológicos e hidrogeológicos para poder definir con mayor exactitud el espesor y características de los materiales permeables. Esta red de control construida permite realizar tomas de muestras para el análisis de las aguas del acuífero existente, medidas periódicas de piezometría, estudiar la relación río-acuífero y

definir la geometría y espesor de los materiales permeables, así como sus características hidrogeológicas.

La presente asistencia técnica se plantea desde la necesidad de conocer las coordenadas precisas de los puntos en que se sitúan los trece sondeos previamente construidos, especialmente en lo que se refiere a su altimetría, y de los márgenes del río Guadalimar adyacentes a cada uno de los sondeos para mejorar el conocimiento geométrico del acuífero en el entorno del río Guadalimar. Asimismo con los datos geológicos e hidrogeológicos de estos sondeos y de los que se conocen en el resto del Acuífero, se pretende realizar una serie de perfiles hidrogeológicos de detalle que nos sirvan para confirmar y validar las ideas actuales que definen el modelo conceptual sobre la geometría y el funcionamiento del sistema acuífero carbonatado jurásico de la Loma de Úbeda.

Adicionalmente, de cara a obtener un próximo balance hidrogeológico actual de la Unidad se pretende disponer de series mensuales de lluvia útil que permitirán estudiar los procesos de infiltración en el acuífero carbonatado a partir de las precipitaciones caídas sobre los afloramientos permeables.

1.2.- TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el Pliego de Condiciones del Proyecto los trabajos llevados a cabo han sido los siguientes:

- Nivelación de once piezómetros y de la margen del Río Guadalimar adyacente.
- Elaboración de cortes hidrogeológicos y mejora de la geometría del Acuífero Carbonatado.
- Elaboración de series mensuales de lluvia útil.

En el presente informe se recogen los resultados de todo tipo obtenidos con la realización del Proyecto, que ha tenido lugar entre julio y diciembre de 2006.

2.- NIVELACIÓN DE PIEZÓMETROS Y DE LA MARGEN DEL RÍO GUADALIMAR ADYACENTE

La nivelación se llevó a cabo el 16 de Julio de 2006, con un GPS de precisión TRIMBLE 5800, con la metodología y resultados que se expresan en el anejo 1. Sus resultados más significativos se muestran en el cuadro nº 1.

En definitiva se nivelaron los 13 piezómetros útiles y 7 puntos auxiliares para determinar la cota del agua en el río en puntos próximos a los piezómetros, dejando referencias fijas en los tres más accesibles (dos puentes y la central de Olvera) para facilitar posteriores medidas periódicas, llegado el caso.

Como se puede observar en el citado cuadro, la cota del agua está comprendida entre 342'6 y 442'7 m s.n.m. en los piezómetros, con gradiente de Este a Oeste, mientras que en el río la lámina de agua es 358'7 a 414'7 m s.n.m., también con gradiente de Este a Oeste que es la dirección en que circula el río.

La relación entre el río y el acuífero es compleja, ya que según las zonas la cota del agua es mayor en el río o en el acuífero.

En el anejo 2 se adjunta una ficha de cada uno de los puntos objeto de la nivelación, que refleja sus características generales e identificación, los detalles de las referencias utilizadas, accesos, la situación del punto a escala 1/10.000 y una fotografía, junto a los resultados obtenidos en las coordenadas y cota de precisión.

Cuadro nº 1.- Resultados de la nivelación.

