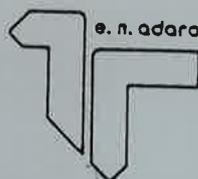


CONVENIO MARCO DE ASISTENCIA TECNICA ENTRE EL INSTITUTO TECNOLOGICO
GEOMINERO DE ESPAÑA Y LA CONSEJERIA DE ECONOMIA Y HACIENDA
DE LA JUNTA DE ANDALUCIA

EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DE LAS
AGUAS MINERALES EN LA COMUNIDAD
AUTONOMA DE ANDALUCIA

ESTUDIO DE DETALLE DE LA PROVINCIA DE MALAGA
TOMO 4



PRIMERA FASE

1.990-1.991

35747

EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DE LAS
AGUAS MINERALES EN LA COMUNIDAD
AUTONOMA DE ANDALUCIA

ESTUDIO DE DETALLE DE LA PROVINCIA DE MALAGA
TOMO 4

	<u>Págs.</u>
- <u>MANANTIAL FUENTE ALEGRE (MALAGA)</u>	197
- <u>MANANTIAL EL QUEJIGO (MIJAS)</u>	213
- <u>BAÑOS DEL ROSARIO O LA HEDIONDA (CASARES)</u>	227
- <u>MANANTIAL DE ALMANZORA (PERIANA)</u>	243
- <u>MANANTIAL FUENTE DE LOS BAÑOS DE VILO (PERIANA)</u> ...	255
- <u>MANANTIAL FUENTE HEDIONDA (RONDA)</u>	271
- <u>FUENTE AMARGOSA (TOLOX)</u>	285
- <u>MANANTIAL FUENTE MINA (CASARABONELA)</u>	307
- <u>MANANTIAL BAÑOS DE LA TOSQUILLA (VILLANUEVA DEL RO-</u> <u>SARIO)</u>	326
- <u>MANANTIAL PUERTO SOL DE LA SIERRA (MANALBA - MALAGA)</u>	338
- <u>MANANTIAL FUENTE PEÑA (MIJAS)</u>	354
- <u>FUENTE RIO HORCAJOS (TOLOX)</u>	373
- <u>MANANTIAL CORTIJO DE CAPARROS (VELEZ MALAGA)</u>	390
- <u>MANANTIAL DE LA YEDRA (ANTEQUERA)</u>	402
- <u>SONDEOS MARQUES DEL DUERO (MARBELLA)</u>	415
- <u>MANANTIAL NACIMIENTO RIO SALADO (ALMARGEN)</u>	432

	<u>Págs.</u>
- <u>MANANTIAL DE TORROX (TEBA)</u>	443
- <u>MANANTIAL DE FUENCALIENTE (CAÑETE LA REAL)</u>	457
- <u>VALLE DE NIZA (VELEZ MALAGA)</u>	469
- <u>MONTE DEL DUQUE (MANANTIALES EL SAUCILLO Y EL PLA-</u> <u>TANILLO) (CASARES)</u>	483
- <u>MANANTIAL MONTESOL "LAS ALBERQUILLAS" (NERJA)</u>	502
- <u>MANANTIAL LOS REMATES (MALAGA)</u>	515
- <u>MANANTIAL EL CERCADO (BENAHAVIS)</u>	527

INTRODUCCION

La provincia de Málaga, es una de las provincias de la Comunidad Autónoma Andaluza con mayor arraigo y tradición en cuanto a proliferación de puntos de agua minero-medicinales y de bebida envasada, no cabe duda que la variedad de litología en los materiales aflorantes, y disposiciones tectonizadas de los mismos han contribuido de una manera determinante en la presencia y variedad de agua de distinto quimismo.

En este trabajo se recoge una actualización del inventario de aguas minero-medicinales y envasadas, que partía del ya editado por el ITGE en 1986, el cual se ha rebasado ampliamente; incluía un total de 37 puntos, alcanzándose ahora la cifra de 55 puntos (44 manantiales y galerías, 7 pozos y 4 sondeos).

La proliferación de aguas con contenido en gas sulfhídrico, termalismo, etc., independiente de la facies correspondiente bicarbonatada, clorurada, etc., han sido muy recomendadas por sus aplicaciones en el hombre. Así desde tiempo inmemorial se conocen, muchos puntos que han tenido distinta trayectoria a lo largo del tiempo. Actualmente se encuentran en estado de semiabandono o sin uso preferente, los Baños de Vilo, Baños de La Hedionda o Rosario, Baños del Duque; Ardales; Baños del Puerto; Las Majadas; Fuente Hedionda de Ronda y Baños de La Tosquilla. Solamente se encuentran en activo, abiertos en la temporada adecuada los balnearios

de Carratraca y Tolox, su tradición como cura de reposo y baños traspasa la frontera nacional.

Igualmente Málaga ha tenido una gran tradición en agua envasada, hoy día la mayoría del grupo de industrias que se crearon principalmente alrededor del núcleo de Málaga capital están abandonadas, se trata de los manantiales El Madroño, Fuente Alegre (Puerto La Torre); Valle Niza y La Capuchina (Antequera). En la Colonia de Santa Inés existe un sondeo, Los Remates que llegó a envasar agua a granel. Actualmente existen tres plantas de envasado de agua en explotación: Fuente La Higuera en Casarabonela, Fuente Peña en Mijas, y Cortijo Caparros que envasa esporádicamente.

La creciente demanda de agua envasada para el consumo en la provincia ha originado el aumento de peticiones para esta dedicación. Así, Agua de Manalba (Puerto Sol de la Sierra) planta que estuvo funcionando en el periodo 1971-1988, actualmente cerrada, ha vuelto a solicitar su apertura, Manantial de La Yedra (Antequera); El Cercado (Benahavis) y Fuente Mina (Casarabonela), que dejó de embotellar hacia 1980. Existe también otra petición, hoy abandonada, el manantial de Las Alberquillas (Nerja).

Del restante grupo de manantiales y pozos, del inventario, una fracción de ellos se usa principalmente para riego como los manantiales del Cortijo del Sultán, Hedionda de Alora, Fuente Morales; Almanzora, Río Salado, Torrox, Fuencaiente y Fuente del Cano, y sin uso definido los manantiales de Pozuelo, Relumbrosa, Fuente Santa, Fuente Sana, Cueva del Vogue, El Quejigo, Cabañil, San Ramón, Gatuz, Alcornocalejo, Villanueva del Rosario, Río Horcajos, Saucillo y Platanillo, Fuente Dulce y Elviria.

Otra fracción del mismo ha desaparecido por distintos motivos, una de las principales causas es debida a inundaciones u obras sobre los mismos, así se encuentran Fuente Piedra, Fuente de la Cruz, Baños de Coin, Rodahuevos, Pozo Chiliano y Los Sauces o Fuente Santa.

Desde el punto de vista químico predominan grupos con facies bicarbonatadas cálcico-magnésicas y sódicas, sulfatadas cálcico-sódicas; cloruradas-sódicas, y bicarbonatadas cloruradas o sulfatadas.

Este volumen recoge los informes hidrogeológicos de los puntos seleccionados dentro del grupo de 55 inventariados y que ascienden a 36. En cada uno de ellos se describe su situación geográfica, utilización y datos históricos, marco geológico, características hidrogeológicas e hidroquímicas, propuesta de área de protección y bibliografía consultada.

