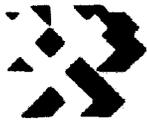


62969



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**NOTA TÉCNICA HIDROGEOLÓGICA COMO APOYO A LA
PROTECCIÓN DEL ABASTECIMIENTO A ALHAMA DE GRANADA
DESDE LOS NACIMIENTOS (GRANADA)**



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

2.1.- INFRAESTRUCTURAS

3.- GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

3.1.- MARCO HIDROGEOLÓGICO

3.2.- HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

3.3.- LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

3.4.- PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

3.5.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO

4.- VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

4.1.- INVENTARIO DE LOS FOCOS CONTAMINANTES

4.2.- VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

4.3.- SISTEMA DE VIGILANCIA

5.- DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN

5.1.- ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS

5.2.- ZONA DE MÁXIMAS RESTRICCIONES

5.3.- ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS

5.4.- ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD

5.5.- POLIGONAL ENVOLVENTE

6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO 1

Fichas de inventario del punto de abastecimiento

ANEXO 2

Puntos de agua que el ITGE tiene inventariados dentro de la poligonal envolvente



1.- INTRODUCCIÓN

La realización de este informe se enmarca en el Convenio de asistencia técnica suscrito entre la Excma. Diputación de Granada y el Instituto Tecnológico GeoMinero de España.

El marco legal para la realización de perímetros de protección a captaciones de abastecimiento urbano se basa en el artículo 54.3 de la Ley de Aguas y el procedimiento para su inicio se describe en el Artículo 173.3 del R.D.P.H. donde se reseña que su delimitación se efectuará a solicitud de la autoridad medioambiental, municipal o cualquier otra en que recaigan competencias sobre la materia.

En los Artículos 173.5 y 173.6 del R.D.P.H se describen los condicionamientos que podrán imponerse en el perímetro delimitado con el objeto de impedir la afección a la cantidad o a la calidad de las aguas subterráneas captadas, señalando expresamente los tipos de instalaciones o actividades que podrán ser condicionadas.

2.- SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO (4)

La población de Alhama de Granada (figura 1) toma el agua de abastecimiento de dos captaciones principales que explotan la Unidad hidrogeológica 05.42 Tejeda-Almijara-Las Guájaras, éstas son: los manantiales de Los Nacimientos del río Alhama (1843-3-0004), asociados a la Subunidad de Sierra Tejeda, que aportan al sistema de abastecimiento 25 L/s compartidos por las poblaciones de Alhama de Granada, Santa Cruz del Comercio, Valenzuela y Buenavista. Alhama de Granada recibe de esta captación entre 18-19 L/s de los 25 L/s disponibles, lo que supone el 80% del caudal instantáneo de abastecimiento, por lo que constituye la principal captación de abastecimiento. Y la Galería de El Manco (1843-3-0020), asociada a la Unidad de El Charcón, que aporta al sistema de abastecimiento 6 L/s.

La población aproximada de Alhama de Granada es de 5.800 habitantes, que si aplicamos una dotación media de 250 L/hab/día necesitan unos 18 L/s de caudal continuo.

2.1.- INFRAESTRUCTURAS

Manantial de Los Nacimientos del río Alhama (1843-3-0004) C-3: Tiene un caudal medio de drenaje de 257 L/s, utilizándose para abastecimiento 25 L/s que se captan junto a la surgencia. Este caudal es compartido por las poblaciones de Alhama de Granada (18-19 L/s), destinándose el caudal restante (7-8 L/s) al abastecimiento de Santa Cruz del Comercio, Valenzuela y Buenavista. El último periodo de sequía provocó un descenso en los niveles piezométricos del acuífero de Sierra Tejeda, lo que dió lugar a problemas de abastecimiento en Alhama de Granada, que no fueron causados por la escasez de recursos, como lo demuestra el hidrograma de la surgencia, sino por las características constructivas de la toma de agua del manantial, ya que la captación se lleva a cabo mediante una tubería cuyo trazado está diseñado para transportar este caudal en condiciones normales de funcionamiento de la surgencia, es decir, para un nivel piezométrico de la surgencia superior al borde superior de la tubería de captación.

