

62067



Consorcio de Aguas de la Sierra Sur

**PROPUESTA DE ACTUACIONES EN
RELACIÓN CON LOS ABASTECIMIENTOS
PÚBLICOS DE AGUA POTABLE A LOS
PUEBLOS DEL CONSORCIO DE AGUAS DE
LA SIERRA SUR DE SEVILLA.**

Noviembre 2002



MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA



Instituto Geológico
y Minero de España



El presente Proyecto ha sido realizado por el Instituto Geológico y Minero de España bajo la dirección técnica de D. Miguel Martín Machuca, Jefe de la Oficina de Proyectos del IGME en Sevilla, y en su elaboración han intervenido los siguientes técnicos:

D. Diego Martín Sosa


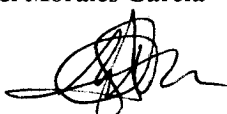
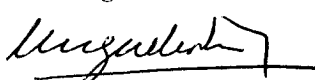
D^a. Raquel Morales García

CORREO ELECTRÓNICO

igme@igme.es

RÍOS ROSAS, 23
28003-MADRID
TEL. : 91 349 5700
FAX : 91 442 6216



INFORME	Identificación: Actuaciones en la Sierra Sur de Sevilla. Abastecimiento mancomunado.
	Fecha: Noviembre de 2002 H.8.007.03
<p>TÍTULO Propuesta de actuaciones en relación con los abastecimientos públicos de agua potable a los pueblos del Consorcio de Aguas de la Sierra Sur de Sevilla (un tomo y un CD)</p>	
<p>PROYECTO Operación Comercial: Propuesta de actuaciones en relación con los abastecimientos públicos de agua potable a los pueblos del Consorcio de Aguas de la Sierra Sur de Sevilla.</p>	
<p>RESUMEN</p> <p>Análisis crítico de la situación actual del abastecimiento (situación individualizada de los abastecimientos municipales, fuentes de abastecimiento, infraestructura y problemática).</p> <p>Actualización y mejora del conocimiento hidrogeológico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - geología - hidrogeología - estimación de los recursos hídricos - balance hídrico - hidroquímica - problemática de calidad y cantidad <p>en los acuíferos del entorno de la Mancomunidad (Sierra de los Caballos, Sierra de los Almadenes, Sierra del Tablón-Algámitas y Sierra de Cañete).</p> <p>Propuesta de integración de los recursos hídricos del sistema mancomunado de abastecimiento en la Sierra Sur.</p>	
<p>Revisión</p> <p>Nombre: Juan Antonio López Geta</p> <p>Unidad: Hidrogeología y Aguas Subterráneas</p> <p>Fecha:</p>	<p>Autores: Diego Martín Sosa y Raquel Morales García</p>   <p>Responsable: Miguel Martín Machuca</p> 

INDICE

MEMORIA

1.- ANTECEDENTES	1
2.- OBJETIVOS	2
3.- LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	3
4.- SITUACIÓN DEL ABASTECIMIENTO URBANO	5
4.1.- ANÁLISIS HISTÓRICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.....	5
4.2.- ABASTECIMIENTO ACTUAL CON AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	8
4.3.- DEMANDA URBANA DE AGUA.....	10
5.- MARCO GEOLÓGICO REGIONAL	11
6.- MARCO HIDROGEOLÓGICO	15
7.- LA SIERRA DE LOS CABALLOS	17
7.1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	17
7.2.- GEOLOGÍA.....	17
7.3.- HIDROGEOLOGÍA.....	22
7.3.1.- FORMACIONES ACUÍFERAS.....	22
7.3.2.- SISTEMA HIDROGEOLOGICO CARBONATADO DE LA SIERRA DE LOS CABALLOS.....	22
7.3.2.1.- Litología.....	22
7.3.2.2.- Superficie acuífera aflorante.....	22
7.3.2.3.- Geometría.....	22
7.3.2.4.- Límites.....	23
7.3.2.5.- Funcionamiento hidrogeológico – Piezometría.....	23
7.3.2.6.- Parámetros hidráulicos.....	24
7.3.2.7.- Calidad química de las aguas.....	26
7.3.2.8.- Balance Hídrico.....	28
7.3.2.9.- Implicaciones del balance sobre los recursos potencialmente aprovechables.....	31
8.- LA SIERRA DE LOS ALMADENES	32
8.1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	32
8.2.- GEOLOGÍA.....	32

8.3.- HIDROGEOLOGÍA.....	35
8.3.1.- FORMACIONES ACUÍFERAS	35
8.3.2.- ACUÍFERO CARBONATADO DE LA SIERRA DE LOS ALMADENES	35
8.3.2.1.- Litología.....	35
8.3.2.2.- Superficie acuífera aflorante	35
8.3.2.3.- Geometría.....	35
8.3.2.4.- Límites	35
8.3.2.5.- Funcionamiento hidrogeológico – Piezometría	35
8.3.2.6.- Parámetros hidráulicos	36
8.3.2.7.- Calidad química de las aguas	36
8.3.2.8.- Balance Hídrico.....	36
8.3.2.9.- Implicaciones del balance sobre los recursos potencialmente aprovechables	38
9.- LA SIERRA DEL TABLÓN – ALGÁMITAS.....	39
9.1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA	39
9.2.- GEOLOGÍA.....	39
9.3.- HIDROGEOLOGÍA.....	44
9.3.1.- FORMACIONES ACUÍFERAS.....	44
9.3.2.- SISTEMA HIDROGEOLOGICO DE LA SIERRA DEL TABLÓN – PEÑÓN DE ALGÁMITAS.....	44
9.3.2.A.-SISTEMA ACUÍFERO DE LA SIERRA DEL TABLÓN.....	44
9.3.2.A.1- Litología	44
9.3.2.A.2.- Superficie acuífera aflorante	44
9.3.2.A.3.- Geometría.....	44
9.3.2.A.4.- Límites	45
9.3.2.A.5.- Funcionamiento hidrogeológico – Piezometría.....	45
9.3.2.A.6.- Parámetros hidráulicos.....	45
9.3.2.A.7.- Calidad química de las aguas	46
9.3.2.B.- SISTEMA ACUÍFERO DEL PEÑÓN DE ALGÁMITAS.....	48
9.3.2.B.1.- Litología	48
9.3.2.B.2.- Superficie acuífera aflorante	48
9.3.2.B.3.- Geometría.....	48
9.3.2.B.4.- Límites.....	48

9.3.2.B.5.- Funcionamiento hidrogeológico – Piezometría.....	48
9.3.2.B.6.- Parámetros hidráulicos.....	49
9.3.2.B.7.- Calidad química de las aguas	51
9.3.2.1.- BALANCE HÍDRICO EN EL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO	54
9.3.2.2.-Implicaciones sobre los recursos potencialmente aprovechables	59
10.- UNIDAD HIDROGEOLÓGICA DE LA SIERRA DE CAÑETE	60
10.1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA	60
10.2.- GEOLOGÍA.....	60
10.3.- HIDROGEOLOGÍA.....	65
10.3.1.- FORMACIONES ACUÍFERAS	65
10.3.1.A.- ACUÍFERO CALCÁREO JURÁSICO	65
10.3.1.A.1.-Litología.....	65
10.3.1.A.2.- Superficie acuífera aflorante	65
10.3.1.A.3.- Geometría.....	65
10.3.1.A.4.- Límites	66
10.3.1.A.5.- Funcionamiento hidrogeológico – Piezometría.....	66
10.3.1.A.6.- Parámetros hidrogeológicos	67
10.3.1.B.- ACUÍFERO DETRÍTICO DEL MIOCENO POSTOROGÉNICO	69
10.3.1.B.1.- Litología	69
10.3.1.B.2.- Superficie acuífera aflorante.....	69
10.3.1.B.3.- Geometría	69
10.3.1.B.4.- Límites.....	69
10.3.1.B.5.- Funcionamiento hidrogeológico	69
10.3.1.B.6.- Parámetros hidrogeológicos	69
10.3.1.C.- ACUÍFEROS CUATERNARIOS	70
10.3.2.- CALIDAD QUÍMICA DE LA UNIDAD	70
10.3.3.- BALANCE HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD	73
10.3.4.- Implicaciones del balance sobre los recursos potencialmente aprovechables	76
11.- RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	77
12.- RECOMENDACIONES	83
13.- BIBLIOGRAFÍA.....	85

ANEXOS

Anexo I.- INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS.

Anexo II.- ANÁLISIS QUÍMICOS.

Anexo III.- ESTUDIO HIDROCLIMÁTICO.

Anexo IV.- PLANOS.

1.- ANTECEDENTES

Desde finales de los años setenta, la Oficina de Proyectos del Instituto Geológico y Minero de España en Sevilla viene colaborando con las Administraciones Locales para el asesoramiento en materia de aguas subterráneas del abastecimiento urbano.

Inicialmente, las actuaciones orientadas a la resolución de problemas relacionados con los abastecimientos públicos de agua a núcleos urbanos se realizan a través de los Convenios de colaboración con las Diputaciones de Sevilla, Huelva y Cádiz. Posteriormente, en los años ochenta, esta labor continúa con el Plan Nacional de Abastecimiento a Núcleos Urbanos (PANU).

La plena satisfacción de los resultados obtenidos ha propiciado la continuidad de dichos trabajos que, en la actualidad, se traducen en el presente estudio, realizado por encargo al IGME por el Consorcio de Aguas de la Sierra Sur de Sevilla.

2.- OBJETIVOS

La Mancomunidad de Municipios de la Sierra Sur de Sevilla, integrada por las poblaciones de Martín de la Jara, Los Corrales, El Saucejo, Villanueva de San Juan, Algámitas y Pruna, forma parte del Plan Écija que suministra aguas superficiales procedentes del embalse de El Retortillo para el abastecimiento del total de la población, que se sitúa próxima a los 18.000 habitantes.

No obstante, una serie de defectos estructurales hacen que su demanda no se vea completamente atendida, por lo que se propone revisar el actual sistema de abastecimiento incorporando, si es posible, y bajo un punto de vista comunitario, las aguas subterráneas a dicho sistema de abastecimiento.

Por tanto, los objetivos perseguidos en el presente proyecto son:

- Optimizar la utilización de las aguas subterráneas como fuente complementaria de abastecimiento público mancomunado.
- Aportar una garantía de suministro al sistema de abastecimiento propuesto, tanto en cantidad como en calidad.
- Crear una infraestructura para el conocimiento hidrogeológico de la zona.
- Evaluar con mayor precisión los recursos hídricos subterráneos que de forma sostenible se puedan utilizar.

3.- LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio, que comprende la superficie ocupada por los municipios que componen la Mancomunidad y sus alrededores, se localiza en la comarca natural de la Sierra Sur Sevillana que se extiende en parte de las provincias de Málaga y Cádiz (Figura 1).

La región ocupa la mayor parte de la superficie de la hoja nº 1022 (Campillos) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 y parte de las hojas adyacentes que se muestran en la Figura 2, lo que representa una superficie aproximada de unos 1.000 km².

1004 Marchena 14-41	1005 Osuna 15-41	1006 Benamejí 16-41
1021 Morón de la Fra. 14-42	1022 Campillos 15-42	1023 Antequera 16-42
1036 Olvera 14-43	1037 Teba 15-43	1038 Ardales 16-43

Figura 2.- Distribución del área estudiada según Hojas Topográficas E: 1/50.000

El relieve es algo accidentado, predominando el paisaje de colinas, barrancos escarpados y llanuras. Las mayores altitudes se sitúan en la Sierra del Tablón (vértice Terril) y La Sierrezuela o Peñón de Algámitas con 1129 y 1120 m respectivamente.

La red hidrográfica está constituida esencialmente por el río Corbones y por diversos arroyos que fluyen hacia otros afluentes del Guadalquivir. La Sierra de Cañete constituye la divisoria Atlántico - Mediterránea, de manera que al SE de la misma el drenaje superficial se realiza por los ríos Guadateba y Turón, afluentes del Guadalhorce; y al NW por el mencionado río Corbones. Las laderas meridionales y occidentales de la Sierra del Tablón forman parte de la Cuenca del río Guadalete, cuyo afluente más importante es el río Tejo.

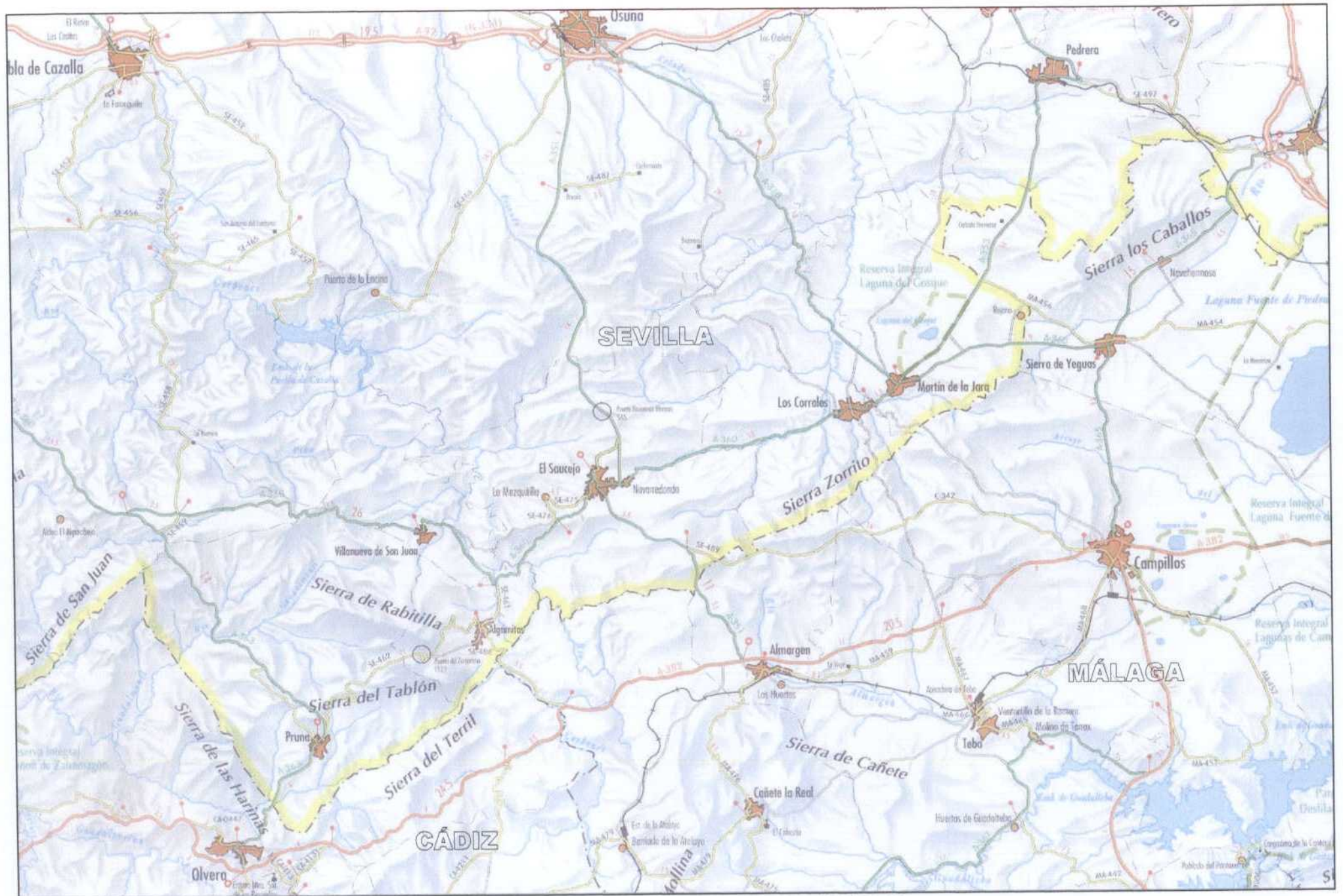


Figura 1.- Situación geográfica del área de estudio. Escala 1/200.000.

4.- SITUACIÓN DEL ABASTECIMIENTO URBANO

La Mancomunidad de Municipios de la Sierra Sur de Sevilla se compone de los municipios de Martín de la Jara, Los Corrales, El Saucejo, Villanueva de San Juan, Algámitas y Pruna, que suman una población total próxima a 18.000 habitantes. En la actualidad, éstas poblaciones forman parte del Plan Écija de suministro de aguas superficiales procedentes del embalse de El Retortillo.

4.1.- ANÁLISIS HISTÓRICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

Tradicionalmente éstos pueblos se han abastecido de forma independiente con aguas subterráneas procedentes de sus pozos y sondeos. Así, en el inventario realizado en 1995 (ITGE – DIPUTACIÓN DE SEVILLA) se relacionan los siguientes puntos de abastecimiento de aguas subterráneas:

Martín de la Jara

Nº de Inventario	Nombre	Prof. (m)	Vol. Captado (m ³ /año)
1542-4-0052	Sondeo "Sierra Yeguas II"	45	162.000
1542-4-0053	Sondeo "Sierra Yeguas III"	70	861.840
1542-4-0040	Sondeo "Sierra Yeguas I"	40	Sin equipar
			Total 1.023.840

El volumen captado es conjunto para Martín de la Jara y Los Corrales. Por el número de habitantes, el volumen destinado a Martín de la Jara sería de 416.420 m³/año.

Los sondeos se localizan sobre las dolomías y calizas jurásicas que conforman el extremo occidental de la Sierra de los Caballos. El agua captada se conduce al depósito de regulación, situado al norte de la población, de 1.200 m³ de capacidad, desde donde se abastece la red.

Los Corrales

Además de los sondeos de uso conjunto con Martín de la Jara, existe una nueva captación.

Nº de Inventario	Nombre	Prof. (m)	Vol. Captado (m ³ /año)
1542-3-0037	Pozo "Fuente de Esparto"	20	10.000

El agua captada para el abastecimiento de Los Corrales es de 606.729 m³/año.

El pozo se sitúa sobre los materiales terciarios que bordean la Sierra de los Almadenes. Existen dos depósitos de regulación desde donde se abastece la red:

- depósito de la Calle Teba - recibe el agua de los sondeos de "Sierra Yeguas".
- depósito Fuente del Esparto - recibe el agua del pozo del mismo nombre.

El Saucejo

Nº de Inventario	Nombre	Prof. (m)	Vol. Captado (m ³ /año)
1543-2-0004	Sondeo "Rocio"	100	165.060
1543-2-0003	Sondeo "Saucedilla"	100	
1542-6-0001	Pozo "Montero"	35	2.628
1542-6-0002	Pozo "Majonda"	8	10.512
			Total: 178.200

Los sondeos se asocian a las calizas del Lías de la Sierra de Cañete, siendo el principal punto de extracción el sondeo "Rocío". Los pozos se asocian a las arenas y areniscas del Mioceno superior.

El agua captada se conduce al depósito municipal de El Saucejo desde donde se abastece la red de El Saucejo y Navarredonda; y al depósito de La Mezquitilla que abastece esa población.

Villanueva de San Juan

Nº de Inventario	Nombre	Prof. (m)	Vol. Captado (m ³ /año)
1542-5-0016	Sondeo "Fuenfría"	90	290.500
1542-5-0014	Pozo	16	rotura
1442-8-0002	Pozo "La Ina"	20	sin explotación
			Total: 290.500

Las dos primeras captaciones se asocian a las calizas liásicas del Peñón de Algámitas, mientras que el pozo "La Ina" se sitúa sobre las arenas y areniscas bioclásticas del Mioceno superior.

El agua extraída se conduce a un depósito de regulación, de 500 m³ de capacidad, que se sitúa al sur de la población, desde el cual se abastece la red.

Algámitas

Nº de Inventario	Nombre	Prof. (m)	Vol. Captado (m ³ /año)
1542-5-0012	Sondeo "Fuente Muñoz"	56	
1542-5-0017	Pozo "Chapatal"	20	
1542-5-0018	Pozo "Las Arenas"	4	
1542-5-0008	Manantial "Fuente Parrilla"	-	seco
1542-5-0009	Manantial "Fuente Barrozal"	-	seco
			Total: 103.500

En condiciones normales el principal abastecimiento es el sondeo "Fuente Muñoz" que explota las calizas del Lías del Peñón de Algámitas. Los pozos explotan las arenas y areniscas del Mioceno superior. Los manantiales están conectados y su caudal fluctúa con el régimen pluviométrico.

Existe una estación de bombeo junto al manantial de "El Berrozal" desde donde el agua captada del total de la infraestructura se conduce al depósito nuevo de regulación, de 500 m³ de capacidad, que se sitúa al suroeste de la población, desde el cual se abastece la red.

Pruna

N° de Inventario	Nombre	Prof. (m)	Vol. Captado (m ³ /año)
1443-4-0017	Sondeo "Los Navazos"	150	sin datos
1543-1-0027	Manantial "Botón Gallo I"	-	78.840
1543-1-0031	Galería "Botón Gallo II"	-	78.840
			Total: 157.680

El sondeo es la captación más importante, y explota las calizas y dolomías de la Sierra del Tablón; los manantiales se localizan en el contacto de la sierra con los materiales margosos terciarios.

El agua captada en el sondeo y los manantiales se conduce al depósito antiguo, situado al norte de la población, de 420 m³ de capacidad.

4.2.- ABASTECIMIENTO ACTUAL CON AGUAS SUBTERRÁNEAS

De la infraestructura de captación de aguas subterráneas existente, se utilizan en la actualidad los siguientes puntos de abastecimiento:

Martín de la Jara

Los sondeos de "Sierra Yeguas" han sido abandonados por problemas relacionados con la calidad de las aguas. Únicamente se bombea, eventualmente, el sondeo "Sierra Yeguas III" para el abastecimiento particular de algunas casas de los alrededores, siendo la demanda de la población de Martín de la Jara completamente atendida con aguas superficiales procedentes del embalse de El Retortillo.

Los Corrales

El municipio se abastece con aguas superficiales del embalse de El Retortillo, pues como anteriormente se cita, los sondeos de uso conjunto entre Martín de la Jara y Los Corrales (sondeos de "Sierra Yeguas") se han abandonado, y el pozo de "Fuente de Esparto" se utiliza ocasionalmente para abastecimiento industrial, siendo el volumen captado de escasa entidad, del orden de 10.000 m³/año.

El Saucejo

En la actualidad están en funcionamiento los sondeos “Rocio” y “Saucedilla”, siendo el primero el principal punto de extracción, mientras que el segundo se utiliza como complemento del anterior.

Villanueva de San Juan

De la infraestructura existente, únicamente se utiliza, como complemento de los recursos superficiales, el sondeo “Fuenfría”. Los datos de explotación proporcionados por el servicio de aguas, indican que el sondeo se bombea desde Junio a Septiembre con un caudal de 300 m³/día, siendo su utilización en invierno función de la dotación con aguas superficiales.

Algámitas

Se mantienen operativas actualmente, para el abastecimiento del núcleo urbano, las captaciones de los manantiales “Fuente Parrilla” y “Fuente Barrozal”, y el sondeo “Fuente Muñoz”. El sondeo “Chapatal” se utiliza únicamente para el abastecimiento del camping existente en el Peñón de Algámitas, estando el sondeo de “Las Arenas” fuera de uso.

La utilización de las aguas subterráneas como complemento a las de origen superficial se produce según el siguiente patrón de explotación (Servicio de Aguas Municipal):

- Invierno: utilización de los manantiales hasta su agotamiento, y bombeo del sondeo “Fuente Muñoz” después del agotamiento de los mismos, que depende del régimen lluvioso anual.
- Verano: bombeo del sondeo “Fuente Muñoz” durante 2 horas diarias durante los meses de Junio a Septiembre, con un caudal de 12 L/s.

Pruna

Se mantienen en funcionamiento las captaciones inventariadas en 1995. El sondeo de “Los Navazos” es el principal punto de extracción, que se bombea durante todo el año.

4.3.- DEMANDA URBANA DE AGUA

La demanda de agua para consumo urbano y de pequeñas industrias integradas en las redes municipales se establece aplicando a los datos de población (IGME- DIPUTACIÓN DE SEVILLA, 1995), la dotación recomendada en el Plan Hidrológico del Guadalquivir para el año horizonte 2002, con una actividad industrial/comercial baja y una población de menos de 10.000 habitantes. Al volumen resultante se le aplica un coeficiente de pérdidas en las redes de distribución del 30%. Los resultados obtenidos se indican en la siguiente tabla.

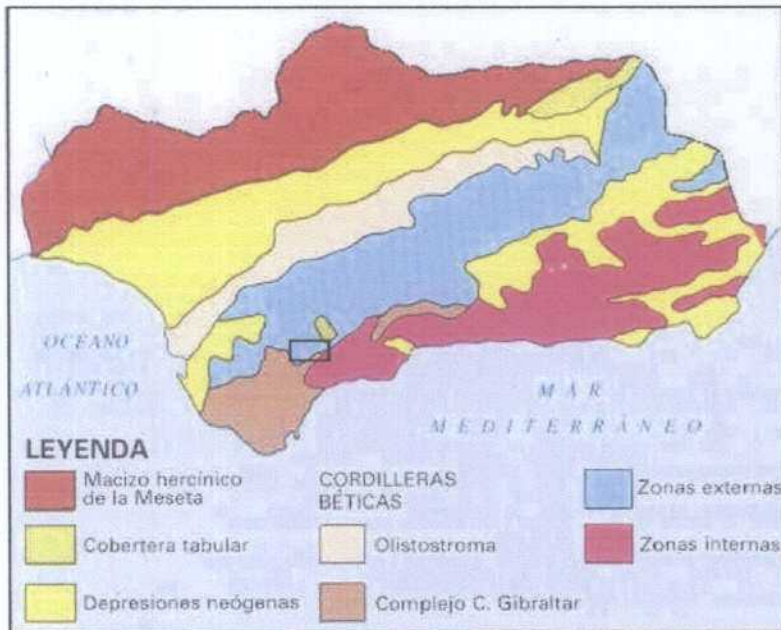
TABLA I.- DEMANDA TEÓRICA CALCULADA

Municipio	Población (Nº Hab.)	Dotación (L/hab/día)	Demanda Teórica (m³/año)	Coefficiente pérdidas (%)	Demanda Calculada (m³/año)
Martín de la Jara	2.838	210	217.533	30	310.761
Los Corrales	4.135	210	316.948	30	452.782
El Saucejo	4.144	210	317.638	30	453.768
Villanueva de San Juan	1.696	210	129.998	30	185.712
Algámitas	1.469	210	112.599	30	160.855
Pruna	3.485	210	267.125	30	381.607
TOTAL	17.767		1.361.841		1.945.485

La demanda teórica calculada para el total de la población asciende a unos 2 hm³/año. No obstante, comparando los volúmenes extraídos durante 1995, se observa que la dotación real en cada municipio es muy variable, pudiendo alcanzar valores de hasta 450 L/hab/día, cifra muy superior a la dotación establecida anteriormente; luego la demanda real del total de la población es posible que alcance valores cercanos a los 3 Hm³/año.

Según los datos de utilización de las aguas subterráneas presentados, aunque son difíciles de precisar debido a la prácticamente inexistencia de contadores en los sondeos, se estima que, en la actualidad, aproximadamente entre un 15 y 25 % de la demanda total podría estar cubierta por aguas subterráneas.

5.- MARCO GEOLÓGICO REGIONAL



La zona de estudio se localiza en el extremo occidental de las zonas externas de las Cordilleras Béticas, concretamente dentro del dominio Subbético, limitando con el Complejo de Gibraltar (Zona Circumbética) y parte de las zonas internas.

Figura 3.- Situación dentro de las Cordilleras Béticas.

Los materiales que afloran se agrupan en dos grandes conjuntos: Terrenos Preorogénicos y Terrenos Postorogénicos; indicándo que los materiales estén o no implicados en la tectónica de mantos de corrimiento que representa el rasgo estructural más notable de ésta región y que es responsable de que los diferentes dominios sufran el desplazamiento hacia el norte y el cabalgamiento de los dominios más internos sobre los más externos.

La descripción estratigráfica de los materiales representados en la zona de estudio (Figura 4) se ha hecho según su distribución en las siguientes unidades estructurales:

- Terrenos Preorogénicos: Zona Subbética, en la que afloran solamente terrenos de cordertera cuyas estructuras alpinas son autónomas respecto al zócalo que no aflora.
- Terrenos Preorogénicos: Unidades alóctonas del Campo de Gibraltar, en las cuales sólo están representados terrenos de cordertera, los cuales forman mantos de deslizamiento gravitatorio que deslizan sobre el Subbético en la etapa de colisión principal fini-aquitaniense.
- Terrenos Postorogénicos, no afectados prácticamente por la tectónica, o en todo caso afectados por una tectónica muy reciente.

TERRENOS PREOROGÉNICOS

ZONA SUBBÉTICA

Muschelkalk (TM), formado por calizas y dolomías masivas. Aflora entre las localidades de Cañete La Real y Almagren.

Triásico (7). Presenta la típica facies germano-andaluza de margas abigarradas con niveles carbonatados, evaporitas y numerosos asomos de ofitas. Constituye el afloramiento de mayor extensión de la zona.

Jurásico (6). Aparece formando los principales relieves de la Sierras, destacando como más importantes la Sierra de los Caballos, la Sierra del Tablón y la Sierra de San Juan.

El Lías inferior es siempre calizo-dolomítico con espesores que en algún caso alcanzan varios centenares de metros.

El Lías medio-superior se encuentra representado por calizas nodulosas, margas y margocalizas.

El Dogger-Malm presenta facies variadas: calizas nodulosas bien estratificadas, radiolaritas y margas.

Crétacico superior (5). Predominan las margocalizas y margas con abundantes globotruncanas (capas rojas con rosasinas). El afloramiento de mayor dimensión se localiza al sur de la localidad de Algámitas.

Terciario (13). Compuesto por margas y margocalizas en bancos delgados y alternantes, presentando en ocasiones características propias de *fysch*. Se incluyen de forma indiferenciada dentro de éste término, por presentar la misma edad (Paleógeno-Mioceno inferior), las arcillas verdes con bloques pertenecientes al siguiente dominio (Unidades Alóctonas del Campo de Gibraltar).

UNIDADES ALÓCTONAS DEL CAMPO DE GIBRALTAR

Mioceno inferior (4). Compuesto por unas arcillas abigarradas en la base sobre las que se encuentran unas areniscas silíceas con cemento limoso o arcilloso de grano muy fino y que

reciben el nombre de Areniscas del Aljibe. Aparecen superpuestas tectónicamente sobre el resto de los materiales, tienen una potencia relativamente escasa y presentan facies tipo flysch.

TERRENOS POST-OROGÉNICOS

Van desde el Mioceno superior hasta el cuaternario más reciente:

Mioceno-Plioceno (3). Formado por margas, arenas, areniscas biocásticas y conglomerados. En conjunto los materiales del Mioceno superior pueden ser considerados como una formación de tipo molásico, de facies predominantemente marinas de poca profundidad. El plioceno está representado por margas y limos de facies marinas que hacia los bordes pasan, por cambio lateral de facies, a areniscas y conglomerados. Constituyen afloramientos de cierta entidad en los municipios de Villanueva de San Juan y El Saucejo.

Cuaternario (1). Los materiales cuaternarios forman depósitos coluviales y aluviales formados por gravas, arenas, limos y arcillas. Destacan, por su extensión, los afloramientos situados al norte de Los Corrales y Martín de la Jara, y los de las localidades de Almagren y Campillos.

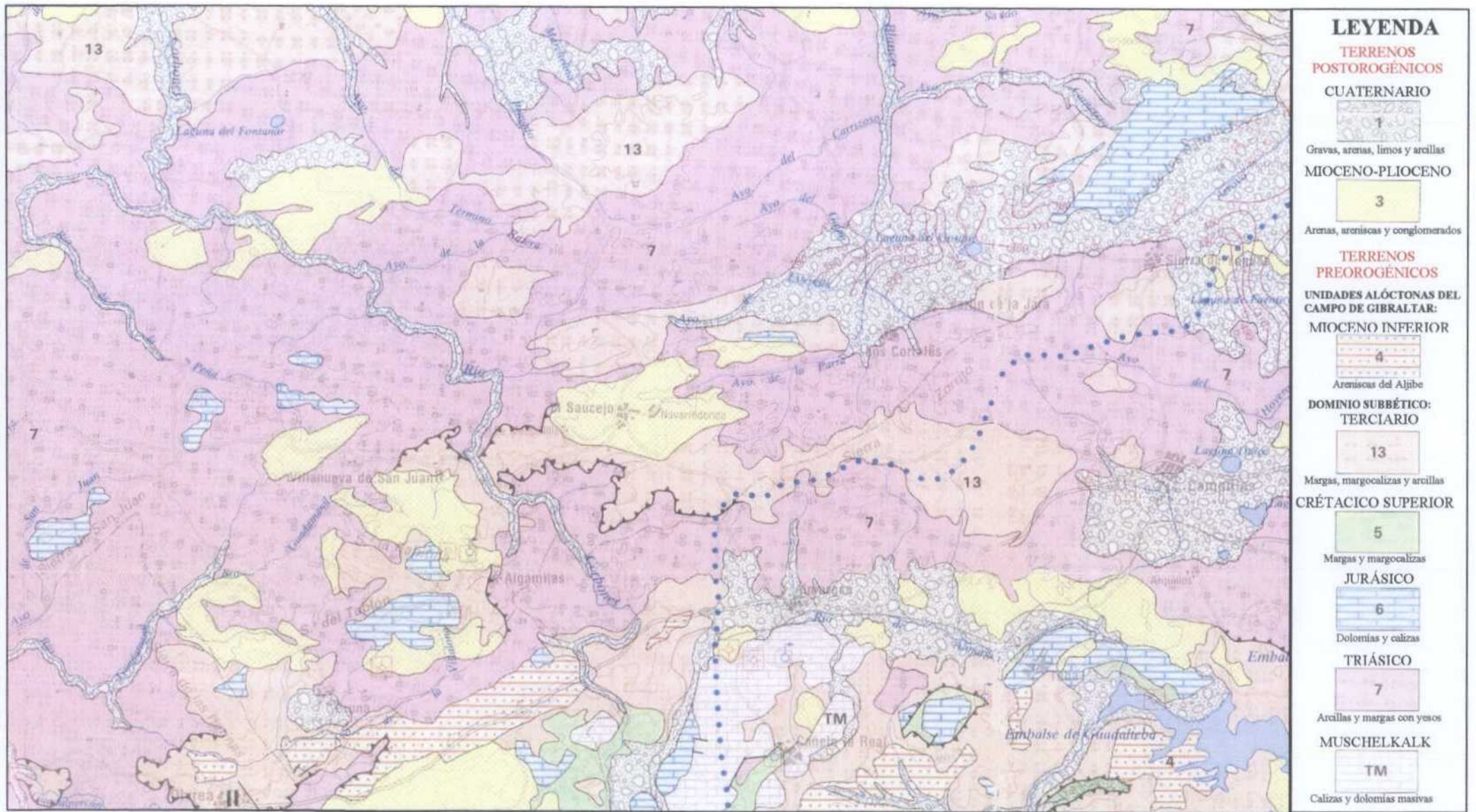


Figura 4.- Mapa geológico regional de la zona de estudio. Escala 1/200.000.