Hay que advertir que en la Propuesta de Area de Protección (que en cada punto se acompaña la figura correspondiente), se ha pretendido que el perímetro dibujado responda a las dimensiones de los afloramientos relacionados con el punto acuífero; posibles conexiones hidráulicas, sistemas de circulación subterránea, etc., y a la red de agua superficial que puede ser causa de una contaminación sobre el propio manantial. Así el resultado puede parecer en principio para algunos puntos, áreas de exagerada superficie. El definir exactamente el perímetro de protección de un punto puede ser muy simple en algunos casos, pero en la mayoría es un problema complejo que conllevaría estudios muy detallados.

En el volumen anexo se incluyen las fichas de cada punto, elaboradas para este fin, adjuntándose la documenta-

ción existente de tipo administrativo que por una u otra vía se ha recopilado.

MANANTIAL BAÑOS DE LAS MAJADAS (ALCAUCIN)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial se encuentra situado en la margen derecha del Arroyo de Fuente de Piedra, en el paraje denominado Baños de la Majada, del término municipal de Alcaucin. Dista de la población de Velez-Málaga unos 22 kilómetros y de Málaga capital 50 km aproximadamente.

Desde Málaga se accede al manantial por la carretera nacional 340, hasta Torre del Mar, en esta localidad se toma la carretera comarcal 335 desde la que parte, en Puente de Salia, el acceso a Alcaucín. Desde esta última población el camino hacia el manantial es difícil y peligroso para recorrerlo en vehículo teniéndose que hacer la mayor parte del trayecto a pie.

El punto se encuentra ubicado en la hoja del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 nº 18-43 (1040) Zafarrraya y son sus coordenadas UTM: X = 401200 e Y = 4887550, la cota es de 492 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Las aguas de Baños de las Majadas, han sido consideradas históricamente como minero-medicinales habiendo sido empleadas por los habitantes del entorno para el tratamiento de enfermedades de la piel. En la actualidad estas aguas no se explotan. No existe ningún tipo de instalación en la sur-

gencia cuyo caudal es inapreciable con un fuerte olor a sulfhídrico.

La primera referencia de este manantial se encuentra en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" llevada a cabo por el Instituto Geológico de España en 1913. En esta relación definen las aguas con facies sulfurada cálcica.

No se vuelve a citar este punto hasta 1980 cuando se lleva a cabo el inventario de puntos de agua de las cuenca Sur (Sector Occidental). Se estima un caudal de 1 a 1,5 litros/segundo (24-6-80).

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Los Baños de la Majada se encuentran en un área de gran complejidad tectónica, en la que concurren los complejos Maláquide y Alpujárride pertenecientes al Sistema Bético. Hay también elementos del Subbético y es la zona donde termina la depresión existente entre los "Montes de Málaga" y las "Sierras de Torcales - Sierra Gorda", ocupada por sedimentos terciarios, que aquí pertenecen al complejo Colmenar-Periana.

La complejidad estratigráfica que presentan los términos aflorantes es grande y ésta se ve complicada en su interpretación por el intenso plegamiento de las series y la tectónica de mantos y fallas.

Esquemáticamente se han diferenciado dentro de cada Complejo y de muro a techo, las siguientes facies.

- Complejo Alpujárride. En la base del apilamiento de Mantos

que forman el edificio Alpujárride aparecen unos centenares de metros de micasquistos negros de edad paleozoica.

- En concordancia con los anteriores se encuentran los esquistos de Guzman formados por micasquistos y esquistos cuarzo-moscovíticos de tonalidades claras con espesores superiores a los 200 metros. Se les atribuye una edad triásica.
- En contacto mecánico se encuentra sobre la serie esquistosa y despegada de la misma una formación carbonatada, triásica, que ha sufrido un cierto metamorfismo y a la cual se la denomina como "Mármoles de Solares" con intercalaciones de neises. En esta serie emerge el manantial considerado.

Tanto estos mármoles como la serie esquistosa infrayacente, pertenecen al denominado "Manto de los Guajares".

Al Sur del manantial y Este del término municipal de Alcaucín aflora una potente serie de mármoles con espesores superiores a 400 metros, que dan lugar al núcleo de Sierra Tejada. Entre los mármoles es frecuente la aparición de niveles de micasquistos. Al conjunto se le atribuye una edad triásica y pertenece al Manto de la Herradura, el cual ocupa una posición inferior al de los Guajares.

- Complejo Maláquide. Se encuentra aflorando al Norte de la surgencia, está representado por el término mas bajo del Paleozoico, en la zona correspondiente a un Silúrico constituido por un centenar de metros de filitas y esquistos de colores azulados, grises o rojos.
- El Subbético aflora al Noroeste de Baños de la Majada, próximo al Cortijo del Collado y al Norte del mismo punto, en

la Sierra de Alhama. En el primer afloramiento aparece como una ventana tectónica, o una unidad desgajada de los afloramientos de Sierra de Alhama, los cuales dan lugar a la Unidad de Zafarraya. El conjunto de los afloramientos subbéticos de edad Triásico superior - Malm son básicamente carbonatados con intercalaciones de margas y margocalizas. El cretácico inferior se encuentra representado por margas y margo-calizas.

- El complejo Terciario de Colmenar Periana está compuesto por una serie de unidades o formaciones de arcillas rojas, arcillas marrones con intercalaciones arenosas y "klippes" fundamentalmente areniscosas englobados en estas formaciones.
- Finalmente ocupando las laderas del valle de los ríos Alcaucín y Cárdenas y el fondo del valle aluvial se encuentran brechas, conglomerados, travertinos, etc. de edad cuaternaria.

2.1.- TECTONICA

En general las estructuras predominantes son de mantos de corrimiento y prácticamente las relaciones entre las distintas unidades pueden establecerse en términos relativos a superposiciones anormales de unas sobre otras.

Además del apilamiento de mantos existen otras superficies tectónicas, prácticamente cualquier cambio de la litología a escala de formación se traduce por un contacto mecánico.

En general la tectónica de mantos se ha producido en etapas de deformación prealpinas, sufriendo posteriormente

los efectos de compresión y metamorfismo de las fases alpinas, posteriores a las estructuras de corrimiento mayores observables. Se extienden desde el Aquitaniense al Mioceno Medio.

Las últimas estructuras alpinas de compresión son pliegues, fallas inversas y grandes arqueamientos generales que afectan al conjunto de las unidades corridas.

La actividad tectónica ha proseguido posteriormente, esto queda reflejado en que las superficies tectónicas que individualizan los mantos y escamas se encuentran plegadas, y también se observa el basculamiento hacia el Sur de los materiales postorogénicos.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial de Los Baños de las Majadas, pertenecen al Sistema Acuífero de Sierra Tejada, ubicándose la unidad tectónica en su extremo Noroccidental, denominada Unidad de Las Fuentes.