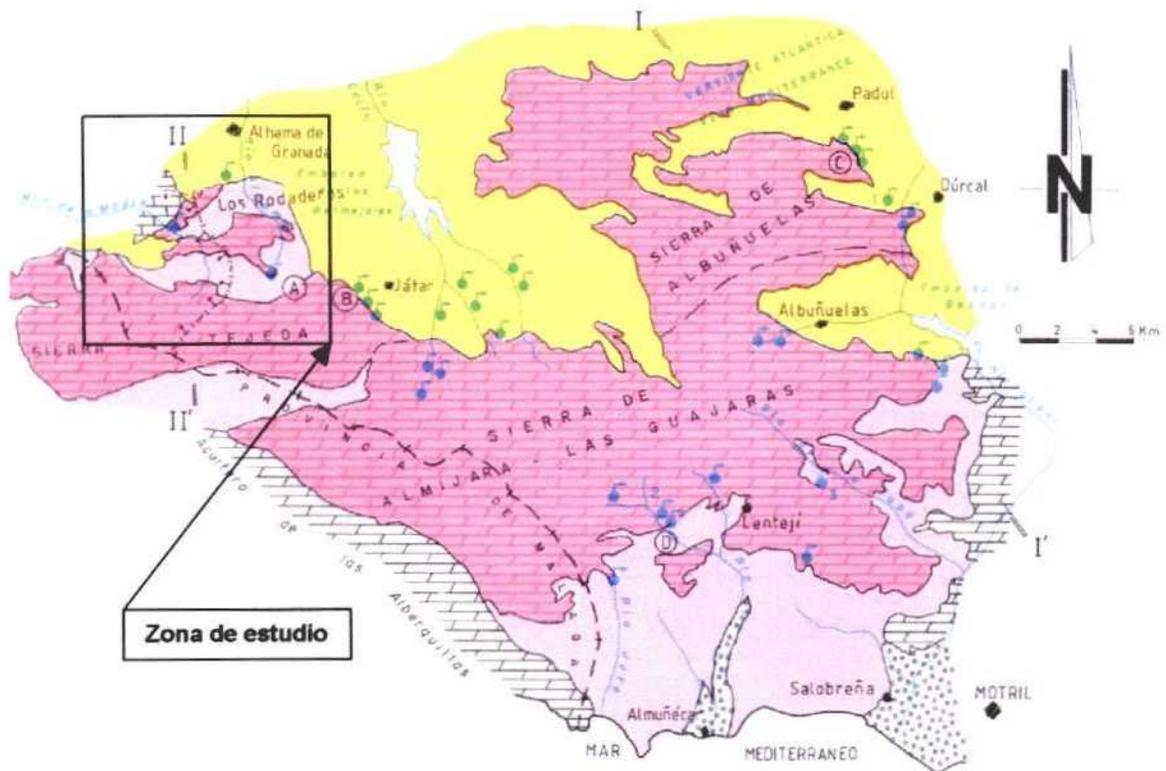


Figura 1. Situación hidrogeológica del abastecimiento.



Galería de El Manco (1843-3-0020) C-4: Asociada a la subunidad de El Charcón, aporta al sistema de abastecimiento 6 L/s. En las figuras 2 y 3 se puede observar, respectivamente, el croquis y situación de las instalaciones.

3.- GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA (3, 4)

A continuación se describirán los rasgos estratigráficos más importantes de la subunidad hidrogeológica de Tejeda y los materiales Miopliocenos del borde norte de la misma, potencialmente a la Depresión de Granada.

Mármoles de Malas Camas

Constituyen una masa carbonatada de más de 1.500 m. de espesor, superpuestos mediante un contacto mecanizado a varios tramos de la sucesión metapelítica de la Sierra Tejeda. Los mármoles de Malas Camas son esencialmente dolomíticos y apenas poseen otros minerales que los carbonatos, micas, cuarzo, menas, tremolita, etc. Presentan numerosas intercalaciones calcoesquistas y micasquistas. En algunos lugares se observa la transición lateral de mármoles azulados, de aspectos sacaroideo a franjas de calcoesquistos y esquistos micáceos de tonos grises oscuros; la franja deja ver la alternancia de niveles carbonatados y pelíticos, estos últimos compuestos de cuarzo, mica blanca, biotita roja, plagioclasa.

Calcarenitas bioclásticas, arenas y conglomerados

Estos términos únicamente están presentes en las proximidades de Alhama de Granada y su potencia nunca excede de 35-40 m, si bien lo habitual es los 20 m de espesor. Se les asigna una edad Serravaliense-Tortoniense inferior. Pueden haberse depositado en una zona costera, ya que entre los restos fosilíferos se recogen algunos briozooarios y algas coralináceas.

Calcarenitas bioclásticas y areniscas (facies molásica)

Estos materiales afloran con el mismo carácter y la misma litología en toda la depresión de Granada. Su potencia es variable y por término medio viene a mantenerse en unos 20-30 m. Su composición litológica varía en detalle. Esencialmente está constituida por calizas bioclásticas o calizas organógenas, arenas y areniscas no muy bien cementadas. Tanto la microfauna como la microflora son abundantes en lámina delgada, pero poco significativas para establecer una edad exacta. Su edad más probable es Tortoniense medio-superior. Son discordantes sobre las calcarenitas bioclásticas y arenas que aparecen en el valle del río Alhama y pueden llegar a superponerse directamente sobre otras unidades. En cualquier caso se trata de términos netamente discordantes.

Limos y arenas azules y amarillos

Reposan concordantemente sobre las calcarenitas bioclásticas y sólo excepcionalmente parecen reposar sobre términos más antiguos. Están constituidos fundamentalmente por arenas y limos grises y amarillentos, entre los cuales son raras las intercalaciones arenosas y conglomeráticas; otras intercalaciones, de naturaleza caliza o margocaliza, sólo aparecen hacia la