	Punto Nivelado	Referencia Nivelación	X UTM precisión	Y UTM precisión	Z nivelada (msnm)	Prof. del agua (m)	Cota agua (16-7-2006)	Observaciones
1	S-1 (Cruz de Marina)	Borde tub. Piezo.	489855,9	4224728,4	441,59	13,93	427,66	
2	S-2 (Cortijo del Mojino)	Borde tub. Piezo.	485895,7	4223153,4	427,79	29,33	398,46	Nivel del sensor (16-7-2006)
3	S-3 (Las Pulgas)	Borde tub. Piezo.	486129,8	4222787,7	476,55	66,22	410,33	Nivel del sensor corregido (16-7-2006)
4	S-4 (Los Lobos)	Borde tub. Piezo.	483010,5	4222148,3	461,03	62,40	398,63	
5	S-5 (Loma del Robledo)	Borde caja	481023,4	4222614,9	484,91	55,67	429,24	Se pone tornillo
6	S-6 (Arroyo del Mostazar 1)	Borde caja	482723,7	4220649,3	397,52	33,84	363,68	
7	S-7 (Embalse Olvera 1)	Borde tub. Piezo.	477108,4	4220855,4	433,71	30,76	402,95	Nivel del sensor corregido (16-7-2006)
8	S-8 (Avenázar.- Maestro Ponce)	Borde tub. Piezo.	476630,0	4218449,4	419,07	13,29	405,78	Nivel del sensor corregido (16-7-2006)
9	S-9 (Huerta Oliva)	Borde tub. Piezo.	472256,9	4220115,6	373,60	31,98	341,62	
10	S-10 (Arroyo del Mostazar 2)	Borde Tub metálica	482739,7	4220658,4	396,13	38,98	357,15	
11	S-11 (Embalse de Olvera 2)	Borde Tub metálica	477144,4	4220852,1	432,42	29,36	403,06	
12	S-13 (Piezómetro Camino 2)	Borde tub. Piezo.	483359,4	4224895,2	563,86	121,19	442,67	
13	S-14 (Arroyo del Mostazar 3)	Borde caja	482771,9	4220668,3	395,86	33,56	362,30	La rosca de la tuerca de la tapa está pasada. No se puede poner el tornillo
14	Lámina agua entre S-4 y S-14	directamente sobre el agua	482731,8	4220741,8	389,23	0,00	389,23	Punto en Río Guadalimar entre S-4/S-14
15	Río Entre S-4 y S-14	Estaca	482699,3	4220731,8	390,94			Punto en Río Guadalimar entre S-4/S-14. La estaca está en la llanura de inundación del río.
16	Lámina agua frente S-1	Roca sobre talud	489748,7	4224953,5	423,00	8,34	414,66	El agua está a 8,34 m del punto nivelado. Punto cercano a S-1
17	Río en Pte Cerro Molinos (entre S-2 y S-3)	Clavo sobre el puente	487157,0	4223788,7	421,98	14,27	407,71	El agua está a 14,27 m del punto nivelado. Punto intermedio entre S-2/S-3. El fondo del cauce está a 15,16 m; Existe una lámina de 0,89 m.
18	Lámina agua Frente S-5	directamente sobre el agua	480799,0	4222076,5	385,80	0,00	385,80	punto frente S-5
19	Río en Central Olvera	Borde lateral muro homigón. (marcado con spray rosa)	477546,7	4220848,2	384,23	2,04	382,19	El agua se encuentra a 2,04 m, casi en el borde del cuerpo de presa.
20	Río en Puente Sabiote	Clavo sobre el puente	476067,5	4219614,0	371,69	13,00	358,69	El agua está a 13,00 metros del punto nivelado. No se puede medir el espesor de lámina por la fuerza de la corriente.

3.-ELABORACIÓN DE CORTES HIDROGEOLÓGICOS Y MEJORA DE LA GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO CARBONATADO

Con las 62 columnas litológicas obtenidas en el proyecto *“Revisión del inventario de puntos de agua y realización de labores de apoyo en el estudio hidrogeológico del acuífero jurásico profundo de la Loma de Úbeda”* (IGME, Julio de 2006) y las de los piezómetros construidos en el río Guadalimar el número de sondeos con información al respecto pasó de 33 a 104, con lo que se ha mejorado ampliamente la información existente sobre geometría del acuífero, lo que ha permitido realizar 4 perfiles hidrogeológicos (3 en dirección aproximada N-S o NW-SE y el otro E-W) con objeto de mostrar la disposición general del acuífero apoyada en la información aportada por los sondeos.

En el mapa nº 1 se incluyen los citados perfiles, junto a un esquema hidrogeológico simplificado del acuífero que incluye la posición de los sondeos con información sobre columna litológica. Se ha incluido igualmente la información de fracturas deducidas por la prospección sísmica realizada en el año 2000.

Como se observa en los perfiles, los datos de sondeos confirman la existencia de posibles fracturas con saltos superiores a 100 metros en algunos sectores, que ya había señalado la prospección sísmica realizada en la zona, lo que podría suponer la existencia de bloques relativamente desconectados hidráulicamente dentro del acuífero confinado. No obstante, algunas de ellas (como la única detectada en la zona confinada en el perfil 2, que también aparece en el perfil 1 con mayor salto) se amortiguan lateralmente, lo que podría permitir la continuidad hidráulica en otros sectores de los bloques levantados.