Esta Unidad presenta una superficie de 7,5 km² de materiales carbonatados Alpujárrides, que se superponen tectónicamente a la de Sierra Tejada, y que se halla despegada de su sustrato. Constituye una pequeña unidad hidrogeológica drenada por numerosos manantiales de pequeño caudal, situados en su mayor parte en el Arroyo de Las Fuentes y el barranco de Cardenas. Sobre el borde meridional del acuífero, en el paraje denominado de El Alcázar existen unos afloramientos de travertinos, que, por su extensión desproporcionada, respecto a las dimensiones del afloramiento aprecen más bien relacionados con antiguas emergencias del Acuífero de Sierra Tejada.

El acuífero está constituido por los mármoles triásicos, estando formado el impermeable de base por los micasquistos, gneises y cuarcitas inferiores. Los mármoles deben su permeabilidad a la intensa fracturación y diaclasamiento. La alimentación que recibe el sistema es sólo la que procede de las precipitaciones, mientras que la descarga se produce a través de manantiales situados en los bordes.

El manantial de Los Baños de las Majadas, en la época visitada presentaba un caudal inapreciable, con desprendimiento de sulfhídrico, lo que le concede su carácter de mineralo-medicinal diferenciándose respecto al grupo de manantiales generalmente de facies bicarbonatada de su alrededor. Este por el contrario presenta además una facies evaporítica, seguramente ligada a algún lentejón de yesos en el contacto de las filitas con el paquete carbonatado.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Si bien la interpretación hidrogeológica señala como acuífero los mármoles triásicos, la muestra recogida indica que se trata de agua sulfatada cálcica-magnésica, con una conductividad apreciable ($1.210 \mu\text{S}/\text{cm}$). En relación con esta presencia de sulfatos se detecta en la surgencia desprendimiento de H_2S , con un potencial redox obviamente bajo: -231 mV .

Los diagramas de saturación de la fig. 1 indican que el agua se encuentra equilibrada con calcita, y subsaturada respecto a yeso y anhidrita. En consecuencia el almacén carbonatado existe, si bien la composición del agua resulta modificada por un proceso adicional de disolución de evaporitas, fundamentalmente yesos. Esta tipología -ciertamente fre-

cuenta- de aguas de origen mixto suele presentar, como en este caso, un valor minoritario del índice



El análisis de elementos minoritarios y traza aporta como únicos datos significativos las concentraciones de litio y manganeso, 160 y 11 $\mu\text{g/l}$ respectivamente.

No se dispone de datos que permitan evaluar la evolución temporal de la muestra. Sin embargo hay que señalar que en aguas que posean una componente evaporítica, los iones nuevos estables suelen ser precisamente los que definen esta última: $\text{SO}_4^{=}$, Cl^- , Ca^{2+} y alcalinos.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Aunque a priori es difícil de establecer el área de influencia de afección para el manantial, en principio y basado en su origen ligado a la tectónica, se ha delimitado un área dentro del entorno del contacto de cabalgamiento de las filitas del Complejo Maláquide con los mármoles alpujárrides. Por otro lado, se ha pretendido abarcar un tramo del Arroyo Fuente de Piedra, y no se ha considerado hasta su cabecera debido a la inexistencia de núcleos de población, aguas arriba del punto.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- RELACION POR PROVINCIAS DE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES DE ESPAÑA. Instituto Geológico de España, 1913.

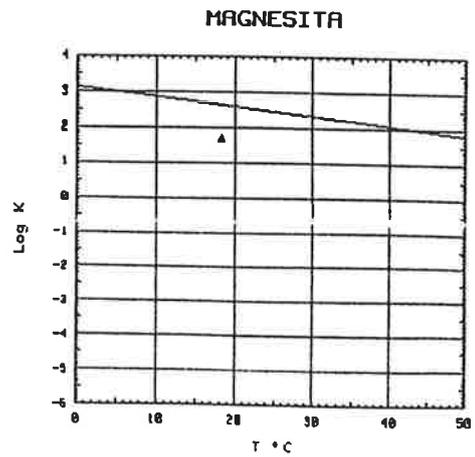
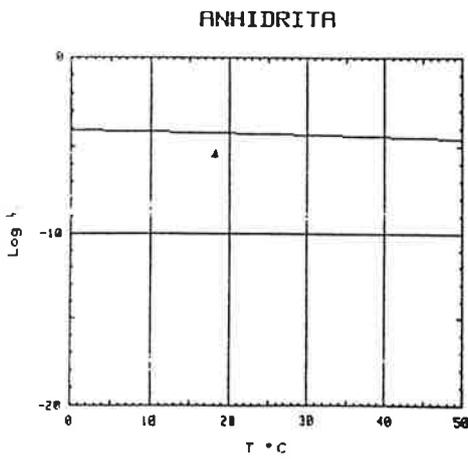
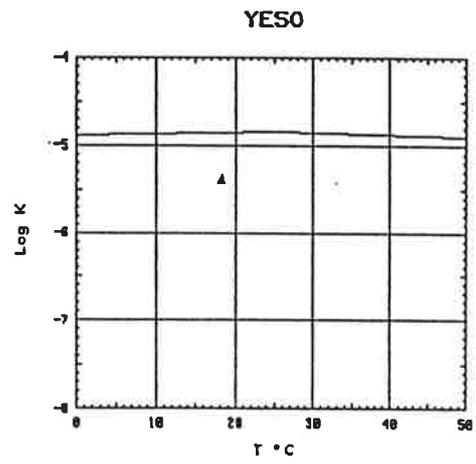
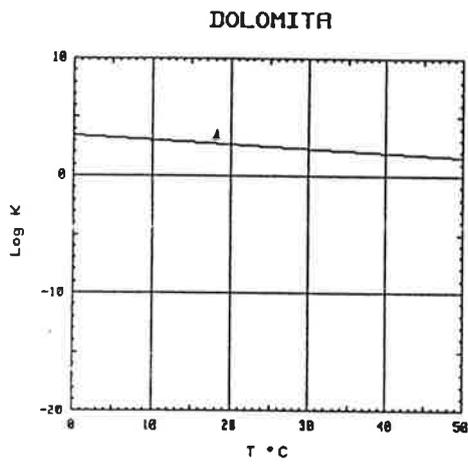
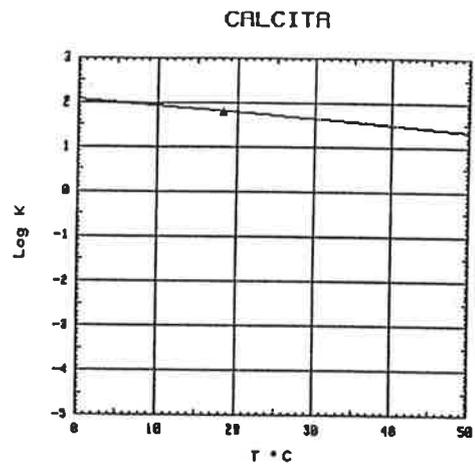
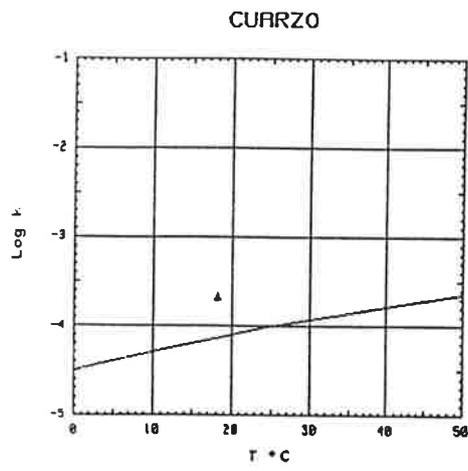