6.- MARCO HIDROGEOLÓGICO

Los sistemas acuíferos más importantes situados en el entorno de los términos municipales objeto de estudio son (Figura 5):

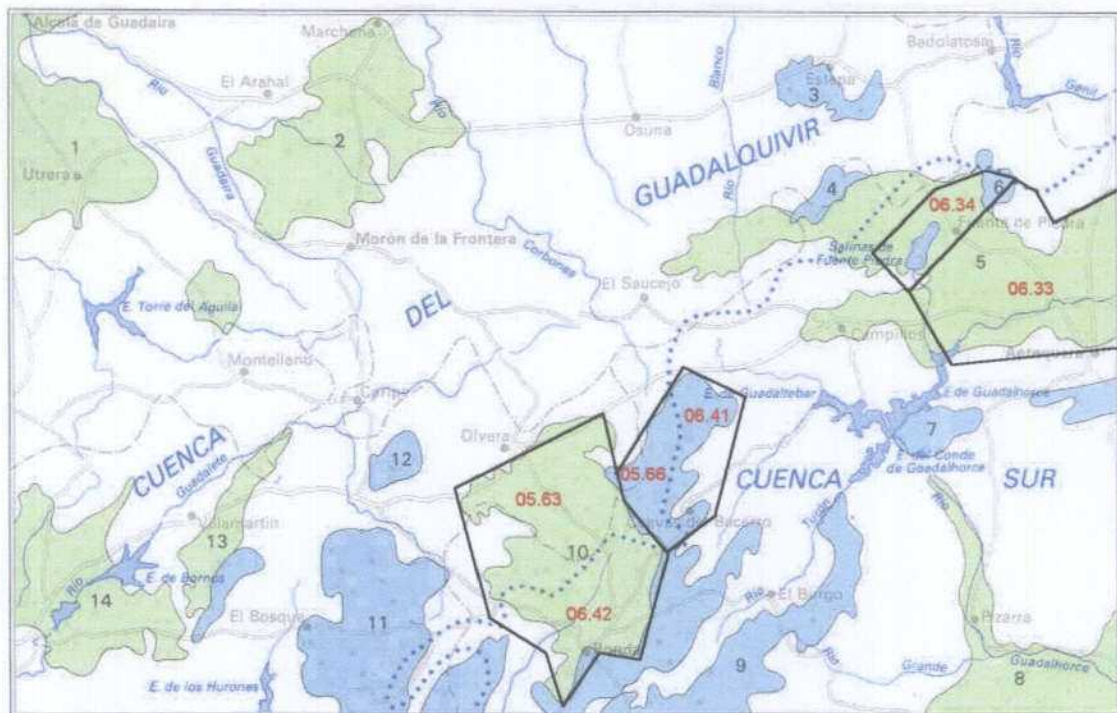
- Acuífero Detrítico de Ronda (S.A. nº 35), constituido por un potente paquete de calcarenitas, areniscas, conglomerados, calizas y arcillas pertenecientes al Mioceno superior. Se localiza al S de Pruna y queda incluido íntegramente en la U.H. 05.63 (Setenil - Ronda).
- Serranía de Ronda (S.A nº 36), localizada al SE de Algámitas, su extremo septentrional constituye la U.H. 05.66 (Sierra de Cañete) formada por calizas y dolomías del Lías.
- Acuífero Detrítico de Antequera (S.A. nº 39), comprende el aluvial del Guadalhorce (U.H. 06.33), el conjunto de Fuente de Piedra (U.H. 06.34) y el Cuaternario aluvial de Campillos y Martín de la Jara-Los Corrales, actualmente no incluido en ninguna Unidad Hidrogeológica.

No obstante, atendiendo a la litología presentada anteriormente, existen en la zona otros materiales acuíferos de menor entidad pero que pueden tener interés local y estratégico para el abastecimiento de la Mancomunidad. Éstos materiales se localizan en los siguientes parajes:

- Sierra de los Caballos
- Sierra de Los Almadenes
- Sierra del Tablón-Algámitas
- Sierra de Las Harinas
- Sierra de San Juan
- Sierra Blanquilla
- Detrítico de Villanueva de San Juan-Saucejo

Por su situación próxima a la infraestructura de abastecimiento existente, se contemplan en el presente estudio con mayor detalle los sistemas acuíferos localizados en la Sierra de Los Caballos, Sierra de Los Almadenes, Sierra del Tablón - Algámitas y la Unidad Hidrogeológica de la Sierra de Cañete.

DISTRIBUCIÓN DE SISTEMAS ACUÍFEROS



Escala 1:800.000





- | | |
|---|---|
| 1 Unidad Sevilla-Carmona (S.A. n° 28) | 8 Detritico de Málaga (S.A. n° 37) |
| 2 Arahal-Conil-Marchena-Puebla de Cazalla | 9 Serrania de Ronda (S.A. n° 36) |
| 3 Macizo calizo-dolomítico de la Sa. de Estepa | 10 Detritico de Ronda (S.A. n° 35) |
| 4 Macizo calizo-dolomítico de la Sa. de los Caballos | 11 Sierra de Grazalema |
| 5 Detritico de Antequera (S.A. n° 39) | 12 Sierra de Lijar |
| 6 Unidad de Sierra Molina-Humilladero | 13 Llanos de Villamartin y Prado del Rey |
| 7 Mesozoico calizo-dolomítico de las Sierra del Torcal (S.A. n° 40 Oeste) | 14 Arcos-Bornos-Espera |
|  Acuiferos detriticos |  Acuiferos carbonatados |
|  Divisoria aguas superficiales |  Poligonal U.H. y n° de identificación |

Figura 5.- Sistemas acuiferos en las proximidades de la zona de estudio

7.- LA SIERRA DE LOS CABALLOS

7.1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Sierra de los Caballos se sitúa junto a la localidad de Sierra Yeguas, al norte de la provincia de Málaga, ocupando parte de las hojas del Mapa Topográfico Nacional, escala 1/50.000, de Osuna (1005), Benamejí (1006), Campillos (1022) y Antequera (1023). La mayor parte de su superficie queda incluida dentro de la provincia de Málaga, aunque una pequeña extensión se localiza en la provincia de Sevilla.

La mayor parte de la sierra presenta altitudes superiores a los 500 m, siendo su cota máxima el pico Morrón de la Cruz con 748 m.

La red hidrográfica está constituida principalmente por el Arroyo de la Albina, afluente del Río Yeguas, que discurre paralelo a la sierra por su vertiente sur, en dirección noreste. La región corresponde en su totalidad a la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir (05), aunque hidrogeológicamente podría hallarse en conexión con el acuífero detrítico de Fuente de Piedra (06.34).

7.2.- GEOLOGÍA

La Sierra de los Caballos está constituida por materiales preorogénicos pertenecientes al dominio Subbético Medio Septentrional. La secuencia estratigráfica abarca del Lías inferior al Cretácico inferior y se caracteriza por presentar niveles margosos de potencia considerable en el Jurásico. Otros materiales preorogénicos que afloran en la zona son los materiales triásicos pertenecientes al dominio Subbético indiferenciado (Manto de Antequera-Osuna) que se caracterizan por su muy elevada plasticidad. Representando a los materiales postorogénicos se disponen, discordantes sobre los anteriores, los materiales del Terciario - Cuaternario.

Corresponde a una de las masas calcáreas que se han conservado de la cobertera mesozoica que originalmente cubría el Trías Subbético de ésta región, siendo por tanto los materiales arcilloso-evaporíticas de facies germano-andaluza el substrato de la serie que se halla representada en esta sierra, de la cual la formación basal del Jurásico constituye la mayor parte del afloramiento.

Estratigrafía

Las principales características de las formaciones que afloran son, de más antiguas a más modernas, las siguientes (Figura 6):

Formaciones Triásicas

En conjunto están constituidas por una masa de arcillas, con más o menos margas, de colores abigarrados entre las que aparecen niveles de areniscas rojas, verdes o grisáceas y yesos. Incluye niveles de halita no visibles en superficie y dolomías, generalmente brechoides, calizas y mármoles en afloramientos de pequeñas dimensiones. Dispersos en la masa arcillosa se encuentran también pequeños afloramientos de rocas volcánicas (ofitas).

Formaciones del Jurásico y Cretácico

El **Jurásico** constituye la casi totalidad de la Sierra de los Caballos. De un modo general puede decirse que la serie jurásica está constituida por una formación dolomítica, generalmente brechoide, de edad Lías inferior, cuya potencia visible supera los 200 m. y se estima del orden de 500 m. La parte más alta presenta un importante sistema kárstico subactual desarrollado a favor de un sistema de fracturas y parcialmente recubierto por suelos bien desarrollados. Sobre las dolomías y con un contacto irregular condicionado por el frente de la dolomitización, se sitúa una formación caliza de aspecto masivo, a veces tableado, de colores claros cuya potencia mínima es de 150 m y que se atribuye al Lías inferior y medio. El resto del Jurásico (techo del Lías, Dogger y Malm) está constituido por una potente y heterogénea formación alternante de calizas y margocalizas con silex y margas verdosas o blanquecinas, coronadas por unas calizas nodulosas con alternancias de margas rojas, cuyo espesor total puede ser superior a 200 m.

El **Cretácico** está constituido fundamentalmente por una potente e irregular formación de margas y margocalizas blancas.

Materiales de la Zona Circumbética

Con escasa representación en la zona, aflora un conjunto de materiales alóctonos de carácter **flyschoides**, que descansan sobre el Triás. En el conjunto margoarcilloso pardo verdoso oscuro que caracteriza esta formación, destacan bancos de calizas detríticas de aspecto turbidítico.

Mioceno

Está formado por sedimentos de tipo molasa, siendo el elemento litológico fundamental las areniscas bioclásticas, generalmente de grano grueso, aunque existen intercalaciones de margas grises, arenas y conglomerados que afloran ocasionalmente. Su edad atribuida es Tortoniense superior.

En general se encuentra afectado por encostramientos y recubierto por suelos rojos y otras formaciones superficiales. Su espesor es muy variable por tratarse de sedimentos que se depositan sobre un relieve preexistente. En sondeos la potencia oscila entre 30 y 100 m.

Cuaternario

La mayor parte de las formaciones son glaciares de ladera y depósitos aluviales de fondo de valle que presentan un espesor reducido; ocasionalmente se localizan rellenos arcillosos en depresiones. En general son conjuntos heterogéneos de arcillas, arenas y gravas sueltas que pueden hallarse cementados como ocurre en el borde oriental de la sierra.

Estructura

Según CRUZ SANJULIAN (1974) la estructura de la Sierra de los Caballos consiste en un anticlinal de dirección N 30 - 45° E, vergente al norte, del que sólo se reconoce el flanco septentrional. El flanco meridional, verosímelmente en el flanco hundido de una importante fractura de dirección aproximada N40-50° E, estaría oculto bajo los materiales más recientes.

El frente septentrional de la masa caliza está subvertical o ligeramente invertido (80-85°) en el extremo sudoccidental; hacia el NE la inversión del flanco es más manifiesta y llegan a encontrarse buzamientos próximos a 60° hacia el SE. En el extremo nordoriental de este frente la vergencia se acentúa y la estructura llega a consistir en una falla inversa que superpone las dolomías basales sobre los niveles margosos del lías medio y superior.

Las fracturas que afectan a esta estructura (N20-40°W y N40-60°E) son poco importantes y se reducen a desplazar ligeramente algunos contactos. Deben exceptuarse las fracturas que muy probablemente representen los límites sudoriental y sudoccidental de la estructura y cuya importancia es mayor, aunque su existencia sólo está justificada por la brusquedad de los citados bordes.

La relación entre el Trías y su cobertera se produce siempre mediante contacto mecánico. La hipótesis de PEYRE (1974) es que éstos afloramientos son una especie de isleos que “flotan” sobre el Trías y que representan los restos de una cobertera primitiva.

Las formaciones postorogénicas del Mioceno se depositaron en una cuenca ya estructurada en sus rasgos fundamentales, en la que probablemente la sierra estaría ya emergida, hecho que condiciona la variación en el espesor de los mismos y su disposición horizontal.

LEYENDA

		LITOLOGÍA	PERMEABILIDAD
CUATERNARIO	HOLOCENO	11. Arcillas de decalcificación y relleno de depresiones.	BAJA PERMEABILIDAD
	PLEISTOCENO	10. Derrubios de ladera, glaciares y coluviones.	MEDIA PERMEABILIDAD
TERCIARIO	PLIOCENO	9. Materiales de origen aluvial.	ALTA PERMEABILIDAD
	MIOCENO	8. Areniscas bioclásticas, arenas, conglomerados y margas.	ALTA PERMEABILIDAD
	OLIGOCENO	7. Miargas, margocalizas, calcarenitas y calizas.	BAJA PERMEABILIDAD
PALEOGENO	EOCENO	6. Miargas y margocalizas.	BAJA PERMEABILIDAD
	PALEOCENO	5. Miargas, margocalizas, calizas nodulosas, calizas y calcarenitas.	BAJA PERMEABILIDAD
CRETACICO	SUPERIOR	4. Calizas y dolomías.	ALTA PERMEABILIDAD
	INFERIOR	3. Calizas y dolomías.	ALTA PERMEABILIDAD
JURASICO	MALM	2. Dolomías y carnioles.	ALTA-MEDIA PERMEABILIDAD
	DÓGGER	1. Arcillas, margas, areniscas y yesos.	BAJA PERMEABILIDAD, LOCALMENTE ALTA
	LIAS		

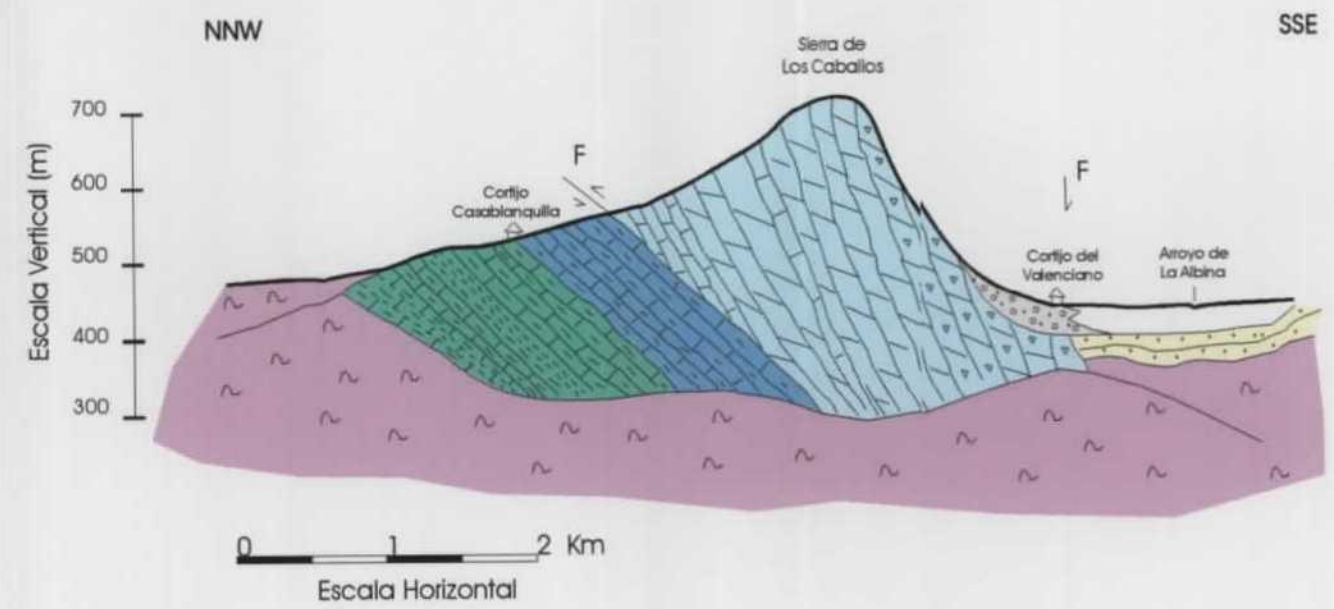
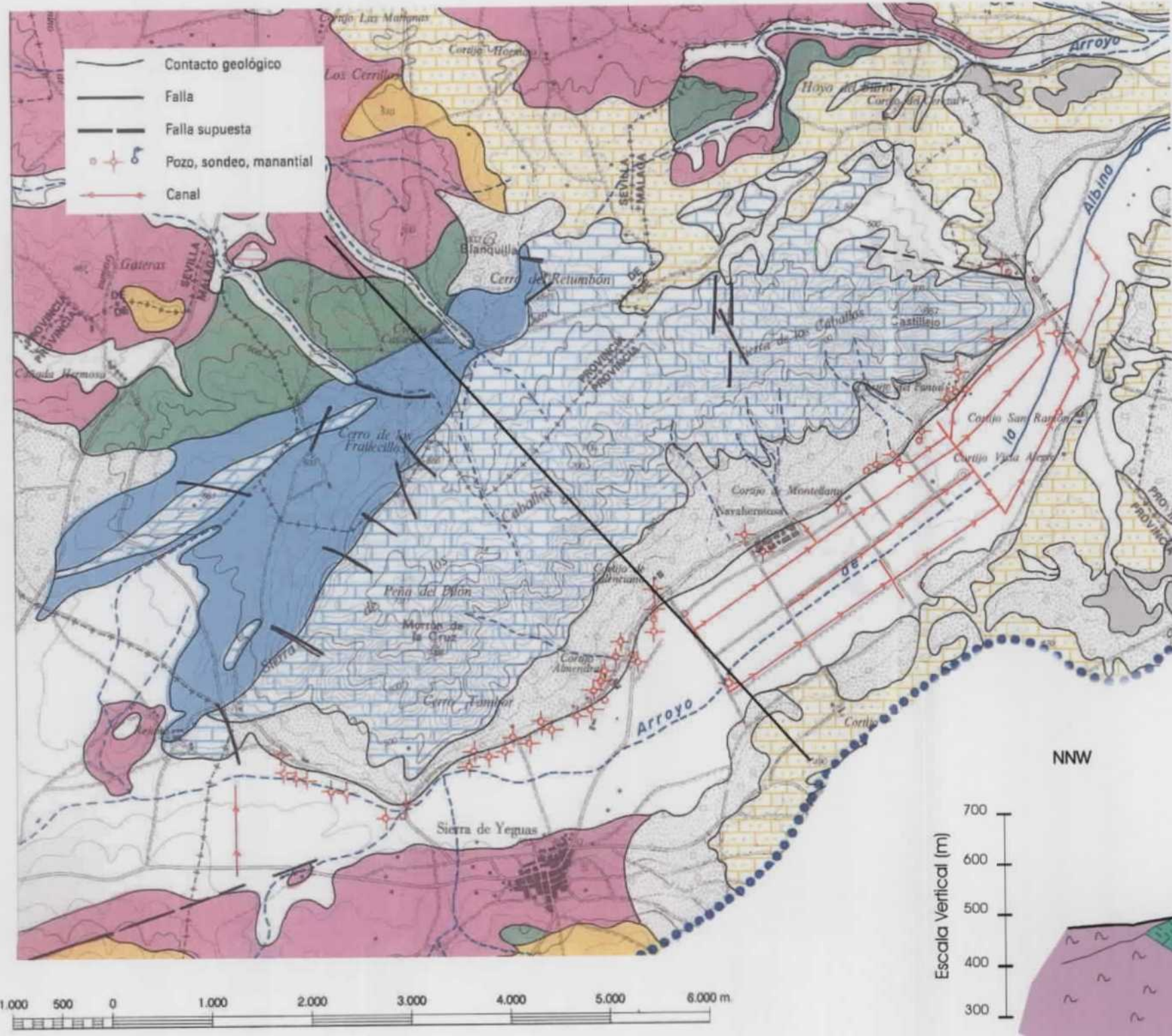


Figura 6.- Mapa geológico de la Sierra de los Caballos.

7.3.- HIDROGEOLOGÍA

7.3.1.- FORMACIONES ACUÍFERAS

De los materiales que descansan sobre el Triás, considerado tradicionalmente el substrato impermeable regional, son permeables y constituyen acuíferos las formaciones calizo-dolomíticas de la base del Jurásico. También son formaciones acuíferas las areniscas bioclásticas miocenas y, sobre todo, los derrubios y rellenos cuaternarios, aunque su importancia está siempre ligada a la relación hidrogeológica que mantienen con el acuífero principal carbonatado. En conjunto constituyen el sistema hidrogeológico carbonatado de la Sierra de los Caballos.

El resto de las formaciones del Jurásico medio y superior, del Cretácico y del Paleógeno, en conjunto, pueden considerarse como impermeables.

7.3.2.- SISTEMA HIDROGEOLÓGICO CARBONATADO DE LA SIERRA DE LOS CABALLOS

7.3.2.1.- Litología

La estructura carbonatada de la Sierra de los Caballos no puede considerarse, desde el punto de vista hidrogeológico, aislada de los depósitos de pie de monte que la limita en su borde oriental puesto que este conglomerado cementado, que incluso se puede observar karstificado, tiene continuidad hidrogeológica con la formación calizo-dolomítica de la base del Jurásico sobre la cual se apoya y que constituye el acuífero principal del sistema. La potencia del acuífero principal supera los 200 m y se estima puede ser próxima a los 500 m.

7.3.2.2.- Superficie acuífera aflorante

La superficie ocupada por los materiales carbonatados del Lías inferior es de 17.50 km², de los cuales 16.60 km² son de naturaleza dolomítica y 0.90 km² de naturaleza calcárea. El área de materiales detríticos directamente conectados con el sistema es de 6.55 km².

7.3.2.3.- Geometría

La estructura consiste en un anticlinal de dirección N 30 - 45° E, vergente al norte cuyo flanco meridional prácticamente ha desaparecido por la falla de borde que lo hunde

ocultándolo bajo los materiales más recientes, los cuales se disponen en posición horizontal. Por tanto, la geometría del acuífero resultante es tabular, quedando sus bordes suroccidental y nororiental delimitados posiblemente por fracturas. Esta sierra no se encuentra afectada por grandes sistemas de fracturas, por lo que posiblemente el acuífero se encuentre poco compartimentado.

7.3.2.4.- Límites

La base impermeable está constituida por las arcillas y yesos del Triás. El límite septentrional son los materiales impermeables del Jurásico superior-Cretácico. Al sur, este y oeste la estructura está en contacto hidráulico con los materiales permeables del Cuaternario y Mioceno.

7.3.2.5.- Funcionamiento hidrogeológico - Piezometría

El acuífero es libre y se recarga por la infiltración directa del agua de lluvia, que se ve favorecida por la karstificación de los materiales. El sistema hidrogeológico parece bien definido por el borde occidental donde los materiales impermeables suprayacentes y aflorantes a cotas elevadas impide la descarga de la estructura por dicho borde. En consecuencia la descarga se efectúa hacia los materiales detrítico miocenos-cuaternarios adyacentes, siendo el drenaje, en su mayor parte, por el borde suroriental de la sierra hacia los depósitos aluviales que ocupan el sector topográficamente deprimido del Arroyo de La Albina.

La Red de control Piezométrico del IGME, iniciada en 1984, está compuesta por tres puntos de los cuales el 1641-5-0007 continúa operativo en la actualidad.

N° Piezómetro	Coordenadas UTM (Huso 30S)			Prof. (m)	Naturaleza	Toponimia
	x	y	z			
1641-5-0003	339436	4115877	415,00	30	Sondeo	Finca El Puntal
1641-5-0007	338817	4115796	440,00	52	Sondeo	Abto La Roda
1641-5-0035	338199	4115459	420,00	70	sondeo	Finca El Puntal

La cota del nivel piezométrico se sitúa, en general, ligeramente por encima de los 400 msnm. Históricamente, se han venido observando descensos generalizados del nivel en el

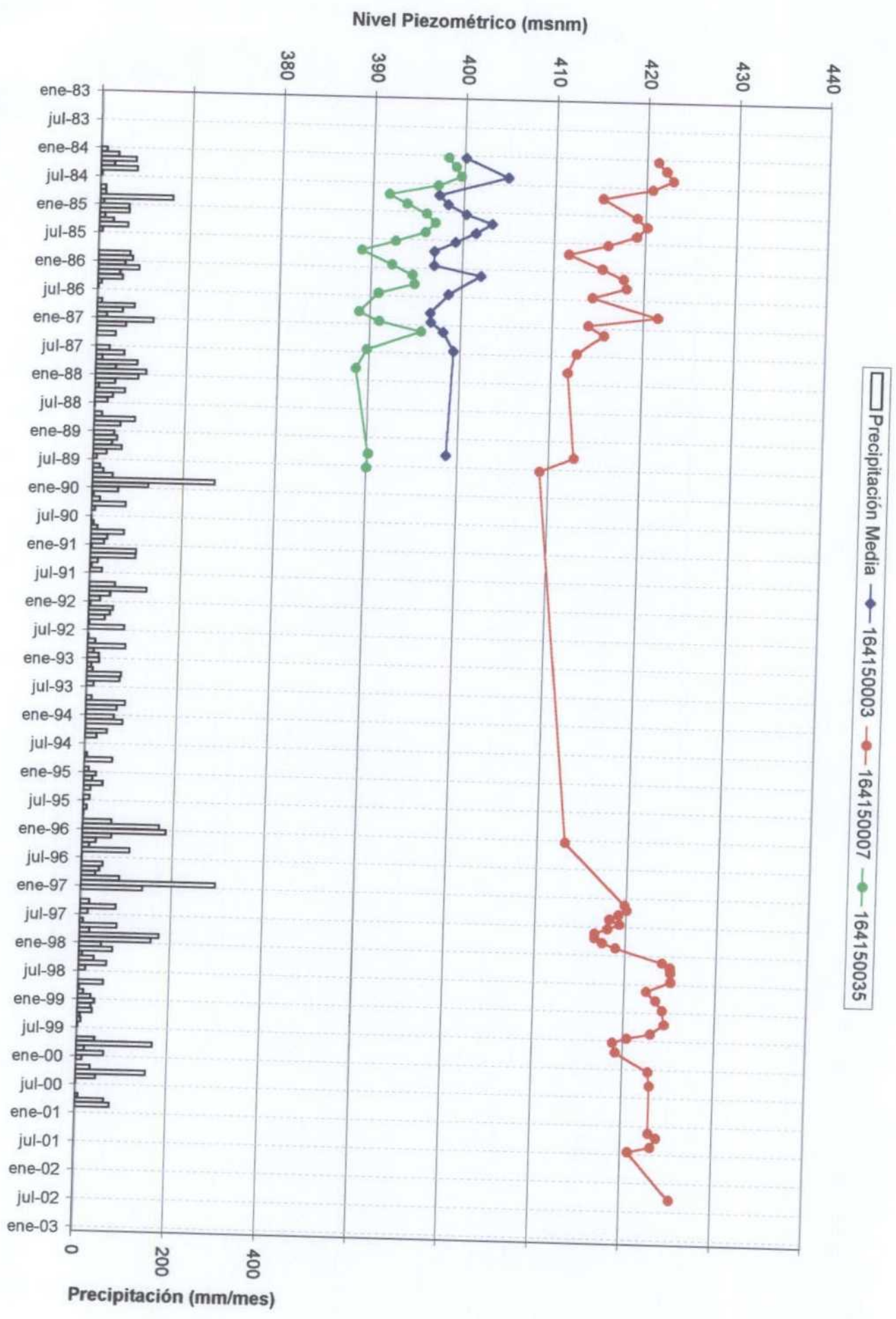
área donde se hallan concentradas las explotaciones, cifrándose éste descenso (IGME, 1983) en una media de 4 metros para el año 1976, y de 11 metros para el año 1983. La evolución piezométrica (Figura 7) desde el inicio de las medidas de la Red de Control hasta la actualidad (1984 - 2002), refleja que el descenso paulatino del nivel continúa hasta el año 1990, debido a un exceso de las extracciones. A partir del período de sequía de 1992-1995 los niveles se van recuperando lentamente, iniciándose la total recuperación a finales de los años 90 como consecuencia del régimen lluvioso y actual patrón de explotación.

La superficie piezométrica actual del punto 1641-5-007 se sitúa en los niveles que presentaba en el año 1976, momento en que el acuífero muestra un descenso de 4 metros respecto a los niveles de 1974, año considerado como el inicio de su explotación generalizada. Este descenso queda dentro del orden de variación estacional del acuífero (entre 3 y 5 metros), lo cual refleja la clara tendencia a la recuperación del acuífero, con niveles cercanos a los que presentaba el acuífero en régimen estacionario.

7.3.2.6.- Parámetros hidráulicos

Teniendo en cuenta la naturaleza kárstica del acuífero, se puede establecer que el valor del coeficiente de almacenamiento oscile entre 0.01 y 0.02, con valores máximos del orden de 0.7 debido posiblemente al vaciado de cavidades. Los valores de transmisividad obtenidos durante la realización de ensayos de bombeo arrojan valores del orden de 864 m²/día para la formación jurásica, con máximos que alcanzan los 2.700 m²/día. Los caudales más frecuentes, en los sondeos que explotan el acuífero (Anexo I.- Inventario de puntos acuíferos), oscilan entre 20 y 45 L/s, con valores máximos que pueden superar los 80 L/s.

Figura 7.- Evolución Piezométrica (1984 - 2002). Acuífero Carbonatado de la Sierra de los Caballos



7.3.2.7.- Calidad química de las aguas

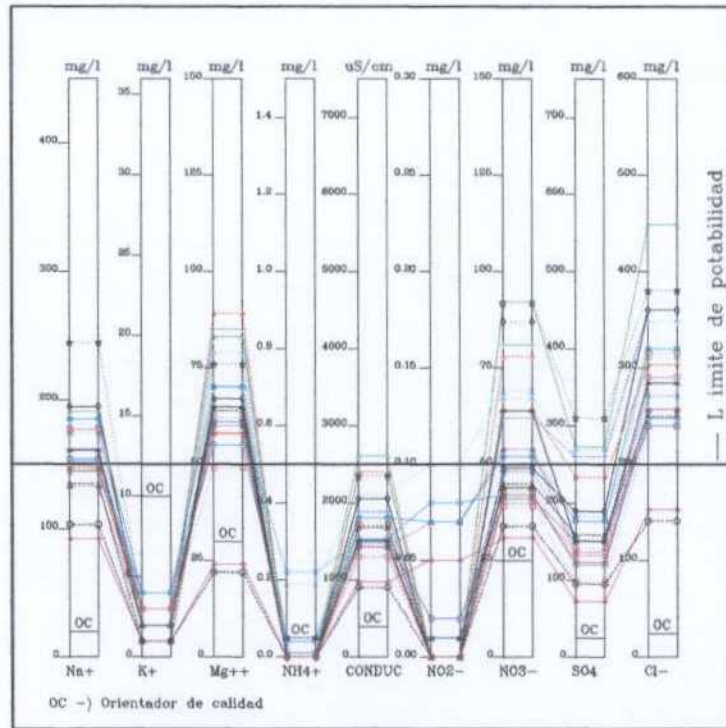
Las aguas subterráneas de la Sierra de los Caballos presentan una facies química inicial Bicarbonatada-clorurada cálcica-magnésica, apta para consumo humano, con mineralización débil y valores de conductividad del orden de 600 - 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

No obstante, los análisis químicos periódicos realizados en la Red de Calidad (Anexo II) integrada por los puntos de abastecimiento a los núcleos urbanos de La Roda de Andalucía, Sierra de Yeguas y Martín de la Jara, reflejan que las aguas del acuífero durante su explotación, experimentan una evolución hacia facies cloruradas-bicarbonatadas sódicas magnésicas, algo más sulfatadas en el sector nororiental, con una mineralización media (1.700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de valor promedio) y dureza muy elevada que oscila entre 450 y 550 mg/L CaCO_3 de valor medio. El contenido promedio de cloruros y sodio es alto, del orden de 300 y 170 mg/L en sector nororiental y 350 y 200 mg/L en el sector sur. Los sulfatos son también más elevados al noreste, con 170 mg/L de media frente a los 100 mg/L del sur, mientras que el magnesio, calcio y nitratos son similares en todo el acuífero con valores de 55, 100 y 50 mg/L respectivamente.

Nº Red Calidad	Coordenadas UTM (Huso 30S)			Prof (m)	Naturaleza	Toponimia
	x	y	z			
1542-4-0048	334931	4112729	433,00	44,5	Sondeo	Abto. Sierra de Yeguas
1542-4-0053	335025	4112850	430,00	70	Sondeo	Abto. Martín de la Jara
1641-5-0007	338817	4115796	440,00	52	Sondeo	Abto. La Roda de Andalucía
1641-5-0037	338537	4115368	420,00	98	Sondeo	Abto. La Roda de Andalucía
1641-5-0040	338925	4116820	430,00	150	Sondeo	Abto. La Roda de Andalucía

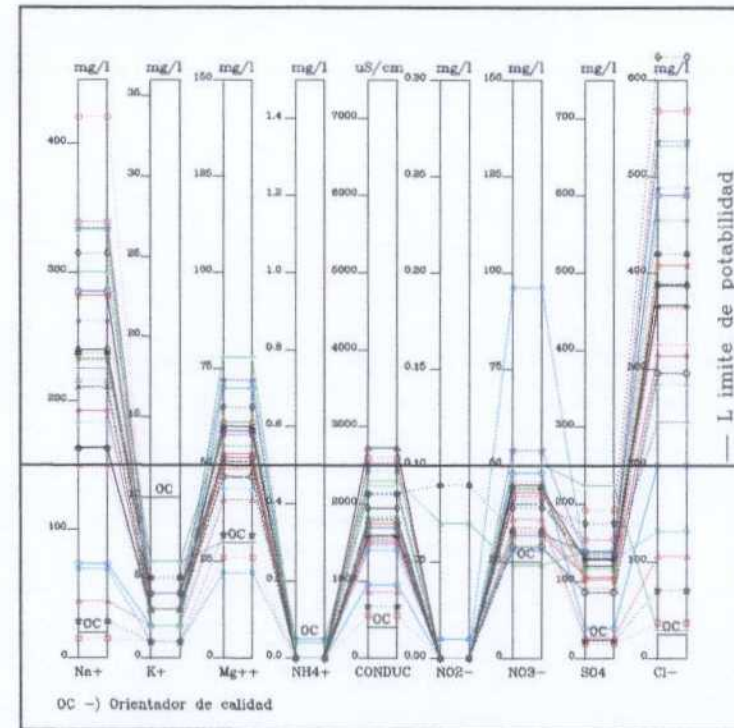
Desde el punto de vista de su aptitud para abastecimiento urbano, destacan los valores elevados en nitratos, con valores medios cercanos al límite de potabilidad y máximos puntuales que alcanzan los 90 mg/L, ligados a la actividad agrícola y ganadera de la zona. Otros parámetros que superan con frecuencia el standard de potabilidad (Figura 8) son los cloruros, Na y Mg, cuyas elevadas concentraciones podrían estar relacionadas con la presencia cercana de materiales yesíferos-salinos del Trías, junto con la influencia de vertidos ganaderos y la utilización excesiva de fertilizantes en los cultivos.

DIAGRAMA DE POTABILIDAD (R.D. 1.138/1.990)
 Acuífero: SIERRA DE LOS CABALLOS. SECTOR SUR.



- 164150007 17-05-84 ○ 164150037 25-02-86 △ 164150037 20-08-96
- 164150007 14-12-84 ○ 164150037 26-01-88 ◇ 164150037 24-04-97
- ▲ 164150007 15-08-94 ○ 164150037 09-05-91 △ 164150040 20-08-96
- ◇ 164150007 06-11-96 ▲ 164150037 12-03-92 △ 164150040 24-04-97
- ◆ 164150007 17-04-97 ○ 164150037 20-04-93 △ 164150040 23-09-98
- ▼ 164150007 14-10-97 ▲ 164150037 26-04-93 △ 164150040 08-02-00
- ▽ 164150007 24-04-98 ▲ 164150037 08-11-93
- 164150007 19-10-98 ▲ 164150037 15-04-94
- 164150007 11-05-99 ○ 164150037 15-10-94
- 164150007 28-04-00 ○ 164150037 07-11-94
- 164150007 05-10-00 ○ 164150037 05-04-95
- 164150007 26-10-00 ○ 164150037 13-11-95

DIAGRAMA DE POTABILIDAD (R.D. 1.138/1.990)
 Acuífero: SIERRA DE LOS CABALLOS. SECTOR SUR.



- 154240004 26-04-97 ○ 154240048 13-11-95 △ 154240053 09-02-00
- 154240004 22-06-00 ○ 154240048 06-11-96 ◇ 154240053 21-12-00
- ▲ 154240004 02-05-02 ○ 154240048 17-04-97 △ 154240053 25-10-01
- ◇ 154240010 27-04-70 ▲ 154240048 14-10-97 ○ 154240053 12-06-02
- ◆ 154240025 29-04-70 ▲ 154240048 24-04-98
- ▼ 154240031 29-04-70 ▲ 154240048 19-10-98
- ▽ 154240040 17-05-84 ▲ 154240048 11-05-99
- 154240048 22-04-93 ▲ 154240048 26-10-99
- 154240048 08-11-93 ○ 154240048 28-04-00
- 154240048 28-04-94 ○ 154240053 07-06-95
- 154240048 07-11-94 ○ 154240053 29-08-95
- 154240048 05-04-95 ○ 154240053 25-02-99

Figura 8.- Diagramas de potabilidad de las aguas subterráneas de la Sierra de los Caballos.

7.3.2.8.- Balance Hídrico

ENTRADAS

El acuífero de la Sierra de los Caballos tiene una superficie de materiales permeables carbonatados fundamentalmente dolomíticos de 17.5 km², siendo la superficie de materiales permeables detríticos relacionados con el sistema del orden de 6.5 km².

El procedimiento seguido para la obtención de la recarga en el sistema por infiltración directa del agua de lluvia, que se detalla en el Anexo III.- Estudio Hidroclimático, ha sido el siguiente:

- Obtención de los años tipo húmedo, medio y seco a partir de las series de precipitaciones en las estaciones meteorológicas de la zona.
- Estimación de un coeficiente de escorrentía para cada tipo de material, basado en el contraste de la lluvia útil obtenida mediante distintos métodos (Balance mensual del agua en el suelo, Turc y Coutagne).
- Estimación de un coeficiente de infiltración para cada uno de los materiales diferenciados en función de las observaciones de campo. El coeficiente establecido ha sido del 65% de la lluvia útil para el material carbonatado y del 35% para los materiales detríticos.