En el perfil 3 destaca la desconexión aparente deducida entre los sondeos 29 y 75, que podría tener correspondencia con la detectada en el perfil 1 al NE de Sabiote, pero que sin embargo no aparece en el perfil 2, situado en posición intermedia, quizá por efecto de un basculamiento en tijera.

En el único perfil O-E parece existir una mayor continuidad lateral del acuífero, excepto en su extremo occidental donde se ha respetado la falla deducida de geofísica aunque estaría solo parcialmente comprobada por los sondeos 164 y 27.

En cualquier caso, no hay que olvidar que a pesar de los relativamente numerosos sondeos con columna litológica las interpretaciones de los perfiles son meramente orientativas, especialmente en lo que se refiere a la posición espacial de las fallas y su dirección, aunque se ha tratado de mantener una línea coherente con los datos de prospección sísmica a ese respecto. La posición exacta de las fallas es más dudosa, ya que a veces hay varios kilómetros de distancia entre sondeos próximos, sin que se pueda precisar mejor tal posición aunque se deduzca un salto por comparación entre cuatro o más sondeos con datos (dos a cada lado de la supuesta falla). En definitiva los datos existentes, aunque dan una mejor idea de la posible geometría del acuífero confinado en profundidad, son totalmente insuficientes para poder definir zonas o bloques desconectados hidráulicamente del resto, sin que la piezometría existente aporte por otra parte datos fiables a ese respecto, por la escasa densidad de puntos con datos y los métodos de medida predominantes (con compresor), que implican errores de hasta varios metros en las medidas.

La tónica predominante puede ser la de bloques basculados que se amortigüen lateralmente sin llegar a causar desconexiones hidráulicas totales, aunque quizá en el sector comprendido entre Sabiote y Torreperogil sí pueda existir alguna más severa, que sería imposible de definir con la información existente hasta la fecha y que debería ser objeto de análisis más detallado mediante el seguimiento de nuevos sondeos o recopilación de otras columnas y con medidas piezométricas en el entorno.

En el anejo 3 se ha incluido un listado resumen de los datos de columnas litológicas utilizados (los referidos a profundidad del techo y, en su caso, del muro del acuífero carbonatado) que contiene igualmente los datos procedentes de SEV o de prospección sísmica, para facilitar la consulta de los sondeos utilizados en los perfiles, si bien su contenido es más amplio ya que abarca todos los disponibles y utilizados en las isolíneas de techo y muro realizadas en 2006 en el marco de otro proyecto del IGME paralelo a éste.