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL BAÑO DE LAS MAJADAS

ANÁLISIS QUÍMICO

DESIGNACIÓN: BAÑO DE LAS MAJADAS
FECHA:

TEMPERATURA (°C): 18.2 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1210
pH a 18°C: 7.31 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 595
pH a 10°C: 7.70 En campo (mV): -231

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	256.00	4.196	4.196	27.74
CO3=	-	-	-	-
SO4=	380.00	3.956	7.912	52.30
Cl-	102.00	2.877	2.877	19.02
F-	2.500	.132	.132	.87
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.05
SiO2 (H4SiO4)	14.9	.248	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.100	.001	.003	.02
TOTAL....	756.010	11.418	15.128	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	87.00	3.785	3.785	24.00
K+	3.00	.077	.077	.49
Ca++	133.00	3.318	6.637	42.10
Mg++	63.00	2.591	5.182	32.87
Fe++	.040	.001	.001	.01
Li+	.16	.023	.023	.15
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.35
NH4+	.030	.002	.002	.01
Mn++	.011	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	286.851	9.817	15.766	

FORMULA ANIONICA: SO4= >CO3+=HCO3- >Cl- >F-
FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >K+

CLASIFICACION: SULFATADA --- CALCICA MAGNESICA

$(SO_4+CO_3)/Ca = .632$	$Cl/Na = .740$	$(S:4 \times Ca)^{1/2} = 7.246$
$(CO_3+HCO_3)/(Ca+Mg) = .355$	$Cl/(Na+K) = .745$	$(Cl+SO_4)/(Ca+K+Na) = 1.028$
$((CO_3H)^{1/2} \times Ca)^{1/3} = 4.389$	$SO_4/Ca = 1.192$	$Mg/Ca = .761$
$(CO_3H)(CO_3+SO_4)/(Ca+Mg) = 1.024$	$SO_4/(Ca+Mg) = .669$	$Cl/CO_3H = .686$

ARCHIVO EN DISCO: NMM2 (AMA5-02)

	ppm
R.S. 110°C	894
D.Q.O.	0,4
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,015
As	-
Se	-
Hg	-

- MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. Escala 1.50.000 hoja 18-43 (1040)
Zafarraya. MAGNA-ITGE, 1979.

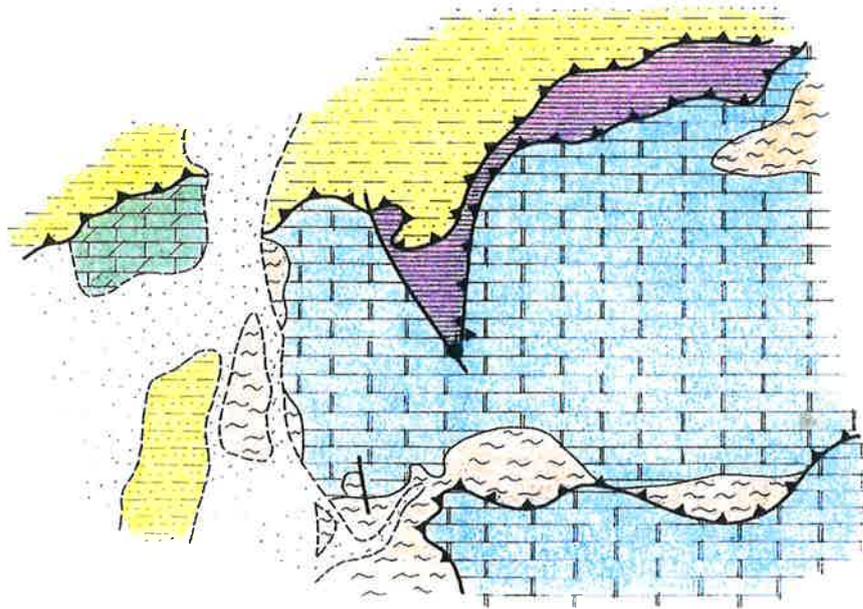
- ATLAS HIDROGEOLOGICO DE MALAGA. Diputación Provincial.

BAÑOS DE LAS MAJADAS (ALCAUCIN)