Los resultados obtenidos se indican en la tabla adjunta.

TABLA II.- VOLÚMENES DE RECARGA POR SECTORES Y TOTALES DE LA SIERRA DE LOS CABALLOS

AÑO TIPO	PRECIPITAC. MEDIA (mm)	VOLUMEN (hm ³) PRECIPITADO	COEFICIENTE % ESCORRENTÍA	VOLUMEN (hm ³) DE LLUVIA ÚTIL	COEFICIENTE % INFILTRACIÓN	VOLUMEN (hm ³) DE RECARGA
MATERIALES PERMEABLES CARBONATADOS (SUPERFICIE 17,50 km²)						
SECO	302,5	5,29	24,0	1,27	65	0,83
MEDIO	497,0	8,70	39,8	3,46	65	2,25
HÚMEDO	792,6	13,87	59,6	8,27	65	5,37
MATERIALES PERMEABLES DETRÍTICOS (SUPERFICIE 6,55 km²)						
SECO	302,5	1,98	20,6	0,41	35	0,14
MEDIO	497,0	3,26	37,8	1,23	35	0,43
HÚMEDO	792,6	5,19	58,4	3,03	35	1,06
VOLUMENES HIDRICOS TOTALES DEL AREA DE ESTUDIO (SUPERFICIE 24,05 km²)						
SECO	302,5	7,27	20,6 - 24,0	1,68	35 - 65	0,97
MEDIO	497,0	11,96	37,8 - 39,8	4,69	35 - 65	2,68
HÚMEDO	792,6	19,06	58,4 - 59,6	11,30	35 - 65	6,43

SALIDAS

A través de manantiales

No existen en la actualidad surgencias naturales, ya que aproximadamente desde 1970 desaparecieron las existentes en el extremo Norte del sector, de las cuales el manantial "Fuente de La Alamedilla" (1641-5-0009) constituía la salida más importante del acuífero.

Aguas destinadas a abastecimiento

Desde la Sierra de los Caballos se abastece únicamente el núcleo de Sierra de Yeguas y Navahermosa, ya que actualmente el abastecimiento con aguas subterráneas de la Roda de Andalucía y Martín de la Jara - Los Corrales ha sido abandonado.

El dispositivo tradicional de abastecimiento a Sierra de Yeguas ha incluido cinco sondeos (Anexo I), sustituidos en la actualidad por uno nuevo (1542-4-0054) que entra en funcionamiento en el año 2000. Los datos facilitados por el Servicio de Aguas del Ayuntamiento en el año 2002, indican que las extracciones medias son cercanas a 1000 m³/día, lo que significa que se extraen para abastecimiento urbano del orden de 0.3 hm³/año. Esta cifra incluiría el abastecimiento a la población del núcleo de Sierra de Yeguas y pedanía de Navahermosa, a las cooperativas existentes conectadas a la red y las pérdidas en la red de distribución.

Agua destinada a regadío y otros usos

- **Uso agrícola**

En la actualidad la mayoría de los sondeos inventariados en el sector sur del acuífero han sido abandonados, las captaciones en explotación se sitúan a partir de Navahermosa hacia El Puntal.

Se han identificado del orden de 60 captaciones, fundamentalmente sondeos, 11 de los cuales extraen cantidades significativas. De los once, tres destacan en volumen de extracción con respecto al resto, pertenecen a la comunidad de regantes de Navahermosa y se sitúan pegados al margen derecho de la carretera que discurre en dirección noreste hacia la Roda. El total anual de volumen estimado para uso agrícola consumido por la comunidad de regantes asciende a 1.12 hm³/año. Los restantes sondeos particulares con uso agrícola se estima tienen un consumo de 1.47 hm³/año.

Debe destacarse que no se dispone de datos de la cooperativa de Navahermosa ni del matadero.

Por tanto el consumo total para uso agrario asciende aproximadamente a 2.59 hm³/año.

• **Uso minero-industrial**

Existe una cantera de producción de áridos que capta agua, en la vertiente nororiental del acuífero, para el lavado de áridos, limpieza y servicios. No se dispone de los datos de explotación de la misma, pero se estima, por comparación con otras canteras del área, que el volumen total puede ser del orden de 8.000 a 10.000 m³/año.

En resumen, la actualización de las extracciones realizada en Mayo del 2002, indica que del orden de 2.60 hm³/año se utilizan en agricultura y otros usos.

BALANCE TOTAL

En función de los datos anteriormente expuestos, el balance anual estimado para un año tipo medio es el siguiente:

ENTRADAS:	Recarga por infiltración de lluvia:	2.68 hm³/año
SALIDAS:	Bombeo uso agrícola estacional y otros usos:	2.60 hm ³ /año
	Bombeo para abastecimiento urbano:.....	<u>0.30 hm³/año</u>
	Total salidas:	2.90 hm³/año
DIFERENCIA:	-0.22 hm³/año

Como puede apreciarse, existe un pequeño déficit provocado por los bombeos para uso agrícola. Este déficit provoca una ligera "sobreexplotación" del acuífero, si bien en la actualidad, los niveles en los antiguos sondeos de abastecimiento de Martín de la Jara y La Roda de Andalucía, se sitúan próximos a los iniciales desde su ejecución, lo cual apunta a una clara tendencia a la recuperación del acuífero.

7.3.2.9.- Implicaciones del balance sobre los recursos potencialmente aprovechables

La evolución de los niveles piezométricos observada, considerando que la evaluación de las extracciones sea acertada, indica que, posiblemente, la estimación de la recarga del sistema esté un tanto infravalorada y que la explotación actual del acuífero esté muy cercana al límite de sus recursos renovables anualmente, pero sin llegar en ningún caso a la sobreexplotación. Por ello es muy posible que se puedan extraer del sistema, sin afectar seriamente el equilibrio del balance interanual, del orden de 0.3 a 0.4 hm³/año.

No obstante, no debe olvidarse que la explotación masiva del acuífero originó en un primer momento la desaparición de las surgencias naturales que existían en su extremo norte y, posteriormente, el descenso generalizado protagonizado hasta los años 90. Esta experiencia confirma que un aumento de las extracciones actuales no puede plantearse de forma continuada pues se volvería irremediablemente a la situación vivida en los años 80, perdiendo entonces las aguas subterráneas su carácter estratégico en momentos deficitarios (veranos - sequías). Por tanto una explotación en la Sierra de los Caballos se plantearía únicamente como refuerzo del abastecimiento con aguas superficiales de la Mancomunidad en momentos deficitarios.

8.- LA SIERRA DE LOS ALMADENES

8.1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Sierra de los Almadenes se localiza entre los núcleos urbanos de El Saucejo y Los Corrales, ambos pertenecientes a la provincia de Sevilla.

Constituye un relieve poco accidentado, con una altitud máxima de 588 metros (Pico de Los Almadenes), estando la red hidrográfica constituida fundamentalmente por el Arroyo de La Parra, que fluye hacia otros afluentes del río Guadalquivir.

8.2.- GEOLOGÍA

La Sierra de los Almadenes está formada por una alineación E-W de materiales calcáreos pertenecientes al Subbético Medio Septentrional, de marcada similitud litológica con la Sierra de los Caballos, no obstante las condiciones de observación no permiten establecer las relaciones estructurales entre ambas unidades.

Rodeando la estructura afloran materiales del Subbético Medio Indiferenciado (Manto de Antequera-Osuna), sobre los que se depositan discordantes los materiales del Terciario Postorogénico y el Cuaternario (Figura 9).

Estratigrafía

La secuencia estratigráfica del dominio Subbético Medio Septentrional presenta idénticas características litológicas que la Sierra de los Caballos. Únicamente cabe destacar que aparece incompleta respecto a aquella pues sólo aparecen representados materiales del Jurásico, no aflorando los términos extremos de la serie, constituidos por las dolomías brechoides del Lías inferior y las margocalizas y margas grises del Cretácico inferior. Así, la secuencia que aflora en la Sierra de los Almadenes está constituida por calizas con algunos niveles dolomíticos y margocalizas blancas con silex y margas.

Destaca el carácter masivo del tramo de calizas, que se encuentran recubiertas por una potente costra calcárea (caliche), sin indicios de karstificación, encima de la cual se

desarrolla un suelo de alteración bastante potente, aflorando la roca madre sólo en la línea de cumbres.

La secuencia del Manto de Antequera - Osuna , si bien discontinua, abarca desde el Triásico hasta el Terciario, aflorando de muro a techo las siguientes litologías:

- Triásico: Arcillas y margas abigarradas entre las que aparecen niveles de areniscas rojas y verdes y yesos.
- Jurásico Medio (Dogger): Margocalizas blancas con silex.
- Cretácico Inferior (Aptiense-Albiense): Margas verdes.
- Cretácico Superior – Terciario: Margocalizas, calizas margosas y margas (capas rojas), sobre las que descansan concordantes, un paquete de areniscas, margas y calizas biodetríticas.

El Terciario Postorogénico está compuesto por unas areniscas bioclásticas miocenas con intercalaciones de margas grises, arenas y conglomerados que afloran ocasionalmente.

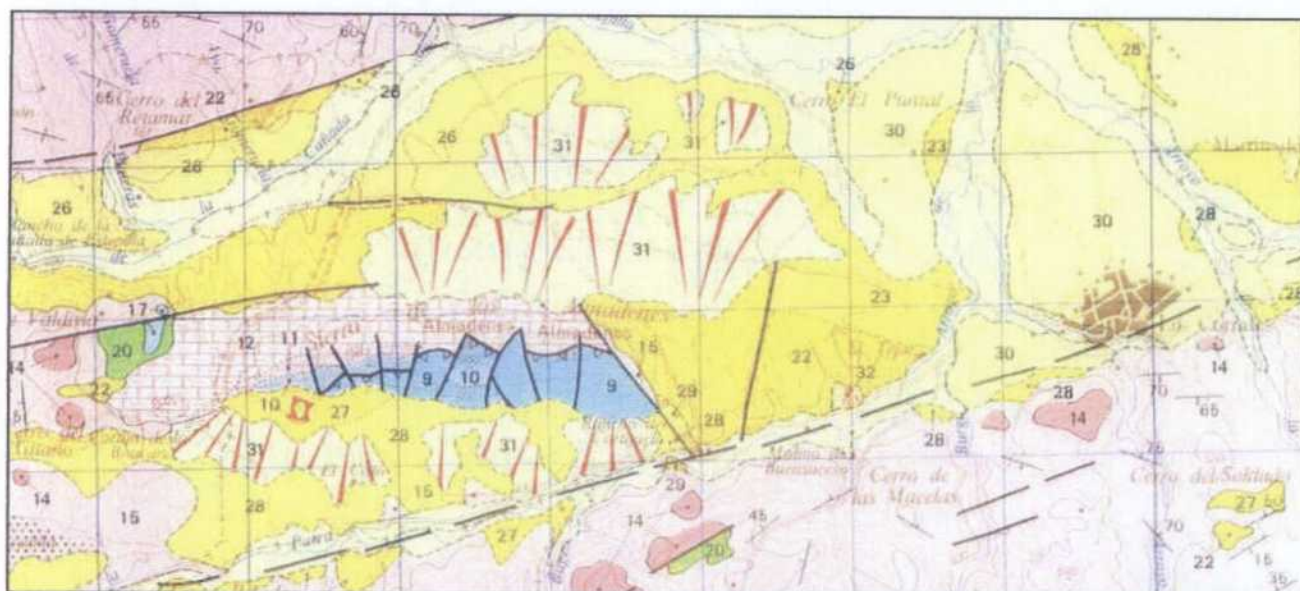
Los materiales Cuaternarios están constituidos por un conjunto heterogéneo de arcillas, arenas y gravas formando parte de glaciares de ladera y depósitos aluviales de fondo de valle.

Estructura

Según CRUZ SANJULIÁN (1974) la estructura, al igual que otros relieves de la zona, consiste en un anticlinal dirección E-W, afectado por una intensa fracturación.

El rasgo estructural más importante es una falla inversa de dirección E-W y vergencia norte, que superpone las calizas sobre los niveles margosos que afloran en la vertiente septentrional del cerro. Este accidente se encuentra jalonado por una serie de fracturas que compartimentan la estructura, con direcciones que varían entre N10°W y N25°E.

Figura 9.- Mapa Geológico de la Sierra de los Almadenes. Escala 1/50.000.



LEYENDA

SUBBÉTICO MEDIO SEPTENTRIONAL

- JURÁSICO 12.- Margo-calizas blanco grisáceas con silex y margas.
 11.- Calizas parcialmente dolomitizadas.
 10.- Margo-calizas grises amarillentas.
 9.- Calizas con algunos niveles dolomíticos.

SUBBÉTICO INDIFERENCIADO (MANTO ANTEQUERA-OSUNA)

- TERCIARIO 23.- Margas, calizas biodetríticas turbidíticas.
 CRET. SUP. 22.- Margas y margocalizas blancas y rosadas (capas rojas).
 CRETÁCICO 20.- Margas verdosas.
 JURÁSICO 17.- Margocalizas blancas con silex. Margas.
 TRIÁSICO 15.- Arcillas, areniscas y yesos.
 14.- Dolomias, carniolas y calizas dolomíticas.

MATERIALES POSTOROGÉNICOS

- CUATERNARIO 33.- Aluvial e indiferenciado.
 31.- Glacis.
 PLIOCUATERNARIO 30.- Arcillas, limos y conglomerados de origen fluvial.
 TERCIARIO (Mioceno) 29.- Conglomerados.
 28.- Arenas, areniscas bioclásticas.
 27.- Margas, margas con niveles arenosos.

8.3.- HIDROGEOLOGÍA

8.3.1.- FORMACIONES ACUÍFERAS

De los materiales descritos son permeables por fisuración las calizas jurásicas que constituyen el acuífero carbonatado de la Sierra de Los Almadenes; y las areniscas y conglomerados miocenos cuyo interés hidrogeológico está ligado a su conexión con los materiales carbonatados ya que su potencia y extensión es muy limitada.

8.3.2.- ACUÍFERO CARBONATADO DE LA SIERRA DE LOS ALMADENES

8.3.2.1.- Litología

El acuífero está constituido por calizas masivas que aparecen recubiertas por una costra calcárea, aflorando sólo la roca madre en la línea de cumbres. Su potencia es desconocida, si bien la formación en la Sierra de los Caballos presenta un espesor del orden de 150 m.

8.3.2.2.- Superficie acuífera aflorante

El área ocupada por las calizas jurásicas es pequeña, de unos 0.7 km².

8.3.2.3.- Geometría

La estructura consiste en un anticlinal fallado, configurando una geometría tabular. El acuífero posiblemente se encuentre compartimento por las fracturas normales a la dirección principal.

8.3.2.4.- Límites

Vienen impuestos al Norte y Este por el contacto con las formaciones margosas, de carácter impermeable, del Terciario, al Oeste por el contacto con los sedimentos triásicos, igualmente impermeables, y al Sur por el contacto con las formaciones permeables del Mioceno. El muro impermeable del acuífero está constituido por los sedimentos margo-arcillosos del Triás.

8.3.2.5.- Funcionamiento hidrogeológico – Piezometría

La alimentación del acuífero se produce de forma exclusiva por infiltración del agua de lluvia, mientras que la descarga natural se realizaría a través de las fuentes de el Esparto y de El Tejar, situadas en el extremo suroriental de la sierra, y por descarga oculta al arroyo

de La Parra, a través de las arenas y areniscas bioclásticas miocenas que recubren a las calizas en el borde sur.

El nivel piezométrico en la única captación existente (1542-3-0037, Fuente de El Esparto) se sitúa a 10.15 m de profundidad en fecha 23/04/02 respecto a los 8 m de profundidad medidos en fecha 29/06/95, año de ejecución del pozo.

8.3.2.6.- Parámetros hidráulicos

No existen ensayos para determinar las características hidráulicas en esta formación.

8.3.2.7.- Calidad química de las aguas

Presentan una mineralización media y una dureza elevada. Los valores de conductividad iniciales son del orden de 1.200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En la actualidad (15/01/02), la muestra tomada en el pozo Fuente de El Esparto, después de cloración, arroja un valor de conductividad de 1.586 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Anexo II).

8.3.2.8.- Balance Hídrico

ENTRADAS

El acuífero de la Sierra de los Almadenes presenta una superficie de materiales carbonatados permeables de 0.7 km^2 .

La recarga por infiltración directa del agua de lluvia se ha calculado considerando representativos para esta zona, los datos de precipitación media y coeficientes de escorrentía obtenidos en el estudio hidroclimático de la Sierra de los Caballos (Anexo III).

El coeficiente de infiltración, estimado en función de las observaciones de campo, se establece del orden del 45 % de la lluvia útil calculada.

Así, el volumen de recarga calculado se recoge en Tabla III.

TABLA III.- VOLÚMENES DE RECARGA DE LA SIERRA DE LOS ALMADENES

AÑO TIPO	PRECIPITAC. MEDIA (mm)	VOLUMEN (hm ³) PRECIPITADO	COEFICIENTE % ESCORRENTÍA	VOLUMEN (hm ³) DE LLUVIA ÚTIL	COEFICIENTE % INFILTRACIÓN	VOLUMEN (hm ³) DE RECARGA
MATERIALES PERMEABLES CARBONATADOS (SUPERFICIE 0,70 km²)						
SECO	302,5	0,212	24,0	0,051	45	0,023
MEDIO	497,0	0,348	39,8	0,138	45	0,062
HÚMEDO	792,6	0,555	59,6	0,331	45	0,149
MATERIALES PERMEABLES DETRÍTICOS (SUPERFICIE 2 km²)						
SECO	302,5	0,605	20,6	0,125	35	0,044
MEDIO	497,0	0,994	37,8	0,376	35	0,131
HÚMEDO	792,6	1,585	58,4	0,926	35	0,324
VOLUMENES HIDRICOS TOTALES DEL AREA DE ESTUDIO (SUPERFICIE km²)						
SECO	302,5	0,817	20,6 - 24,0	0,176	35 - 65	0,067
MEDIO	497,0	1,342	37,8 - 39,8	0,514	35 - 65	0,193
HÚMEDO	792,6	2,140	58,4 - 59,6	1,257	35 - 65	0,473

SALIDAS

A través de manantiales

Considerando un caudal medio anual de 0.5 L/s, el volumen resultante drenado es de 15.552 m³/año.

Abastecimiento industrial

El agua captada en el pozo "Fuente de Esparto" para uso industrial es de 10.000 m³/año.

BALANCE TOTAL

En función de los datos expuestos, el balance anual estimado para un año tipo medio es:

ENTRADAS:	Recarga por infiltración agua de lluvia:.....	0,193 hm³/año
SALIDAS:	A favor de manantiales:	15.552 m ³ /año
	Abastecimiento industrial	10.000 m ³ /año
	Descargas ocultas y volúmenes no controlados	<u>167.448 m³/año</u>
	Total salidas:	0,193 hm³/año

Balance que refleja que la mayor parte de los recursos se descargan de forma oculta por drenaje difuso al Arroyo de La Parra.

8.3.2.9.- Implicaciones sobre los recursos potencialmente aprovechables

El acuífero no presenta recursos de suficiente entidad como para plantear una explotación. No obstante, podría plantearse como una acción de futura investigación, la reprofundización del Pozo “Fuente de El Esparto” con objeto de comprobar la existencia de las calizas jurásicas subyacentes y captar una parte de los recursos no aprovechados en la formación acuífera.

9.- LA SIERRA DEL TABLÓN-ALGÁMITAS

9.1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Sierra del Tablón y el Peñón de Algámitas se sitúan entre las localidades de Pruna y Algámitas, al sur de la provincia de Sevilla, ocupando parte de las hojas del Mapa Topográfico Nacional, escala 1/50.000, de Morón de la Frontera (1021), Campillos (1022), Olvera (1036) y Teba (1037).

Presenta desniveles muy acusados estando la mayor parte del relieve a altitudes superiores a los 1000 m. La cota máxima se sitúa en el vértice Terril, que con 1129 m., constituye la mayor altitud de la provincia.

El drenaje, en el sector de Algámitas, se realiza hacia la cuenca baja del río Guadalquivir, a través de los arroyos de Las Mujeres, Las Arenillas y del Membrillar; mientras que en el sector de Pruna drena hacia el Guadamanil en la cuenca alta del río Guadalete.

9.2.- GEOLOGÍA

La Sierra del Tablón-Algámitas está constituida por materiales preorogénicos pertenecientes al Dominio Subbético Medio Meridional cuya secuencia abarca desde el Lías inferior al Cretácico inferior. Rodeando la estructura afloran materiales triásicos del Subbético Indiferenciado (Manto de Antequera-Osuna). Sobre el conjunto, al norte y sur, se disponen discordantes depósitos detríticos postorogénicos de edad terciaria. Otros materiales que aparecen representados en el sector son los pertenecientes a la Zona Circumbética, que deslizan sobre el Subbético en la etapa de colisión fini-aquitaniense.

Estratigrafía

Las características fundamentales de los materiales que afloran son, de más antiguas a más modernas, las siguientes (Figura 10):

Formaciones Triásicas:

El conjunto está constituido por una masa de arcillas, con más o menos margas, de colores abigarrados entre las que aparecen niveles de areniscas rojas, verdes o grisáceas y yesos. Incluye niveles de halita no visibles en superficie y dolomías, generalmente brechoides, calizas y mármoles en afloramientos de pequeñas dimensiones. Dispersos en la masa arcillosa se encuentran también pequeños afloramientos de rocas volcánicas (ofitas).

Formaciones Jurásicas

El Jurásico se encuentra ampliamente representado en esta sierra. El Lías inferior está constituido por dolomías, brechoides y masivas, y calizas, a menudo oolíticas. Afloran al W y SW de la sierra del Tablón y constituyen los materiales que conforman el Peñón de Algámitas.

El Lías medio está constituido por calizas margosas negras, de gran dureza, y calizas con sílex, que a techo se hacen más margocalizas, empezando a aparecer algunas intercalaciones margosas que quedan en la vertiente septentrional de la sierra. El conjunto constituye el núcleo de la estructura anticlinal de la sierra del Tablón y aflora en la parte más elevada, aproximadamente por encima de la cota 800 msnm. Su potencia es superior a los 250 m.

El Lías superior está formado por una alternancia de niveles de margocalizas y margas grises y amarillentas, en contacto gradual con el tramo anterior. La potencia total del tramo es de unos 150 m, que delimitan un cinturón deprimido alrededor del relieve principal de la Sierra del Tablón.

El Dogger - Malm está representado por radiolaritas, margocalizas y calizas con sílex que afloran en el Puerto del Zamorano y en La Lebronas.

Formaciones Cretácicas

El cretácico inferior está formado por margas arcillosas con abundantes placas de microbrecha con *Aptychus* que parecen intercaladas en el conjunto margo-arcilloso.

Formaciones terciarias. Materiales de la zona circumbética

Corresponden a la formación Arcillas con bloques de Bourgois (1978), que se incluye dentro del Complejo Tectosedimentario Mioceno. Está constituida en su mayor parte por arcillas verdes oscuras, con algunas tonalidades rojizas. Otros elementos propios de esta formación son las brechas olistostrómicas constituidas exclusivamente por cantos angulares de calizas y dolomías de edad jurásica.

Materiales postorogénicos. Mioceno

Constituido por arenas bioclásticas, arenas, limos y margas con presencia abundante de granos de cuarzo. Sus afloramientos se localizan al norte y sur de la sierra y su potencia es muy variable de unos puntos a otros.

Cuaternario

Representado por materiales de pie de monte y derrubios, tienen escasa extensión y potencia en la zona. Se trata de conglomerados de cantos angulosos y matriz detrítica rojiza, muy mezclados con derrubios recientes y bloques caídos de distintos tamaños.

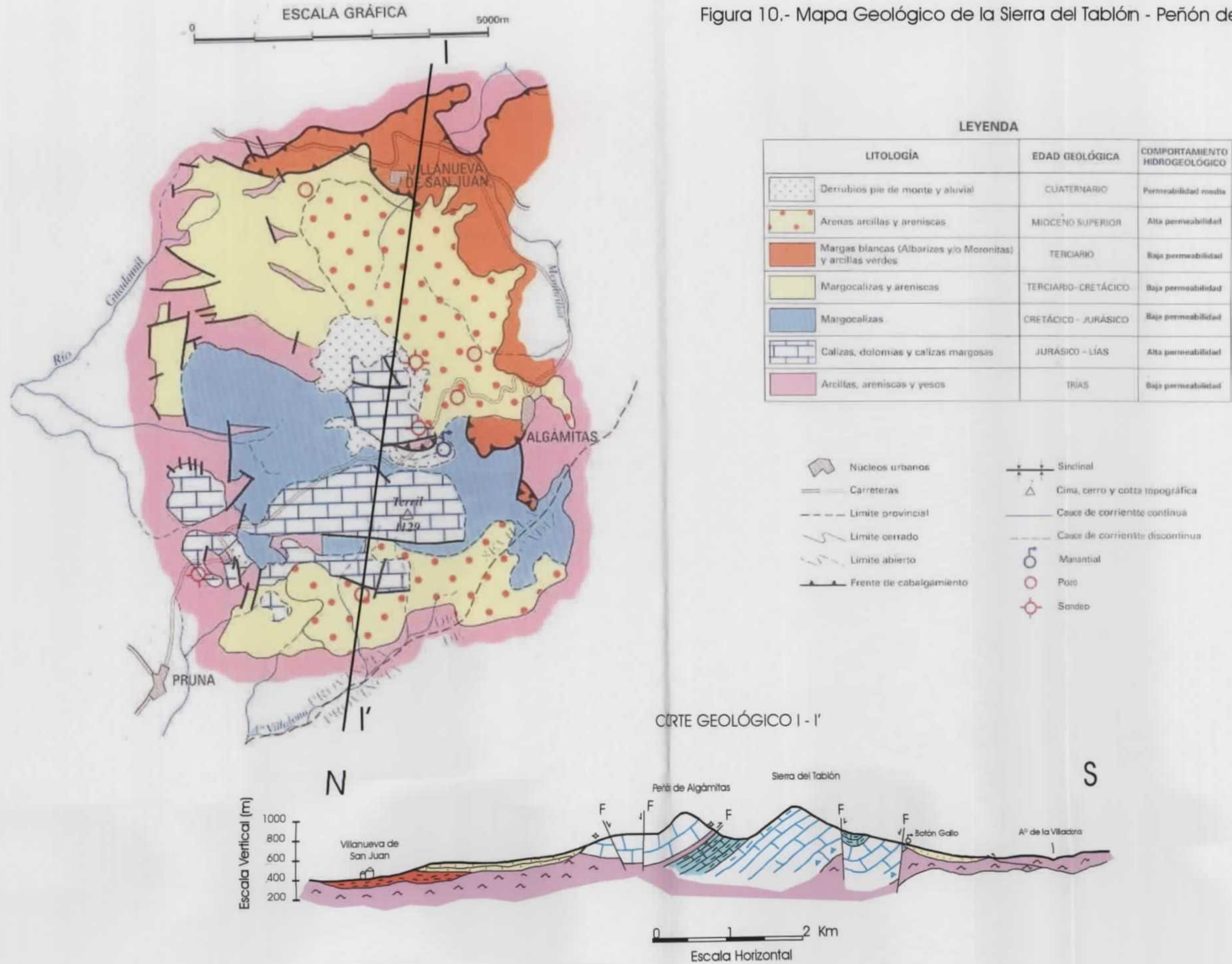
Estructura

Según CRUZ SANJULIAN (1974), La Sierra del Tablón constituye un anticlinal vergente al norte, de dirección aproximada E-W, cuyo núcleo se sitúa en la cota más elevada de la sierra (vértice Terril). El flanco septentrional buza alrededor de 70° al norte en el Puerto del Zamorano, disminuyendo progresivamente hacia el sur. Así, en el límite meridional de los afloramientos de calizas margosas negras del núcleo de la estructura los buzamientos son de 25 a 30° todavía al norte. Este límite está marcado por una fractura de dirección E-W que hunde el bloque situado al Sur, donde afloran los términos más altos de la secuencia. En éstos niveles margosos pueden manifestarse estructuras de plegamiento menores no siempre coincidentes en dirección con la estructura principal, entre las que destaca una estructura sinclinal de dirección N45°W al sur del relieve principal de la sierra.

Según este autor todas las unidades de éste sector presentan estructuras antifor­mes rodeadas por los materiales triásicos del Manto de Antequera-Osuna, por lo que constituyen ventanas tectónicas bajo dicha Unidad alóctona, siendo El Peñón de Algámitas parte constituyente de la cobertera mesozoica de dicho manto, que estaría constituido por un jurásico reducido, incompleto y discontinuo, y una secuencia desde el cretácico superior al mioceno. Así, el Peñón de Algámitas se emplaza, favorecido por los materiales plásticos del triás, sobre las margas y margocalizas del lías superior que constituyen el autóctono relativo.

Otros autores (Bourgois,1978) consideran que los materiales del manto de Antequera – Osuna corresponden a una megabrecha perteneciente al Complejo Tectosedimentario Mioceno, constituido fundamentalmente por materiales resedimentados del Triás, que incluyen Bloques de distinto tamaño, naturaleza y edad. En esta hipótesis, la sierra del Tablón y el Peñón del Algámitas constituyen sendos bloques incluidos dentro de la Formación Arcillas con Bloques (Formación de Guadateba de CRUZ SANJULIAN) del citado Complejo Tectosedimentario, por lo que se trata de estructuras desenraizadas del substrato, sin continuidad lateral.

Figura 10.- Mapa Geológico de la Sierra del Tablón - Peñón de Algámitas



9.3.- HIDROGEOLOGÍA

9.3.1.- FORMACIONES ACUÍFERAS

De los materiales anteriormente descritos, son permeables y constituyen acuíferos las formaciones calizo-dolomíticas de la base del Jurásico así como las areniscas bioclásticas miocenas y los materiales cuaternarios que se encuentran en conexión hidráulica con las formaciones carbonatadas. En conjunto conforman el sistema hidrogeológico de la Sierra del Tablón – Peñón de Algámitas aunque ambos elementos tienen un funcionamiento independiente.

El resto de las formaciones del Jurásico medio y superior, del Cretácico y del Terciario, en conjunto, pueden considerarse como impermeables.

9.3.2.- SISTEMA HIDROGEOLÓGICO DE LA SIERRA DEL TABLÓN – PEÑÓN DE ALGÁMITAS

9.3.2.A.-SISTEMA ACUÍFERO DE LA SIERRA DEL TABLÓN

9.3.2.A.1- Litología

El acuífero principal está compuesto por las calizas y dolomías del Lías que tienen continuidad hidrogeológica al sur con las areniscas bioclásticas miocenas.

9.3.2.A.2.- Superficie acuífera aflorante

La superficie ocupada por los materiales carbonatados del Lías inferior es de 5.5 km², de los cuales 3.9 km² son de naturaleza dolomítica y 1.6 km² de naturaleza calcárea. El área de materiales detríticos conectados con el sistema es escasa, del orden de 2.5 km².

9.3.2.A.3.- Geometría

La estructura consiste en un anticlinal vergente al norte, de dirección aproximada E-W, cuyo flanco meridional está afectado por una gran falla, de dirección E-W, que lo hunde al sur. Por tanto, la geometría resultante es un anticlinal fallado, donde el sistema de fracturas asociado apunta a una compartimentación de los bloques.

9.3.2.A.4.- Límites

Las dolomías y calizas de la Sierra del Tablón se encuentran limitadas hacia el noroeste, oeste y suroeste por las arcillas y margas del Triás, que constituyen también la base impermeable del acuífero. Hacia el sur limita con las areniscas biclásticas miocenas con las que está en conexión hidráulica. El límite norte y este está compuesto por los materiales poco permeables, margas y margocalizas, del Lías superior - Cretácico..

9.3.2.A.5.- Funcionamiento hidrogeológico - Piezometría

En general el acuífero es libre aunque al sur puede estar parcialmente confinado por las margas del Lías superior. La alimentación del sistema procede de forma exclusiva de la infiltración del agua de lluvia que, dada la disposición y naturaleza de los materiales, debe ser mucho más importante en la vertiente sur de la sierra puesto que en la vertiente norte afloran materiales más margosos, de transición hacia el Lías superior. La descarga natural más importante se efectúa hacia el sur a través de una serie de manantiales, cuyos caudales presentan fuertes oscilaciones en función de la pluviometría, y en menor cuantía por alimentación lateral a los materiales miocenos. En la actualidad los únicos bombeos existentes se destinan al abastecimiento de la población de Pruna.

El nivel piezométrico inicial al suroeste de la sierra, en el sondeo de Los Navazos, se localizó a 620 msnm (prof 30 m), mientras que la cota de los manantiales de la vertiente sur de la sierra se sitúa a 660 msnm lo que apunta de nuevo a la compartimentación del acuífero en bloques. En la actualidad el nivel piezométrico en el sondeo de Los Navazos se localiza a 74 m de profundidad, situación que se mantiene desde, al menos, 1995.

Niveles Piezométricos en el sondeo "Los Navazos"

<u>Fecha</u>	<u>Prof. Nivel (m)</u>
04-oct-83	30
23-jun-95	72
24-ene-97	76
24-feb-99	68
20-dic-00	73
02-nov-01	74

9.3.2.A.6.- Parámetros hidráulicos

Los resultados obtenidos en el ensayo de bombeo realizado en Marzo de 1982 (Anexo I) sobre la formación dolomítica suroccidental de la Sierra del Tablón arrojan valores de transmisividad altos, cercanos a 3500 m²/día, siendo el coeficiente de almacenamiento

obtenido del orden de 5.8×10^{-1} . No existen ensayos hidráulicos en los materiales de naturaleza calcárea, donde se estima que la transmisividad debe ser menor.

9.3.2.A.7.- Calidad química de las aguas

Las aguas subterráneas de la Sierra del Tablón presentan una facies química Bicarbonatada cálcica-magnésica (Figura 11), apta para consumo humano, con mineralización débil y valores de conductividad del orden de 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Los análisis químicos disponibles, pertenecientes a las captaciones de abastecimiento a Pruna para el período 1983 –2001 (Anexo II), arrojan valores medios en el contenido en cloruros de 40 mg/L, siendo la concentración media en sulfatos y bicarbonatos de 76 y 346 mg/L respectivamente. Presentan un contenido en nitratos algo más elevado de lo habitual, unos 20 mg/L de valor promedio, pero sin alcanzar en ningún caso niveles alarmantes.

Respecto al contenido medio en calcio, magnesio y sodio, los valores medios son del orden de 90, 40 y 20 mg/L respectivamente.

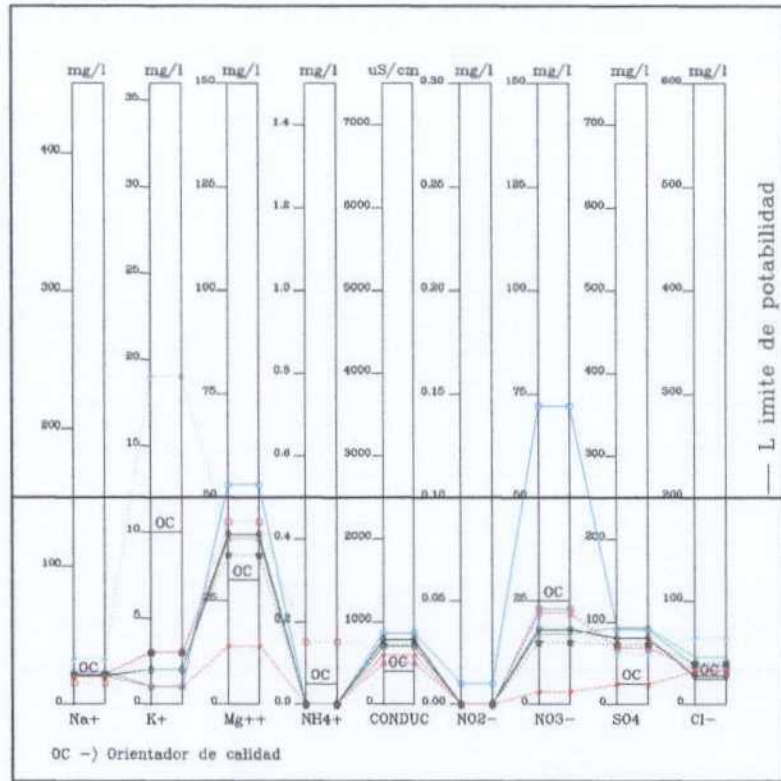
Destacan las concentraciones más bajas en sulfatos, magnesio y nitratos de los materiales calcáreos frente a los de naturaleza dolomítica ya que su contenido medio ronda los 24, 14 y 3 mg/L respectivamente.