4.- ELABORACIÓN DE SERIES MENSUALES DE LLUVIA ÚTIL

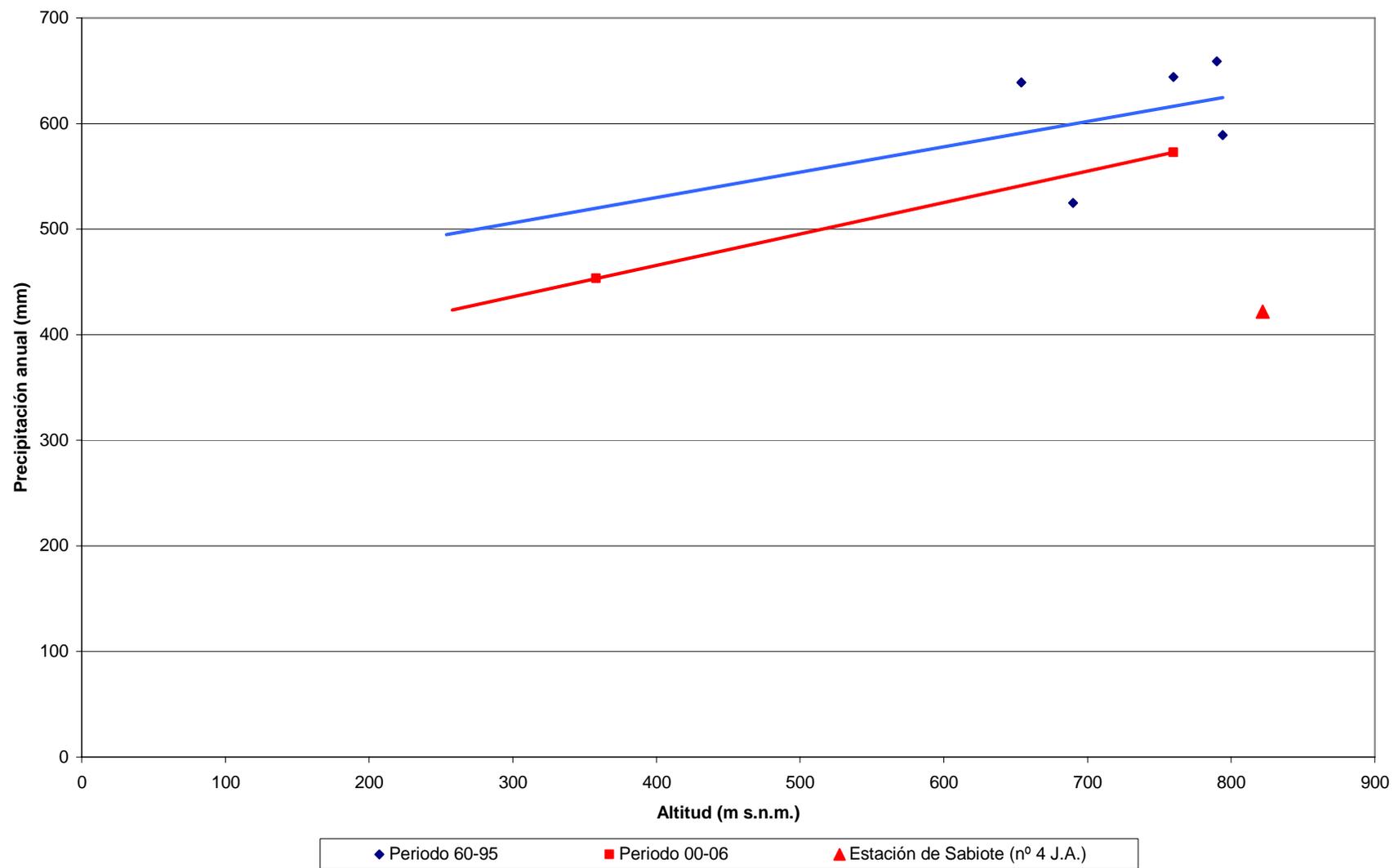
En la elaboración del balance general del acuífero disponible hasta la fecha, se utilizaron los datos climáticos de 5 estaciones meteorológicas, más o menos bien distribuidas espacialmente respecto a los afloramientos del acuífero libre (zona de alimentación) y que habían sido elaborados dentro del PAIH de Cazorla para el período de 35 años hidrológicos 1960-61 a 1994-95. Para el cálculo de la lluvia útil se utilizaron los datos de precipitaciones de cada estación y los datos de temperatura de la de Villacarrillo (5212) por ser la única con datos al respecto.

Con objeto de disponer de datos de lluvia útil para su utilización en el modelo hidrogeológico que el IGME está realizando, que pretende abarcar el período Octubre de 2000 a Septiembre de 2006, se solicitaron los datos de estas estaciones al INM, a fin de prolongar las series climáticas ya existentes y previamente utilizadas. Por desgracia la única estación con datos actualizados es la de Castellar de Santistéban (5209), sin que existan tampoco datos de temperatura en Villacarrillo. Por otra parte, se descargaron de la página web de la Junta de Andalucía los datos de precipitaciones y temperaturas de dos estaciones automáticas próximas al área (Sabiote y Úbeda, con los identificativos 4 y 8, respectivamente), operativas desde el año 2000.

En la figura 1 se muestra un mapa de las estaciones meteorológicas y en el cuadro nº 2 un contraste entre los datos actuales y los del PAIH en cuanto a los períodos y estaciones utilizadas.

Como se puede observar, la estación de Úbeda queda más de 5 km fuera del límite meridional del acuífero y muy lejos de sus afloramientos, a cotas excesivamente bajas, por lo que no se considera representativa. Por otra parte, tras observar la correlación lluvia-altitud, manifiesta en los dos periodos aunque con valores inferiores en el 2000-2006, se decidió no utilizar tampoco la de Sabiote por su elevada cota y su comportamiento claramente anómalo respecto a las restantes estaciones (véase figura 2). Dado que en el cálculo de la evapotranspiración y la lluvia útil los resultados sí eran similares (diferencias globales inferiores al 1-2 % como se observa en el cuadro) si en lugar de utilizar la media de temperaturas de Villacarrillo se utilizan los datos actualizados de Sabiote, se decidió también utilizar éstos para el cálculo, con objeto de tener un mejor reparto interanual de la lluvia útil, ya que en la estación de Villacarrillo hubiera sido necesario utilizar las temperaturas medias de 1960-95, únicos datos existentes.