PLANO GEOLOGICO

401.000

403.000



4.088.000

4.086.000

C. COLMENAR PERIANA

-  Aluvial y travertinos..... CUATERNARIO
-  Arcillas y areniscas..... Terciario

COMPLEJO SUBBETICO

-  Calizas y dolomias..... MESOZOICO

COMPLEJO MALAGUIDE

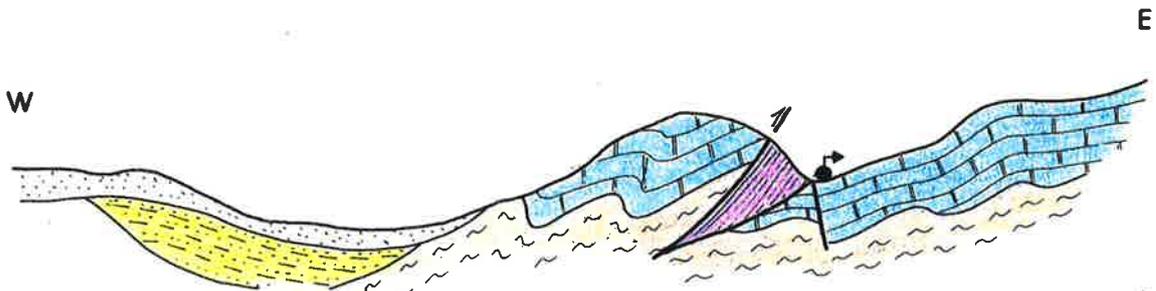
-  Filitas..... PALEOZOICO

COMPLEJO ALPUJARRIDE

-  Mármoles..... TRIASICO
-  Esquistas..... PALEOZOICO

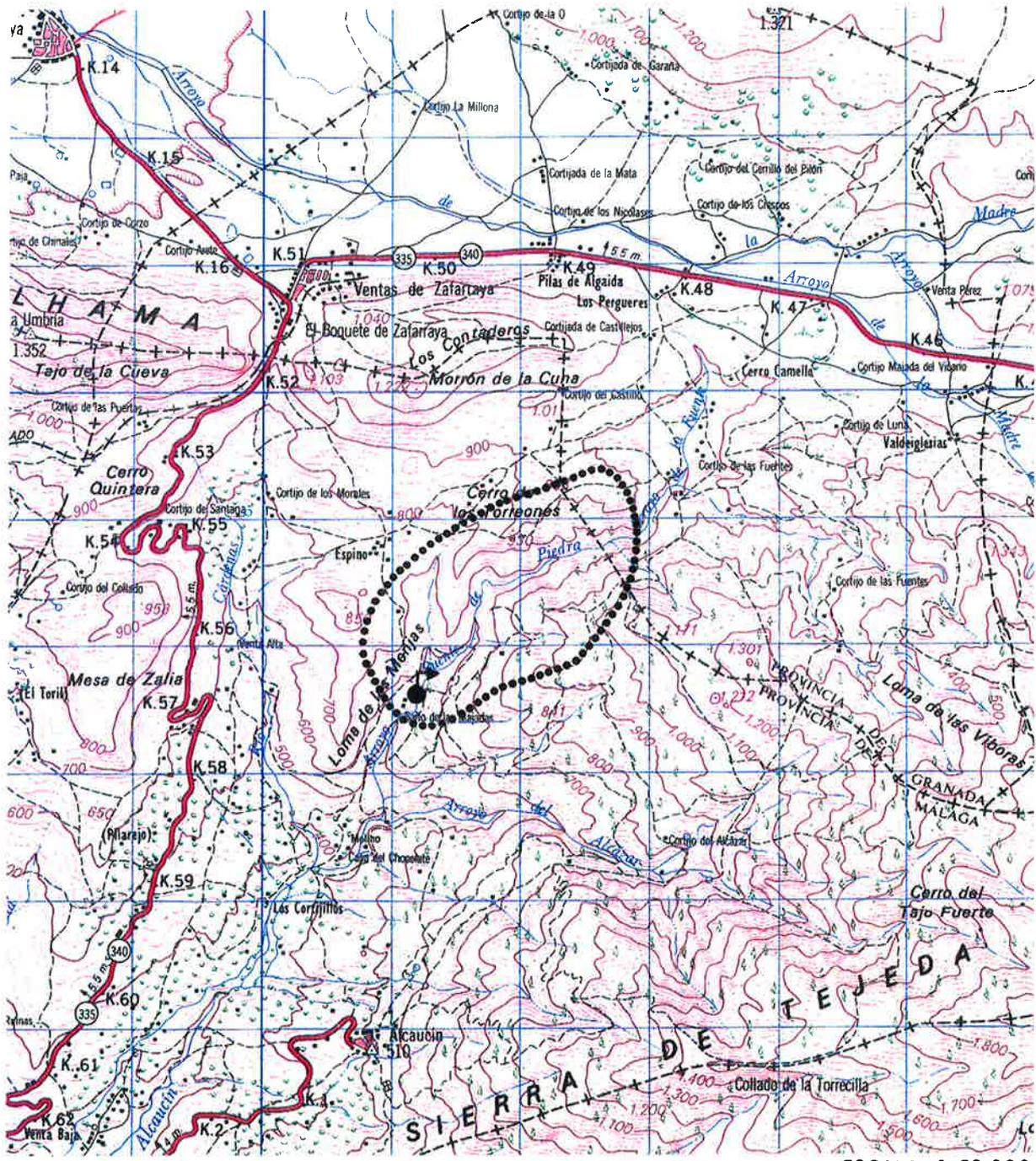
ESCALA - 1:50.000

CORTE GEOLOGICO



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

BAÑOS DE LAS MAJADAS



ESCALA - 1:50.000

MANANTIAL BAÑOS DEL PUERTO (ALHAURIN)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Baños del Puerto se encuentra ubicado en el paraje de Barranco Blanco y junto al cauce del río Alaminos de Las Posadas, o río de Fuengirola en su margen izquierda, término municipal de Alhaurín El Grande. Su acceso se realiza desde el llamado Puerto de los Pescadores, nudo de confluencia de tres carreteras a los núcleos de Alhaurín el Grande, Coín y Mijas. Desde este punto en dirección Sur, a través de una pista de unos 3 km en mal estado de conservación se desciende directamente a la zona del manantial. Desde Alhaurín el Grande dista unos 6 km.

Se localiza dentro de la hoja topográfica nº 16-45 de Coín, a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 345900 e Y = 4051500, siendo su cota de 120 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El manantial de Baños del Puerto es una surgencia en roca ultrabásica de agua sulfhídrica con depósitos calcáreos en su entorno y con desprendimiento continuo de pequeñas burbujas de gas, con un caudal del orden de 1 l/s, y que surge en el mismo cauce del río, de forma que en época de crecida, llega a cubrir el manantial.

Junto a este punto, existe un sondeo realizado en 1974 de 10 cm de ϕ , surgente igualmente de agua sulfurosa y gas. El caudal de surgencias es del orden de 0,5 l/s. Existen además unas antiguas edificaciones, derruidas cerca del manantial, correspondientes a antiguos baños, ya que este tipo de agua se aplicaba fundamentalmente para enfermedades de la piel.

Se cita el manantial por primera vez de una forma oficial, en las memorias del ITGE, en la relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España de 1913.

Posteriormente en la publicación del ITGE de mapa y memoria de 1947 y recientemente en el Informe sobre las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas en España del ITGE de 1986. Aparece en todos ellos como agua sulfhídrica.

En 1983 la E.N.ADARO, dentro del Estudio de GEOTERMISMO, realizado para el ITGE, describe y analiza este punto, realizándose un análisis de gases contenido en el agua sulfurosa, y en una etapa anterior, en 1974, año de la elaboración del inventario de puntos de agua en la provincia de Málaga, se realiza un análisis químico de este punto y su ficha correspondiente.

Actualmente tanto el manantial como el sondeo, se encuentran en estado de abandono sin ningún tipo de protección y prácticamente en desuso. No se tiene documentación a cerca de los años de funcionamiento de los antiguos baños.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el manantial se en-

cuentra enclavado dentro del gran macizo de rocas ultrabásicas llamado de OJEN, a su vez rodeado por la serie de Unidades Béticas (SS), como son la Unidad de Blanca, Alpujárride y Maláquide.

El macizo ultramáfico de Ojén, ocupa una extensión aproximada de unos 75 km². Como masa pétreo fundamental aparece una unidad de composición harzburgita-dunita-piroxenita que se reparte indistintamente por una gran extensión del macizo, ocupando su envolvente más externa. Una característica importante de este macizo es la presencia de un gran volumen de roca serpentizada que constituye por si misma una unidad litológica dentro del macizo. Se encuentra ocupando todo el extremo NE del Complejo, así como gran parte del centro y del sur del mismo. Está formada por minerales de alteración y a partir de una determinada profundidad de la superficie desaparece para convertirse en roca fresca. También está desarrollada en las zonas de fractura importante.

Los contactos con la roca de caja de las peridotitas son de dos tipos tectónicos y magmáticos. Son frecuentes las redes de filones ácidos, de textura aplitica-pegmatítica.

Una de las características tectónicas más acusadas del macizo de Ojen, es la compartimentación en bloques que determina las diferencias tan acusadas de topografía que existen en la zona.

La compartimentación de la masa ígnea en tres bloques, según líneas de fractura N70E aproximadamente, ha determinado la formación de un graben, cuyo bloque hundido es el central y en el que existe un gran desarrollo de las serpentinitas.

En el contacto S y en parte del E del macizo, encontramos que las rocas ígneas se ponen en contacto con las de caja por medio de fallas. En los bloques levantados se puede observar la presencia de una desarrollada red de fracturas de direcciones dominantes N60E y N-S.

La Unidad de Blanca, que por su posición más baja podría corresponder al Nevado Filábride, se halla aquí integrada por mármoles masivos blancos en la base, los cuales constituyen la casi totalidad de Sierra de Mijas, orlados por el sur por una estrecha franja de gneis con plagioclasa, Barranco Blanco, Sierra Blanca, etc. Se le atribuye una edad triásica y un espesor superior a los 1.000 m.