No se ha observado ninguna variación significativa en la concentración de los parámetros analizados desde el inicio de la explotación del acuífero, por lo que puede decirse que la evolución química de las aguas subterráneas en la Sierra del Tablón es estable; su calidad inicial se mantiene inalterada.

Desde el punto de vista de su aptitud para abastecimiento urbano (Figura 11), las aguas resultan aptas para su consumo, no superando los límites de potabilidad establecidos en la legislación vigente en ninguno de los parámetros analizados.

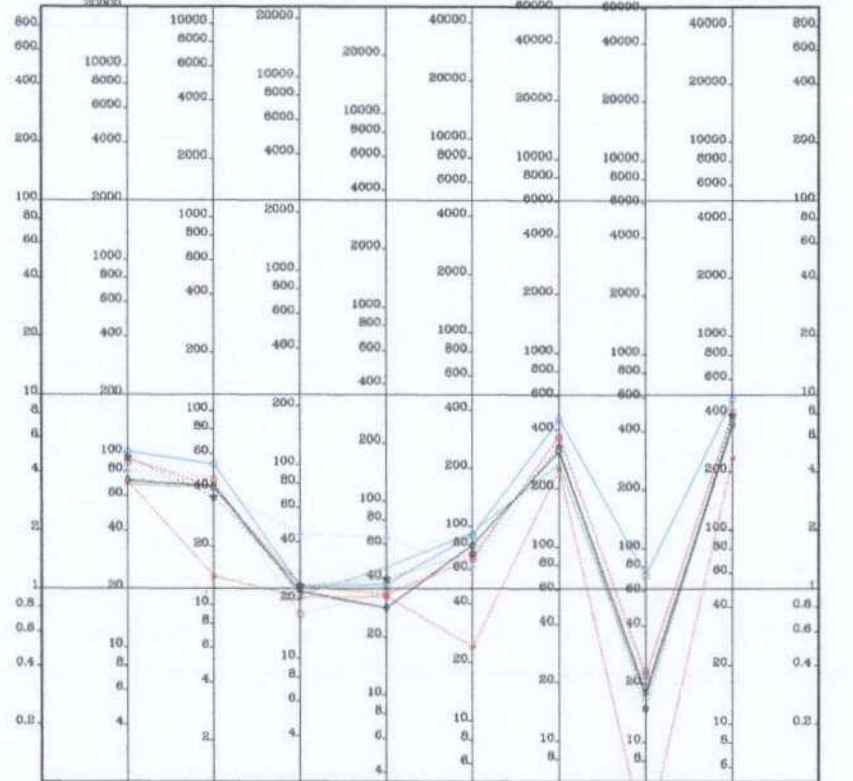
Únicamente es objetable el contenido un tanto elevado de nitratos, cuyo origen probable se relaciona con la actividad agrícola del entorno. Por ello se recomienda el seguimiento analítico para ver su evolución y el establecimiento de medidas preventivas que garanticen la protección de la excelente calidad que presentan las aguas de éste acuífero.

DIAGRAMA DE POTABILIDAD (R.D. 1.138/1.990)
 Acuífero de la Sierra del Tablon. Fecha:01-01-83 y 13-06-02



- 144340017 05-10-83
- 144340017 10-05-91
- 144340017 13-03-92
- 144340017 28-06-95
- 144340017 24-02-99
- 144340017 09-02-00
- 144340017 21-12-00
- 144340017 02-11-01
- 154310027 28-06-95

DIAGRAMA DE SCHOELLER - BERKALOF
 Acuífero de la Sierra del Tablon. Fecha:01-01-83 y 13-06-02



- 144340017 05-10-83
- 144340017 10-05-91
- 144340017 13-03-92
- 144340017 28-06-95
- 144340017 24-02-99
- 144340017 09-02-00
- 144340017 21-12-00
- 144340017 02-11-01
- 154310027 28-06-95

Figura 11.- Características químicas y potabilidad de las aguas subterráneas en la Sierra del Tablón.

9.3.2.B.- SISTEMA ACUÍFERO DEL PEÑÓN DE ALGÁMITAS

9.3.2.B.1.- Litología

El acuífero principal está compuesto fundamentalmente por dolomías liásicas que tienen continuidad hidrogeológica, al norte y noreste, con los derrubios cuaternarios y las areniscas bioclásticas miocenas.

9.3.2.B.2.- Superficie acuífera aflorante

La superficie ocupada por los materiales carbonatados del Lías inferior es de 1.5 km² (según reciente planimetría), siendo el área de materiales detríticos directamente conectados con el sistema del orden de 6 km².

9.3.2.B.3.- Geometría

El Peñón de Algámitas presenta una estructura tabular, los materiales se disponen en posición subhorizontal, al igual que los materiales detríticos los cuales se encuentran a una cota inferior.

9.3.2.B.4.- Límites

El Peñón de Algámitas tiene como substrato impermeable las arcillas triásicas y las margas y margoclizas jurásicas, siendo éstas últimas las que bordean los flancos oeste y sur del Peñón. Al norte y este, las dolomías están limitadas por los materiales detríticos, siendo el contacto por el este una gran fractura que se corresponde con un importante resalte topográfico.

9.3.2.B.5.- Funcionamiento hidrogeológico - Piezometría

El acuífero es libre. La alimentación del sistema procede de la infiltración del agua de lluvia. La descarga natural se efectúa hacia el norte y este a través de una serie de manantiales (Fuenfría, Fuenprieta, Fuente Muñoz), existiendo una alimentación lateral desde la formación carbonatada hacia las areniscas bioclásticas miocenas, en las cuales el drenaje se produce a través de una serie de pequeños manantiales y, de forma difusa, hacia el arroyo de las Arenillas.

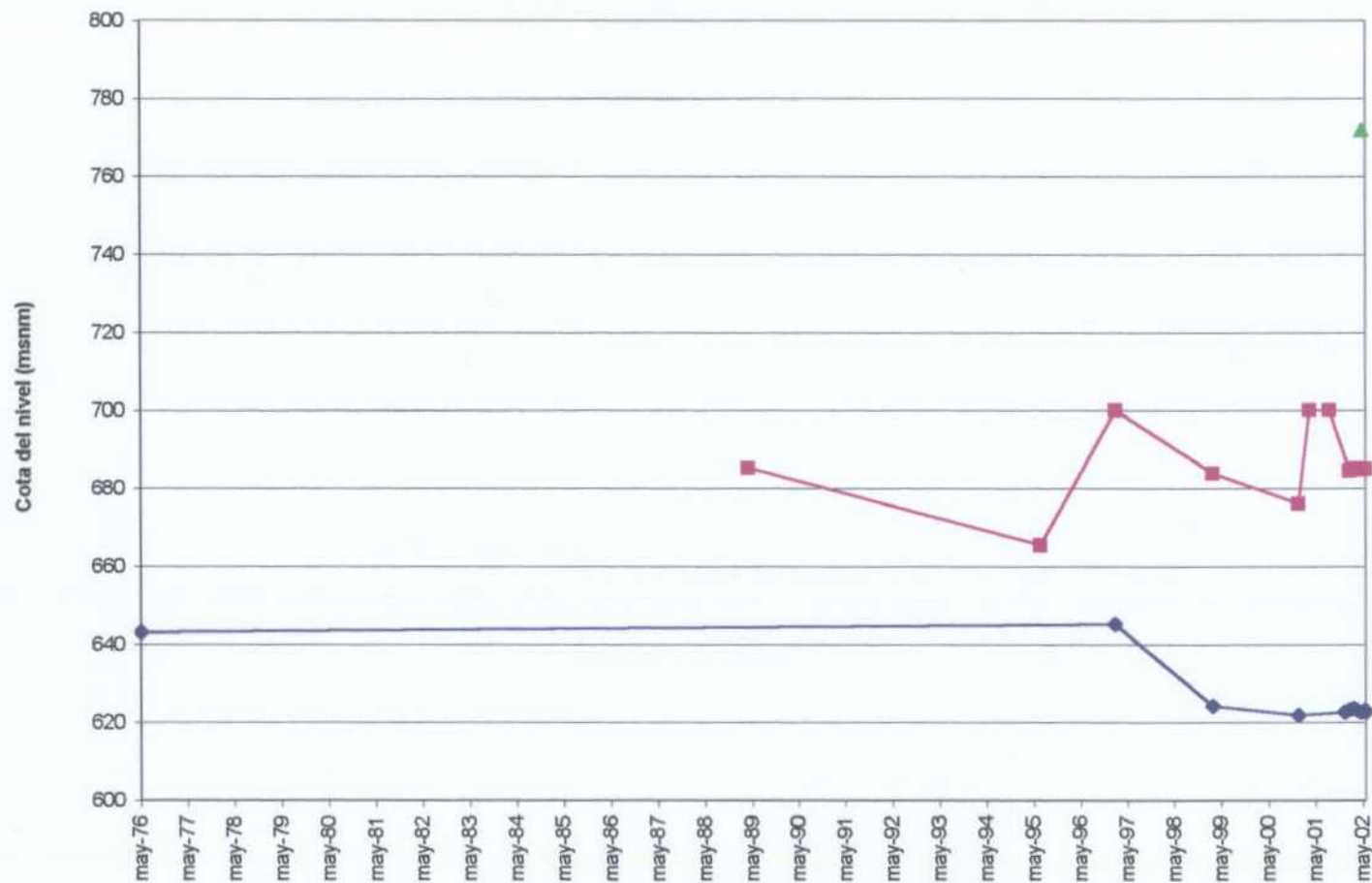
El nivel piezométrico inicial en el Peñón se sitúa entre los 15 y 20 metros de profundidad. Las medidas periódicas realizadas en los sondeos de abastecimiento a las poblaciones de

Algámitas y Villanueva de San Juan (Figura 12) muestran un descenso estabilizado de unos 15 metros, estando la superficie piezométrica actual situada entre 15 y 35 metros de profundidad (cotas entre 800 y 600 msnm). El gradiente hidráulico es muy elevado, se ha estimado en Abril del 2002 que hacia el norte, entre el camping y el abastecimiento a Villanueva de San Juan, alcanza valores del 20% (i : 0.2).

9.3.2.B.6.- Parámetros hidráulicos

Los resultados obtenidos en el ensayo de bombeo realizado en 1976 (Anexo I) sobre la formación dolomítica del Peñon arrojan valores de transmisividad del orden de $9.8 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. No existen en la zona ensayos hidráulicos en los materiales de naturaleza detrítica, no obstante en las proximidades los valores de transmisividad son muy variables, estando comprendidos entre $2 \text{ m}^2/\text{h}$ y $80 \text{ m}^2/\text{h}$.

Figura 12.- Evolución Piezométrica en el Peñón de Algámitas



	4/5/76	3/4/89	22/6/95	24/1/97	27/1/97	24/2/99	25/2/99	20/12/00	15/3/01	15/8/01	11/12/01	16/1/02	15/2/02	15/3/02	12/4/02	25/4/02	17/5/02	22/5/02
Abto. Algámitas (154250012)	643,00			645,02		624,10		621,73			622,50	623,10	623,50	623,00	622,50		623,00	622,50
Abto. Villanueva San Juan (154250016)		685,30	685,39		700,00		683,80	676,06	700,00	700,00		684,45	685,00	685,11	684,75		685,00	685,00
Camping																771,71		

9.3.2.B.7.- Calidad química de las aguas

Las aguas subterráneas del Peñón de Algámitas se caracterizan por presentar una facies química Bicarbonatada Cálcica-Magnésica, apta para consumo humano. Se trata de aguas muy duras, de mineralización débil a media, con valores de conductividad que oscilan generalmente entre 600 y 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Los análisis químicos realizados desde 1991 hasta la actualidad (Anexo II), en los sondeos de abastecimiento a Martín de la Jara y Algámitas, ponen de manifiesto que las aguas en el sector suroriental (Punto 1542-5-0012) presentan valores de conductividad, cloruros, sulfatos y sodio más elevados que en el resto del acuífero, debido a la influencia de materiales solubles del substrato triásico, siendo por tanto la facies química dominante de tipo Clorurada-Bicarbonatada Sódico-Cálcica (Figura 13). Los valores medios observados son del orden de 1.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en conductividad, de 360 mg/L en cloruros, 60 mg/L en sulfatos y 200 mg/L en sodio, observándose una cierta tendencia al aumento de las concentraciones con la explotación continuada.

Hacia el norte, las concentraciones medias observadas en los citados parámetros son menores, del orden de 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en conductividad, 80 mg/L en cloruros, 30 mg/L en sulfatos y 15 mg/L en sodio.

Respecto al contenido medio en los restantes iones fundamentales, las concentraciones son similares en todo el acuífero, con valores del orden de 260 mg/L para los bicarbonatos, 10 mg/L en nitratos, 80 mg/L en calcio y 40 mg/L en magnesio.

Desde el punto de su aptitud para abastecimiento urbano (Figura 14), las aguas presentan una buena calidad química y son aptas para su consumo. Únicamente es objetable el contenido, un tanto elevado, detectado en el sondeo que abastece a Algámitas, donde los valores medios de cloruros y sodio superan el standard de potabilidad establecido en la legislación actual.

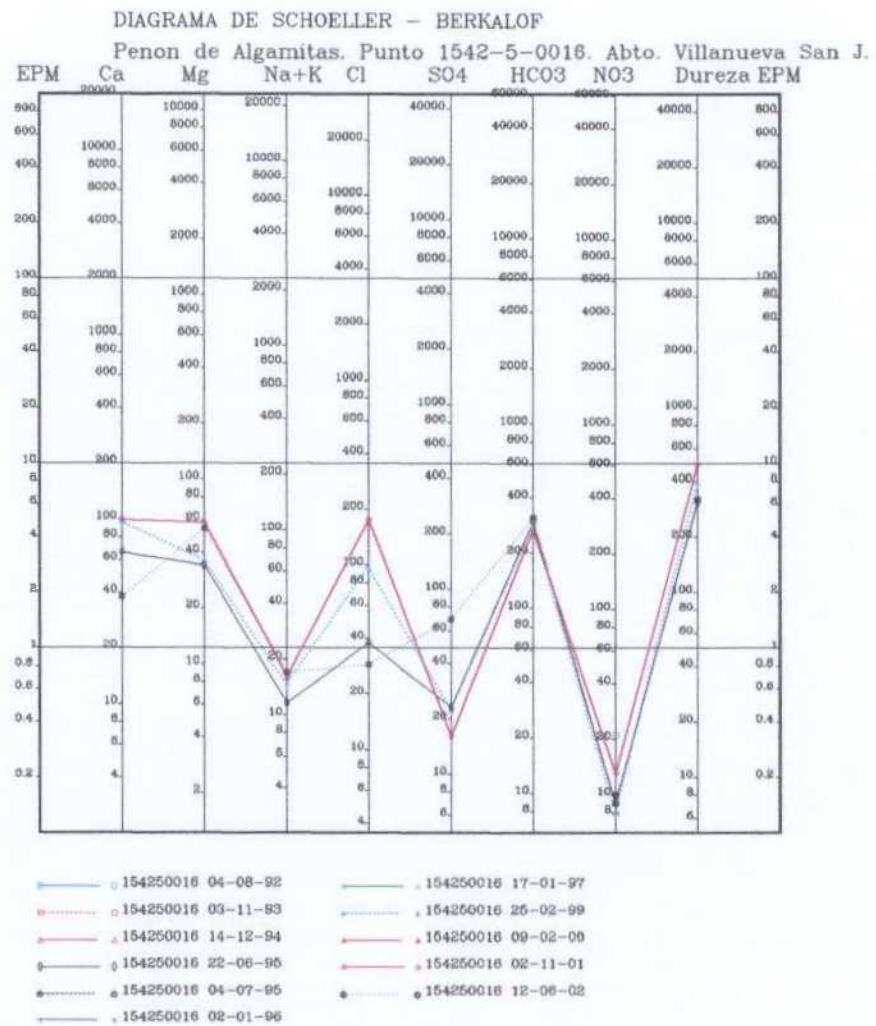
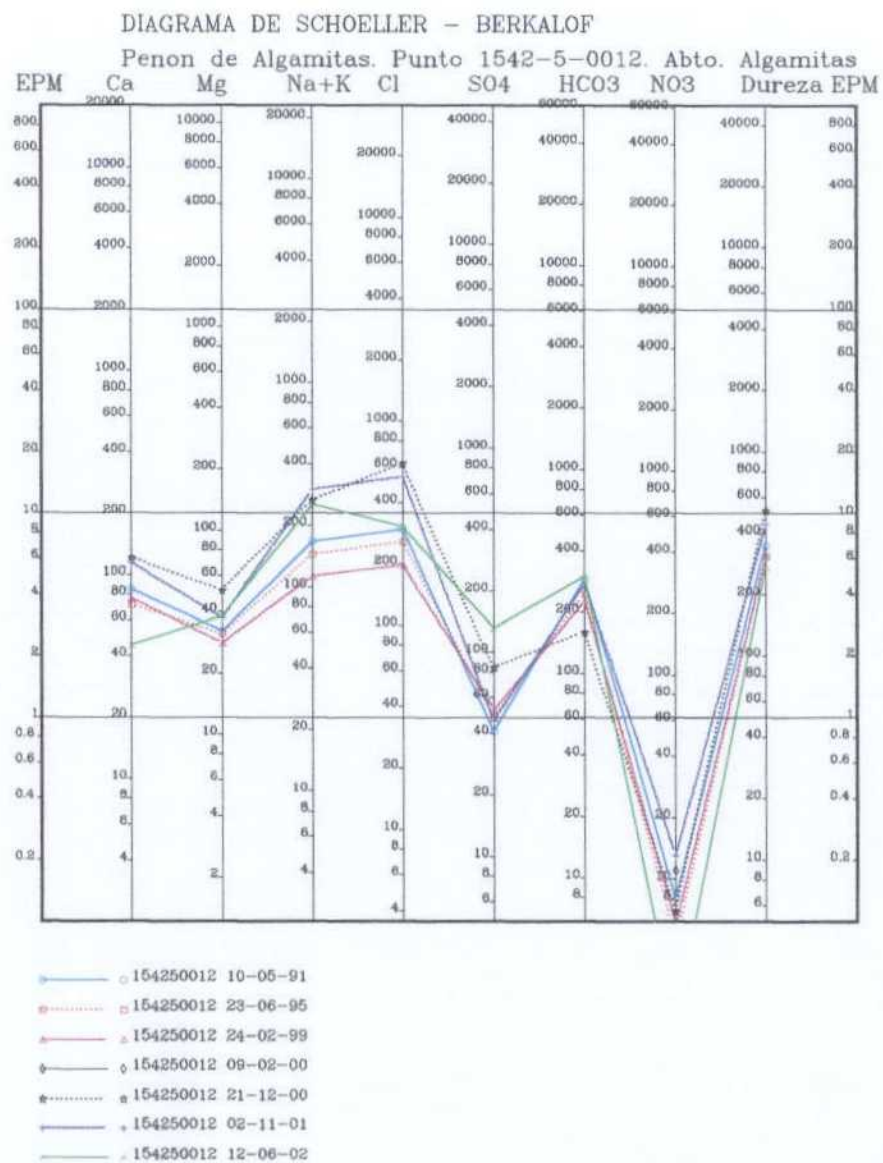
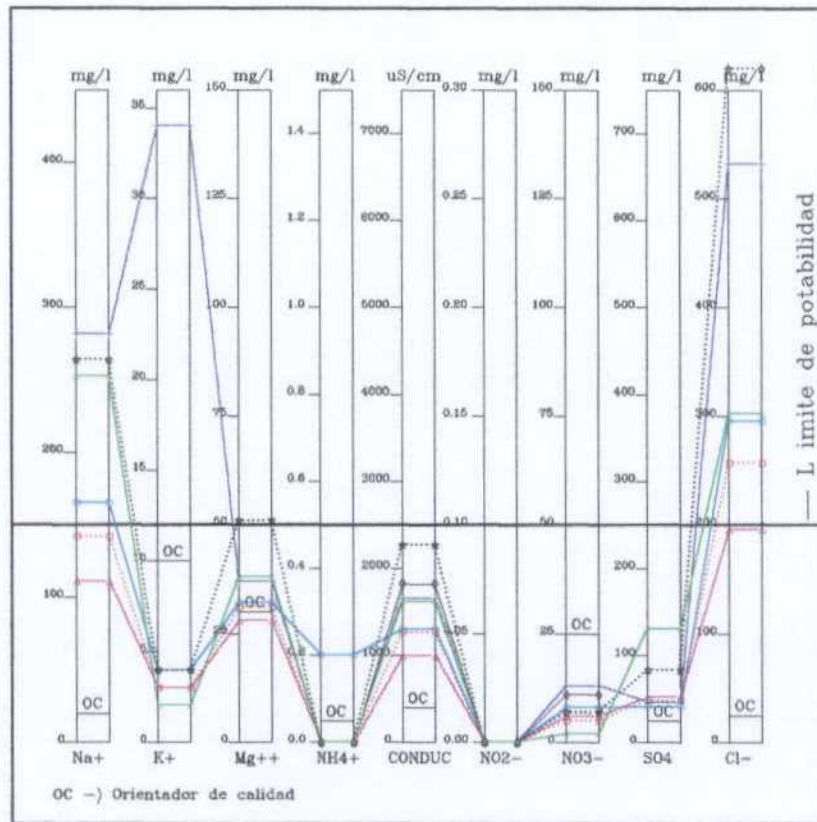


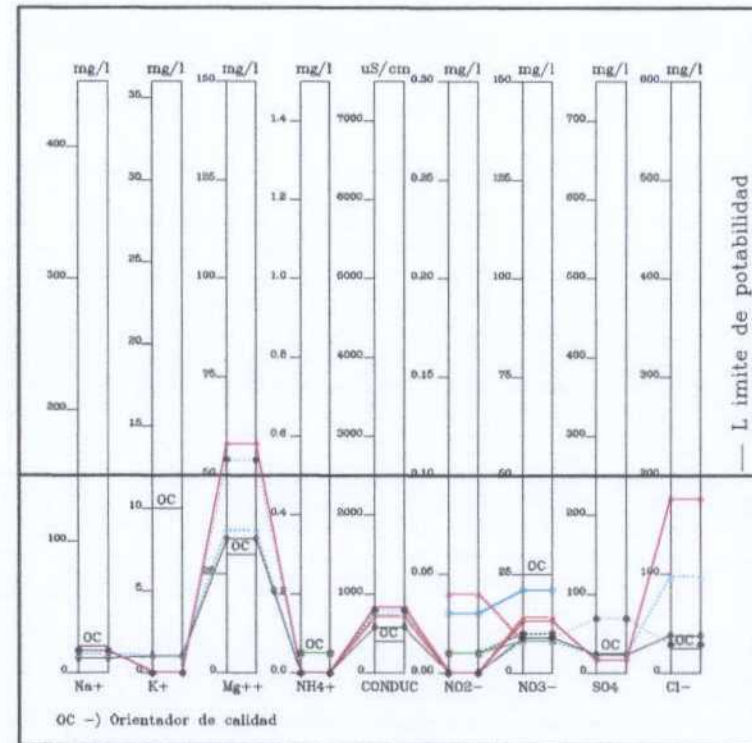
Figura 13.- Características químicas de las aguas subterráneas en el Peñón de Algámitas.

DIAGRAMA DE POTABILIDAD (R.D. 1.138/1.990)
 Penon de Algamitas. Punto 1542-5-0012. Abto. Algamitas



- 154250012 10-05-91
- 154250012 23-06-95
- △ 154250012 24-02-99
- ◇ 154250012 09-02-00
- ⊕ 154250012 21-12-00
- ⋄ 154250012 02-11-01
- ⋈ 154250012 12-06-02

DIAGRAMA DE POTABILIDAD (R.D. 1.138/1.990)
 Penon de Algamitas. Punto 1542-5-0016. Abto. Villanueva San J.



- 154250016 04-08-92
- 154250016 03-11-93
- △ 154250016 14-12-94
- ◇ 154250016 22-06-95
- ⊕ 154250016 04-07-95
- ⋄ 154250016 02-01-96
- 154250016 17-01-97
- 154250016 25-02-99
- △ 154250016 09-02-00
- ◇ 154250016 02-11-01
- ⊕ 154250016 12-06-02

Figura 14.- Potabilidad de las aguas subterráneas en el Peñón de Algámítás.

9.3.2.1.- BALANCE HÍDRICO EN EL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO

ENTRADAS

El procedimiento seguido para la obtención de la recarga en el sistema por infiltración directa del agua de lluvia se ha basado en los datos del estudio hidroclimático realizado en la Sierra de Los Caballos y la Sierra de Cañete (Anexo III), donde se obtienen los años tipo húmedo, medio y seco a partir de las series de precipitaciones en las estaciones meteorológicas de la zona; y se estima un coeficiente de escorrentía para cada tipo de material basándose en el contraste de la lluvia útil obtenida mediante distintos métodos (Balance mensual del agua en el suelo, Turc y Coutagne).

Atendiendo a las altitudes que presentan los relieves estudiados, se han considerado representativos para la Sierra del Tablón, los datos de precipitación media y coeficientes de escorrentía obtenidos en la Sierra de Cañete; y para el Peñón de Algámitas, los datos obtenidos en la Sierra de Los Caballos.

Los coeficientes de infiltración, estimados en función de las observaciones de campo, se establecen del orden del 65% de la lluvia útil para los materiales carbonatados de naturaleza dolomítica, del 50% para los de naturaleza calcárea y del 35% para los materiales detríticos.

Los volúmenes de recarga obtenidos siguiendo este procedimiento se indican en la Tabla IV, cifrándose la recarga para un año de precipitaciones medias en 1,676 hm³ en la Sierra del Tablón y en 0,908 hm³ en el Peñón de Algámitas, lo que representa un total de 2,584 hm³ en el sistema.

**TABLA IV.- VOLÚMENES DE RECARGA POR SECTORES Y TOTALES
EN LA SIERRA DEL TABLÓN - ALGÁMITAS**

SIERRA DEL TABLÓN						
AÑO TIPO	PRECIPITAC. MEDIA (mm)	VOLUMEN (hm ³) PRECIPITADO	COEFICIENTE % ESCORRENTÍA	VOLUMEN (hm ³) DE LLUVIA ÚTIL	COEFICIENTE % INFILTRACIÓN	VOLUMEN (hm ³) DE RECARGA
MATERIALES PERMEABLES CARBONATADOS DE NATURALEZA DOLOMÍTICA (SUPERFICIE 3,9 km²)						
SECO	458,76	1,789	37,6	0,673	65	0,437
MEDIO	742,39	2,895	56,4	1,633	65	1,061
HÚMEDO	1197,10	4,669	72,5	3,385	65	2,200
MATERIALES PERMEABLES CARBONATADOS DE NATURALEZA CALCÁREA (SUPERFICIE 1,6 km²)						
SECO	458,76	0,734	37,6	0,276	50	0,138
MEDIO	742,39	1,188	56,4	0,670	50	0,335
HÚMEDO	1197,10	1,915	72,5	1,388	50	0,694
MATERIALES PERMEABLES DETRÍTICOS (SUPERFICIE 2,5 km²)						
SECO	303,50	0,759	16,2	0,123	35	0,043
MEDIO	569,25	1,423	41,8	0,595	35	0,280
HÚMEDO	1115,27	2,788	69,7	1,943	35	0,680
VOLÚMENES HÍDRICOS TOTALES DE LA SIERRA DEL TABLÓN (SUPERFICIE 8 km²)						
SECO	458,76 - 303,50	3,28	37,6 - 16,2	1,072	35 - 65	0,618
MEDIO	742,39 - 596,25	5,506	56,4 - 41,8	2,898	35 - 65	1,676
HÚMEDO	1197,10 - 1115,27	9,372	72,5 - 69,7	6,713	35 - 65	3,560

PEÑÓN DE ALGÁMITAS

AÑO TIPO	PRECIPITAC. MEDIA (mm)	VOLUMEN (hm ³) PRECIPITADO	COEFICIENTE % ESCORRENTÍA	VOLUMEN (hm ³) DE LLUVIA ÚTIL	COEFICIENTE % INFILTRACIÓN	VOLUMEN (hm ³) DE RECARGA
MATERIALES PERMEABLES CARBONATADOS (SUPERFICIE 1,5 km²)						
SECO	302,5	0,688	24,0	0,259	65	0,168
MEDIO	497,0	1,114	39,8	0,628	65	0,408
HÚMEDO	792,6	1,796	59,6	1,302	65	0,846
MATERIALES PERMEABLES DETRÍTICOS (SUPERFICIE 6 km²)						
SECO	302,5	1,821	20,6	0,295	35	0,103
MEDIO	497,0	3,415	37,8	1,427	35	0,500
HÚMEDO	792,6	6,692	58,4	4,664	35	1,632
VOLÚMENES HÍDRICOS TOTALES DEL PEÑÓN DE ALGÁMITAS (SUPERFICIE 7,5 km²)						
SECO	302,5	2,509	20,6 - 24,0	0,554	35 - 65	0,271
MEDIO	497,0	4,529	37,8 - 39,8	2,055	35 - 65	0,908
HÚMEDO	792,6	8,488	58,4 - 59,6	5,966	35 - 65	2,478

SIERRA DEL TABLÓN - PEÑÓN DE ALGÁMITAS

AÑO TIPO	PRECIPITAC. MEDIA (mm)	VOLUMEN (hm ³) PRECIPITADO	COEFICIENTE % ESCORRENTÍA	VOLUMEN (hm ³) DE LLUVIA ÚTIL	COEFICIENTE % INFILTRACIÓN	VOLUMEN (hm ³) DE RECARGA
VOLÚMENES HÍDRICOS TOTALES DEL ÁREA DE ESTUDIO (SUPERFICIE 15,5 km²)						
SECO	458,76 - 302,5	5,789	37,6 - 16,2	1,331	35 - 65	0,889
MEDIO	742,39 - 497,0	10,035	56,4 - 37,8	4,953	35 - 65	2,584
HÚMEDO	1197,10 - 792,6	17,86	72,5 - 58,4	12,679	35 - 65	6,038

SALIDAS

• SIERRA DEL TABLÓN

Aguas destinadas a abastecimiento

Desde la Sierra del Tablón se abastece únicamente el núcleo urbano de Pruna, mediante un sondeo y dos manantiales. Los volúmenes captados anualmente, según los datos actualizados procedentes de la Encuesta de Abastecimiento Urbano de Agua (Diputación de Sevilla – IGME, 1995) son los siguientes:

Demanda urbana calculada: 3.485 hab x 210 L/hab/día x 365 días = 267.125 m³/año
lo que supone unos 1045 m³/día considerando un 30 % de pérdidas de distribución. Por tanto el total anual resulta del orden de 381.607 m³/año, que se desglosa en:

Manantiales Botón Gallo I y II: 5 L/s (caudal medio) x 365 días = 157.680 m³/año.

Sondeo Los Navazos: 223.927 m³/año.

Total abastecimiento Pruna: 381.607 m³/año.

A través de manantiales y drenaje difuso

El volumen anual estimado para el resto de las pequeñas surgencias que drenan la sierra y el flujo difuso que se produce hacia el sur se ha valorado en **0,200 hm³/año**.

• PEÑÓN DE ALGÁMITAS

Aguas destinadas a abastecimiento

Desde el Peñón de Algámitas se abastecen los núcleos urbanos de Villanueva de San Juan y Algámitas. Los volúmenes captados anualmente, según los datos procedentes de la Encuesta de Abastecimiento Urbano de Agua (Diputación de Sevilla – IGME, 1995) y la información actual proporcionada por los encargados del servicio de aguas, son los siguientes:

Abto. Algámitas: 1.469 hab x 210 L/hab/día x 365 días = 112.599 m³/año
lo que supone unos 441 m³/día considerando un 30 % de pérdidas de distribución. Por tanto el total anual resulta del orden de 160.855 m³/año.

Abto. Villanueva de San Juan: $1.696 \text{ hab} \times 210 \text{ L/hab/día} \times 365 \text{ días} = 129.998 \text{ m}^3/\text{año}$
lo que supone unos $509 \text{ m}^3/\text{día}$ considerando un 30 % de pérdidas de distribución. Por tanto el total anual resulta del orden de $185.712 \text{ m}^3/\text{año}$.

Total abastecimiento Algámitas + Villanueva de San Juan: $346.567 \text{ m}^3/\text{año}$.

A través de manantiales

El volumen anual medio drenado por los manantiales situados en los materiales carbonatados, según los datos de caudales existentes en el inventario (caudal medio de 20 L/s), y suponiendo un funcionamiento en continuo durante 3 meses, se cifra del orden de **$0,150 \text{ hm}^3/\text{año}$** .

Drenaje difuso y aprovechamiento agrícola

La descarga que se establece de forma puntual a través de pequeños manantiales en los materiales detríticos, según los datos de caudales existentes en el inventario (caudal medio de 13,5 L/s), y suponiendo un funcionamiento en continuo durante 3 meses, se cifra del orden de $0,100 \text{ hm}^3/\text{año}$. El drenaje oculto hacia los arroyos se estima del orden de $0,08 \text{ hm}^3/\text{año}$.

El volumen anual destinado a riego agrícola se ha estimado en la actualidad del orden de $0,20 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Total drenaje y aprovechamiento agrícola: $0,38 \text{ hm}^3/\text{año}$.

BALANCE TOTAL

En función de los datos anteriormente expuestos, el balance anual estimado para un año tipo medio es el siguiente:

Sierra del Tablón:

ENTRADAS

Recarga por infiltración agua de lluvia **1,676 hm³/año**

SALIDAS

Abastecimiento urbano (Pruna) 0,382 hm³/año

Manantiales y drenaje difuso 0,200 hm³/año

Total salidas..... **0,582 hm³/año**

DIFERENCIA + 1,094 hm³/año

Peñón de Algámitas:

ENTRADAS

Recarga por infiltración agua de lluvia **0,908 hm³/año**

SALIDAS

Abastecimiento urbano (Algám. + Villan. S.J.)..... 0,347 hm³/año

Manantiales..... 0,150 hm³/año

Drenaje difuso y agricultura 0,380 hm³/año

Total salidas..... **0,877 hm³/año**

DIFERENCIA + 0,031 hm³/año

Sierra del Tablón - Peñón de Algámitas:

TOTAL ENTRADAS 2,584 hm³/año

TOTAL SALIDAS 1,459 hm³/año

DIFERENCIA..... + 1,125 hm³/año

9.3.2.2.-Implicaciones sobre los recursos potencialmente aprovechables

Los resultados del balance realizado indican que, en un año de precipitaciones medias, existen en el conjunto del orden de 1 hm³ de recursos potencialmente aprovechables. No obstante considerando en detalle el balance, se observa que la casi totalidad de los recursos están contenidos en la Sierra del Tablón, estando el acuífero del Peñón de Algámitas al límite de su explotación.

Por tanto, los recursos potencialmente aprovechables que pueden extraerse sin afectar seriamente el balance en la Sierra del Tablón se estiman que puedan oscilar entre 0.6 y 0.8 hm³ anuales, ya que al tratarse de un acuífero kárstico, la respuesta a las precipitaciones es muy rápida y los volúmenes extraídos se recuperan fácilmente con el régimen de lluvias, siempre que la explotación continuada sea inferior a los recursos renovables anualmente a través del ciclo hidrológico.

La respuesta inmediata ante un evento lluvioso es inherente de los acuíferos kársticos y les confiere un atractivo carácter estratégico como reservorios en periodos de sequía y estiajes, puesto que pasado este período los niveles se recuperan, en general, casi totalmente durante el primer año de lluvias. Esta propiedad también puede aprovecharse en los estiajes, para después recuperarse en otoño-invierno

10.- UNIDAD HIDROGEOLÓGICA DE SIERRA DE CAÑETE

10.1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Unidad Hidrogeológica de Cañete se encuentra situada en el sector noroccidental de la provincia de Málaga, y se extiende hacia el suroeste, en parte de la provincia de Cádiz.

Desarrolla la mayor parte de su extensión superficial en la mitad occidental del término municipal de Cañete la Real, abarcando también, en el extremo septentrional, una pequeña porción del municipio de Almargen y en el límite occidental parte de los términos de Alcalá del Valle, Setenil y Ronda, pertenecientes a la provincia de Cádiz.

La Unidad está básicamente configurada por los relieves de la Sierra de Cañete, Sierra de los Borbollos (Bormollón), cerros del Mojón Gordo, Atalayón, Las Chinas, Padrastro y del Castillo; y la loma de la Mata. Desde el punto de vista hidrográfico, se localiza entre la Cuenca del Guadalquivir y la Cuenca Sur.