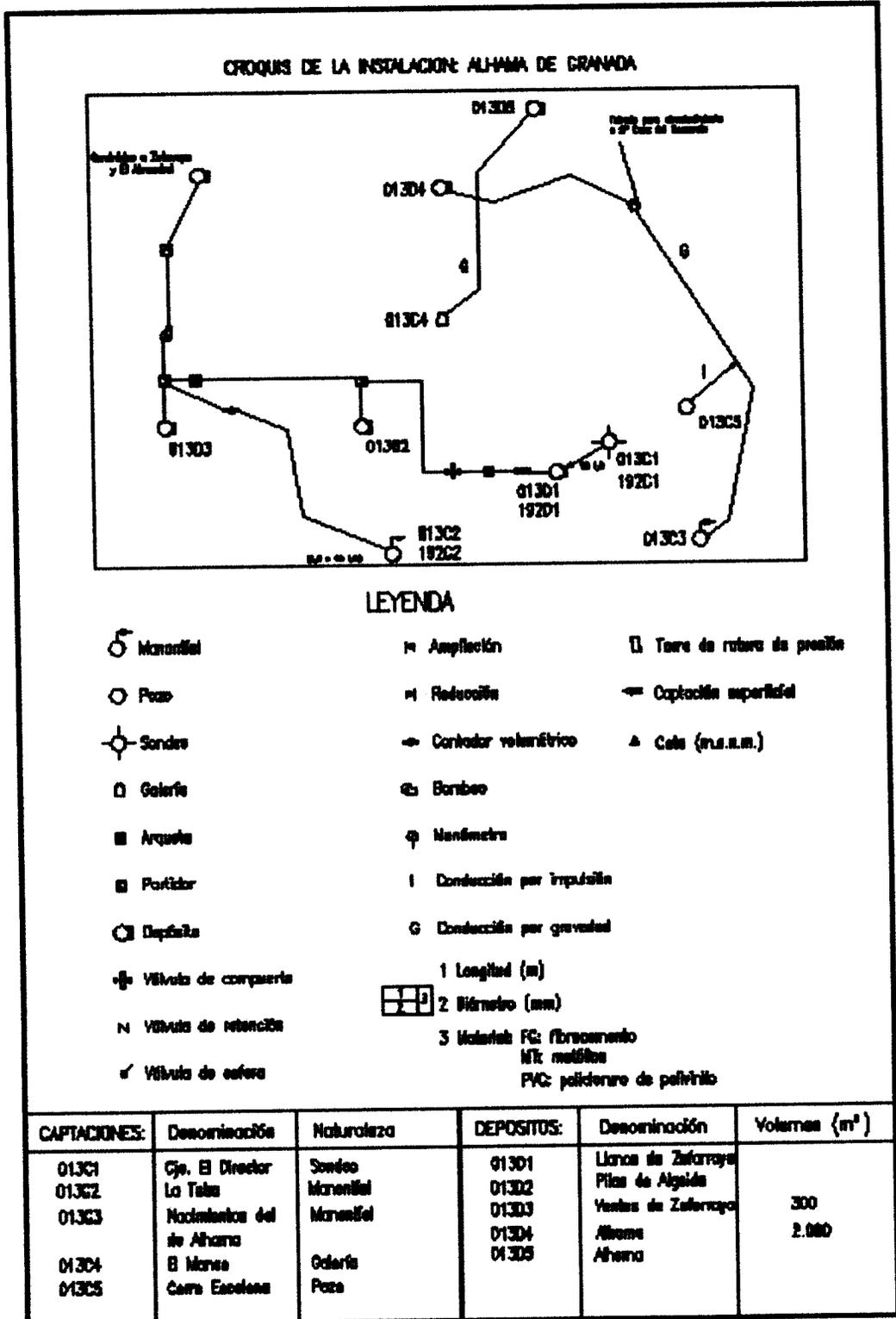


Figura 2. Croquis de las instalaciones.



parte superior. La potencia estimada para los limos y arenas azules y amarillos es variable y llega hasta los 200 m. Su edad comprende desde el Tortoniense superior hasta el Messiniense.

Calizas, limos y margas lacustres

Suponen una formación de potencia variable, nunca superior a algunas decenas de metros, en la que se distinguen unas margas limosas blancas con intercalaciones más calcáreas, coronada por calizas de grano fino, oquerosas y poco compactas. Como restos fósiles presentan algunas conchas de organismos de agua dulce, poco determinativas para fijar su datación.

Se les asigna la edad de Messiniense Superior a Plioceno Inferior, con reservas.

Conglomerados y margas rosadas

Esta formación de conglomerados, con arcilla y algunos niveles de arenas, llega a apoyarse discordantemente sobre distintos términos miocénicos o sobre materiales alpujárrides.

Una sucesión que puede servir de ejemplo es la correspondiente a los alrededores de Fornes, en donde se observa un paquete inferior con arenas, limos y arcillas rojizas, entre la que se intercalan hiladas de conglomerados con cantos de mármoles alpujárrides, coronada por un paquete en el que alternan arenas y conglomerados con cantos de 3 a 5 cm de media y algunos del orden del decímetro. La potencia total puede superar los 100 m.

No se han encontrado restos orgánicos que permitan la datación y es únicamente por su posición que se les asigna una edad Plioceno-Cuaternario.

Unidad del Charcón

En esta Unidad se han distinguido de más reciente a más antiguo:

- 1) Mármoles de Monedero, con un espesor medio estimado superior a 100 m.
- 2) Esquistos de Guzmán. Están formados por micaesquistos y esquistos cuarzo-moscovíticos de tonalidades claras y un espesor máximo del orden de 250 m.
- 3) Esquistos de Cubero, con intercalaciones carbonatadas y migmatitas.