El Complejo Alpujárride es un conjunto metamórfico formado esencialmente por una serie de filitas, esquistos, gneises con intercalaciones cuarcíticas y mármoles, sobre esta serie se ha superpuesto parcialmente un metamorfismo de contacto, consecuencia de la intrusión de peridotitas, que le ha transformado en parte.

Al techo del Complejo aparecen una serie de esquistos negros con filones de cuarzo y niveles de cuarcitas. En continuidad con esta formación esquistosa aparece un conjunto de gneises, reunidos bajo la denominación de "gneises de sillimanita". En los sectores próximos al macizo ultrabásico, existen gneises granitoides y con granate, de aspecto granudo y colores pardo-rojizos y oscuros. Irregularmente repartidos en este conjunto existen diques básicos (diabasas y aplitas).

La edad de estos materiales alpujárrides es paleozoica pudiendo incluir también parte del precámbrico en determinados niveles de la serie.

El Complejo Maláquide, es la última unidad Bética alóctona existente en la zona. Se sitúa sobre el Complejo Alpujárride o sobre el macizo peridotítico.

En conjunto presenta una sucesión pelítica-detrítica, de filitas, pizarras y grauvacas con pasadas calcáreas de edad paleozoica. Culminando la serie paleozoica, existe una formación de carácter continental muy característica constituida por conglomerados, areniscas y pizarras de colores rojizos, con unas facies muy próximas a las del Trias Germánico Inferior, que da paso a las dolomías que constituyen el techo del Maláquide, formando un episodio marino transgresivo sobre las facies continentales, con ellas se alcanza el Trias con el que termina la serie maláquide.

2.1.- TECTONICA

Siguiendo la línea marcada por los autores holandeses, y con las ideas estructurales sobre las Cordilleras Béticas, se han establecido a nivel regional, tres conjuntos tectónicos principales que de base a techo son: Unidad de Blanca, Alpujárride y Maláquide.

La Unidad de Blanca, formada por la Sierra de Mijas y borde oriental de la Sierra Blanca constituye el tramo inferior al menos tectónicamente que aflora a nivel regional. Sobre la Unidad de Blanca se encuentra la serie de materiales metamórficos que constituyen el manto Alpujárride, una vez cabalgado por los materiales del Complejo Maláquide.

Después de la colocación de los mantos, continúa la evolución tectónica de la región que se manifiesta en pliegues suaves y fallas.

En cuanto al emplazamiento de la intrusión peridotítica, es un hecho el que las peridotitas cortan al manto alpujárride, desarrollando un metamorfismo de contacto, hecho que no ocurre en el Maláquide. Según esto la intrusión se sitúa en el tiempo después de la colocación del conjunto alpujárride y antes de producirse las escamas maláquides, equivalente al período Eoceno-Oligoceno.

Merece destacarse como neotectónica cuaternaria la elevación diferencial que se produce en la región. Esta elevación se evidencia en los sedimentos pliocuaternarios que bordean la Sierra de Mijas.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Desde un enfoque rigurosamente hidrogeológico, el conjunto de rocas ultrabásicas y metamórficas, debido a su escasa o nula permeabilidad, no forman verdaderos acuíferos, solamente en zonas de alteración de estas rocas, tectonización, fracturación y especialmente en las áreas de contacto de la roca intrusiva con la roca de caja, gneis, cuarcitas, calizas, etc., pueden formar pequeños acuíferos, o más bien zonas de acumulación o vías preferenciales de circulación.

Son numerosos los puntos de agua, en general de pequeño caudal que se manifiestan en el contexto geológico descrito, y en virtud de un dispositivo tectónico adecuado, los bloques de roca ultrabásica (peridotitas), con una permeabilidad por fracturación, permiten la salida de flujo subterráneo hacia el exterior en los puntos de cota más baja. Así se conocen múltiples surgencias aparecidas a lo largo de los macizos de rocas ultrabásicas de Ronda, Ojen, Mijas y Sierra Pelada, entre los más importantes, aunque a veces cada punto responde a unas características hidroquímicas diferentes.

El manantial de Baños del Puerto, emerge en una zona de diaclasamiento en la peridotita. La surgencia forma una especie de pequeño pozo de unos 3 m de diámetro con un caudal del orden de 1 l/s y vierte directamente al río. El agua es sulfhídrica con desprendimiento de gases, dejando un residuo blanquecino en la roca, posiblemente de tipo calcáreo, depósitos que se observan en el entorno del manantial, lo que indican la salida de agua en etapas anteriores, ligadas a esa red de diaclasamiento incluso posiblemente el caudal pudiera haber sido superior a tenor de las concreciones encontradas.

La presencia de aguas cargadas en SO_2 , acompañada de gases, e incluso con elevación de la temperatura del agua, indica una alimentación y circulación desde zonas más profundas a través de líneas de fractura.

A unos 6 metros de este punto, se realizó en 1970 un sondeo de investigación de 30 metros de profundidad y 10 cm ϕ , a rotación, presenta una surgencia con un caudal del orden de 0,5 l/s, el agua presenta las mismas características hidroquímicas que el manantial.

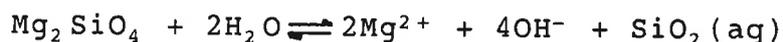
4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Manantial adscrito al grupo de surgencias sulfhídricas de elevado pH (11,09 el menor del grupo), escaso contenido en sílice, magnesio y sulfatos (4,6, 1,0 y 1,0 mg/l respectivamente) y carácter reductor (-256 mV). La mineralización de la muestra, clorurada sódica, es baja (314 μS).

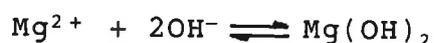
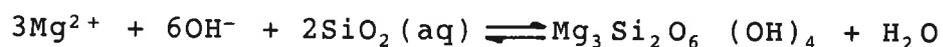
Los diagramas de saturación de la fig. 1 ponen de manifiesto que el agua se encuentra sobresaturada respecto a calcita y magnesita, consecuencia del elevado pH de la muestra (la abundancia de depósitos calcáreos en el manantial es

buena muestra de ello). Por el contrario y como consecuencia del incremento de la solubilidad de la sílice con el pH, el agua aparece subsaturada respecto a cuarzo. También existe subsaturación respecto a CaSO_4 , sal más soluble que los carbonatos antes citados.

La justificación a valores de pH tan elevados en aguas asociadas a peridotitas, se atribuye a los procesos de hidrólisis de los minerales ferromagnesianos que entran en su composición. En el caso, por ejemplo, de la forsterita se tiene:



A su vez, ello puede dar lugar a la formación de minerales secundarios como serpentina y brucita,



que implican un descenso en la concentración de SiO_2 y Mg^{2+} , que justificaría las bajas concentraciones de estas especies en la muestra analizada. En el caso de la sílice hay que recordar además su escaso contenido en las rocas ultrabásicas. La fig. 2 (punto ■) refleja que para los minerales antes citados así como para otros característicos de este tipo de rocas (enstatita, diópsido, forsterita-fayalita), existen condiciones de sobresaturación, si bien resultan menos acentuadas que en las restantes muestras del grupo La Hedionda (□), Río Horcajos (▽) y Baños del Duque (◇).