10.2.- GEOLOGÍA

En la unidad de Cañete afloran materiales pertenecientes al dominio Subbético Interno, a la unidad de la Sierra de Cañete y al Complejo Tectosedimentario Mioceno. Discordantes sobre los anteriores se disponen los materiales postorogénicos del Mioceno superior y los depósitos Cuaternarios.

Estratigrafía

Las características lito-estratigráficas, agrupadas por formaciones de la misma edad, son las siguientes (Figura 15):

Formaciones Triásicas: Afloran en la base de la unidad siempre por causas tectónicas. Está constituido por un conjunto de arcillas, margas, areniscas y yesos.

Formaciones Jurásicas: La serie jurásica comienza con un potente paquete dolomítico que constituye la mayor parte del relieve de la sierra. Posee un espesor mínimo próximo a los 700 m y está formado por una alternancia de dolomías grises brechoides y dolomías margosas de pequeño espesor. Hacia techo predominan las dolomías micríticas grises. Algunos niveles se encuentran intensamente recristalizados dando lugar a tonos claros. En el techo de la unidad, se observan procesos diagenéticos de dolomitización que originan que el contacto de dolomitización no sea paralelo a la estratificación. No existe fauna que permita datar este paquete, no obstante se atribuye al Lías inferior. Sobre el conjunto dolomítico se deposita una serie de calizas y calizas dolomíticas que pasan a calizas oolíticas blancas y crema, pasando a techo a calizas margosas con sílex y a niveles de tonos amarillos. Su potencia es de unos 50 m y su edad se asocia al Lías superior - Dogger. La serie jurásica culmina con un conjunto de calizas nodulosas y margocalizas con sílex grises con intercalaciones de radilaritas, con una potencia de unos 100 m, de edad Dogger superior.

Formaciones Cretácicas: Se diferencia un cretácico inferior, de escasa extensión en las proximidades de la localidad de Cañete, constituido por margocalizas y calizas rosadas; y un cretácico superior constituido por calizas margosas, margocalizas y margas, de tonos rojos (capas rojas), cuya edad puede llegar hasta el Paleógeno.

Formaciones Terciarias: Sus afloramientos se asocian a los materiales depositados dentro del dominio del Surco de los Flysch. La formación fundamental que aflora es la Formación Arcillas con bloques del Complejo Tectosedimentario Mioceno que está constituida por un conjunto de arcillas rojas y verdes de aspecto esquistoso y distribución caótica que engloban clastos de distinto tamaño y naturaleza, desde milimétricos hasta kilométricos, y que corresponden a dominios paleogeográficos diferentes, tanto de la Plataforma Subbética como del Surco de los Flysch. Rodeando la Sierra de Cañete y siempre relacionadas con las Arcillas con Bloques se observan un conjunto de margas rojas y areniscas del Aljibe. Este conjunto ha sido datado como Mioceno inferior por distintos autores (BOURGOIS (1978), IGME (1985), MARTÍN ALGARRA y GONZALEZ DONOSO (1987)), denominándose como Complejo Tectosedimentario del Campo de Gibraltar.

Incluidos en el seno de esta formación, se ha delimitado un conjunto de brechas olistroómicas, heterométricas, con cantos angulosos a subredondeados, con predominio de los de naturaleza calcárea y tamaño muy variable.

Formaciones Postorogénicas: Rodean los afloramientos de la Sierra Cañete y se han datado como Mioceno superior. Están constituidas por un tramo basal de conglomerados con intercalaciones de areniscas calcáreas bioclásticas y silíceas, y en algunos sectores margas, con un espesor máximo de 60 m. En el tramo intermedio predominan los niveles de areniscas calcáreas bioclásticas con intercalaciones conglomeráticas y hacia techo se hacen más abundantes las intercalaciones de arenas cuarzosas poco cementadas y disminuyen los niveles de margas. La potencia total de este nivel es del orden de 100 m. Sobre el tramo anterior se observan margas y margas arenosas con intercalaciones de areniscas calcáreas bioclásticas de 50 m de espesor.

Formaciones Cuaternarias: Afloran tres grupos de materiales cuaternarios. Los más antiguos están constituidos por depósitos travertínicos formados por niveles de travertinos con abundantes restos vegetales y niveles brechoides alternando con niveles limo-arcillosos ricos en materia orgánica. Su espesor varía entre 4 o 5 m a decámetros.

Otro grupo es el relacionado con los sistemas de laderas, formados por arcillas, arenas y cantos, entre los que se incluyen los conos de deyección, deslizamientos, coluviones y canchales, en los que varían únicamente el porcentaje de materiales finos. El otro grupo está constituido por los depósitos relacionados con el sistema fluvial y están formados por arcillas, limos y gravas.

Estructura

Según CRUZ SANJULIÁN (1974) la Sierra de Cañete conforma una estructura antiformal de dirección N30°E, en cuyo núcleo afloran materiales del Subbético interno configurando una ventana tectónica. El flanco occidental presenta buzamientos del orden de 30° a 50° en las proximidades del contacto con la unidad infrayacente, aumentando hacia el oeste. El flanco oriental se resuelve en un pliegue sinclinal, volcado en ocasiones hacia el OSO. Los sedimentos de la ventana de Cañete presentan pequeñas escamas cabalgantes de dirección N30°E, vergentes al NO, que ponen en contacto las calizas jurásicas sobre las capas rojas.

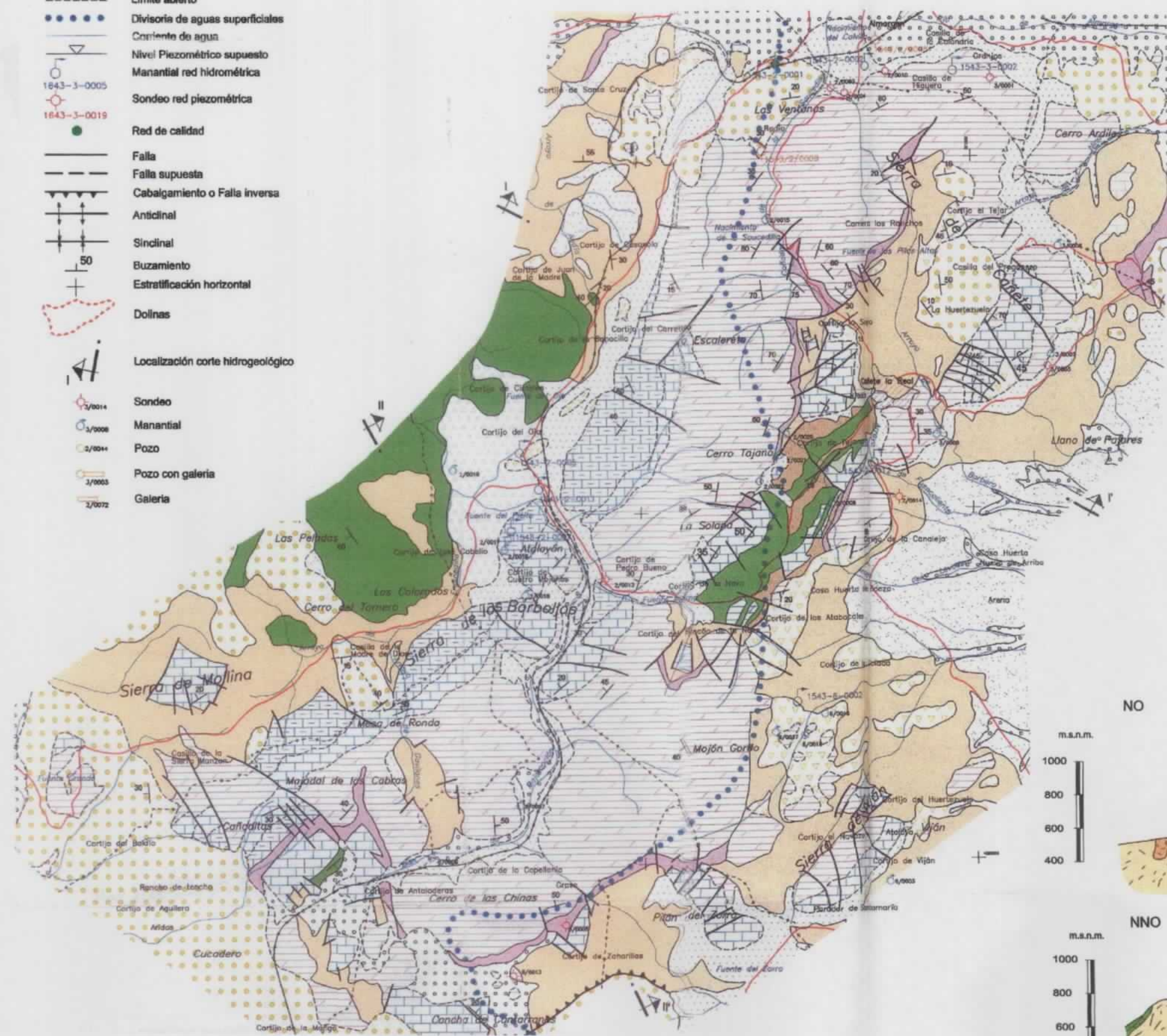
BOURGOIS (1978) indica que la sierra constituye un bloque incluido dentro del Complejo Tectosedimentario Mioceno del Campo de Gibraltar, formando parte de las Arcillas con Bloques. Esta hipótesis se sustenta en que en el interior de la ventana tectónica afloran, entre los materiales para autóctonos del Subbético interno y las dolomías de la Unidad de Cañete, materiales atribuibles sin duda a la formación Arcillas con bloques. Por otro lado, la estructura antiformal de la unidad sugiere que, tanto al NO como al SE, sus materiales se hundieron bajo la formación Arcillas con Bloques que aflora en ambos sectores.

La mezcla de bloques en una matriz de arcillas explicaría la diversa naturaleza y origen paleogeográfico de los materiales que próxima y conjuntamente conforman esta sierra. El tamaño de los bloques también es muy variado constituyendo la Sierra de Cañete el bloque más grande de los inventariados en este sector. A su vez, este bloque se encuentra plegado configurando una estructura anticlinal, en cuyo núcleo se puede observar otros bloques de distinto tamaño, naturaleza y posición paleogeográfica.

Los depósitos postorogénicos del Mioceno se depositaron en una cuenca ya estructurada en sus rasgos fundamentales, por lo que son prácticamente horizontales; únicamente en los contactos con las Arcillas con Bloques se observan buzamientos importantes debido a procesos halocinéticos.

SIMBOLOGÍA:

- Límite cerrado
- - - Límite abierto
- Divisoria de aguas superficiales
- Corriente de agua
- Nivel Piezométrico supuesto
- Manantial red hidrométrica
- Sondeo red piezométrica
- Red de calidad
- Falta
- - - Falta supuesta
- ↕ Cabalgamiento o Falta inversa
- ↕ Anticlinal
- ↕ Sinclinal
- ↕ Buzamiento
- Estratificación horizontal
- Dolinas
- Localización corte hidrogeológico
- Sondeo
- Manantial
- Pozo
- Pozo con galería
- Galería



LEYENDA

		10 m/s	10 m/s	10 m/s	
		ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
CUATERNARIO	15	Arenas, arcillas y cantos		D.N.C.	
	14	Arenas, arcillas y cantos		D.N.C.	
	13	Travertinos			
	12	Arenas, areniscas y margas		D.C.-D.N.C.	
	11	Brechas calcáreas		K.F.D.-k.f.d.	
	10	Arcillas con bloques			
	9	Arcillas y margas			
TERCIARIO	NEOGENO				
	8	Arenas y arcillas		D.C.	
	7	Calizas		k.f.d.	
PALEOG.					
MESOZOICO	CRETACICO				
	6	Margocalizas y margas			
	5	Margas y margocalizas			
	JURASICO				
	4	Margocalizas y calizas margosas		k.f.d.	
	3	Calizas		K.F.D.-k.f.d.	
TRIASICO					
2	Dolomías y brechas		K.F.D.		
1	Arcillas y yesos				

D.C. Detritos consolidados
 D.N.C. Detritos no consolidados
 k.f.d. Karsticos por flujo difuso
 K.F.D. Karsticos por fracturación y disolución

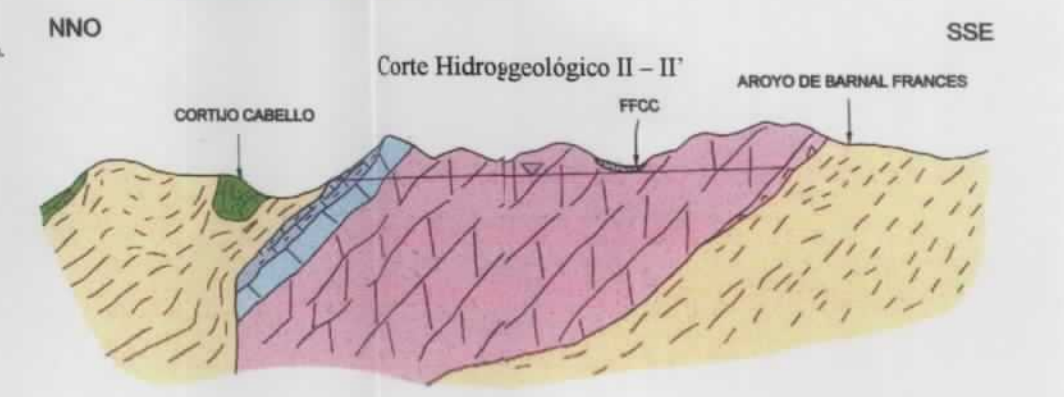
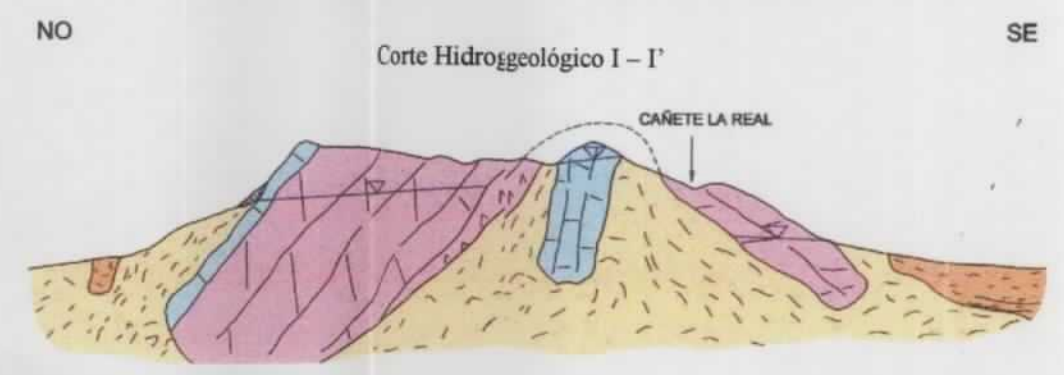


Figura 15.- Mapa Geológico e Hidrogeológico de la U.H. 05.66 "Sierra de Cañete". Escala 1/75.000.

10.3.- HIDROGEOLOGÍA

10.3.1.- FORMACIONES ACUÍFERAS

En la Unidad de Sierra de Cañete se identifican tres tipos de materiales que constituyen los siguientes acuíferos:

- Acuífero calcáreo Jurásico
- Acuífero mioceno postorogénico
- Acuífero detrítico cuaternario

siendo el acuífero carbonatado jurásico el más importante.

10.3.1.A.- ACUÍFERO CALCÁREO JURÁSICO

10.3.1.A.1.-Litología

El acuífero está constituido por los materiales de la serie jurásica que comprenden un potente paquete de dolomías de unos 700 m de espesor que hacia techo pasan a calizas, calizas dolomíticas y calizas oolíticas blancas. La serie continúa con un conjunto de calizas margosas con silex que culmina con calizas nodulosas y margocalizas con intercalaciones de radiolaritas. El espesor total de la serie y por tanto del acuífero puede ser del orden de 850 m.

10.3.1.A.2.- Superficie acuífera aflorante

La superficie planimetrada de materiales carbonatados del Jurásico es de 53.81 km², de los cuales 42.29 km² corresponden a dolomías (Lías inferior), 8.31 km² a materiales fundamentalmente calcáreos (Lías superior) y 3.21 km² a materiales calizos con intercalaciones margosas.

10.3.1.A.3.- Geometría

La estructura del acuífero es compleja, en general conforma un anticlinal de dirección N30°E, cuyo flanco oriental se encuentra afectado por una intensa tectónica.

10.3.1.A.4.- Límites

La base impermeable está constituida por las arcillas y yesos del Triásico superior y por la formación Arcillas con Bloques. Los límites Noroccidental y Suroriental vienen definidos por las margas y margocalizas del Cretácico, de naturaleza poco permeable, y por las Arcillas con Bloques; que confinan el acuífero en algunos sectores. Al norte y sur, el acuífero está en contacto con los materiales permeables del Mioceno postorogénico y del Cuaternario.

10.3.1.A.5.- Funcionamiento hidrogeológico – Piezometría

El acuífero es libre en términos generales aunque puede estar confinado por las Arcillas con bloques. Está afectado por fracturas normales y en dirección que pueden llegar a compartimentar el acuífero en algunas zonas. Los bloques que afloran en el núcleo de la estructura anticlinal pueden constituir acuíferos independientes, aislados del general. Esta disposición explicaría la variación existente en las cotas de los manantiales que surgen de los afloramientos. La recarga se realiza fundamentalmente por la infiltración del agua de lluvia y la descarga natural se produce a través de los manantiales que bordean el acuífero y por los materiales tanto terciarios como cuaternarios que limitan el acuífero. La circulación subterránea se realiza en su mayor parte hacia el Norte, a alimentar lateralmente los acuíferos cuaternarios de origen fluvial. Parte de ese flujo se debe dirigir hacia el Sur a alimentar los acuíferos detríticos miocenos.

La red piezométrica de la Sierra de Cañete está compuesta por tres sondeos que se sitúan en las inmediaciones de las captaciones de abastecimiento al El Saucejo, de los cuales dos continúan operativos en la actualidad.

N° Piezómetro	Coordenadas UTM (Huso 30S)			Prof. (m)	Naturaleza	Toponimia
	x	y	z			
1543-2-0008	319630	4096648	485	59.50	Sondeo	-
1543-2-0009	317891	4095102	690	254.60	Sondeo	A° Saucedilla
1543-2-0010	319770	40966203	515	201.00	Sondeo	Cjo. Cabreriza

Los gráficos de evolución (Figura 16) muestran que el nivel piezométrico presenta una tendencia estable, con variaciones estacionales del orden de 3 a 10 metros hasta el año 1993, momento en que se acusa un descenso brusco por efecto del período de sequía de 1992/95. Posteriormente, con el aumento de la precipitación, los niveles se recuperan rápidamente, mostrándose en la actualidad (Sep.2001) el mismo nivel en el sondeo 0009 y un descenso inferior a 3 metros en el sondeo 0008 respecto a las medidas realizadas inicialmente (1982 y 1986 respectivamente).

10.3.1.A.6.- Parámetros hidrogeológicos

Se establece un coeficiente de almacenamiento del orden del 1% - 2%, siendo en las zonas próximas a las surgencias del 4% - 8%. Los valores de transmisividad oscilan entre 500 m²/día a más de 10.000 m²/día en las zonas próximas a las surgencias.

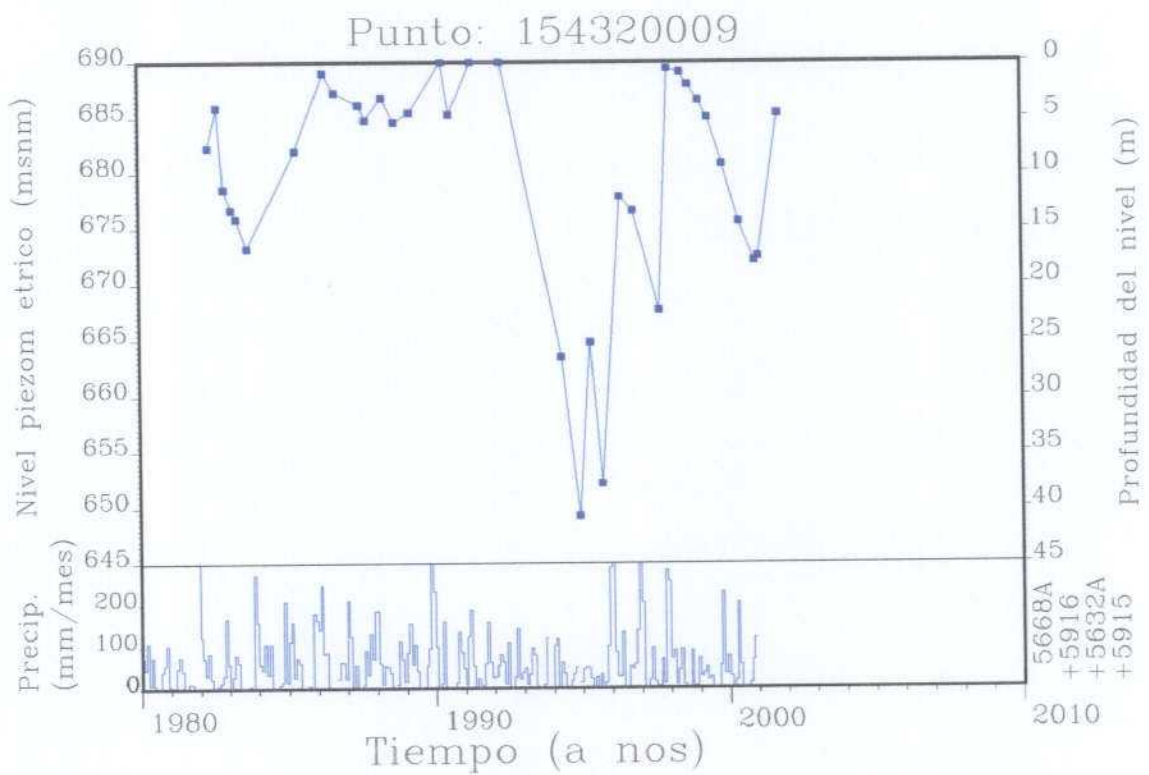
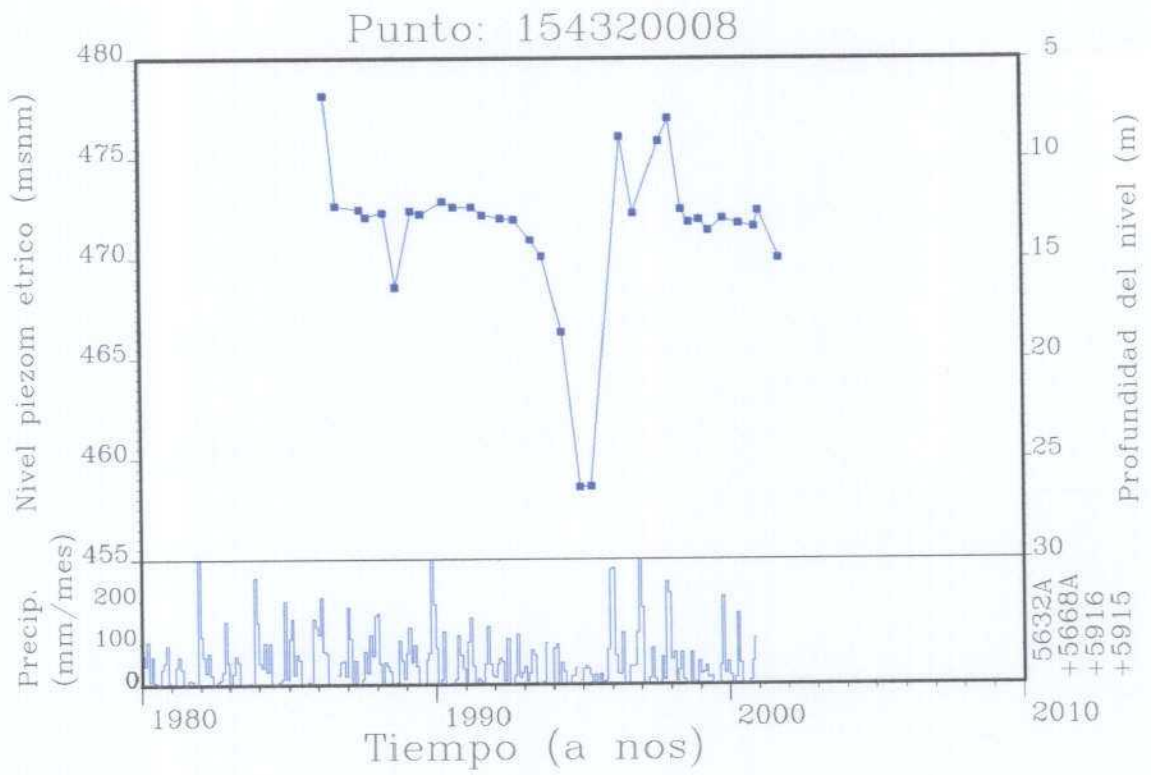


Figura 16.- Evolución del nivel piezométrico en la Sierra de Cañete, sector norte de la unidad.

10.3.1.B.- ACUÍFERO DETRÍTICO DEL MIOCENO POSTOROGÉNICO

10.3.1.B.1.- Litología

El acuífero se desarrolla sobre los conglomerados, areniscas calcáreas bioclásticas, arenas y margas del Mioceno que rodean al acuífero jurásico, situándose en algunas ocasiones sobre él como sucede al NE de Cañete la Real.

10.3.1.B.2.- Superficie acuífera aflorante

La superficie de materiales directamente conectados con la unidad es de 3.65 km².

10.3.1.B.3.- Geometría

Los materiales se depositan en la cuenca ya estructurada por lo que su disposición es prácticamente horizontal.

10.3.1.B.4.- Límites

El límite inferior lo constituyen las Arcillas con Bloques y ocasionalmente el acuífero jurásico.

10.3.1.B.5.- Funcionamiento hidrogeológico

Se trata de un acuífero libre y permeable por porosidad intergranular. La recarga se produce por infiltración del agua de lluvia o de escorrentía superficial, aunque también puede alimentarse de acuíferos próximos con los que entra en contacto fundamentalmente el jurásico y el cuaternario. La descarga se realiza a través de manantiales y drenaje difuso hacia cursos de agua u otros acuíferos.

10.3.1.B.6.- Parámetros hidrogeológicos

Los cambios de facies, tanto en la horizontal como en la vertical, provocan variaciones importantes de permeabilidad. Las transmisividades están comprendidas entre 2 m²/h y 80 m²/h y el coeficiente de almacenamiento en este sector es de 1.3 x 10⁻².

10.3.1.C.- ACUÍFEROS CUATERNARIOS

Localizados fundamentalmente en las márgenes del macizo montañoso, se han diferenciado tres tipos de materiales cuaternarios:

- Aluvial del sistema fluvial. Constituido por arenas, arcillas y gravas que dan lugar a buenos acuíferos, con permeabilidades medias y altas, aunque en esta zona no están muy desarrollados. Presentan formas alargadas configurando la red de drenaje, siendo el principal el aluvial del río de Almargen.
- Depósitos relacionados con los sistemas de laderas. Litológicamente formados por arcillas, arenas y cantos, constituyen una orla alrededor de la sierra.
- Materiales travertínicos. El afloramiento más destacado se localiza en la estación de Cañete, al oeste de la sierra. Se encuentran relacionados con los afloramientos del acuífero jurásico, próximos a sus zonas de descarga.

La superficie acuífera aflorante de materiales cuaternarios más permeables conectados directamente con la unidad es de 3.33 km².

10.3.2.- CALIDAD QUÍMICA DE LA UNIDAD

Las aguas subterráneas de la Sierra de Cañete presentan una facies química dominante Bicarbonatada-Sulfatada Cálcica-Magnésica, de dureza elevada y mineralización débil, siendo la conductividad media del orden de 600 µS/cm.

La Red de Calidad al norte de la unidad, está integrada por los dos sondeos de abastecimiento a El Saucejo y un manantial situado en el entorno de dichas captaciones.

Nº Red Calidad	Coordenadas UTM (Huso 30S)			Prof (m)	Naturaleza	Nombre
	x	y	z			
1543-2-0002	319453	4096279	520	-	Manantial	Majaborrego
1543-2-0003	318926	4095982	640	100	Sondeo	Saucedilla
1543-2-0004	319125	4095906	640	100	Sondeo	Rocío

Los análisis químicos existentes (Anexo II), muestran un contenido medio en cloruros bajo, del orden de 25 mg/L, mientras que la concentración media de bicarbonatos y sulfatos ronda los 250 mg/L y 100 mg/L respectivamente. Destaca la baja concentración de nitratos que presentan un valor medio de 10 mg/L.

La concentración de calcio, magnesio y sodio es normal para la mineralización y facies que presentan éstas aguas, siendo el contenido promedio de 60, 30 y 6 mg/L respectivamente.

Desde el punto de vista de su aptitud para abastecimiento urbano, las aguas presentan una buena calidad química y son aptas para consumo humano (Figura 17), no superando los límites de potabilidad establecidos en la legislación vigente en ninguno de los parámetros analizados.

No obstante, cabe destacar la existencia de numerosas granjas porcinas situadas cercanas a los abastecimientos, que podrían ser responsables de un deterioro paulatino de la calidad de las aguas en un futuro por lo que se recomienda el seguimiento analítico periódico de la calidad de las aguas y el establecimiento de perímetros de protección de las futuras captaciones para abastecimiento urbano.

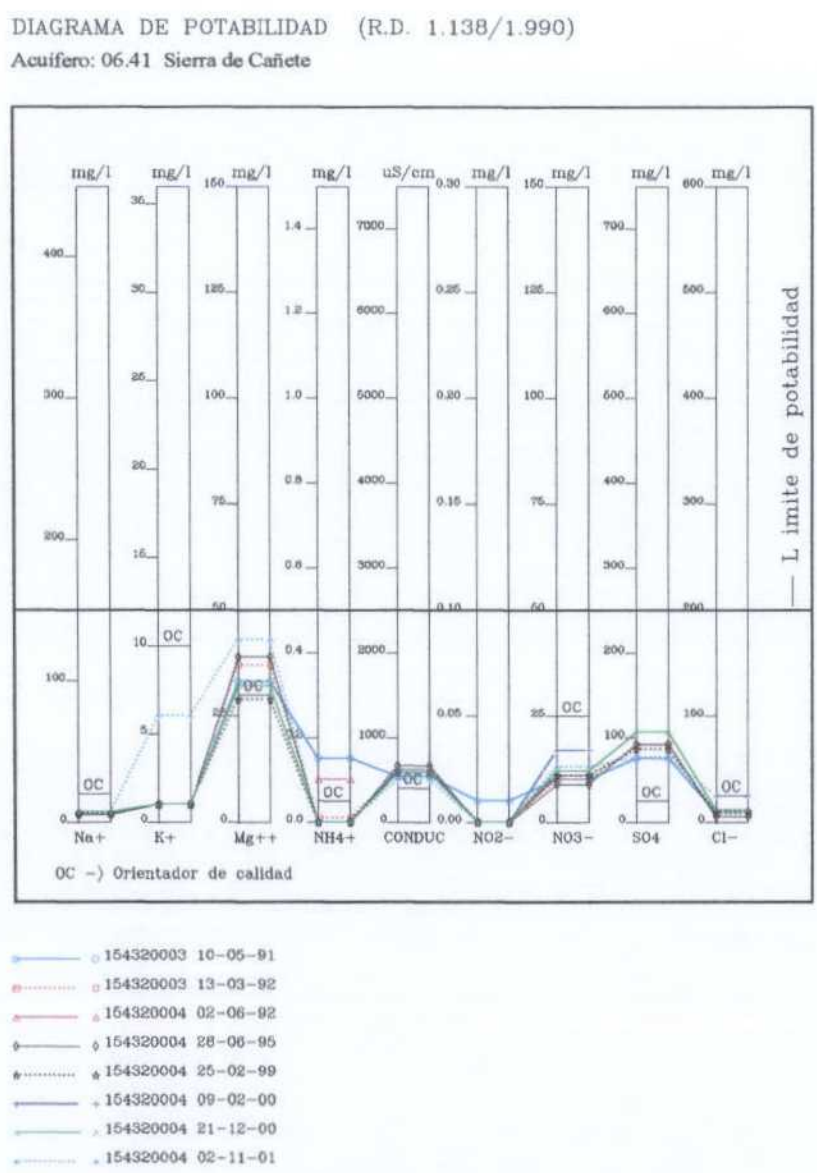
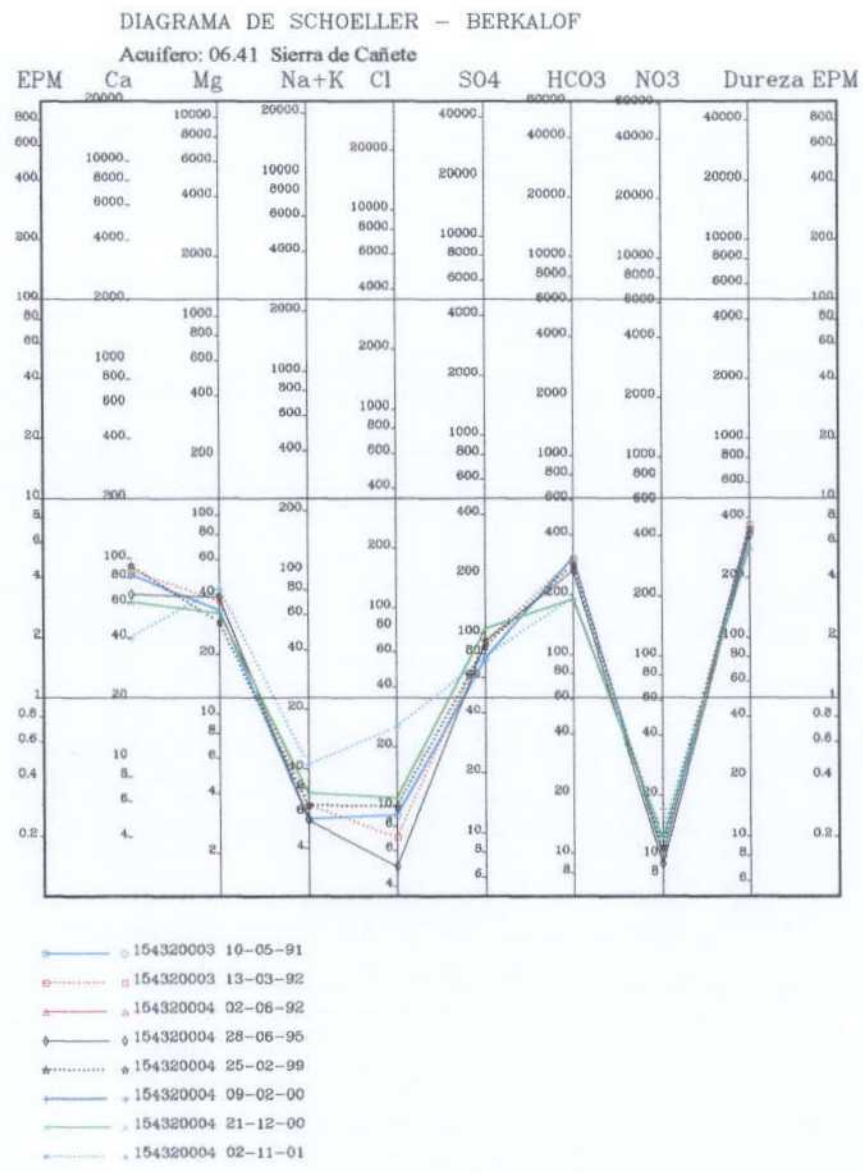


Figura 17.- Calidad química de las aguas subterráneas en la Sierra de Cañete y diagrama de potabilidad.

10.3.3.- BALANCE HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD

ENTRADAS

El procedimiento seguido para la obtención de la recarga por infiltración del agua de lluvia en el sistema y que se detalla en el Anexo III, ha sido el siguiente:

- Obtención de los años tipo húmedo, medio y seco a partir de las series de precipitaciones en las estaciones meteorológicas de la zona.
- Estimación de un coeficiente de escorrentía para cada tipo de material, basado en el contraste de la lluvia útil obtenida mediante distintos métodos (Balance mensual del agua en el suelo, Turc y Coutagne).
- Estimación de un coeficiente de infiltración para cada uno de los materiales diferenciados en función de las observaciones de campo.

Los resultados obtenidos se indican en la tabla adjunta.