3.1.- MARCO HIDROGEOLOGICO

Como ya se ha comentado, el manantial de Los Nacimientos forma parte del drenaje de la subunidad de la Sierra Tejeda, perteneciente a la unidad hidrogeológica 05.42 Tejeda-Almijara-Las Guájaras (figuras 1 y 3).

La subunidad de Sierra Tejeda ocupa el extremo noroccidental de esta unidad hidrogeológica y es, tanto geológica como hidrogeológicamente, un conjunto bien individualizado atribuido al manto de La Herradura. La formación de mármoles que constituyen los afloramientos permeables de Sierra Tejeda se incluye dentro del marco de la Unidad geológica de la Tejeda, atribuida al manto de la Herradura, y corresponde a la formación mármoles de Malas Camas,



masa carbonatada de más de 1.500 m de espesor superpuesta, mediante un contacto mecanizado, a varios tramos de la sucesión metapelítica de esta misma Unidad.

3.2.- HIDROQUÍMICA DEL SECTOR (3)

Las facies químicas de la unidad hidrogeológica son normalmente bicarbonatadas cálcicas y cálcico-magnésicos aptas para el consumo. La conductividad se sitúa en torno a los 240 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

3.3.- LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO (1)

La subunidad de Sierra Tejeda constituye un conjunto hidrogeológico bien individualizado limitado en sus bordes por materiales de baja permeabilidad excepto en su extremo oriental donde se encuentra en contacto con las formaciones detríticas de la Depresión de Granada. Tiene una superficie de unos 90 km^2 que sólo recibe alimentación procedente de las precipitaciones. No existen explotaciones significativas, si se exceptúan algunas captaciones de pequeño caudal en el borde NO. Los bordes impermeables los constituyen los esquistos del manto de Salobreña, al norte; los esquistos y micaesquistos del manto de Los Guájares, en el occidental; los esquistos del manto de la Herradura (al que se asocian los mármoles de Malas Camas que constituyen el acuífero), al sur; y los mármoles de Almjara y los depósitos terciarios de la Depresión de Granada, en el oriental.

3.4.- PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

Se dispone de dos valores de transmisividad en relación con la subunidad de Sierra Tejeda, 4 y 165 $\text{m}^2/\text{día}$. En la subunidad de Almjara sólo hay una estimación de 2 $\text{m}^2/\text{día}$ de este parámetro. El coeficiente de almacenamiento, 0,5 y 1%, sólo se conoce en algunos sectores de la subunidad de Alberquillas.

Respecto a la piezometría, existe un dato en un sondeo situado a 2 km al Este de los manantiales de Játar, nº ITGE 184340020, en el que el nivel piezométrico se sitúa a unos 1.017 m s.n.m., lo que indica un gradiente hidráulico respecto a esos manantiales de un 2%.

El caudal específico medio de 5 a 10 L/s/m sondeos situados en el borde noroccidental (entre los afloramientos de Salares y La Alcaicería) ofrecen valores de transmisividad de 5 a 50 $\text{m}^2/\text{día}$, con caudales de explotación de 2 a 30 L/s y caudales específicos de 0,02 a 0,71 L/s/m.

En el sector de Los Nacimientos sólo hay un dato de piezometría en el punto nº ITGE 184340020, situado a 1.500 m. al Este, donde el nivel piezométrico esta a cota 1.017 msnm. Más alejado hacia el Oeste, en el sector Collado de Las Águilas hay dos sondeos ejecutados por el IRYDA en 1986 con el nivel piezométrico a unos 1.050 msnm.

3.5.- FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO (1)

Las cotas de surgencia son muy dispares, tanto para las surgencias existentes en los bordes de la subunidad como para las existentes en áreas de interior. Esto es un indicativo de la



complejidad de funcionamiento de la misma, condicionada por la también compleja tectónica que afecta a los materiales geológicos que constituyen el acuífero.

En los últimos años se han ejecutado numerosas captaciones (sondeos) en los mármoles de Sierra Tejada, que se asocian al borde noroccidental (Cerro Pimiento-Robledal) y en las proximidades de los Nacimiento del río Alhama (Cjo. Nacimientos-Villarraso). En este último sector se han efectuado captaciones que podrían ofrecer caudales superiores a los 115 L/s.

La recarga de los mármoles de Malas Camas se produce por infiltración de agua de lluvia en un volumen anual de 35 hm³. La descarga se produce a favor de manantiales, de forma que los cauces de la Cuenca Sur reciben 12 hm³/año (manantiales de la Fajara y Nícar, caudales que oscilan entre 20 y 700 L/s), mientras a cauces de la cuenca del Guadalquivir aportan 23 hm³/año (manantiales del Nacimiento del río Alhama -260 L/s- y de Játar -102 L/s-). El resto de la descarga debe corresponder a diversos conceptos: emergencias de reducido caudal y, por tanto, no controladas; salidas ocultas directas a cauces o a través de sus aluviales; descargas subterráneas a las formaciones detríticas terciarias de la Depresión de Granada y a acuíferos carbonatados de otras unidades hidrogeológicas (Alberquillas y Escalate-Espartinas).