La presencia de H_2S en el manantial asociada a la actividad de bacterias sulfatorreductoras, evidentemente supone un control de la concentración de $\text{SO}_4^{=}$ por este proceso, lo

que al menos en parte justificaría el escaso contenido de este anión en el agua.

La presencia de los iones Cl^- y Na^+ como especies predominantes o bien ocupando el segundo lugar de abundancia en el agua, constituye un rasgo característico de la totalidad de muestras que integran el grupo de las más alcalinas anteriormente citado. Dichos elementos no son particularmente abundantes en las rocas ultrabásicas, por lo que cabe suponer un aporte procedente de la formación encajante.

La concentración de elementos pesados es baja en todos los analizados (a pH tan elevados deben encontrarse en forma de precipitados). También lo es la de las restantes especies minoritarias, si bien cabe citar el contenido de arsénico: 5 $\mu\text{g}/\text{l}$.

La evolución temporal de la muestra puede evaluarse en base a dos análisis correspondientes a 1974 y 1983. Como se observa en el diagrama de Schoeller-Berkaloff, se detectan variaciones en el contenido de $\text{SO}_4^{=}$, Cl^- y HCO_3^- , particularmente importantes en este último anión. No se dispone de datos suficientes para ofrecer una interpretación satisfactoria de este hecho, para el que podrían existir diferentes justificaciones (procesos de mezcla, variaciones estacionales, incluso posibles errores analíticos, etc.).

En lo que respecta a la composición del gas asociado al agua, destaca el predominio del nitrógeno -83%V- así como una fuerte presencia de metano, que alcanza el 15,9%. Si bien no se logró extraer un volumen de gas suficiente para la determinación de H_2S , su presencia es claramente perceptible por vía organolopéptica así como también la de colonias sulfatorreductoras. En tales circunstancias existe la posibili-

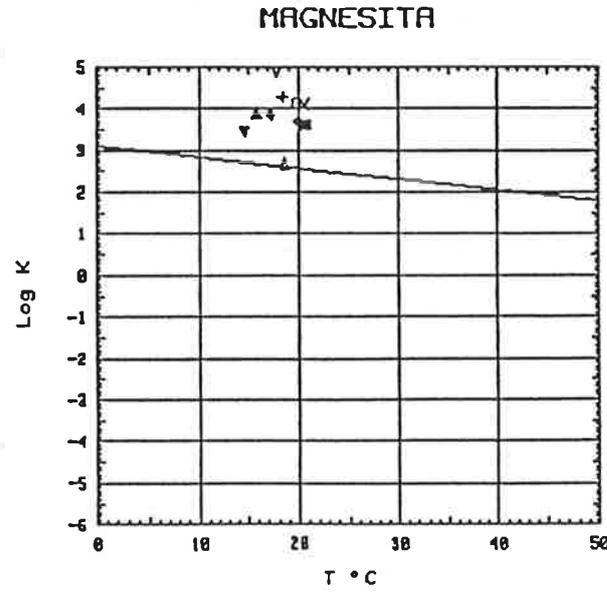
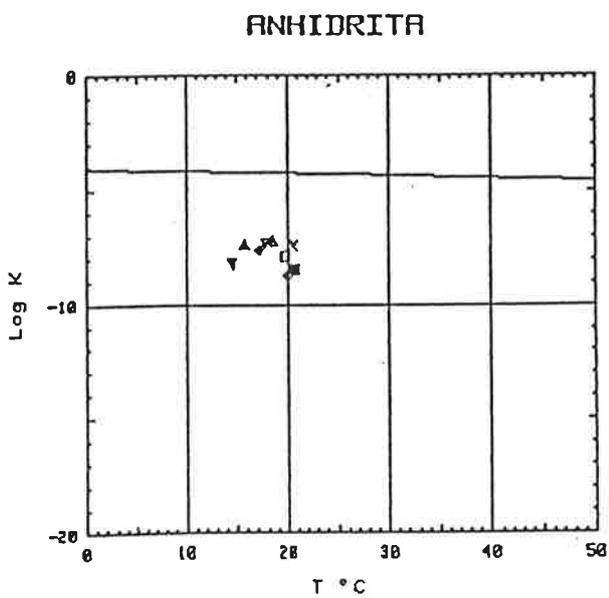
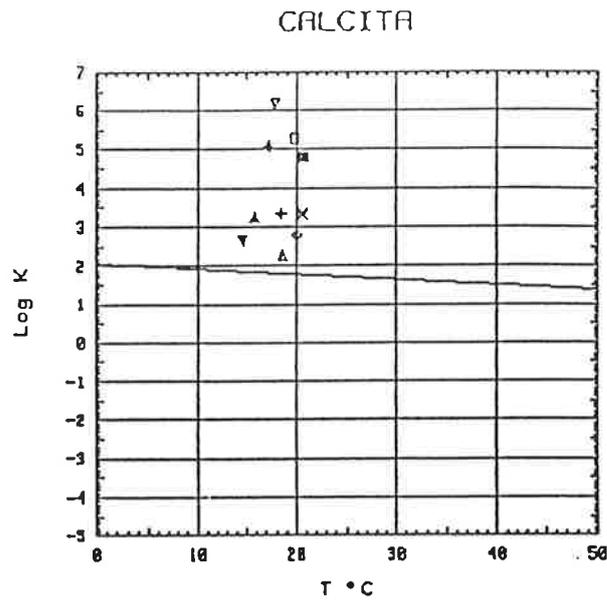
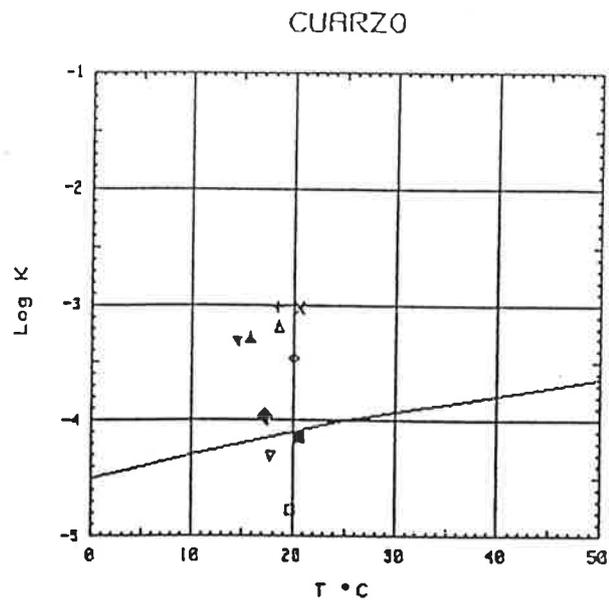


FIG. 2.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL BAÑOS DEL PUERTO (■)