TABLA V.- VOLÚMENES DE RECARGA POR SECTORES Y TOTALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

AÑO TIPO	PRECIPITAC. MEDIA (mm)	VOLUMEN (hm ³) PRECIPITADO	COEFICIENTE % ESCORRENTÍA	VOLUMEN (hm ³) DE LLUVIA ÚTIL	COEFICIENTE % INFILTRACIÓN	VOLUMEN (hm ³) DE RECARGA
MATERIALES PERMEABLES CARBONATADOS DE NATURALEZA DOLOMÍTICA (SUPERFICIE 42,29 km²)						
SECO	458,76	19,40	37,6	7,29	55	4,01
MEDIO	742,39	31,40	56,4	17,71	55	9,74
HÚMEDO	1197,10	51,63	72,5	36,70	55	20,19
MATERIALES PERMEABLES CARBONATADOS DE NATURALEZA CALCÁREA (SUPERFICIE 11,52 km²)						
SECO	458,76	5,28	37,6	1,99	50	0,99
MEDIO	742,39	8,55	56,4	4,82	50	2,41
HÚMEDO	1197,10	13,79	72,5	10,00	50	5,00
MATERIALES PERMEABLES DETRÍTICOS (SUPERFICIE 6,98 km²)						
SECO	303,50	2,12	16,2	0,34	35	0,06
MEDIO	569,25	3,97	41,8	1,66	35	0,30
HÚMEDO	1115,27	7,78	69,7	5,43	35	0,99
VOLUMENES HIDRICOS TOTALES DEL AREA DE ESTUDIO (SUPERFICIE 61,79 km²)						
SECO	458,76 - 303,50	26,80	37,6 - 16,2	9,63	35 - 55	5,13
MEDIO	742,39 - 596,25	43,92	56,4 - 41,8	24,19	35 - 55	12,73
HÚMEDO	1197,10 - 115,27	73,38	72,5 - 69,7	52,13	35 - 55	27,09

SALIDAS

A través de manantiales

La principal descarga de la unidad se realiza a través de manantiales, de los cuales son controlados por el IGME los siguientes:

Nº Red Hidrometría	Coordenadas UTM (Huso 30S)			Caudal medio anual (L/s)	Naturaleza	Nombre
	x	y	z			
1543-2-0001	318128	4096337	530	29.95	Manantial	Majabea
1543-2-0002	319453	4096279	520	13.59	Manantial	Majaborrego
1543-2-0005	314220	4090887	670	36.29	Manantial	Ojo de la Luna
1543-2-0007	314088	4089763	670	8.55	Manantial	El Pleito
1543-2-0011	314492	4090360	680	13.70	Manantial	Cortijogrande
1543-2-0012	319542	4090579	680	1.75	Manantial	Fuencaliente
1543-3-0002	320759	4096213	600	5.06	Manantial	Almirón
1543-6-0002	318222	4087263	670	6.42	Manantial	Fuentepeones

Durante el año 2000 se han inventariado un total de 20 manantiales con caudal significativo y 30 de pequeño caudal (IGME-JUNTA DE ANDALUCÍA, 2000). A partir de los datos de caudal medidos mensualmente durante el citado año en los manantiales de caudal significativo, se extrae como caudal medio un valor de 130 L/s, que equivale a 4.099 hm³/año.

Los 30 manantiales restantes son de pequeño caudal o sólo surgen en épocas de lluvia, estimándose para el conjunto un caudal medio de 8 L/s, que se corresponde con un volumen anual de 0.252 hm³/año.

Por tanto, la descarga total a favor de manantiales estimada para el año 2000, año que puede considerarse como medio, es de 4.351 hm³/año.

Aguas destinadas a abastecimiento

Desde la Unidad se abastece un total de 9 núcleos siendo el volumen captado en origen para el año 1999 el siguiente:

TIPO DE CAPTACIÓN	NÚCLEO DE POBLACIÓN	VOLUMEN CAPTADO (m ³)
Sondeos	Alcalá del Valle	496.619
	Almargen	453.869
	El Saucejo	476.292
	Olvera	731.983
	Teba	217.156
	Torre Alháquime	65.491
	Cañete la Real	83.714
	TOTAL	2.525.124
Manantiales	Campillos	504.576
	La Atalaya	22.593
	Cañete la Real	143.948
	TOTAL	671.117

A efectos del balance debe destacarse que los volúmenes captados para abastecimiento a partir de manantiales ya quedan incluidos dentro de la descarga a favor de manantiales reflejada anteriormente.

Agua destinada a regadío y otros usos

- **Uso agrícola**

Existen en la unidad 7 sondeos de suficiente importancia para ser considerados en el balance, en los cuales a partir del control de las horas de bombeo en tres de ellos, y de la dotación y tipo de cultivo existente en los cuatro restantes se estima un volumen anual total de bombeo de 53.353 m³/año para el año 2000.

- **Uso ganadero**

Existen, principalmente en el sector septentrional de la unidad, 12 captaciones de importancia destinadas a ganado porcino. Aplicando una dotación de 10 L/día por cabeza de ganado y 15 L/s destinado a otros usos dentro de las granjas, se obtiene un volumen total anual de 519.250 m³/año.

- **Uso minero-industrial**

Existen tres canteras de producción de áridos que captan agua para el lavado de áridos, limpieza y servicios. Los datos de explotación para el año 2000, facilitados por los propietarios, arrojan un volumen total de 23.600 m³/año.

BALANCE TOTAL

En función de los datos anteriormente expuestos, el balance en la unidad para un año tipo medio es el siguiente:

ENTRADAS:	Recarga Infiltración agua de lluvia.....	12.73 hm³/año
SALIDAS:	A favor de manantiales	4.35 hm ³ /año
	Por bombeos para abastecimiento	2.52 hm ³ /año
	Por bombeos uso agrícola y otros:	0.60 hm ³ /año
	Descargas ocultas y volúmenes no controlados	<u>5.26 hm³/año</u>
	Total salidas	12.73 hm³/año

Balance que refleja una importante pérdida de recursos hacia otros sectores externos a la unidad. Esta descarga se produce, principalmente hacia el sur, por transferencia a los materiales permeables detríticos del Mioceno de la Cuenca de Ronda, estimándose en las dos terceras partes de la descarga oculta, lo que supone unos 3.5 hm³/año. El tercio restante (1.76 hm³/año) se repartiría entre una recarga hacia el norte por el cuaternario del río Almargen, y hacia la vertiente occidental por los depósitos travertínicos de la Atalaya al río Corbones.

10.3.4.-. Implicaciones del balance sobre los recursos potencialmente aprovechables

Los resultados del balance efectuado ponen de manifiesto que existen del orden de **0.75 a 1 hm³/año**, en un año de precipitaciones medias, de recursos potencialmente aprovechables que fluyen al norte de la unidad y que podrían ser captados para abastecimiento urbano sin afectar significativamente el funcionamiento y régimen del acuífero.

11.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

- La Mancomunidad de Municipios de la Sierra Sur de Sevilla se compone de los municipios de Martín de la Jara, Los Corrales, El Saucejo, Villanueva de San Juan, Algámitas y Pruna, que suman una población total próxima a 18.000 habitantes.
- La demanda de agua calculada para el total de la población, considerando una dotación de 210 L/hab/día y un coeficiente de pérdidas en las redes de distribución del 30 %, asciende a unos 2 hm³/año.
- En la actualidad, la principal fuente de abastecimiento urbano es de origen superficial. Los municipios forman parte del Plan Écija que les suministra aguas procedentes del embalse de El Retortillo. La utilización de las aguas subterráneas es complementaria y se estima que supone del orden del 15 al 25 % de la demanda total calculada.
- No obstante, una serie de defectos estructurales hacen que la demanda no sea completamente atendida. La necesidad de aumentar la garantía en el suministro desemboca en la búsqueda de nuevos recursos hídricos, por lo que se propone incorporar, de forma comunitaria, las aguas subterráneas como refuerzo del actual sistema de abastecimiento.
- En el entorno de los citados pueblos existen materiales acuíferos próximos a la infraestructura de abastecimiento preexistente, que presentan un interés local y estratégico para el abastecimiento de la Mancomunidad. Éstos acuíferos están constituidos fundamentalmente por formaciones calizo-dolomíticas de edad jurásica, y se localizan en la Sierra de Los Caballos, la Sierra de Los Almadenes, la Sierra del Tablón - Algámitas y en la Unidad Hidrogeológica de la Sierra de Cañete.
- En cada acuífero se ha realizado un estudio hidrogeológico completo donde se detallan sus características litológicas, geométricas, estructurales, hidroquímicas, hidráulicas, su funcionamiento y piezometría; y se ha efectuado el balance hídrico para determinar los recursos subterráneos potencialmente aprovechables que, de forma sostenible, pueden integrarse al actual sistema de abastecimiento.

Los resultados más significativos del estudio son los que se expresan a continuación.

- **Sierra de los Caballos**

- El acuífero carbonatado de la Sierra de los Caballos, con una superficie total de materiales permeables de 24 km², recibe una recarga por infiltración del agua de lluvia cifrada en 2,68 hm³ en un año de precipitaciones medias.
- La descarga natural se efectúa hacia los materiales detríticos que bordean el macizo calcáreo, siendo la circulación de las aguas subterráneas fundamentalmente hacia el sureste, en dirección al arroyo de La Albina.
- Los niveles piezométricos actuales se sitúan próximos a los que presentaba el acuífero al inicio de su explotación. Los descensos generalizados detectados históricamente se han recuperado totalmente como respuesta del régimen lluvioso favorable y el actual patrón de explotación, lo cual refleja la clara tendencia a la recuperación del acuífero.
- Las aguas del acuífero son bicarbonatas cloruradas cálcicas magnésicas, de baja mineralización (conductividad entre 600 - 800 µS/cm) y aptas para abastecimiento urbano, aunque presentan contaminación por nitratos estando los contenidos medios cercanos al límite de potabilidad. Durante la explotación aumentan los contenidos en cloruros, sodio y magnesio, superando los límites de potabilidad. El origen de éstas concentraciones estaría relacionado con la presencia cercana de los materiales yesíferos-salinos del Trías junto con la influencia de vertidos ganaderos y la utilización excesiva de fertilizantes en los cultivos.
- Actualmente las extracciones para abastecimiento urbano se limitan al municipio de Sierra de Yeguas, con 0,3 hm³/año, las antiguas captaciones de La Roda de Andalucía y Martín de la Jara han sido abandonadas. Las extracciones para uso agrícola se han valorado en 2.59 hm³/año.
- Los resultados del balance hídrico efectuado indican que la explotación del acuífero está muy cercana al límite de sus recursos renovables anualmente, pero sin llegar a la sobreexplotación como indica la evolución de los niveles piezométricos, que reflejan la clara tendencia a la recuperación del acuífero.

- Se estima que del orden de 0.3 a 0.4 hm³/año podrían extraerse sin afectar seriamente el equilibrio del balance interanual, siempre que la explotación se plantee como refuerzo del abastecimiento actual en momentos deficitarios, pues una explotación continuada provocaría de nuevo el descenso generalizado que sufrió el acuífero hasta los años 90.
- El área más favorable para situar una nueva captación sería, desde el punto de vista de la calidad, una zona próxima a la recarga, donde el contenido en nitratos no sea alarmante pues el acuífero se va cargando en éstos compuestos a medida que circula en dirección sureste. La degradación de la calidad por influencia de los materiales yesífero-salinos del Trías es menos probable en el sector nororiental, ya que el substrato debe ser fundamentalmente los materiales margosos del Dogger - Malm - Cretácico por la falla inversa que afecta a la estructura en esa área.
- No obstante, dada la proximidad de la infraestructura existente en el sector sur de la sierra y de la existencia de extensos afloramientos de materiales con buenas características acuíferas (brecha dolomítica del Lías) es posible plantear una captación en esta área, buscando una zona cercana la recarga y aislando la captación del substrato, siempre que la explotación no sea continuada, pues de otro modo existe riesgo de que aumente la mineralización de las aguas con el bombeo.
- **Sierra de los Almadenes**
 - El acuífero de la Sierra de los Almadenes, con una superficie total de materiales permeables de 2,7 km², recibe una recarga por infiltración del agua de lluvia cifrada en 0,193 hm³ en un año de precipitaciones medias.
 - La descarga natural se realiza a través de manantiales y por drenaje difuso al sur, hacia el arroyo de La Parra.
 - La mineralización de las aguas es media, con valores de conductividad del orden de 1.200 – 1.500 µS/cm.

- En la actualidad no existen captaciones destinadas a abastecimiento urbano, siendo el único aprovechamiento de tipo industrial.
- Los resultados del balance indican que la mayor parte de los recursos se drenan al Arroyo de La Parra, valorados en 0.167 hm^3 , por lo que se concluye que el acuífero no presenta recursos de suficiente entidad como para plantear una explotación destinada al abastecimiento urbano.
- **Sierra del Tablón – Peñón de Algámitas**
 - Constituyen dos acuíferos con un funcionamiento hidrogeológico independiente y están formados, en ambos casos, por materiales calizo-dolomíticos jurásicos en conexión hidráulica con las areniscas biclásticas miocenas.
 - El conjunto presenta una superficie total de materiales permeables de $15,5 \text{ km}^2$ (8 km^2 en la Sierra del Tablón y $7,5 \text{ km}^2$ en el Peñón), siendo la recarga por infiltración directa de la lluvia, para un año de precipitaciones medias de $2,584 \text{ hm}^3$ ($1,676 \text{ hm}^3$ en la Sierra del Tablón y $0,908 \text{ hm}^3$ en el Peñón).
 - El drenaje natural se produce a través de manantiales y por alimentación lateral hacia los materiales detríticos, siendo el sentido de circulación de las aguas fundamentalmente hacia el sur en la Sierra del Tablón y hacia el norte y este en el Peñón de Algámitas.
 - Las aguas subterráneas muestran una excelente calidad y son aptas y apropiadas para abastecimiento urbano. En la Sierra del Tablón presentan una conductividad del orden de $700 \text{ }\mu\text{S/cm}$, aunque conviene vigilar la concentración de nitratos pues la concentración media es más alta de lo habitual (20 mg/L). En el Peñón de Algámitas las características químicas son similares, la concentración de nitratos es menor (10 mg/L), aunque se detectan valores más elevados de conductividad, cloruros, sulfatos y sodio en los sondeos donde el substrato yesífero-salino del triás está más cercano.
 - En el conjunto se localizan sendas captaciones para el abastecimiento urbano de las poblaciones de Pruna, Algámitas y Villanueva de San Juan, estimándose el volumen

bombeado en 0729 hm³/año, mientras que el aprovechamiento agrícola se estima del orden de 0,200 hm³/año.

- Los resultados del balance hídrico efectuado indican que el Peñón de Algámitas se encuentra al límite de su explotación, existiendo en la Sierra del Tablón recursos del orden de 1 hm³ potencialmente aprovechables de los cuales se estima que pueden extraerse sin afectar seriamente el funcionamiento hidrogeológico del sistema del orden de 0.6 a 0.8 hm³/año.
- El área más favorable para captar éstos recursos subterráneos sería la vertiente sur de la Sierra del Tablón, pues el flujo subterráneo se dirige al sur y es donde los materiales presentan mejores características acuíferas (brecha dolomítica de la base del jurásico), aflorando al suroeste de la sierra, y subyacentes a los materiales más margosos de la serie en dirección sureste.
- **Unidad Hidrogeológica de la Sierra de Cañete**
 - El principal acuífero de la unidad está constituido por materiales calcáreos del jurásico que ocupan una extensión total de 53,81 km², conectados hidráulicamente con un área de 6.98 km² de materiales detríticos. La recarga por infiltración de la lluvia para un año de precipitaciones medias asciende a 12,73 hm³/año.
 - La descarga natural se produce a través de los manantiales que bordean el acuífero estando la mayor parte de la circulación subterránea dirigida hacia el norte.
 - En la actualidad la profundidad del nivel piezométrico en el entorno de los sondeos de abastecimiento a El Saucejo es similar a la del inicio de la explotación, mostrando en su evolución una tendencia estable y una rápida respuesta ante los eventos lluviosos.
 - La calidad de las aguas es excelente y apta para abastecimiento urbano, no obstante la existencia de numerosas granjas constituyen potenciales focos de contaminación, por lo que se deberá tener en cuenta su ubicación en la selección de posibles áreas de captación.

- Existen numerosos aprovechamientos de las aguas subterráneas en la unidad, indicando el balance hídrico efectuado que existen del orden de 0.75 a 1 hm³/año de recursos potencialmente aprovechables que fluyen hacia el norte de la unidad.
- Dado que éstos recursos fluyen hacia el norte, la ubicación de nuevas captaciones se realizará en este sector de la unidad, prestando especial atención a la ubicación de las actividades agrícolas - ganaderas en el entorno.
- En el conjunto de los acuíferos estudiados, existen del orden de 1.6 a 2.2 hm³/año potencialmente aprovechables para complementar el sistema de abastecimiento urbano de la Mancomunidad de la Sierra Sur de Sevilla. El total de los recursos que se puedan obtener realmente dependerá de los resultados de la investigación mecánica que se propone a continuación.

12.- RECOMENDACIONES

A la vista de todo lo anteriormente expuesto se recomienda la realización de una campaña de sondeos de reconocimiento mecánico en la Sierra de Cañete, Sierra del Tablón y Sierra de Los Caballos, cuya situación queda reflejada en los planos del Anexo IV y ha sido marcada “in situ” al encargado del servicio de aguas.

Las características técnicas constructivas son las siguientes:

- **Nº de obras:** 7 sondeos.
- **Situación:** Según planos que se acompañan. No obstante, ha sido marcada “in situ” como arriba se indica.
- **Terreno a perforar:** Calizas jurásicas.
- **Metodología:** Rotación circulación inversa con aire, en su defecto, rotopercusión.
- **Orden de ejecución:** Preferentemente ejecutar las obras según la numeración indicada en los planos.
- **Profundidades a alcanzar:**
 - Sierra de Cañete: Sondeos 1, 2 , 3 del orden de 250–300 m
 - Sierra del Tablón: Sondeos 4 y 5 del orden de 200 m
Sondeo 6 del orden de 300 m
 - Sierra de Los Caballos: Sondeo 7 del orden de 100 m
- **Diámetro de la perforación:** del orden de 250 mm. En caso de ser necesario se reducirá a 220/170 mm)

- **Controles a realizar:**
 - Se tomarán muestras del terreno atravesado cada metro
 - Se controlará la velocidad de avance de la perforación anotando las variaciones que se observen. Así mismo, se controlará el retorno de aire-agua y detritus de la perforación, anotando sus variaciones y cotas.
 - Se anotarán la presencia de síntomas de agua, haciéndose, si procede, estimación de caudal y sus variaciones.

- Si por circunstancias especiales (sobre todo en la rotoperCUSión, pérdida de aire, derrumbes, no muestreo adecuado, etc) no pudiera avanzar la perforación, se deberá entubar con tubería de hierro adecuada y reducir el diámetro de perforación cuantas veces sea necesario, hasta alcanzar las cotas previstas.

- En función de los resultados que se obtengan se procederá, o no, a la realización de sondeos de explotación, con prescripciones puntuales de características técnicas constructivas.

14.- BIBLIOGRAFÍA

- IGME, 1991. Mapa Geológico de España. Escala 1/50.000. hoja nº1037 (Teba).
- IGME, 1986. Mapa Geológico de España. Escala 1/50.000. hoja nº1005 (Osuna).
- IGME, 1986. Mapa Geológico de España. Escala 1/50.000. hoja nº1023 (Antequera).
- IGME, 1986. Mapa Geológico de España. Escala 1/50.000. hoja nº1006 (Benamejí).
- IGME, 1986. Mapa Geológico de España. Escala 1/50.000. hoja nº1021 (Morón de la Frontera).
- IGME, 1986. Mapa Geológico de España. Escala 1/50.000. hoja nº1022 (Campillos).
- IGME, 1991. Mapa Geológico de España. Escala 1/50.000. hoja nº1036 (Olvera).
- IGME, 1988. Mapa Hidrogeológico de España. Escala 1/200.000. Hoja nº 82 (Morón de la Frontera).
- ITGE, 1998. Hidrogeología de la reserva natural de la laguna de Fuente de Piedra (Málaga).
- IGME – JUNTA DE ANDALUCÍA, 2000. Convenio de colaboración con la consejería de obras públicas y transportes para el desarrollo del programa de asistencia en aguas subterráneas para abastecimientos 1996 – 2000. Actividad nº 26. Plan de integración de los recursos hídricos subterráneos en los sistemas de abastecimiento público de Andalucía. Estudio hidrogeológico de posibilidades de mejora de los abastecimientos urbanos en la zona norte de la provincia de Málaga. Documento 26.2.- Sierra de Cañete.
- CRUZ SANJULIÁN, J. (1974). “Estudio geológico del sector Cañete La Real – Teba – Osuna (cordillera Bética, región occidental)”. Tesis Doctorales de la Univ de Granada, nº 71, secretariado de Pub. Univ. Granada, XII, 431 pg.
- IGME – JUNTA DE ANDALUCÍA, 2000. Convenio de colaboración con la consejería de obras públicas y transportes para el desarrollo del programa de asistencia en aguas subterráneas para abastecimientos 1996 – 2000. Actividad nº 26. Plan de integración de los recursos hídricos subterráneos en los sistemas de abastecimiento público de Andalucía. Estudio hidrogeológico de posibilidades de mejora de los abastecimientos urbanos en la zona norte de la provincia de Málaga. Documento 26.15.- Sierra de los Caballos.
- ITGE – DIPUTACIÓN DE SEVILLA, 1995. Encuesta Abastecimiento Urbano de Agua. Convenio Asistencia Técnica Diputación de Sevilla – ITGE.
- IGME, 1988. Estudio hidrogeológico del terciario de Martín de la Jara – Los Corrales (Sevilla).

ANEXO I

INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS

1.- SIERRA DE LOS CABALLOS

2.- SIERRA DEL TABLÓN-ALGÁMITAS

Los datos contenidos en este Anexo proceden de las fichas del Inventario de Puntos Acuíferos registrados en la base de datos AGUAS del IGME.

INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS. SIERRA DE LOS CABALLOS

Nº INVENT.	X-UTM	Y-UTM	ZONA	COTA	NATUR.	PROF.	USO	Nombre	VOL. (m³/año)	Q (L/s)	ACUÍF.	TRANSM.	COEF. AL.	
1542	4	0001	335319	4113552	30S	440	Sondeo	35.00	Agrícola	Cjo. La Peñuela	No se usa	130	Liásico	
1542	4	0002	335319	4113244	30S	435	Poz+Son	25.00	Agrícola	Las Valencianas	No se usa	16,6	Liásico	
1542	4	0003	335134	4112877	30S	435	Poz+Son	26.18	Agrícola		Seco	16,6	Liásico	
1542	4	0004	334832	4112636	30S	435	Sondeo	60.00	Abto. Sierra Yeguas		No se usa		Liásico	
1542	4	0005	334830	4112544	30S	435	Poz+Son	27.00	Agrícola		No se usa	10	Liásico	
1542	4	0006	334731	4112515	30S	435	Sondeo	50.00	No se usa		No se usa		Liásico	
1542	4	0007	334679	4112362	30S	435	Poz+Son	39.00	Agrícola		72000	16,6	Liásico	
1542	4	0008	334431	4112336	30S	440	Sondeo	30.00	Particular		No se usa		Liásico	
1542	4	0009	334182	4112187	30S	440	Sondeo	35.00	Agrícola	Casa del Higueral	No se usa	80	Liásico	
1542	4	0010	334304	4112154	30S	435	Sondeo	42.00	Agrícola		No se usa	80	Liásico	
1542	4	0011	331652	4111590	30S	435	Sondeo	21.00	Agrícola	Cjo. Rejano	No se usa	45	Cuaternario	
1542	4	0012	331705	4111743	30S	435	Sondeo	30.00	Agrícola	Cjo. Rejano	No se usa	22	Cuaternario	
1542	4	0013	331777	4111710	30S	435	Sondeo	35.00	Agrícola	Cjo. Rejano	No se usa	22	Cuaternario	
1542	4	0014	332684	4111322	30S	430	Sondeo	40.00	Agrícola		No se usa	18	Liásico	
1542	4	0022	335009	4112849	30S	435	Sondeo	42.00	Abto. Sierra Yeguas		No se usa	40	Liásico	
1542	4	0023	334805	4112545	30S	435	Sondeo	40.00	Agrícola		No se usa		Liásico	
1542	4	0024	334678	4112331	30S	435	Sondeo	40.00	Agrícola		No se usa		Liásico	
1542	4	0025	334354	4112152	30S	435	Sondeo	30.00	Abto. Sierra Yeguas		No se usa	40	Liásico	
1542	4	0026	333956	4111976	30S	435	Sondeo	38.00	Agrícola		No se usa		Liásico	
1542	4	0027	333781	4111886	30S	435	Sondeo	42.00	No se usa		No se usa	80	Liásico	
1542	4	0028	333610	4111951	30S	435	Sondeo	30.00	Abto. Sierra Yeguas		Desapar.	40	Liásico	
1542	4	0029	333608	4111890	30S	435	Sondeo		No se usa		No se usa		Liásico	
1542	4	0030	334777	4112361	30S	435	Poz+Son	16.35	Agrícola	La Vega	Hundido	30	Liásico	
1542	4	0031	332212	4111237	30S	440	Sondeo	30.00	Agrícola	Cjo. Las Salinas	No se usa	100	Liásico	
1542	4	0032	334924	4112263	30S	440	Poz+Son	29.82	Ganadero	El Almendral			Liásico	
1542	4	0036	328909	4113167	30S	398	Manantial		No se usa	Fte de las Ánimas	No se usa	0,1	Mioceno	
1542	4	0040	335035	4112852	30S	440	Sondeo	40.00	Abto. M. Jara+Los Corra.		No se usa	25	Liásico	
1542	4	0048	334931	4112729	30S	433	Sondeo	44.50	Abto. Sierra Yeguas		No se usa		Cuat + Lías	
1542	4	0049	335180	4112702	30S	427	Sondeo	49.00	Agrícola		No se usa	30	Liásico	
1542	4	0052	334980	4112840	30S	430	Sondeo	46	Abto. M. Jara+Los Corra.		No se usa	25	Liásico	
1542	4	0053	335025	4112850	30S	430	Sondeo	70	Abto. M. Jara+Los Corra.		No se usa	35	Liásico	
1542	4	0054	335275	4113300	30S	430	Sondeo	100.00	Abto. Sierra Yeguas	Cjo del Valenciano	365000	18	Liásico	

INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS. SIERRA DE LOS CABALLOS

Nº INVENT.	X-UTM	Y-UTM	ZONA	COTA	NATUR.	PROF.	USO	Nombre	VOL. (m ³ /año)	Q (L/s)	ACUÍF.	TRANSM.	COEF. AL.	
1641	5	0003	339436	4115877	30S	415	Sondeo	30.00	Agrícola	El Puntal		30	Liásico	
1641	5	0005	338312	4115159	30S	415	Sondeo	22.00	Agrícola	Cjo El Puntal	No se usa	53	Liásico	
1641	5	0006	338388	4115281	30S	415	Sondeo	32.00	Agrícola	Cjo El Puntal	1000	20	Liásico	
1641	5	0007	338817	4115796	30S	440	Sondeo	52.00	Abto La Roda		No se usa	32	Liásico	
1641	5	0008	338881	4116536	30S	440	Poz+Son	47.00	Abto La Roda	El Puntal	No se usa	2,4	Liásico	
1641	5	0009	337171	4121464	30S	490	Manantial		Abto La Roda	El Puntal	No se usa		Liásico	
1641	5	0035	338199	4115459	30S	420	Sondeo	70.00	Agrícola	El Puntal			Liásico	
1641	5	0037	338537	4115368	30S	420	Sondeo	98.00	Abto La Roda	El Puntal	No se usa	60	Liásico	1 x 10 ⁻² m ² /s
1641	5	0038	338900	4116400	30S	120	Sondeo	95.00	Abto La Roda		No se usa		Liásico	
1641	5	0040	338925	4116820	30S	430	Sondeo	150	Abto La Roda		No se usa	45	Liásico	9 x 10 ⁻⁴ m ² /s
1642	1	0001	337863	4114922	30S	389	Sondeo	52.00	Agrícola	Navahermosa	446000	143	Liásico	
1642	1	0006	337438	4114621	30S	400	Sondeo	62.00	Agrícola	Navahermosa	145000	140	Liásico	
1642	1	0007	336192	4113998	30S	410	Sondeo	82.00	Agrícola	Navahermosa	384000	137	Liásico	
1642	1	0054	336975	4113416	30S	440	Sondeo	42.00	Agrícola	Cjo Navahermosa		90	Liásico	
1642	1	0055	338200	4115000	30S	425	Sondeo	42.00	Agrícola	Cjo El Puntal		78	Liásico	3,2 x 10 ⁻² m ² /s
1642	1	0056	338590	4114255	30S	445	Sondeo	50.00	Agrícola	Los Estanquines		9	Liásico	1 x 10 ⁻² (esti.)
1642	1	0057	338891	4114403	30S	445	Sondeo	50.00	Agrícola	La Corcoja		30	Liásico	
1642	1	0058	336086	4113571	30S	435	Sondeo	80.00	Agrícola	Navahermosa		60	Liásico	
1642	1	0059	339595	4115048	30S	440	Sondeo	45.00	Agrícola	Cjo San Ramón		4,16	Liásico	
1642	1	0060	338145	4115058	30S	445	Sondeo	22.00	Agrícola	Cjo El Puntal		70	Liásico	

INVENTARIO DE PUNTOS ACUÍFEROS. SIERRA DEL TABLÓN - ALGÁMITAS

Peñón de Algámitas (La Sierrezuela)

Nº INVENT.	X-UTM	Y-UTM	ZONA	COTA	NATUR.	PROF.	USO	Nombre	VOL. (m ³ /año)	Q (L/s)	ACUÍF.	TRANSM.	COEF. AL.	
1442	8 0002	304823	4102400	30S	500		Pozo	20	Abto. Villanu. San Juan	Pozo La Ina	No se usa		Detrítico	
1542	5 0001	306758	4101606	30S	570		Manantial		Ganadería	Hornillo		4	Detrítico	
1542	5 0002	308158	4099015	30S	460		Manantial		Abast y agricultura			0,5	Detrítico	
1542	5 0003	307957	4098865	30S	460		Manantial		Abast y agricultura			1	Detrítico	
1542	5 0004	307036	4099719	30S	500		Manantial		Abast y agricultura			49	Carbonatado	
1542	5 0005	307346	4100267	30S	500		Manantial		No se utiliza	Fte de la Arena		3	Detrítico	
1542	5 0006	306699	4099048	30S	760		Manantial		Abast y ganadería			4	Carbonatado	
1542	5 0007	306476	4098992	30S	840		Manantial		Abast y ganadería			4	Carbonatado	
1542	5 0008	306461	4098375	30S	900		Manantial		Abto. Algámitas	Fte. Parrilla		4	Carbonatado	
1542	5 0009	307256	4098295	30S	600		Manantial		Abto. Algámitas	Fte. Berrozal		5	Carbonatado	
1542	5 0010	307526	4100602	30S	500		Manantial		Desconocido			2	Detrítico	
1542	5 0011	307378	4100606	30S	520		Manantial		Abast particular			3	Detrítico	
1542	5 0012	307090	4098310	30S	655		Sondeo	56	Abto. Algámitas	Fuente Muñoz		20	Carbonatado	9,8x10 ⁻² m ² /s
1542	5 0013	306662	4099558	30S	700		Poz. Talad	16	Abto. Villanu. San Juan		No se usa	15	Carbonatado	
1542	5 0014	306675	4099558	30S	700		Poz. Talad	16	Desconocido			39	Carbonatado	
1542	5 0015	307090	4097975	30S	650		Sondeo	214	No se utiliza			Nulo	Margas	
1542	5 0016	306725	4099625	30S	700		Sondeo	90	Abto. Villanu. San Juan	Fuenfría	153000	31	Carbonatado	
1542	5 0017	307660	4099030	30S	540		Pozo	20	Abto. Camping	Chapatal		3	Detrítico	
1542	5 0018	308180	4100000	30S	440		Pozo	6	Abto. Algámitas	Las Arenas	No se usa		Detrítico	

Sierra del Tablón

1442	8 0001	305291	4098167	30S	601		Manantial		Agricultura			29	Carbonatado	
1443	4 0016	303430	4096328	30S	610		Manantial		Ganadería			5	Carbonatado	
1443	4 0017	303279	4096179	30S	650		Sondeo	150	Abto. Pruna	Los Navazos		50	Carbonatado	4x10 ⁻² m ² /s
1543	1 0027	305827	4095813	30S	660		Galería		Abto. Pruna	Botón Gallo I	158000	2,5	Carbonatado	
1543	1 0031	305970	4095900	30S	660		Galería		Abto. Pruna	Botón Gallo II	158000	2,5	Carbonatado	

ANEXO II

ANÁLISIS QUÍMICOS

- 1.- SIERRA DE LOS CABALLOS**
- 2.- SIERRA DE LOS ALMADENES**
- 3.- SIERRA DEL TABLÓN-ALGÁMITAS**
- 4.- U.H. SIERRA DE CAÑETE**

Los datos contenidos en este Anexo proceden de los análisis químicos existentes en la base de datos AGUAS del IGME, así como los realizados para el presente trabajo y los proporcionados por el Consorcio de Aguas de la Sierra Sur.

Tabla de análisis químicos de la Sierra de los Caballos. Sector Sur.

Uni. Hidr.	Número de inventario	Fecha de muestreo	Mu Mé es to tr do	D.Q.O mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	NO3 mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	K mg/l	pH	Conduc uS/cm	T* °C	SiO2 mg/l	NO2 mg/l	NH4 mg/l	P2O5 mg/l	fecha de análisis	Prof. toma (m)	Tiempo bombeo (min.)	"Hay otras deter.?"	
05.99	154240010	27-04-70	1			387	120	336			240	52	104	4	7.5	1940	17					01-05-70			N
05.99	154240025	29-04-70	1			71	23	275			29	32	62	1	7.9	670						01-05-70			N
05.99	154240031	29-04-70	1			245	139	341			225	30	80	6	8.1	1520						01-05-70			N
05.99	154240032	29-04-70	1			60	79	307			17	46	69	21	8.2	820	15					01-05-70			N
05.99	154240040	17-05-84	1	J	1.3	531	138	272		24	300	61	114	6	7.6	2300		9.8	0.07	0.04	0.01	01-06-84			N
05.99	154240048	22-04-93	1	I	0.9	284	90	270	0	34	183	44	70	2	7.5	1451		11.8	0.01	0	0	31-05-93			S
05.99	154240048	08-11-93	71	I	0.8	364	106	160	3	34	232	49	47	3	8.3	1545		12.0	0.00	0.00	0.00	05-05-94			N
05.99	154240048	26-04-94	90	J	0.4	314	106	328	0	32	192	53	79	3	8.0	1492		12.9	0	0	0	14-10-94			N
05.99	154240048	07-11-94	1	Z	0.5	420	132	340	0	33	237	59	106	5	7.4	2140		12.9	0.09	0.05	0.05	31-01-95			N
05.99	154240048	05-04-95	01	E	0.5	296	86	228	0	29	163	47	78	3	8.1	1593	18	11.7	0.00	0.00	0.00	18-09-95			N
05.99	154240048	13-11-95	01	Z	0.2	480	139	437	0	32	285	59	103	4	7.9	1700		9.0	0.00	0.00	0.00	14-12-95			N
05.99	154240048	06-11-96	01	U	0.9	390	114	258	0	30	216	52	86	2	7.9	1690		9.1	0.00	0.00	0.00	30-06-97			N
05.99	154240048	17-04-97	01	U	0.8	132	127	326		96	69	22	180	1	7.7	1394		19.1	0.00	0.00	0.00	31-10-97			N
05.99	154240048	14-10-97	01	Z	0.5	408	103	304	0	43	282	52	78	3	7.4	1743		9.7	0.00	0.00	0.05	10-02-98			N
05.99	154240048	24-04-98	01	Z	1.2	326	92	271	0	46	148	51	98	3	7.6	1461		9.1	0.00	0.00	0.00	29-07-98			N
05.99	154240048	19-10-98	01	Z	1.1	388	130	276	0	40	211	51	114	3	7.5	1796		9.4	0.00	0.00	0.00	03-03-99			N
05.99	154240048	11-05-99	01	Z	0.9	367	128	288	0	44	164	60	108	3	7.4	1586		9.6	0.00	0.00	0.00	11-08-99			N
05.99	154240048	26-10-99	01	Z	1.0	488	135	248	0	41	262	58	104	3	7.7	2420		9.4	0.00	0.00	0.00	16-02-00			N
05.99	154240048	28-04-00	01	Z	1.1	454	116	231	0	44	233	55	93	3	7.8	1818		9.6	0.00	0.00	0.00	23-06-00			N
05.99	154240053	07-06-95	01	Z						28									0.01	0.05		01-07-95			N
05.99	154240053	29-06-95	1	E	0.8	624	192	282	0	31	421	61	101	3	7.7	2600	19	13.7	0	0	0	28-09-95		5	S
05.99	154240053	25-02-99	01	Z	1.1	568	154	284	0	42	339	58	128	4	7.5	2532		9.9	0.00	0.00	0.00	19-04-99			N
05.99	154240053	09-02-00	01	U						0	45				7.4	2731			0.00	0.00		14-02-00			N
05.99	154240053	21-12-00	1		1.1	624	175	201	0	39	315	65	97	4	7.6	2492		9.8	0.00	0.00	0.00	30-04-01			N
05.99	154240053	25-10-01	01	Z		536	136	310	0	54	334	72	104	4	7.8	2130		9.7	0.00	0.00	1.94	20-12-01			S
05.99	154240053	12-06-02	1	Z	3.3	29	224	304	0	50	333	78	33	2	7.5	2230			0.00	0.00		13-06-02			N
05.99	154240054	26-04-97	01	H		200	39	312	0	48	73	70	75	2	7.8	948		7.1	0.00	0.00	0.09	05-05-97		43.0	S
05.99	154240054	22-05-00	01	Z	0.3	37	19			32	15	26	59	1	7.8	554		4.9	0.00	0.00		15-06-00			N
05.99	154240054	02-05-02	01	T		106	28	283		36	44	41	86	2	7.8	863						08-05-02			N

Tabla de análisis químicos de la Sierra de los Caballos. Sector El Puntal.