4.- VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO FRENTE A LA CONTAMINACIÓN (2)

4.1. INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALMENTE CONTAMINANTES (3)

El análisis de los focos potenciales de contaminación (figura 3) de las aguas subterráneas que se ha realizado en el término municipal de Alhama de Granada indica que existen varios focos potenciales de contaminación sobre las aguas subterráneas.

Podría existir una cantidad importante de ganado sin estabular que desarrollaría su actividad sobre las formaciones permeables y de elevada vulnerabilidad de los mármoles de la subunidades de Sierra Tejada y El Charcón.

Vertido de ARU en el cauce del río Alhama aguas arriba de los Baños termales de Alhama.

4.2.- VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

La vulnerabilidad del acuífero frente a la contaminación puede considerarse muy alta debido al importante grado de fracturación y karstificación.

4.3.- SISTEMA DE VIGILANCIA

Ante el posible desarrollo de procesos o presencia de actividades potencialmente contaminantes aguas arriba de la captación y dentro de la envolvente, a pesar de que en la actualidad no hay prácticamente actividades de esta naturaleza, se propone llevar a cabo un seguimiento de la eficiencia del perímetro de protección delimitado, que garantice el mantenimiento de la calidad del agua en los puntos de abastecimiento.



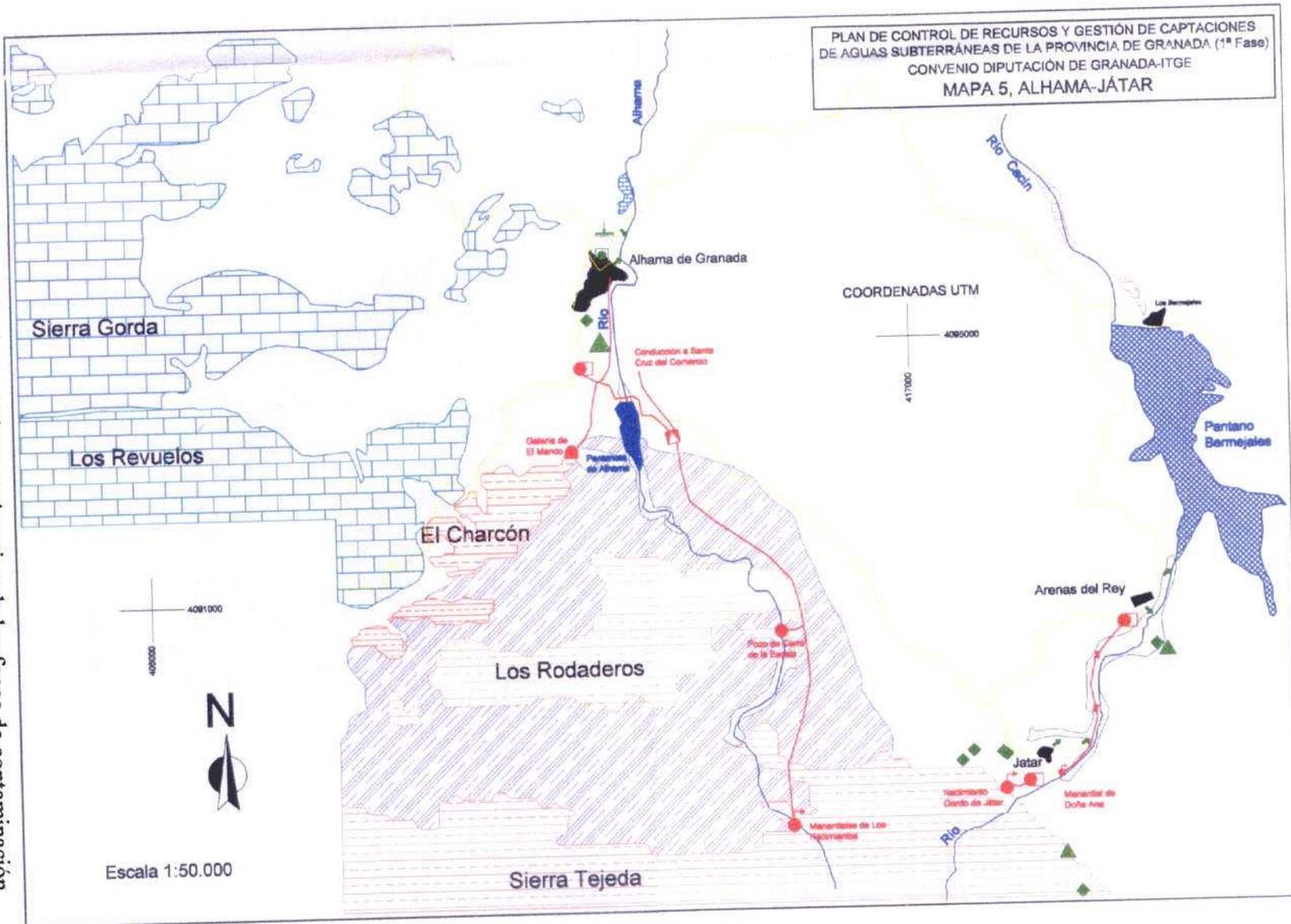
LITOLOGÍAS

		Co.Hg.			
	Cuaternario (Aluviales, depósitos de laderas, coluviones, etc.)		CUATERNARIO		
	Terciario indiferenciado		TERCIARIO		
	Plioceno Depresión de Padúl				
	Formación jurásica de Sierra Alhama		JURASICO		
	Formación jurásica de Sierra Gorda				
	Calizas y dolomías de Los Revuelos				
	Mármoles de Sierra Tejeda		TRIASICO-ALPUJARRIDE		
	Mármoles de Los Rodaderos				
	Mármoles de El Charcón-Saleres				
	Mármoles de Almijara-Los Guajares-Albuñuelas				
	Mármoles de Sierra de Albuñuelas				
	Dolomías y mármoles dolomíticos de Sierra de Padúl				
	Dolomías, calizas y mármoles de Escalera-Espartinas				
	Esquistos y micaesquistos alpujarrides				
Co.Hg. Componente Hidrogeológico			Acuifero		Acuifugo
			Acuitardo-Acuifero		Acuicludo-Acuitardo

SÍMBOLOS UTILIZADOS EN LOS MAPAS			
	Vertido de residuos sólidos industriales		Manantial
	Almacenamiento de RSI sobre terreno natural		Sondeo
	Almacenamiento de RSI sobre terreno acondicionado		Galería
	Colector (vertido de RLU)		Bunidero
	EDAR		Conducción de agua potable
	Vertedero de RSU		Cauces
	Gasolinera		Carrilerías
	Granje		Ferrocarril
	Actividad industrial significativa SIN potencial contaminante sobre las aguas subterráneas		
	Actividad industrial significativa CON potencial contaminante sobre las aguas subterráneas		
	Equipo de bombeo		
	Caudalímetro		
	Válvula de retención		
	Válvula de compuerta		
	Torre de rotura de presión		
	Arquero		
	Partidor		
	Depósito de regulación		



Fig 3. Infraestructura de abastecimiento y situación de los focos de contaminación





En el anexo 2 se incluye una relación de los puntos de agua que el ITGE tiene inventariados en el interior de la poligonal envolvente.

A continuación se especifica el punto de control propuesto, parámetros a determinar y frecuencia de análisis.