Figura 2.- Relación LLuvia-altitud



Cuadro nº 2.- Contraste de datos climáticos.

RESUMEN DE DATOS CLIMÁTICOS DE ESTACIONES EN UNIDAD DE ÚBEDA (PERIODO 1960-61 A 1994-95)										OBSERVACIONES
Nº ESTACION	NOMBRE	X UTM	Y UTM	ALTITUD	Pm (mm)	LLUVIA ÚTIL (mm)				
	NOMBRE			m s.n.m.		ru= 10	ru = 25	ru= 50	ru= 75	
5208	Castellar (La Parrilla)	491,8050	4234,8610	790	659	388	379	365	353	
5209	Castellar de Santistéban	488,6450	4234,2485	760	644	377	368	355	342	
5212	Villacarrillo	492,5194	4218,6790	794	589	322	313	300	287	
5214	Navas de S. Juan (C.de A.)	472,2130	4226,5827	654	639	371	362	349	336	
5215	Sabiote (Los Chortales)	478,2353	4212,3109	690	525	275	266	253	240	
	MEDIA acuifero			738	611	347	338	324	312	
	Relación 5209 sobre media acuífero (%)				105,37	108,77	109,00	109,43	109,76	
RESUMEN DE DATOS CLIMÁTICOS DE ESTACIONES EN UNIDAD DE ÚBEDA (PERIODO 2000-01 A 2005-06)										
Nº ESTACION	NOMBRE	X UTM	Y UTM	ALTITUD	Pm (mm)	LLUVIA ÚTIL (mm)				
5209	Castellar de Santistéban	488,6450	4234,2485	760	573	307	290	267	246	Con Tª E-5212
5209	Castellar de Santistéban	488,6450	4234,2485	760	573	303	286	265	244	Con Tª Sabiote
4 (J.A.)	SABIOTE (Internet)	479,4410	4214,8710	822	422	179	161	137	117	
8 (J.A.)	UBEDA (Internet)	473,6940	4199,7250	358	453	199	183	158	135	
	Contraste periodo 00-06 respecto 60-95 en 5209 (Castellar) (%)				89	80	78	75	71	
	Contraste periodo 00-06 respecto 60-95 en Sabiote (%)				80	65	60	54	49	
<p align="center">Conclusion: Para 2000-2006 no utilizar Sabiote y hacer cálculo con lluvia util 5209 dividida por 1,09 para adaptar a la media del acuifero. Utilizar temperatura de Sabiote para mejor reparto por años. Ver gráfico Lluvia-altitud para saber porqué se descarta Sabiote</p>										

En definitiva, para el cálculo de las series de lluvia útil deducidas para el modelo se han utilizado las precipitaciones de la estación de Castellar de Santistéban (5209 del INM) y los datos de temperatura de la estación nº 4 de la Junta de Andalucía (Sabiote). El criterio de capacidad de campo o reserva de humedad del suelo se ha mantenido igual que en el balance del PAIH, calculando la lluvia útil para valores de 25 y 50 mm y la media entre ambos como representativa del acuífero. No obstante, dado que en el periodo global 1960-95 la lluvia útil en esa estación representaba un 109 % de la media del acuífero, para el 2000-2006 se han dividido los valores de lluvia útil obtenidos por 1'09 para compensar esa diferencia al no disponerse más que de una estación para el cálculo. El porcentaje de infiltración se considera en principio idéntico al del PAIH (60 % de la lluvia útil) al no disponerse de nuevos criterios o información al respecto.

En el anejo nº 4 se incluye la serie mensual de lluvia útil e infiltración así obtenida, que se considera válida para el modelo.

ANEJOS

ANEJO 1.- NIVELACIÓN DE SONDEOS EN EL ENTORNO DEL RÍO GUADALIMAR.

ANEJO 2.- FICHAS DE LOS PUNTOS NIVELADOS

**ANEJO 3.- RESUMEN DE COLUMNAS DE SONDEOS
Y OTROS DATOS GEOFÍSICOS**

ANEJO 4.- SERIES MENSUALES DE LLUVIA ÚTIL