Uni. Hidr.	Número de inventario	Fecha de muestreo	Mu es	Mé do	D.Q.O mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	NO3 mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	K mg/l	pH	Conduc uS/cm	T* °C	SiO2 mg/l	NO2 mg/l	NH4 mg/l	P2O5 mg/l	fecha de análisis	Prof. toma (m)	Tiempo bombeo (min.)	Hay otras deter.?
05.99	164150007	17-05-84	1	J	2.4	248	119	289		42	152	55	100	4	7.6	1531		9.0	0.08	0.04	0.01	01-06-84			N
05.99	164150007	14-12-84	1	J	0.5	239	98	237		39	148	49	90	3	7.6	1430		7.8				18-01-85			N
05.99	164150007	15-09-94	1	J	0.3	257	132	346	0	54	133	60	104	2	7.8	1429		10.4	0.07	0.00	0.00	14-10-94			N
05.99	164150007	06-11-96	01	U	1.2	360	189	319		49	195	67	132	2	7.6	2051		8.1	0.00	0.00	0.00	30-06-97			N
05.99	164150007	17-04-97	01	U	1.1	380	310	310		92	245	76	157	3	7.5	2351		7.3	0.00	0.00	0.00	31-10-97			N
05.99	164150007	14-10-97	01	Z	0.7	360	260	360	0	62	162	85	160	3	7.4	1882		7.7	0.00	0.00	0.00	10-02-98			N
05.99	164150007	24-04-98	01	Z	1.8	448	272	392	0	92	191	83	225	2	7.3	2610		8.1	0.00	0.00	0.00	29-07-98			N
05.99	164150007	19-10-98	01	Z	1.1	348	268	161	0	67	181	79	108	2	7.4	1885		8.2	0.00	0.00	0.00	03-03-99			N
05.99	164150007	11-05-99	01	Z	2.2	303	233	384	0	64	147	89	141	2	7.4	1683		9.1	0.00	0.00	0.00	11-08-99			N
05.99	164150007	28-04-00	01	Z	1.0	153	72	194	0	31	92	24	81	1	7.8	975		12.8	0.05	0.00	0.00	23-06-00			N
05.99	164150007	05-10-00	1																			20-02-01			
05.99	164150007	26-10-00	1		1.4	141	95	188	0	34	103	22	76	1	7.7	907		13.5	0.00	0.00	0.00	20-02-01			N
05.99	164150037	25-02-86	1	J	0.9	240	150	220		41	154	61	60	3	8.0	1501		7.0	0.02	0.01	0.02	18-06-86			S
05.99	164150037	26-01-88	1	J	0.5	312	156	334	0	41	174	61	111	3	7.7	1761		8.4	0.00	0.00	0.07	20-03-88			S
05.99	164150037	09-05-91	1	Z	0.2	271	150	345	0	48	145	61	118	4	7.8	1471	20	7.3	0.00	0.22	0.29	09-06-91			N
05.99	164150037	12-03-92	1	Z	0.2	257	123	349	8	42	144	58	116	3	7.4	1432	19	7.0	0.00	0.00	0.24	12-04-92			N
05.99	164150037	20-04-93	01	Z						40									0	0		10-05-93			N
05.99	164150037	26-04-93	1	I	1.1	250	159	327		45	135	64	113	1	7.4	1690		10.1	0.00	0.00	0.00	31-05-93			S
05.99	164150037	08-11-93	70	I	1.1	284	151	190	0	64	161	65	58	2	8.0	1515		10.4	0.00	0.00	0.00	05-05-94			N
05.99	164150037	15-04-94	91	J	0.3	257	182	346	0	54	133	60	104	2	7.8	1429		10.4	0.07	0.00	0.00	14-10-94			N
05.99	164150037	15-10-94	1		0.3	320	176	398		52	185	70	132	4	7.3	1804		12.1	0.07	0.00	0.00	31-01-95			N
05.99	164150037	07-11-94	01	Z	0.3	320	176	398	0	52	185	70	132	4	7.3	1804		12.1	0.07	0.05	0.05	31-01-95			N
05.99	164150037	05-04-95	01	E	0.8	316	141	259	0	43	176	62	99	3	7.9	1716	19	11.2	0.00	0.00	0.00	18-09-95			N
05.99	164150037	13-11-95	01	Z	0.2	290	136	415	0	40	177	60	106	3	7.5	1300		7.0	0.00	0.00	0.00	14-12-95			N
05.99	164150037	20-08-96	01	Z						44									0.01	0.05		15-09-96			N
05.99	164150037	24-04-97	01	Z						87												15-05-97			N
05.99	164150040	20-08-96	01	Z						48									0.01	0.05		15-09-96			N
05.99	164150040	24-04-97	01	Z						81												15-05-97			N
05.99	164150040	23-09-98	1	Z						69						2110			0.1	0.19		23-09-98			N
05.99	164150040	08-02-00	01	U					0	78					7.4	2401			0.00	0.00		14-02-00			N



ANÁLISIS QUÍMICOS

Ctra. Osuna Km. 1
Pol. Ind. Virgen del Rocío 23
41060 Écija (Sevilla)
Tel. 954952742 - 954901375
Movil 969-524090
e-mail ferboy@100mhps.es

ECIJA, A 18 DE JUNIO DE 2002

SRES. CONSORCIO AGUA SIERRA SUR
C/ FERIA 23
LOS CORRALES (SEVILLA)

ANÁLISIS NORMAL DE AGUA

DESCRIPCIÓN DE LA TOMA	MUESTRA TOMADA EN FRASCO ESTERIL DE 0.5 L POR PERSONAL DEL LABORATORIO
NATURALEZA DE LA MUESTRA	AGUA POZO
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA	POZO SIERRA YEGUAS <i>R. Jara y Los Cordes 53</i>
FECHA TOMA MUESTRA	12/06/02
CÓDIGO ANÁLISIS	800 202

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
COLOR	mg/l (Pt/Co)	0	20
OLOR	Ind. dilución	0	3 a 25 °C
SABOR	Ind. dilución	0	3 a 25 °C

DETERMINACIONES QUÍMICAS	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
pH		7.49	6.5-9.5
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 25°C	µS/cm	2230.00	
OXIDABILIDAD AL PERMANGANATO	mg O ₂ /l	3.35	
NITRITOS	mg NO ₂ /l	AUSENTE	0.10
AMONIACO	mg NH ₄ /l	AUSENTE	0.50
NITRATOS	mg NO ₃ /l	49.90	50.00

DETERMINACIONES BACTERIOLÓGICAS	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
COLIFORMES TOTALES	n° col/100ml	AUSENTE	0
COLIFORMES FECALES	n° col/100ml	AUSENTE	0

NOTAS SOBRE EL ANÁLISIS

Fdo. Rafael Fernández Boy
Lic. Ciencias Químicas.

Laboratorio autorizado por la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía n° A/83
Laboratorio autorizado por Dir. Gen. de Salud Pública y Particip.; Cons. de Salud de la Junta de And. n° A.123/I



ANÁLISIS QUÍMICOS

Pol. Ind. Virgen del Rocío 21
41400 Elna (Sevilla)
Tel y Fax +34-95-4832742
T+I +34-95-4830962
Móvil 656-814450
e-mail: rferboy@teleluc.es

SRES. CONSORCIO AGUA SIERRA SUR
C/ FERIA 23
LOS CORRALES (SEVILLA)

Página 1 de 1

ANÁLISIS DE AGUA

NATURALEZA DE LA MUESTRA	AGUA DE POZO
LOCALIZACIÓN DE LA TOMA DE MUESTRA	POZO SIERRA YEGUAS <i>1542-4-0053</i>
SU REFERENCIA	
N/REFERENCIA	800 202

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

pH (en escala de pH)	7.49
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 20 °C (μS/cm)	2 230
SALES SOLUBLES (g/l)	1.43

CATIONES	meq/l	mg/l
CALCIO (COMPLEXOMETRÍA)	1.64	32.87
MAGNESIO (COMPLEXOMETRÍA)	6.40	77.79
SODIO (FOTOMETRÍA DE LLAMA)	14.49	333.27
POTASIO (FOTOMETRÍA DE LLAMA)	0.06	2.35

ANIONES	meq/l	mg/l
CLORUROS (MERCURIMETRÍA)	0.83	29.47
SULFATOS (NEFELOMETRÍA)	4.66	223.68
CARBONATOS (VALORACIÓN ACIDO-BASE)	0.00	0.00
BICARBONATOS (VALORACIÓN ACIDO-BASE)	4.98	303.78
NITRATOS (ESPECTROFOTOMETRÍA)	0.80	49.60

LABORATORIO AUTORIZADO POR LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA N° A/83.
LABORATORIO AUTORIZADO POR LA CONSEJERÍA DE SALUD DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA N° A.123/I



INFORME ANALÍTICO DE AGUAS DE RIEGO - Nº A-02/00825

CLIENTE: INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
PLAZA DE ESPAÑA
41013 TORRE NORTE, 2º PLANTA SEVILLA

1542-4-0054

Nº de Muestra:	A-02/00825	Fecha de Muestreo:	2-may-02
Tipo de Muestra:	AGUA	Fecha de Recepción:	3-may-02
Finca:		Fecha de Inicio:	6-may-02
Descripción:	SIERRA YEGUAS	Fecha de Finalización:	8-may-02
Código de Análisis:	A-00 (Análisis químico de Aguas de Riego)	Muestreo:	CLIENTE

PROPIEDADES QUÍMICAS

pH (PEC-001)	7,78	Residuo Calculado (g/l) (PEC-037)	0,63
C.E. (µS/cm a 25°C) (PEC-002)	863	* Presión Osmótica (atm) (PEC-038)	0,31
		Dureza total (°F) (PEC-039)	38,2
		S.A.R. (PEC-040)	0,98

COMPOSICIÓN QUÍMICA

CATIONES

	<u>meq/l</u>	<u>mg/l</u>
<i>Espect. Emisión Plasma</i>		
Calcio (PEC-009)	4,28	85,7
Magnesio (PEC-009)	3,36	40,8
Sodio (PEC-009)	1,92	44,3
Potasio (PEC-009)	0,06	2,36

ANIONES

	<u>meq/l</u>	<u>mg/l</u>
<i>Potenciometría. (titración)</i>		
Alcalinidad (PEC-011) (Bicarbonatos)	4,65	283,4
Cloruros (PEC-010)	3,00	106,3
Nitratos (PEC-003)	0,58	35,8
<i>Espect. Emisión Plasma</i>		
Sulfatos (PEC-009) (Azufre)	0,59	28,4

Suma de Aniones (meq/l): 8,82

Suma de Cationes (meq/l): 9,62

Observaciones:

AGRIQUEM, S.L.
C.I.F. B-41632779
Fdo: Director Técnico

Fdo: Responsable de Laboratorio.
miércoles, 8 mayo, 2002

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están calculadas y a disposición del cliente que lo solicite. * Los parámetros así referenciados, no forman parte del Alcance de Acreditación. Los resultados entre paréntesis están fuera del alcance.



INFORME ANALÍTICO DE AGUAS DE RIEGO - Nº A-02/01038

CLIENTE: INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
PLAZA DE ESPAÑA
41013 TORRE NORTE, 2º PLANTA SEVILLA

SECTOR EL PUNTAL

Nº de Muestra:	A-02/01038	Fecha de Muestreo:	23-may-02
Tipo de Muestra:	AGUA	Fecha de Recepción:	28-may-02
Finca:		Fecha de Inicio:	28-may-02
Descripción:	FAB. CERAMICAS. S. CABALLOS	Fecha de Finalización:	29-may-02
Código de Análisis:	A-00 (Análisis químico de Aguas de Riego)	Muestreo:	CLIENTE

PROPIEDADES QUÍMICAS

pH (PEC-001)	7,68	Residuo Calculado (g/l) (PEC-037)	0,43
C.E. (µS/cm a 25°C) (PEC-002)	514	* Presión Osmótica (atm) (PEC-038)	0,19
		Dureza total (°F) (PEC-039)	26,9
		S.A.R. (PEC-040)	0,09

COMPOSICIÓN QUÍMICA

CATIONES

	meq/l	mg/l
<i>Espect. Emisión Plasma</i>		
Calcio (PEC-009)	2,88	57,6
Magnesio (PEC-009)	2,50	30,4
Sodio (PEC-009)	0,14	3,11
Potasio (PEC-009)	<0,05	<2,00

ANIONES

	meq/l	mg/l
<i>Potenciometría. (titración)</i>		
Alcalinidad (PEC-011) (Bicarbonatos)	4,59	279,7
Cloruros (PEC-010)	0,24	8,52
Nitratos (PEC-003)	0,59	36,6
<i>Espect. Emisión Plasma</i>		
Sulfatos (PEC-009) (Azufre)	<0,21	<10,00

Suma de Aniones (meq/l): 5,63

Suma de Cationes (meq/l): 5,57

Observaciones:

[Firma]
AGRIQUEM S.L.
C.I.F. B-41.632.779
Fdo: Director Técnico

[Firma]
Fdo: Responsable de Laboratorio.

miércoles, 29 mayo, 2002

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están calculadas y a disposición del cliente que lo solicite. * Los parámetros así referenciados, no forman parte del Alcance de Acreditación. Los resultados entre paréntesis están fuera del alcance.

Tabla de análisis químicos de la Sierra de los Almadenes. Pozo "Fuente de El Esparto"

Uni.	Número de	Fecha	Mu Mé	es to	D.Q.O	Cl	SO4	HCO3	CO3	NO3	Na	Mg	Ca	K	Conduc	T°	SiO2	NO2	NH4	P2O5	fecha	Prof.	Tiempo	"Hay	
Hidr.	inventario	de	es to	do	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mcS/cm	°C	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	de	toma	bombeo	otras	
		muestreo	do											pH						análisis	(m)	(min.)	deter.?		
05.99	154230037	29-06-95	1	B	0.7	248	50	244	0	5	115	33	81	4	7.7	1208	18	12.6	0	0	0	28-09-95		5	N



ANÁLISIS QUÍMICOS

Ctra. Omeña Km. 1
 Pol. Ind. Virgen del Rocío nº23
 41400 Sevilla (Sevilla)
 TFM. 95-4832742
 FAX. 95-4830962
 e-mail: ferboy@sevilla.es

CONSORCIO DE AGUAS SIERRA SUR

C/ FERIA 23

41657 LOS CORRALES (SEVILLA)

ANÁLISIS MÍNIMO DE AGUA

DESCRIPCIÓN DE LA TOMA	
NATURALEZA DE LA MUESTRA	RED POTABLE
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA	COOP. LADRILLOS. FTE. DEL ESPARTO
FECHA TOMA MUESTRA	15/01/2002
CÓDIGO ANÁLISIS	3664

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
COLOR	mg/l (Pt/Co)	< 5	20
OLOR	Ind. dilución	0	3 a 25 °C
SABOR	Ind. dilución	0	3 a 25 °C

DETERMINACIONES QUÍMICAS	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
pH		7.79	6.5-9.5
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 25°C	µS/cm	1 586.00	
COLOR LIBRE	mg Cl/l	0.25	0.20-1.00
NITRATOS	mg NO ₃ /l	4.63	50.00
NITRITOS	mg NO ₂ /l	<0.02	0.10
AMONIACO	mg NH ₄ /l	<0.05	0.50

DETERMINACIONES BACTERIOLÓGICAS	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
COLIFORMES TOTALES	n° col/100ml	0	0
COLIFORMES FECALES	n° col/100ml	0	0

NOTAS SOBRE EL ANÁLISIS

CORRECTO EN TODOS LOS PARÁMETROS ANALIZADOS

Fdo. Rafael Fernandez Boy
 Lic. Ciencias Químicas.

Tabla de análisis químicos de la Sierra del Tablón

Uni. Hidr.	Número de inventario	Fecha de muestreo	Mués to	Mé do	D.Q.O mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	NO3 mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	K mg/l	pH	Conduc mcS/cm	T* °C	SiO2 mg/l	NO2 mg/l	NH4 mg/l	P2O5 mg/l	fecha de análisis	Prof. toma (m)	Tiempo bombeo (min.)	¿Hay otras deter.?		
05.99	144340017	05-10-83	1				37	90	452			23	53	101	1	7.40								01-11-83			N
05.99	144340017	10-05-91	1	Z	0.3	34	70	366	0	23	15	44	89	3	7.9	695	17	10.3	0.00	0.15	0.00		10-06-91			N	
05.99	144340017	13-03-92	1	Z	0.0	33	68	375	8	22	22	40	93	3	7.4	503	20	10.5	0.00	0.00	0.00		13-04-92			N	
05.99	144340017	28-06-95	1	E	0.6	28	80	312	0	18	21	41	72	2	7.7	781	18	14.1	0	0	0		28-09-95	5		N	
05.99	144340017	24-02-99	01	Z	0.9	40	73	330	0	15	22	36	95	3	7.7	719		9.7	0.00	0.00	0.00		19-04-99			N	
05.99	144340017	09-02-00	01	X					0	23					7.5	703			0.00	0.00			14-02-00			N	
05.99	144340017	21-12-00	1		0.7	45	93	267	0	17	20	40	69	2	7.4	698		10.2	0.00	0.00	0.00		30-04-01				
05.99	144340017	02-11-01	1		0.6	65	62	324	0	19	33	40	81	19	7.7	713		9.1	0.00	0.00	0.00		11-03-02				
05.99	154310027	28-06-95	1	Q	0.8	32	24	251	0	3	20	14	71	1	7.6	595	16	13.4	0	0	0		28-09-95			S	

Tabla de análisis químicos. Sector del Peñón de Algámitas

Uni. Hidr.	Número de inventario	Fecha de muestreo	Mu Mé es to	D.Q.O	Cl	SO4	HCO3	CO3	NO3	Na	Mg	Ca	K	pH	Conduc	T*	SiO2	NO2	NH4	P2O5	fecha de análisis	Prof. toma (m)	Tiempo bombeo (min.)	Hay otras deter.?	
05.99	154250001	28-04-70	1			8	270			6	1	78	3	7.6	410	15									
05.99	154250002	28-04-70	1			13	54	304		12	10	94	3	7.8	560	17									N
05.99	154250003	28-04-70	1			10	8	338		9	10	92	2	7.8	550	15									N
05.99	154250004	28-04-70	1			12	337			8	25	65		8.1	490	14									N
05.99	154250005	28-04-70	1			12	32	265		8	48	7	2	7.6	450	15									N
05.99	154250006	28-04-70	1			20	55	329		15	19	83	2	7.7	570	15									N
05.99	154250007	28-04-70	1			38	29	314		22	20	69	2	7.9	580	15									N
05.99	154250008	28-04-70	1			13	47	303		14	12	80	2	7.8	580										N
05.99	154250008	12-06-02	01	Z	0.2	191	69	157	0	15	98	34	41	1	8.0	915		0.00	0.00						N
05.99	154250012	10-05-91	1	Z	0.3	295	41	290	0	8	165	32	85	4	7.9	1299	17	5.4	0.00	0.20	0.00				N
05.99	154250012	23-06-95	1	E	0.8	257	48	244	0	5	142	31	71	3	7.7	1265	22	10.7	0	0	0				S
05.99	154250012	24-02-99	01	Z	1.0	196	52	226	0	6	111	28	76	3	8.0	991		7.3	0.00	0.00	0.00				N
05.99	154250012	09-02-00	01	U					0	11					7.3	1824		0.00	0.00						N
05.99	154250012	21-12-00	1		1.2	620	84	160	0	7	264	51	121	4	7.5	2272		7.1	0.00	0.00	0.00				N
05.99	154250012	02-11-01	1		0.8	532	46	275	0	13	281	37	114	34	7.9	1652		6.5	0.00	0.00	0.00				N
05.99	154250012	12-06-02	01	Z	4.9	302	131	298	0	2	252	38	45	2	8.1	1615		0.00	0.00						N
05.99	154250014	10-05-91	1	Z	0.2	24	20	305	0	10	7	32	66	3	8.2	478	16	5.9	0.00	0.36	0.00				N
05.99	154250014	13-03-92	1	Z	0.2	22	1	290	23	10	8	31	67	1	8.2	504	13	6.5	0.00	0.04	0.00				N
05.99	154250016	04-08-92	01	Z						21								0.03	0						N
05.99	154250016	03-11-93	01	Z						10								0.01	0.05						N
05.99	154250016	14-12-94	01	Z						8								0.04	0.05						N
05.99	154250016	22-06-95	1	E	0.9	38	23	295	0	9	11	34	66	1	8	579	17	9.3	0	0	0				N
05.99	154250016	04-07-95	01	Z						10								0.01	0.05						N
05.99	154250016	02-01-96	01	Z						8								0.01	0.05						N
05.99	154250016	17-01-97	01	Z						8								0.01	0.05						N
05.99	154250016	25-02-99	01	Z	1.0	97	22	283	0	8	14	36	96	1	7.8	735		6.6	0.00	0.00	0.00				N
05.99	154250016	09-02-00	01	X						0	14				7.6	705		0.00	0.00						N
05.99	154250016	02-11-01	1		0.5	176	16	265	0	13	16	58	99	0	7.9	824		6.2	0.00	0.00	0.00				N
05.99	154250016	12-06-02	1	Z	0.8	29	69	312	0	9	17	54	38	0	8.1	792		0.00	0.00						N
05.99	154250017	02-06-92	01	Z						19								0.06	0.2						N
05.99	154250017	01-10-96	01	Z						13								0.03	0.05						N
05.99	154250018	28-06-94	01	Z						7								0.07	0.05						N

MUNICI. COMERCIO AGUA SIERRA SUR
 C/ FERIA 23
 LOS CORRALES (SEVILLA)

ANÁLISIS NORMAL DE AGUA

DESCRIPCIÓN DE LA TOMA	MUESTRA TOMADA EN FRASCO ESTERIL DE 0.5 L. POR PERSONAL DEL LABORATORIO
NATURALEZA DE LA MUESTRA	AGUA POZO
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA	ALGAMITAS. POZO LA PARRILLA <i>Manantial 1542-5-0008</i>
FECHA TOMA MUESTRA	12/06/02
CÓDIGO ANÁLISIS	800 204

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
COLOR	mg/l (Pt/Co)	0	20
OLOR	Ind. dilución	0	3 a 25 °C
SABOR	Ind. dilución	0	3 a 25 °C

DETERMINACIONES QUÍMICAS	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
pH		7.97	6.5-9.5
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 25°C	µS/cm	915.00	
OXIDABILIDAD AL PERMANGANTO	mg O ₂ /l	0.25	
NITRITOS	mg NO ₂ /l	AUSENTE	0.10
AMONIACO	mg NH ₄ /l	AUSENTE	0.50
NITRATOS	mg NO ₃ /l	14.68	50.00

DETERMINACIONES BACTERIOLÓGICAS	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
COLIFORMES TOTALES	nº col/100ml	AUSENTE	0
COLIFORMES FECALES	nº col/100ml	AUSENTE	0

NOTAS SOBRE EL ANÁLISIS

Fdo. Rafael Fernandez Boy
 Lic. Ciencias Químicas.

Laboratorio autorizado por la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía nº A/83
 Laboratorio autorizado por Dir. Gen. de Salud Pública y Particip.; Cons. de Salud de la Junta de And. nº A.123/1



ANÁLISIS QUÍMICOS

Pol. Ind. Virgen del Rocío 21
41400 Eruja (Sevilla)
Tel y Fax +34-95-4832742
Tel +34-95-4830962
Móvil 656-614450
e-mail ferboy@telefonos.es

SRES. CONSORCIO AGUA SIERRA SUR
C/ FERIA 23
LOS CORRALES (SEVILLA)

Página 1 de 1

ANÁLISIS DE AGUA

NATURALEZA DE LA MUESTRA	AGUA DE POZO
LOCALIZACION DE LA TOMA DE MUESTRA	ALGAMITAS. POZO LA PARRILLA <i>manantial 1542-5-0008</i>
SU REFERENCIA	
N/REFERENCIA	800 204

CARACTERISTICAS QUIMICAS

pH (en escala de pH)	7.97
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 20 °C (µS/cm)	915
SALES SOLUBLES (g/l)	0.59

CACIONES	meq/l	mg/l
CALCIO (COMPLEXOMETRÍA)	2.07	41.48
MAGNESIO (COMPLEXOMETRÍA)	2.81	34.16
SODIO (FOTOMETRÍA DE LLAMA)	4.25	97.75
POTASIO (FOTOMETRÍA DE LLAMA)	0.02	0.78

ANIONES	meq/l	mg/l
CLORUROS (MERCURIMETRÍA)	5.38	190.99
SULFATOS (NEFELOMETRÍA)	1.43	68.64
CARBONATOS (VALORACIÓN ACIDO-BASE)	0.00	0.00
BICARBONATOS (VALORACIÓN ACIDO-BASE)	2.58	157.58
NITRATOS (ESPECTROFOTOMETRÍA)	0.24	14.88

LABORATORIO AUTORIZADO POR LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA N° A/83.
LABORATORIO AUTORIZADO POR LA CONSEJERÍA DE SALUD DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA N° A.123/I



ANÁLISIS QUÍMICOS

Ctra. Osuna Km. 1
Pol. Ind. Virgen del Rocío 23
41400 Erija (Sevilla)
Tel. 95-4832742 - 95-5901375
Movil. 909-524090
e-mail ferboy@100mhps.es

ECIJA, A 18 DE JUNIO DE 2002

SRES. CONSORCIO AGUA SIERRA SUR
C/ FERIA 23
LOS CORRALES (SEVILLA)

ANÁLISIS NORMAL DE AGUA

DESCRIPCIÓN DE LA TOMA	MUESTRA TOMADA EN FRASCO ESTERIL DE 0.5 L POR PERSONAL DEL LABORATORIO
NATURALEZA DE LA MUESTRA	AGUA POZO
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA	ALGAMITAS. POZO PENÓN <i>Sondeo Fte. No. 2 1542-5-0012</i>
FECHA TOMA MUESTRA	12/06/02
CÓDIGO ANÁLISIS	800 203

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
OLOR	ml. dilución	0	3 a 25 °C
SABOR	ml. dilución	0	3 a 25 °C

DETERMINACIONES QUÍMICAS	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
pH		8.13	6.5-9.5
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 25°C	µS/cm	1615.00	
OXIDABILIDAD AL PERMANGANATO	mg O ₂ /l	4.93	
NITRITOS	mg NO ₂ /l	AUSENTE	0.10
AMONIACO	mg NH ₄ /l	AUSENTE	0.50
NITRATOS	mg NO ₃ /l	2.68	50.00

DETERMINACIONES BACTERIOLÓGICAS	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
COLIFORMES TOTALES	nº col/100ml	AUSENTE	0
CALIFORMES PARVALES	nº col/100ml	AUSENTE	0

NOTAS SOBRE EL ANÁLISIS

Fdo. Rafael Fernández Boy
Lic. Ciencias Químicas.



ANÁLISIS QUÍMICOS

Pol. Ind. Virgen del Rocío 21
41400 Ecija (Sevilla)
Tel y Fax: +34-95-4832742
Tel: +34-95-4830962
Móvil: 656-614450
e-mail: ferboy@teleline.es

SRES. CONSORCIO AGUA SIERRA SUR
C/ FERIA 23
LOS CORRALES (SEVILLA)

Página 1 de 1

ANÁLISIS DE AGUA

NATURALEZA DE LA MUESTRA	AGUA DE POZO
LOCALIZACIÓN DE LA TOMA DE MUESTRA	ALGÁMITAS. POZO PEÑÓN <i>Sondeo Pta. Peñón 1542-5-0012</i>
SU REFERENCIA	
N/REFERENCIA	800 203

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

pH (en escala de pH)	8.13
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 20 °C (µS/cm)	1 615
SALES SOLUBLES (g/l)	1.03

CATIONES	meq/l	mg/l
CALCIO (COMPLEXOMETRÍA)	2.24	44.89
MAGNESIO (COMPLEXOMETRÍA)	3.10	37.68
SODIO (FOTOMETRÍA DE LLAMA)	10.98	252.54
POTASIO (FOTOMETRÍA DE LLAMA)	0.05	1.96

ANIONES	meq/l	mg/l
CLORUROS (MERCURIMETRÍA)	8.52	302.46
SULFATOS (NEFELOMETRÍA)	2.73	131.04
CARBONATOS (VALORACIÓN ACIDO-BASE)	0.00	0.00
BICARBONATOS (VALORACIÓN ACIDO-BASE)	4.88	297.68
NITRATOS (ESPECTROFOTOMETRÍA)	0.04	2.48

LABORATORIO AUTORIZADO POR LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA N° A/83.
LABORATORIO AUTORIZADO POR LA CONSEJERÍA DE SALUD DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA N° A.123/1



ANÁLISIS QUÍMICOS

Ctra. Osuna Km. 1
Pol. Ind. Virgen del Rocío 23
41400 Esna (Sevilla)
Tel. 95-48-2742 - 95-5901375
Móvil 909-524090
e-mail: rferboy@100mbps.es

ECIJA, A 18 DE JUNIO DE 2002

SRES. CONSORCIO AGUA SIERRA SUR
C/ FERIA 23
LOS CORRALES (SEVILLA)

ANÁLISIS NORMAL DE AGUA

DESCRIPCIÓN DE LA TOMA	MUESTRA TOMADA EN FRASCO ESTERIL DE 0.5 L POR PERSONAL DEL LABORATORIO
NATURALEZA DE LA MUESTRA	AGUA POZO
PUNTO DE TOMA DE MUESTRA	VILLANUEVA DE SAN JUAN. POZO <i>La Fuente 1542-5-0016</i>
FECHA TOMA MUESTRA	12/06/02
CÓDIGO ANÁLISIS	800 201

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
COLOR	mg/l (Pt/Co)	0	20
OLOR	Ind. dilución	0	3 a 25 °C
SABOR	Ind. dilución	0	3 a 25 °C

DETERMINACIONES QUÍMICAS	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
pH		8.08	6.5-9.5
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 25°C	µS/cm	792.00	
OXIDABILIDAD AL PERMANGANATO	mg O ₂ /l	0.78	
NITRITOS	mg NO ₂ /l	AUSENTE	0.10
AMONIACO	mg NH ₄ /l	AUSENTE	0.50
NITRATOS	mg NO ₃ /l	9.06	50.00

DETERMINACIONES BACTERIOLÓGICAS	UNIDAD	VALOR	R.D. 1138/90
COLIFORMES TOTALES	n° col/100ml	AUSENTE	0
COLIFORMES FECALES	n° col/100ml	AUSENTE	0

NOTAS SOBRE EL ANÁLISIS

Fdo. Rafael Fernandez Boy
Lic. Ciencias Químicas.

Laboratorio autorizado por la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía nº A/83
Laboratorio autorizado por Dir. Gen. de Salud Pública y Particip.; Cons. de Salud de la Junta de And. nº A.123/I



ANÁLISIS QUÍMICOS

Pol. Ind. Virgen del Rocío 21
41400 Erika (Sevilla)
Tel y Fax +34-95-4832742
Tel +34-95-4830962
Móvil 656-814450
e-mail: ferboy@telefonica.es

SRES. CONSORCIO AGUA SIERRA SUR
C/ FERIA 23
LOS CORRALES (SEVILLA)

Página 1 de 1

ANÁLISIS DE AGUA

NATURALEZA DE LA MUESTRA	AGUA DE POZO
LOCALIZACIÓN DE LA TOMA DE MUESTRA	VILLANUEVA DE SAN JUAN. POZO <i>La Fuente 1542-S-0016</i>
SU REFERENCIA	
N/REFERENCIA	800 201

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

pH (en escala de pH)	8.08
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 20 °C (μS/cm)	792
SALES SOLUBLES (g/l)	0.51

CATIONES	meq/l	mg/l
CALCIO (COMPLEXOMETRÍA)	1.91	38.28
MAGNESIO (COMPLEXOMETRÍA)	4.48	54.45
SODIO (FOTOMETRÍA DE LLAMA)	0.74	17.02
POTASIO (FOTOMETRÍA DE LLAMA)	0.00	0.00

ANIONES	meq/l	mg/l
CLORUROS (MERCURIMETRÍA)	0.83	29.47
SULFATOS (NEFELOMETRÍA)	1.43	68.64
CARBONATOS (VALORACIÓN ACIDO-BASE)	0.00	0.00
BICARBONATOS (VALORACIÓN ACIDO-BASE)	5.12	312.32
NITRATOS (ESPECTROFOTOMETRÍA)	0.15	9.30

LABORATORIO AUTORIZADO POR LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA N° A/83.
LABORATORIO AUTORIZADO POR LA CONSEJERÍA DE SALUD DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA N° A.123/I

Tabla de análisis químicos de la Sierra de Cañete

Uni. Hidr.	Número de inventario	Fecha de muestreo	Mu es to tr do	Mé do	D.Q.O mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	NO3 mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	K mg/l	pH	Conduc mcS/cm	T° °C	SiO2 mg/l	NO2 mg/l	NH4 mg/l	P2O5 mg/l	fecha de análisis	Prof. toma (m)	Tiempo bombeo (min.)	Hay otras deter.?	
06.41	154320002	30-04-80	1	A			48	31	295	15	25	31	74	2	8.2	650							27-02-81			S
06.41	154320002	17-10-80	1	A			50	117	268	17	24	37	80	1	8.2	643			0.10				23-09-81			S
06.41	154320002	08-05-81	1	A			57	53	314	5	29	35	75	1	7.4	616							10-07-81			S
06.41	154320002	18-11-81	1	A			92	143	256		44	48	80	1	8.3	749			0.20				07-01-82			S
06.41	154320002	24-05-82	1	A			56	117	195	10	60	26	72	1	8.3	818							10-07-82			S
06.41	154320002	14-09-82	1	A			127	125	268	16	66	80	44	1	8.0	796				0.24			07-12-82			S
06.41	154320002	28-04-83	1	A			191	157	221	3	86	38	80	1	7.9	1060			0.07		0.05		01-08-83			S
06.41	154320003	10-05-91	1		0.1		9	75	306	10	5	33	82	1	8.1	533	16	4.4	0.01	0.15	0.00		13-05-91			N
06.41	154320003	13-03-92	1	Z	0.1		7	91	300	18	10	6	37	1	8.0	587	15	5.0	0.00	0.01	0.03		16-03-92			N
06.41	154320004	02-06-92	01	Z						11									0	0.1			30-06-92			N
06.41	154320004	28-06-95	1	E	0.4		5	92	264	0	9	5	39	66	1	7.9	663	18	6.9	0	0	0	28-09-95		5	N
06.41	154320004	25-02-99	01	Z	0.7		10	86	281	0	11	6	29	92	1	7.8	584		4.9	0.00	0.00	0.00	19-04-99			N
06.41	154320004	09-02-00	01	X						0	17					7.6	612		0.00	0.00			14-02-00			N
06.41	154320004	21-12-00	1		0.6		11	106	190	0	12	7	32	60	1	7.9	574		5.0	0.00	0.00	0.00	30-04-01			
06.41	154320004	02-11-01	1		0.2		25	76	193	0	13	7	43	40	6	8.0	501		4.5	0.00	0.00	0.00	11-03-02			

ANEXO III

ESTUDIO HIDROCLIMÁTICO

1.- SIERRA DE LOS CABALLOS

2.- SIERRA DE CAÑETE

El presente Anexo constituye un resumen de los datos más significativos obtenidos en el estudio hidroclimático realizado dentro del CONVENIO DE COLABORACIÓN CON LA CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES PARA EL DESARROLLO DEL PROGRAMA DE ASISTENCIA EN AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA ABASTECIMIENTOS 1996 - 2000 (IGME - JUNTA DE ANDALUCÍA).