Nº de registro	Determinaciones analíticas	Frecuencia de análisis
184330004	Constituyentes mayoritarios, metales pesados, especies nitrogenadas, fungicidas, pesticidas y herbicidas	Semestral

Así mismo, en caso de producirse un vertido potencialmente contaminante, en las proximidades de la captación, se llevará a cabo una campaña de seguimiento especial de la calidad del agua, con el análisis de los parámetros que en cada momento se juzgue necesario determinar, y con la periodicidad que aconsejen las circunstancias.

5.- DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN (2)

En el desarrollo de este trabajo se delimitan tres zonas en torno a cada captación, denominadas:

- Zona I, Inmediata o de Restricciones Absolutas (Tiempo de tránsito de 1 día)
- Zona II, Próxima o de Restricciones Máximas (Tiempo de tránsito de 60 días)
- Zona III, Alejada o de Restricciones Moderadas (Tiempo de tránsito de 10 años)

Existen distintos métodos de cálculo del tiempo de tránsito. Entre ellos se encuentra el desarrollado por Wyssling, que se aplica aquí, consistente en el cálculo de la zona de influencia de una captación y búsqueda posterior del tiempo de tránsito deseado. El método es simple y supone que el acuífero se comporta como un acuífero homogéneo.

La resolución del método precisa conocer las siguientes variables:

i = gradiente hidráulico

Q = caudal de bombeo (m^3/s)

k = permeabilidad horizontal (m/s)

m_e = porosidad eficaz

b = espesor del acuífero (m)

A partir de estos datos se calcula el radio de influencia o de la llamada zona (X_0), la anchura del frente de llamada (B), el ancho de llamada a la altura de la captación (B') y la velocidad efectiva (V_e) según las expresiones siguientes:

$$X_0 = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot b \cdot i \cdot k}; \quad B = \frac{Q}{k \cdot b \cdot i}; \quad B' = \frac{B}{2}; \quad V_e = \frac{K \cdot i}{m_e}$$



La distancia desde la captación a un punto con un tiempo de tránsito t (en días) viene dada por la expresión:

$$S = \frac{\pm l + \sqrt{l \cdot (l + 8 \cdot X_0)}}{2}$$

Donde l es el producto de la velocidad efectiva por el tiempo de tránsito. El signo positivo inicial se utiliza para calcular la distancia aguas arriba de la captación y el signo negativo para calcular la distancia aguas abajo de la captación.

Para el cálculo de las distintas zonas de protección del abastecimiento a Alhama de Granada (Los Nacimientos), se consideran como datos de partida:

Los Nacimientos	
Espesor del acuífero (m)	200
Porosidad eficaz	0,02
Permeabilidad horizontal (m/día)	10
Caudal (L/s)	250
Caudal (m ³ /día)	21600
Gradiente hidráulico	0,01

Debido a que los valores de T y S conocidos están en sectores alejados de los puntos de abastecimiento y que nos encontramos en una zona de surgencia importante, se estima razonable emplear valores de permeabilidad más altos que los que corresponderían a las transmisividades conocidas; el valor de S empleado, es un valor medio para este tipo de materiales. Los Nacimientos tienen un caudal medio de unos 250 L/s. El gradiente se ha estimado de acuerdo con las cotas del nivel piezométrico de la zona.

Según la metodología propuesta se realiza una zonación dentro del perímetro de protección de la captación objeto de estudio en tres zonas con restricciones de uso tanto mayores cuanto más próximas a la captación.

5.1.- ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS

Se considera como el círculo cuyo centro es el sondeo a proteger y cuyo radio (s_I) es la distancia que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en un día. Esta zona tendrá forma circular u oval, dependiendo de las condiciones hidrodinámicas, sin embargo, se puede representar como un círculo por simplicidad, cumpliendo igualmente el objetivo que se persigue, proteger la boca del sondeo y sus proximidades.

	LOS NACIMIENTOS
s _I aguas arriba (m)	46
s _I aguas abajo (m)	-36



Esta zona se definirá mediante un circunferencia de 50 m de radio con centro en la captación (figura 4). En ella se evitarán todas las actividades, excepto las relacionadas con el mantenimiento y explotación de la captación, para lo que se recomienda la construcción de caseta que proteja el sondeo, que se valle la zona definida y se instale un drenaje perimetral.

5.2.- ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS

Se considera como el espacio (s_{II}) que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en más de un día y menos de 60 días queda delimitada entre la zona de protección inmediata y la isocrona de 60 días.

	LOS NACIMIENTOS
s_{II} aguas arriba (m)	654
s_{II} aguas abajo (m)	-55

Sin embargo, debido a las características hidrogeológicas de la subunidad, y en particular del sector donde se encuentran Los Nacimientos, esta zona se definirá mediante una circunferencia de 1.000 m de radio, por seguridad, centrada en la captación (figura 4). En la tabla 1 se incluye la relación de actividades y limitaciones que deben imponer.

5.3.- ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS

Limita el área comprendida entre la zona de protección próxima II y la isocrona de 10 años (radio s_{III}). Cuando el límite de la zona de alimentación del sondeo esté a una distancia menor que la citada isocrona, el límite de la zona lejana coincidirá con el límite de la zona de alimentación.

	LOS NACIMIENTOS
s_{III} aguas arriba (m)	27.700
s_{III} aguas abajo (m)	8.800

Estos valores superan los límites hidrogeológicos del acuífero. Así, atendiendo a criterios hidrogeológicos se delimitará como zona de restricciones moderadas una superficie poligonal que coincidirá con la envolvente (figura 4). En la tabla 1 se incluye la relación de actividades y limitaciones que se deben imponer.

5.4.- PERÍMETRO DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD

Para la protección de la cantidad de la captación de abastecimiento se definirá un perímetro en función del radio de influencia R:

$$R = 1,5 (T t / S)^{1/2}$$

donde T = Transmisividad: 170 m²/día

t = tiempo de bombeo, generalmente se aplicará un tiempo de 120 días

S = Coeficiente de almacenamiento: 0,02



Con los datos indicados se obtiene un radio de influencia de 1.500 m. No obstante, los caudales que podría llegar a extraer un sondeo situado a esa distancia son superiores a los 100 L/s, por lo que las transmisividades podrían llegar a ser superiores a la empleada para el cálculo del radio de influencia. Se recomienda, para mayor seguridad de los caudales que drena Los Nacimientos, aumentar este radio hasta los 2.000 m.

5.5. - DELIMITACIÓN DE LA POLIGONAL ENVOLVENTE

Para la definir la poligonal se ha considerado el área que engloba las zonas delimitadas anteriormente. Viene definida por los vértices:

Vértice	X (UTM)	Y (UTM)	Cota (m.s.n.m.)
A	416800	4088600	1.060
B	416700	4085660	1.668
C	417700	4083400	1.824
D	409700	4084340	1.813
E	409340	4088020	1.000

En la figura 4 se representan gráficamente las distintas zonas de protección definidas dentro del perímetro de protección del abastecimiento a Alhama de Granada desde Los Nacimientos, así como la poligonal envolvente.



Tabla 1

DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES	ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS			ZONA DE RESTRICCIONES BAJAS		
	Prohibido	condicional	permitido	prohibido	condicional	permitido
ACTIVIDADES AGRÍCOLAS						
Uso de fertilizantes	*				*	
Uso de herbicidas	*				*	
Uso de pesticidas	*			*		
Almacenamiento de estiércol	*				*	
Vertido de restos de animales	*				*	
Ganadería intensiva	*			*		
Ganadería extensiva		*				*
Almacenamiento de materias fermentables para alimentación del ganado	*				*	
Abrevaderos-refugios de ganado		*				*
Silos	*				*	
ACTIVIDADES URBANAS						
Vertidos superficiales de aguas residuales urbanas sobre el terreno	*			*		
Vertidos de aguas residuales urbanas en pozos negros, balsas o fosas sépticas	*			*		
Vertidos de aguas residuales urbanas en cauces públicos	*			*		
Vertidos de residuos sólidos urbanos	*			*		
Cementerios	*			*		
ACTIVIDAD INDUSTRIAL						
Asentamientos industriales	*			*		
Vertidos de residuos líquidos industriales	*				*	
Vertidos de residuos sólidos industriales	*			*		
Almacenamiento de hidrocarburos	*			*		
Depósitos de productos radiactivos	*			*		
Inyección de residuos industriales en pozos y sondeos	*			*		
Conducciones de líquido industrial	*			*		
Conducciones de hidrocarburos	*			*		
Apertura y explotación de canteras	*				*	
Relleno de canteras o excavaciones	*			*		
OTRAS						
Campings	*				*	
Ejecución de nuevas perforaciones o pozos no destinados para abastecimiento	*				*	