1.- ESTUDIO HIDROCLIMÁTICO EN EL ÁREA DE LA SIERRA LOS CABALLOS

El área considerada para llevar a cabo el estudio comprende la extensión de la sierra y su entorno más próximo, siendo seleccionadas todas las estaciones meteorológicas presentes en la misma, así como otras tantas que por su cercanía geográfica y su similitud en cuanto a la ubicación, tanto orográfica como topográfica, complementan satisfactoriamente a las anteriores.

- **Datos de partida:** Serie de datos brutos mensuales de pluviometría desde Enero de 1951 a Diciembre de 1995 en 9 estaciones y de termometría desde enero de 1956 a Diciembre de 1995 en 4 estaciones.
- **Análisis de la precipitación:** Las estaciones consideradas han sido: Sierra de Yeguas, Sierra de Yeguas "Sierra", La Roda de Andalucía (Coop.), Sierra de Yeguas "Cañada Her", Los Corrales, Martín de La Jara (Coop.), Martín de la Jara "Navacerrada", Gilena y Aguadulce. En las cuatro primeras se ha comprobado la fiabilidad de los datos mediante el método de las dobles masas y se ha realizado un completado manual en aquellas que faltaban pocos meses. La estación base ha sido Sierra de Yeguas y se ha efectuado la restitución y completado de datos mediante el método de las dobles masas.
- **Período de años considerado, módulos pluviométricos anuales:** El período de años considerado para el análisis de la precipitación en el presente estudio está comprendido entre los años 1951 y 1995, lo que representa un total de 45 años. Los módulos pluviométricos anuales para cada estación en el período de años considerado son los siguientes:

Indicativo	Nombre	Tipo	Prov	Xutm	Yutm	Cota	Módulo Pluvio. (mm)
5611	Sierra de Yeguas	P	Málaga	334000	4110219	450	493.61
5611E	Sierra de Yeguas "Sierra"	P	Málaga	338167	4115070	440	506.10
5611I	La Roda de Andalucía (Coop.)	TP	Sevilla	340691	4118106	410	495.54
5633	Sierra de Yeguas "Cañada Her."	P	Málaga	329907	4115338	460	489.89

La distribución mensual en éstas estaciones es semejante. Las máximas precipitaciones se producen en los meses de noviembre y diciembre, con otros máximos relativos en enero y febrero, siendo los meses de Julio y agosto los más secos.

En la evolución interanual se aprecia una distribución muy similar dada la cercanía de las estaciones y la reducida extensión relativa del área de estudio. Se aprecia un máximo absoluto en 1969 y otros relativos significativos en 1960 y 1963. Por otra parte se observa un mínimo

absoluto en 1953, y mínimos relativos en 1974, 1980 y 1994. Recientemente se aprecia un período bastante seco entre 1990 y 1995, después del máximo relativo de 1990.

Precipitación de años tipo

Se obtiene mediante el ajuste de cada serie a una ley de distribución (Goodrich) en función de la cual, y mediante la descomposición en franjas de frecuencia, puede deducirse los intervalos de precipitación anuales correspondientes a los años secos, medios y húmedos. Estos años se identifican como aquellos en los cuales la precipitación total anual se desvía más de una desviación típica del valor medio de la serie. Esta condición se establece con objeto de optimizar el cálculo de recursos especialmente en años secos, objetivo prioritario del proyecto. Así se establecen los límites de intervalos "tipo" y en función de éstos límites se clasifican cada año de la serie y se obtienen los valores medios tipo siguientes para cada estación.

ESTACIÓN N° 5611 Sierra de Yeguas Cota 450 msnm

AÑO TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Tipo seco	30,03	48,33	60,96	31,60	8,48	18,53	1,68	0,00	3,05	25,70	36,08	16,90	281,34
Tipo medio	59,53	62,02	54,88	45,75	30,80	15,99	3,03	5,65	19,23	64,00	69,30	63,41	493,59
Tipo húmedo	87,97	121,41	86,51	50,53	26,50	10,50	1,83	2,08	43,03	176,58	107,23	93,70	807,87

ESTACIÓN N° 5611E Sierra de Yeguas "Sierra" Cota 440 msnm

AÑO TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Tipo seco	35,97	45,95	49,55	51,18	7,62	16,13	0,04	0,05	7,45	30,93	37,15	29,08	311,10
Tipo medio	62,46	60,70	58,41	48,22	29,52	18,24	2,13	6,11	20,33	55,76	72,34	71,86	506,08
Tipo húmedo	108,19	124,03	91,56	54,00	24,49	16,27	0,87	4,00	51,38	126,35	107,77	108,56	817,47

ESTACIÓN N° 5611I La Roda de Andalucía (Coop.) Cota 410 msnm

AÑO TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Tipo seco	35,18	39,42	47,18	47,03	14,58	13,47	0,42	1,17	6,75	39,37	47,73	21,83	314,13
Tipo medio	60,43	59,82	55,97	47,35	30,84	16,90	2,63	6,70	19,64	54,43	71,56	69,27	495,54
Tipo húmedo	95,18	109,09	85,91	57,62	25,49	14,23	0,07	4,54	37,93	115,49	101,47	120,05	767,07

ESTACIÓN N° 5633 Sierra de Yeguas "Cañada Her." Cota 460 msnm

AÑO TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Tipo seco	32,02	30,54	60,37	43,56	13,54	19,55	0,69	0,60	5,33	28,51	32,90	35,46	303,07
Tipo medio	60,21	61,47	55,19	49,47	30,41	16,46	1,85	5,40	20,13	52,17	71,02	66,11	489,89
Tipo húmedo	108,79	107,66	88,53	51,24	25,83	19,33	0,70	2,08	40,08	106,68	112,28	114,91	778,11

Análisis de la temperatura

Se han utilizado las estaciones de La Roda de Andalucía (Coop.), Martín de la Jara (Coop.) y El Saucejo. El tratamiento y completado de las series se ha realizado con el mismo método que en

las precipitaciones. El período de años considerado está comprendido entre los años 1956 y 1995, lo que representa un total de 40 años. Esta serie temporal tiene una representatividad más que suficiente para los objetivos del proyecto en el que se pretende obtener valores medios de las variables meteorológicas.

Los valores medios anuales en función de la restitución y completado de las series han sido:

INDICATIVO	NOMBRE	COTA (msnm)	TEMP. MEDIA ANUAL
5611I	La Roda de Andalucía (Coop.)	410	16.16 °C
5632 A	Martín de la Jara (Coop.)	100	16.38 °C
5629	El Saucejo	531	16.31 °C

Distribución mensual: se observa que las temperaturas mensuales medias más bajas se producen en el mes de enero con valores que oscilan entre los 8.47°C en La Roda y 8.83°C en Martín de la jara. En diciembre también se registran valores bajos, entre 9.07 °C en La Roda de Andalucía y 9.27 °C en Martín de la Jara. Por lo que se refiere a las temperaturas medias mensuales más elevadas, éstas se producen en el mes de agosto. El valor máximo se produce en la estación de Martín de la Jara.

Cálculo de la Evapotranspiración Potencial: Se utiliza primero el procedimiento de cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0), con el fin de optimizar el cálculo de la evapotranspiración potencial en superficies cubiertas de materia vegetal (cultivos). También se ha calculado la evapotranspiración potencial mediante el método de Thornthwaite con el objetivo de realizar balances hídricos independientes para las zonas de materiales permeables aflorantes (sin cubierta vegetal).

Evapotranspiración del cultivo de referencia ET_0 : corresponde a la evapotranspiración que produce una superficie de cubierta vegetal de cultivo más o menos uniforme constituido por gramíneas verdes en crecimiento; variable que ha sido evaluada por tres procedimientos: Blaney-Criddle modificado, Penman modificado y Radiación.

La aplicación de los métodos se ha realizado con los datos de temperatura de las distintas estaciones existentes en la zona de estudio junto con los datos de la estación completa de Málaga (6171).

Los valores anuales medios de ET_0 obtenidos en las estaciones seleccionadas son:

EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET_0) mm				
Indicativo	Nombre	Bl. - Cr	Penman	Radiación
5611	Sierra de Yeguas	1831.0	1762.7	1189.4
5611E	Sierra de Yeguas "Sierra"	1672.3	1690.0	1122.0
5611I	La Roda de Andalucía (Coop.)	1424.5	1487.8	1731.4
5629	El Saucejo	1720.0	1713.6	1141.6
5631	Los Corrales	1668.7	1688.0	1120.7
5632 A	Martín de la Jara (Coop.)	1749.8	1414.6	1772.7
5633	Sierra de Yeguas "Cañada Her."	1831.0	1762.7	1189.4
5634	Martín de la Jara "Navacerrada"	1668.7	1688.0	1120.7
5635	Gilena	1688.5	1696.5	1129.3
5636	Aguadulce	1678.6	1691.8	1125.3

Evapotranspiración potencial (Thornthwaite)

La ETP para el año termométrico medio de cada una de las estaciones seleccionadas es la siguiente:

INDICATIVO	EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL EN mm (ETP). THORNTHWAITE												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
5611I	17.0	20.8	36.4	50.3	84.7	118.5	137.8	150.5	105.0	63.3	31.6	18.5	834.7
5629	17.7	21.1	36.9	51.0	86.1	120.8	133.0	152.4	106.4	64.7	31.5	18.5	840.1
5632 A	17.8	21.3	37.1	51.0	86.4	121.3	133.1	152.8	106.8	65.1	31.8	18.7	843.2

de donde se deduce que la evapotranspiración potencial en la zona aumenta ligeramente hacia el sur.

Evapotranspiración real y lluvia útil

Para el establecimiento de la ETR y de la lluvia útil se han utilizado tres métodos diferentes:

1. Método de balance mensual de agua en el suelo, utilizando la ETP según Thornthwaite y considerando varias hipótesis de reserva máxima de agua en el suelo.
2. Método empírico de Turc para valores mensuales
3. Método empírico de Coutagne para valores mensuales.

Con la precipitación anual y la lluvia útil se calcula el coeficiente de escorrentía teórico en cada método para los años tipo, obteniéndose los resultados de la tabla A.

Para el conjunto del área, los rangos de variación de los coeficientes de escorrentía se presentan a continuación:

Coeficientes de escorrentía. Sierra de los Caballos.

MÉTODO	AÑO SECO	AÑO MEDIO	AÑO HÚMEDO
TURC	0,2 - 1,6%	10,6 - 12,3%	22,0 - 25,2%
COUTAGNE	0,00%	16,0 - 18,2%	25,7 - 27,7%
BALANCE HÍDRICO (THORNTHWAITE)	0 mm	21,3 - 24,0%	37,0 - 39,8%
	10 mm	18,0 - 20,6%	34,9 - 37,8%
	25 mm	13,1 - 15,8%	31,9 - 34,9%
	50 mm	4,8 - 7,8%	26,8 - 29,9%
		51,1 - 53,4%	

Existe una clara diferencia entre los valores resultantes aplicando los métodos de Turc y Coutagne con el Balance en el suelo debido, fundamentalmente a que los primeros dan valores regionales. Por ello el método del Balance es el más adecuado al optimizar el cálculo con la introducción de la variable de retención en el terreno, observada "in situ".

Del análisis y comparación de estos datos, y a falta del contraste de los mismos con los datos hidrológicos y foronómicos, se puede considerar que el balance hídrico para una capacidad de campo de 0 o 10 mm es el que mejor se ajusta al previsible comportamiento hidrológico de los materiales carbonatados permeables existentes en el área de estudio. Para los materiales detríticos se estima que el balance hídrico aumenta ligeramente su capacidad de campo al retener en mayor grado el volumen de precipitación, considerándose los balances hídricos con capacidad de campo de 10 o 25 mm los más adecuados al tratarse de materiales con permeabilidad media - baja.

TABLA A

AÑO HÚMEDO		Sierra de Yeguas N° 5611	Sierra de Yeguas "Sierra" N° 5611E	La Roda de Andal. (Coop.) N° 5611I	Sierra de Yeguas "Cañada" N° 5633	
PREC. ANUAL (mm)		807,88	817,46	767,06	778,12	
TEMP. MEDIA ANUAL °C		16,39	16,17	16,17	16,39	
ETP ANUAL THORNTHWAITE		843,2	834,7	834,7	843,2	
TURN	ETR	612,987	619,007	598,416	608,845	
	LLU	194,746	198,451	168,641	196,273	
	Coef. Esc	24,10%	24,30%	22,00%	25,20%	
COUTAGNE	ETR	583,965	592,801	596,335	577,886	
	LLU	223,768	224,657	197,722	200,233	
	Coef. Esc	27,70%	27,50%	25,80%	25,70%	
THORNTHWAITE	CC: 0 mm	ETR	326,3	335,2	320,5	330,8
		LLU	481,6	482,3	446,6	447,3
		Coef. Esc	59,60%	59,00%	58,20%	57,50%
	CC: 10 mm	ETR	336,3	345,2	330,5	340,8
		LLU	471,6	472,3	436,6	437,3
		Coef. Esc	58,40%	57,80%	56,90%	56,20%
	CC: 25 mm	ETR	351,3	360,2	345,5	355,8
		LLU	456,6	457,3	421,6	422,3
		Coef. Esc	56,50%	55,90%	55,00%	54,30%
	CC: 50 mm	ETR	376,3	385,2	370,5	380,8
		LLU	431,6	432,3	396,6	397,3
		Coef. Esc	53,40%	52,90%	51,70%	51,10%

AÑO MEDIO		Sierra de Yeguas N° 5611	Sierra de Yeguas "Sierra" N° 5611E	La Roda de Andal. (Coop.) N° 5611I	Sierra de Yeguas "Cañada" N° 5633	
PREC. ANUAL (mm)		493,61	506,1	495,54	489,89	
TEMP. MEDIA ANUAL °C		16,39	16,17	16,17	16,36	
ETP ANUAL THORNTHWAITE		843,2	834,7	834,7	843,2	
TURN	ETR	450,385	458,994	450,076	448,246	
	LLU	57,4	62,233	56,068	52,111	
	Coef. Esc	11,60%	12,30%	11,30%	10,60%	
COUTAGNE	ETR	423,254	428,953	422,026	421,95	
	LLU	84,53	92,274	84,118	78,407	
	Coef. Esc	17,10%	18,20%	17,00%	16,00%	
THORNTHWAITE	CC: 0 mm	ETR	311,2	304,6	302,8	302,6
		LLU	182,4	201,5	192,8	187,3
		Coef. Esc	37,00%	39,80%	38,90%	38,20%
	CC: 10 mm	ETR	321,2	314,6	312,8	312,6
		LLU	172,4	191,5	182,8	177,3
		Coef. Esc	34,90%	37,80%	36,90%	36,20%
	CC: 25 mm	ETR	336,2	329,6	327,8	327,6
		LLU	157,4	176,5	167,8	162,3
		Coef. Esc	31,90%	34,90%	33,90%	33,10%
	CC: 50 mm	ETR	361,2	354,6	352,8	352,6
		LLU	132,4	151,5	142,8	137,3
		Coef. Esc	26,80%	29,90%	28,80%	28,00%

AÑO SECO		Sierra de Yeguas N° 5611	Sierra de Yeguas "Sierra" N° 5611E	La Roda de Andal. (Coop.) N° 5611I	Sierra de Yeguas "Cañada" N° 5633	
PREC. ANUAL (mm)		281,3	311,53	314,1	303,06	
TEMP. MEDIA ANUAL °C		16,39	16,17	16,17	16,39	
ETP ANUAL THORNTHWAITE		843,2	834,7	834,7	843,2	
TURN	ETR	300,846	327,997	324,921	316,557	
	LLU	0,454	5,103	4,742	3,493	
	Coef. Esc	0,20%	1,60%	1,50%	1,20%	
COUTAGNE	ETR	301,3	333,1	329,662	320,05	
	LLU	0	0	0	0	
	Coef. Esc	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
THORNTHWAITE	CC: 0 mm	ETR	213,9	237,3	247,1	238,5
		LLU	67,4	74,3	67	64,6
		Coef. Esc	24,00%	23,90%	21,30%	21,30%
	CC: 10 mm	ETR	225,7	247,3	257,1	248,5
		LLU	55,6	64,3	57	54,6
		Coef. Esc	19,80%	20,60%	18,10%	18,00%
	CC: 25 mm	ETR	240,7	262,3	272,1	263,5
		LLU	40,6	49,3	42	39,6
		Coef. Esc	14,40%	15,80%	13,40%	13,10%
	CC: 50 mm	ETR	265,7	287,3	297,1	288,5
		LLU	15,6	24,3	17	14,6
		Coef. Esc	5,50%	7,80%	5,40%	4,80%

2.- ESTUDIO HIDROCLIMÁTICO EN EL ÁREA DE LA SIERRA DE CAÑETE

El área considerada para llevar a cabo el estudio comprende la extensión de la sierra y su entorno más próximo, siendo seleccionadas todas las estaciones meteorológicas presentes en la misma, así como otras tantas que por su cercanía geográfica y su similitud en cuanto a la ubicación, tanto orográfica como topográfica, complementan satisfactoriamente a las anteriores.

- **Datos de partida:** Serie de datos mensuales de pluviometría desde Enero de 1946 a Diciembre de 1995 en 6 estaciones y de termometría desde enero de 1953 a diciembre de 1995 en 3 estaciones.
- **Análisis de la precipitación:** Las estaciones consideradas han sido: El Saucejo, Algámitas, Cuevas del Becero, Cañete la Real, Almargen y Teba; siendo las cuatro últimas las fundamentales donde se ha comprobado la fiabilidad de los datos mediante el método de las dobles masas y se ha realizado un completado manual en aquellas en que faltaban pocos meses. La estación base ha sido Cuevas del Becerro y se ha efectuado la restitución y completado de datos mediante el método de las dobles masas.
- **Período de años considerado, módulos pluviométricos anuales:** El período de años considerado para el análisis de la precipitación en el presente estudio está comprendido entre los años 1946 y 1995, lo que representa un total de 50 años. Los módulos pluviométricos anuales para cada estación en el período de años considerado son los siguientes:

Indicativo	Nombre	Tipo	Prov	Xutm	Yutm	Cota	Módulo Pluvio. (mm)
5629	El Saucejo	PT	Sevilla	313513	4104943	531	-
5665	Algámitas	PT	Sevilla	308551	4098578	423	-
6110	Cuevas del Becerro	P	Málaga	317618	4083269	735	786.82
6111	Cañete la Real	P	Málaga	319776	4091548	742	707.72
6112	Almargen	P	Málaga	320141	4097090	500	572.53
6114	Teba	PT	Málaga	328996	4094749	555	597.07

La distribución mensual en éstas estaciones es semejante. Las máximas precipitaciones se producen en el mes de diciembre, con otros máximos relativos en noviembre, enero y febrero, siendo los meses de Julio y agosto los más secos.

En la evolución interanual se aprecia una distribución muy similar dada la cercanía de las estaciones y la reducida extensión relativa del área de estudio. Se aprecia un máximo absoluto en

1960 y otros relativos significativos en 1947, 1951, 1969, 1979 y 1989. Por otra parte se observa un mínimo absoluto en 1974, y mínimos relativos en 1993 y 1994. Recientemente se aprecia un período bastante seco entre 1990 y 1995, después del máximo relativo de 1989.

Precipitación de años tipo

Se obtiene mediante el ajuste de cada serie a una ley de distribución (Goodrich) en función de la cual, y mediante la descomposición en franjas de frecuencia, puede deducirse los intervalos de precipitación anuales correspondientes a los años secos, medios y húmedos. Estos años se identifican como aquellos en los cuales la precipitación total anual se desvía más de una desviación típica del valor medio de la serie. Esta condición se establece con objeto de optimizar el cálculo de recursos especialmente en años secos, objetivo prioritario del proyecto. Así se establecen los límites de intervalos "tipo" y en función de éstos límites se clasifican cada año de la serie y se obtienen los valores medios tipo siguientes para cada estación.

ESTACIÓN Nº 6110 Cuevas del Becerro. Cota 735 msnm

AÑO TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Tipo seco	63,53	51,08	66,07	55,82	34,20	19,18	0,00	1,89	32,36	48,50	82,34	66,52	521,49
Tipo medio	110,36	110,92	97,01	68,75	43,91	18,65	2,07	7,47	26,53	71,37	106,06	118,50	781,60
Tipo húmedo	175,76	219,98	158,76	72,96	28,79	17,43	0,04	4,29	43,79	133,54	175,90	164,10	1195,34

ESTACIÓN Nº 6111 Cañete la Real. Cota 742 msnm

AÑO TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Tipo seco	47,99	44,28	41,33	54,93	46,34	18,18	0,00	2,20	7,58	22,23	44,57	66,41	396,04
Tipo medio	96,37	99,51	89,18	61,01	41,86	16,46	1,58	6,03	23,74	62,70	93,10	111,64	703,18
Tipo húmedo	171,30	217,23	172,23	64,13	46,12	18,85	4,39	3,30	34,17	104,32	168,73	194,11	1198,88

ESTACIÓN Nº 6112 Almargen. Cota 500 msnm

AÑO TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Tipo seco	35,20	45,80	29,40	33,60	27,60	18,36	1,40	6,60	5,20	11,40	49,14	39,80	303,50
Tipo medio	74,27	80,44	76,45	51,99	35,15	11,60	1,23	5,86	19,23	57,78	72,07	83,18	569,25
Tipo húmedo	133,26	212,69	202,76	44,10	28,68	7,85	0,00	1,74	32,62	105,14	131,34	215,10	1115,28

ESTACIÓN Nº 6114 Teba. Cota 555 msnm

AÑO TIPO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Tipo seco	31,60	60,55	29,50	59,55	10,50	37,10	0,00	0,00	0,25	21,35	27,70	1,00	279,10
Tipo medio	75,24	82,99	79,28	50,33	34,04	12,47	1,57	7,37	20,42	63,08	79,61	86,55	592,95
Tipo húmedo	153,32	240,62	174,29	46,33	30,35	11,81	0,25	14,93	40,34	142,56	172,52	157,04	1184,36

Análisis de la temperatura

Se han utilizado las estaciones de El Saucejo, Algámitas y Teba. El tratamiento y completado de las series se ha realizado con el mismo método que en las precipitaciones. El período de años

considerado está comprendido entre los años 1953 y 1995, lo que representa un total de 43 años. Esta serie temporal tiene una representatividad más que suficiente para los objetivos del proyecto en el que se pretende obtener valores medios de las variables meteorológicas.

Los valores medios anuales en función de la restitución y completado de las series han sido:

INDICATIVO	NOMBRE	COTA (msnm)	TEMP. MEDIA ANUAL
5629	El Saucejo	531	19.77 °C
5665	Algámitas	423	16.42 °C
6114	Teba	555	17.92 °C

Distribución mensual: se observa que las temperaturas mensuales medias más bajas se producen en el mes de enero con valores que oscilan entre los 8.22 °C en Algámitas y los 11.22 °C de El Saucejo. En diciembre también se registran valores bajos, entre 8.36 °C en Algámitas y 11.30 °C de El Saucejo. La estación de Teba presenta valores intermedios entre las otras dos. Por lo que se refiere a las temperaturas medias mensuales más elevadas, éstas se producen en los meses de julio y agosto. El valor máximo se produce en la estación de El Saucejo con 30.34 °C en el mes de julio, que contrasta con los 26.38 °C y 28.25 °C, máximos medios mensuales de las estaciones de Algámitas y Teba respectivamente, correspondientes al mes de agosto.

Cálculo de la Evapotranspiración Potencial: Se utiliza primero el procedimiento de cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0), con el fin de optimizar el cálculo de la evapotranspiración potencial en superficies cubiertas de materia vegetal (cultivos). También se ha calculado la evapotranspiración potencial mediante el método de Thornthwaite con el objetivo de realizar balances hídricos independientes para las zonas de materiales permeables aflorantes (sin cubierta vegetal).

Evapotranspiración del cultivo de referencia ET_0 : corresponde a la evapotranspiración que produce una superficie de cubierta vegetal de cultivo más o menos uniforme constituido por gramíneas verdes en crecimiento; variable que ha sido evaluada por tres procedimientos: Blaney-Criddle modificado, Penman modificado y Radiación.

La aplicación de los métodos se ha realizado con los datos de temperatura de las distintas estaciones existentes en la zona de estudio junto con los datos de la estación completa de Málaga (6171).

Los valores anuales medios de ET_0 obtenidos en las estaciones seleccionadas son:

EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET_0) mm				
Indicativo	Nombre	Bl. - Cr	Penman	Radiación
5629	El Saucejo	1720.0	1713.6	1141.6
5665	Algámitas	1672.3	1690.0	1122.0
6110	Cuevas del Becerro	1237.0	1445.0	1783.3
6111	Cañete la Real	1237.0	1445.0	1783.3
6112	Almargen	1220.7	1436.0	1767.0
6114	Teba	1297.5	1494.5	1620.3

Evapotranspiración potencial (Thornthwaite)

La ETP para el año termométrico medio de cada una de las estaciones seleccionadas es la siguiente:

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL EN mm (ETP). THORNTHWAITE													
NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
El Saucejo	17.5	22.2	41.8	61.3	110.0	154.5	227.3	206.2	132.9	72.7	31.8	17.2	1097.4
Algámitas	15.4	18.5	34.8	49.9	88.0	121.2	167.0	156.3	106.7	61.3	28.4	15.3	864.8
Teba	16.7	19.9	36.4	53.8	95.4	130.4	186.8	176.6	120.0	66.1	30.5	16.0	948.6

de donde se deduce que guarda una relación directa con la temperatura, disminuyendo con la proximidad a las zonas de montaña..

Evapotranspiración real y lluvia útil

Para el establecimiento de la ETR y de la lluvia útil se han utilizado tres métodos diferentes:

1. Método de balance mensual de agua en el suelo, utilizando la ETP según Thornthwaite y considerando varias hipótesis de reserva máxima de agua en el suelo.
2. Método empírico de Turc para valores mensuales
3. Método empírico de Coutagne para valores mensuales.

Con la precipitación anual y la lluvia útil se calcula el coeficiente de escorrentía teórico en cada método para los años tipo, obteniéndose los resultados de la tabla B.

Para el conjunto del área, los rangos de variación de los coeficientes de escorrentía se presentan a continuación:

Coeficientes de escorrentía. Sierra de Cañete.

MÉTODO	AÑO SECO	AÑO MEDIO	AÑO HÚMEDO
TURC	0,0 - 10,0 %	9,7 - 23,4%	25,5 - 34,8%
COUTAGNE	0,0 - 17,2%	16,4 - 27,6%	30,9 - 38,1%
BALANCE HÍDRICO (THORNTHWAITE)	0 mm	22,0 - 42,8%	46,9 - 58,8%
	10 mm	16,3 - 40,9%	45,1 - 57,5%
	25 mm	11,0 - 38,0%	42,5 - 55,6%
	50 mm	2,0 - 33,2%	38,1 - 52,4%

Existe una clara diferencia entre los valores resultantes aplicando los métodos de Turc y Coutagne con el Balance en el suelo debido, fundamentalmente a que los primeros dan valores regionales. Por ello el método del Balance es el más adecuado al optimizar el cálculo con la introducción de la variable de retención en el terreno, observada "in situ".

Del análisis y comparación de estos datos, y a falta del contraste de los mismos con los datos hidrológicos y foronómicos, se puede considerar que el balance hídrico para una capacidad de campo de 0 o 10 mm es el que mejor se ajusta al previsible comportamiento hidrológico de los materiales carbonatados permeables existentes en el área de estudio. Para los materiales detríticos se estima que el balance hídrico aumenta ligeramente su capacidad de campo al retener en mayor grado el volumen de precipitación, considerándose los balances hídricos con capacidad de campo de 25 o 50 mm los más adecuados al tratarse de materiales con permeabilidad media - baja.

TABLA B

AÑO HÚMEDO		Cuevas del Becerro n° 6110	Cañete La Real n° 6111	Almargen n° 6112	Teba n° 6114	
PREC. ANUAL (mm)		1195,33	1198,88	1115,27	1184,35	
TEMP. MEDIA ANUAL °C		16,42	16,42	17,92	17,92	
ETP ANUAL THORNTHWAITE		864,8	864,8	948,6	948,6	
TURN	ETR	793,693	784,408	785,085	816,311	
	LLU	415,94	422,926	284,025	370,717	
	Coef. Esc	34,80%	35,30%	25,50%	31,30%	
COUTAGNE	ETR	753,968	887,686	724,989	767,08	
	LLU	415,94	422,926	284,025	370,717	
	Coef. Esc	38,10%	26,70%	30,90%	35,50%	
THORNTHWAITE	CC: 0 mm	ETR	317,9	330,4	300,6	329,6
		LLU	877,4	868,5	814,7	854,8
		Coef. Esc	73,40%	72,40%	73,00%	72,20%
	CC: 10 mm	ETR	327,9	340,4	310,6	339,6
		LLU	867,4	858,5	804,7	844,8
		Coef. Esc	72,60%	71,60%	72,20%	71,30%
	CC: 25 mm	ETR	342,9	355,4	325,6	354,6
		LLU	852,4	843,5	789,7	829,8
		Coef. Esc	71,30%	70,40%	70,80%	70,10%
	CC: 50 mm	ETR	367,9	380,4	350,6	379,6
		LLU	827,4	818,5	764,7	804,8
		Coef. Esc	69,20%	68,30%	68,60%	68,00%

AÑO MEDIO		Cuevas del Becerro n° 6110	Cañete La Real n° 6111	Almargen n° 6112	Teba n° 6114	
PREC. ANUAL (mm)		781,61	703,18	569,25	592,96	
TEMP. MEDIA ANUAL °C		16,42	16,42	17,92	17,92	
ETP ANUAL THORNTHWAITE		864,8	864,8	948,6	948,6	
TURN	ETR	601,833	552,875	481,73	496,435	
	LLU	182,588	140,056	54,943	68,622	
	Coef. Esc	23,40%	19,90%	9,70%	11,60%	
COUTAGNE	ETR	568,567	539,401	443,499	459,16	
	LLU	215,854	153,53	93,117	105,897	
	Coef. Esc	27,60%	21,80%	16,40%	17,90%	
THORNTHWAITE	CC: 0 mm	ETR	322,2	313,3	302,3	308,8
		LLU	459,4	389,9	266,9	284,2
		Coef. Esc	58,80%	55,40%	46,90%	47,90%
	CC: 10 mm	ETR	332,2	323,3	312,3	318,8
		LLU	449,4	379,9	256,9	274,2
		Coef. Esc	57,50%	54,00%	45,10%	46,20%
	CC: 25 mm	ETR	347,2	338,3	327,3	333,8
		LLU	434,4	364,9	241,9	259,2
		Coef. Esc	55,60%	51,90%	42,50%	43,70%
	CC: 50 mm	ETR	372,2	363,3	352,3	358,8
		LLU	409,4	339,9	216,9	234,2
		Coef. Esc	52,40%	48,30%	38,10%	39,50%

AÑO SECO		Cuevas del Becerro n° 6110	Cañete La Real n° 6111	Almargen n° 6112	Teba n° 6114	
PREC. ANUAL (mm)		521,49	396,03	303,5	279,1	
TEMP. MEDIA ANUAL °C		16,42	16,42	17,92	17,92	
ETP ANUAL THORNTHWAITE		864,8	864,8	948,6	948,6	
TURN	ETR	466,695	380,592	302,746	279,1	
	LLU	52,312	15,433	0,754	0	
	Coef. Esc	10,00%	3,90%	0,25	0,00%	
COUTAGNE	ETR	429,547	359,075	303,5	279,1	
	LLU	89,46	36,95	0	0	
	Coef. Esc	17,20%	9,30%	0,00%	0,00%	
THORNTHWAITE	CC: 0 mm	ETR	298,4	258,8	216,7	217,8
		LLU	223,1	137,2	86,8	61,3
		Coef. Esc	42,80%	34,60%	28,60%	22,00%
	CC: 10 mm	ETR	308,4	268,8	226,7	233,6
		LLU	213,1	127,2	76,8	45,6
		Coef. Esc	40,90%	32,10%	25,30%	16,30%
	CC: 25 mm	ETR	323,4	283,8	241,7	248,6
		LLU	198,1	112,2	61,8	30,6
		Coef. Esc	38,00%	28,30%	20,40%	11,00%
	CC: 50 mm	ETR	348,4	308,8	266,7	273,6
		LLU	173,1	87,2	36,8	5,6
		Coef. Esc	33,20%	22,00%	12,10%	2,00%

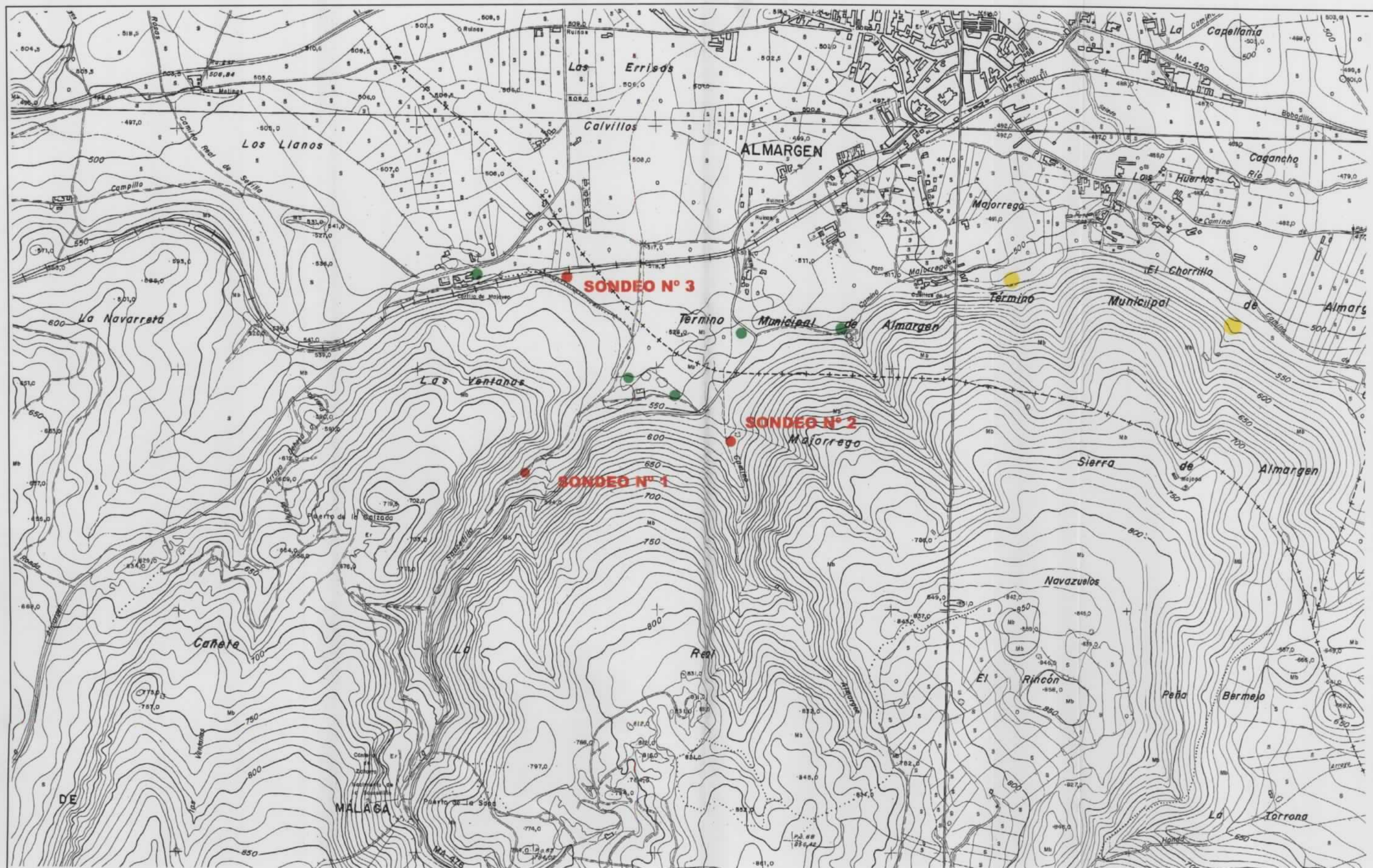
ANEXO IV

PLANOS

PLANO N° 1.- SIERRA DE CAÑETE

PLANO N° 2.-SIERRA DEL TABLÓN-ALGÁMITAS

PLANO N° 3.- SIERRA DE LOS CABALLOS



- Sondeos de investigación propuestos
- Puntos de abastecimiento existentes
- Propuesta de futura investigación