6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- * El núcleo de Alhama de Granada se abastece, fundamentalmente, del punto nº IGME 184330004, conocido como Los Nacimientos y relacionado con la subunidad de Sierra Tejeda, integrada en la unidad hidrogeológica 05.42 Tejeda-Almijara-Los Guájares.
- * Esta subunidad es de carácter carbonatado.
- * De Los Nacimientos, a Alhama le corresponden 18 L/s.
- * El agua drenada tiene una conductividad baja, según los análisis disponibles.
- * En el sector no hay sondeos que exploten los mármoles de Sierra Tejeda, salvo el punto nº IGME 184340020 (Las Campiñuelas) que tiene un caudal instantáneo de explotación que podría llegar a los 100 L/s.
- * Se recomienda hacer un seguimiento especial en los análisis rutinarios a las especies químicas que puedan dar indicios de contaminación orgánica.

Fdo: Juan Antonio Luque Espinar
Oficina de Proyectos del ITGE de Granada



BIBLIOGRAFÍA

- (1) ITGE-Diputación de Granada. 1990. Atlas hidrogeológico de la provincia de Granada.
- (2) ITGE. 1991. Guía metodológica para la elaboración de perímetros de protección de captaciones de aguas subterráneas.
- (3) ITGE-Diputación de Granada. 1995. Plan de control de recursos y gestión de captaciones de aguas subterráneas para abastecimientos urbanos de la provincia de Granada (primera fase).
- (4) IGME. 1979. Mapa geológico de España E. 1:50.000. Hoja de Zafarraya (1.040). Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. Madrid.



ANEXOS



ANEXO 1

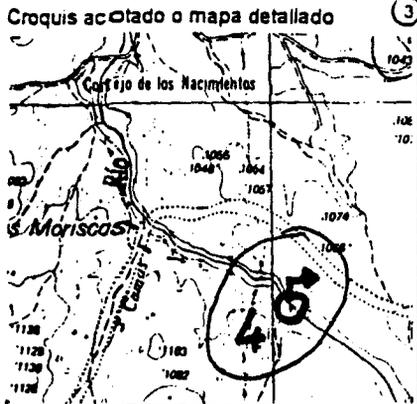


ARCHIVO DE PUNTOS ACUIFEROS ESTADISTICA

1 N° de registro **184330004**
 N° de puntos descritos **01**
 Hoja topográfica 1/50.000 **Zafarraya**
 Número **1843**

COORDENADAS

Lambert
 X Y
 Huso Sector X UTM Y
30 S 415050 4087375



4 Cuenca hidrográfica **Guadalquivir**
 Unidad hidrogeológica
 Sistema acuífero **Olmjara los Guajales**
Sena Tejedo 4123
 Provincia **Granada 18**
 Término Municipal **Alhama de Granada 013**
 Toponimia **los Nacimiento**

5 Objeto
 Cota **1017.00**
 Referencia topográfica **1:25000**

6 Naturaleza **Manantial B**
 Profundidad de la obra
 Profundidad/Longitud de la obra secundaria

7 Tipo de perforación
 Trabajos aconsejados por
 Año de ejecución Profundidad
 Reprofundizado el año Profundidad final

8 MOTOR
 Naturaleza
 Tipo equipo de extracción
 Potencia cv

BOMBA
 Naturaleza
 Capacidad
 Marca y tipo

9 Utilización del agua **Riego y abastecimiento 7**
 Cantidad extraída (Dm³)
 Durante días

10 ¿Tiene perímetro de protección? **NO**
 Bibliografía del punto acuífero
 Documentos intercalados **Análisis químico**
 Entidad que contrata y/o ejecuta la obra **PARTICULAR**
 Escala de representación **1:50.000**
 Redes a las que pertenece el punto

11 Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero
 Año en que se efectuó la modificación

DESCRIPCION DEL CORTE GEOLOGICO

N° de litologías descritas

Número de orden	Edad geológica	Litología	Profundidad del techo	Profundidad del muro	Está interconectado	¿Es acuífero?	OBSERVACIONES
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

13 Nombre y dirección del propietario
 Nombre y dirección del contratista



ANEXO 2



Puntos de agua que el ITGE tiene inventariados dentro de la poligonal envolvente



N° IGME	COORDENADA X	COORDENADA Y	COTA (msnm)
184330004	415050	4087375	1017
184330012	412224	4087373	1.020
184330013	410542	4087390	1.120
184330018	410387	4087280	1.150
184330019	409400	4087280	1.150
184330025	416420	4088100	1.050
184340020	416669	4088285	1.070