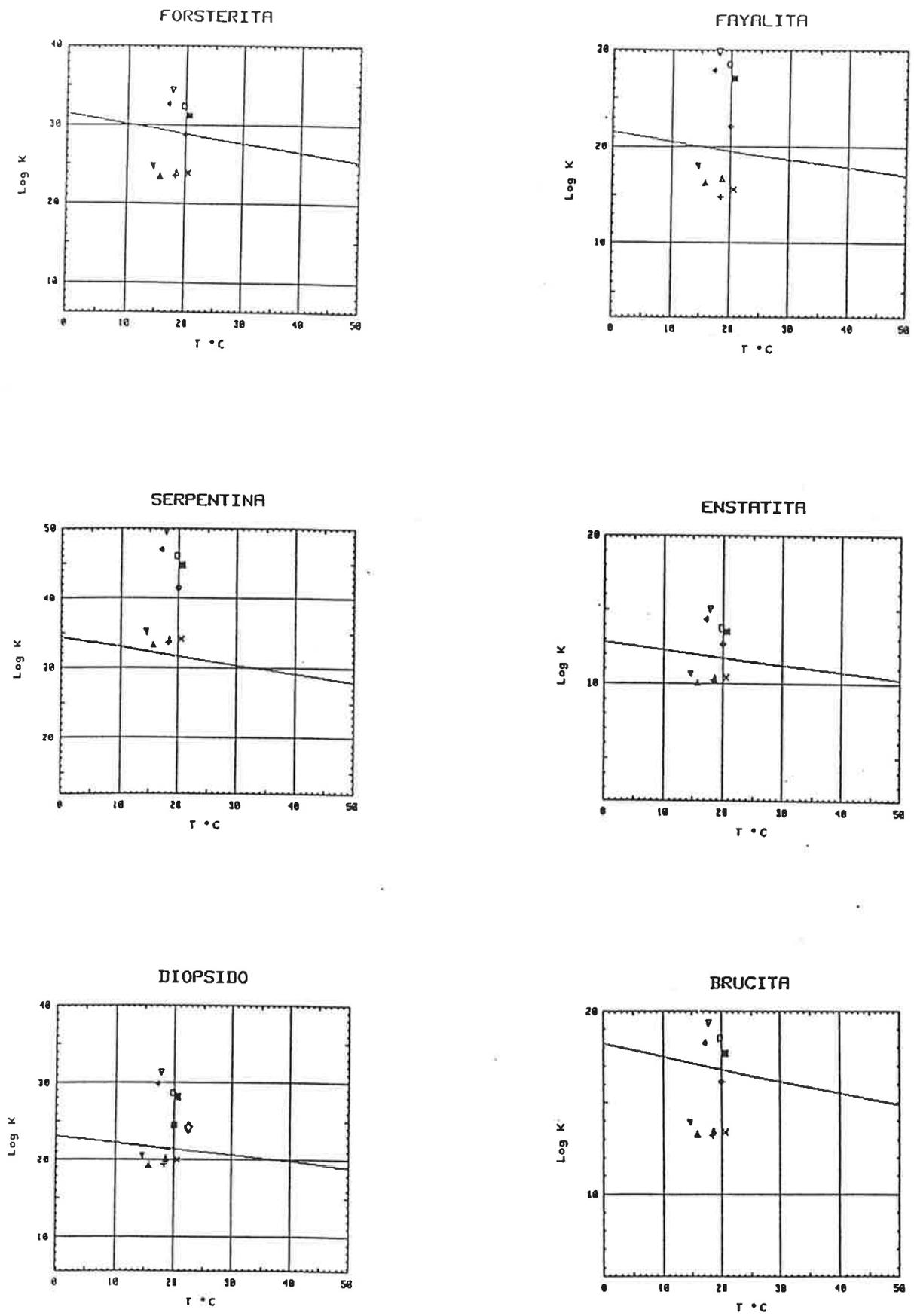
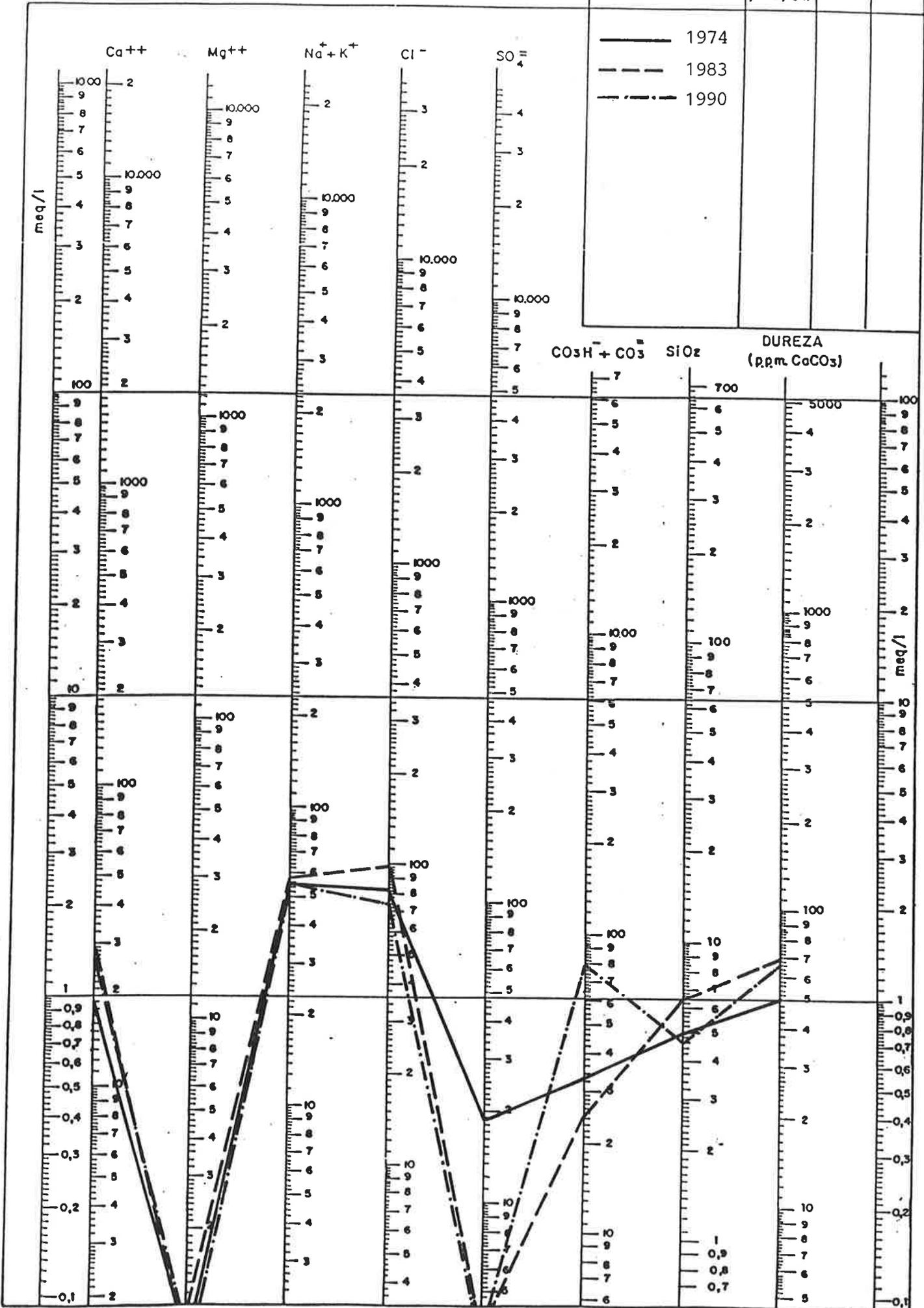


FIG. 7 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL BAÑOS DEL PUERTO (■)

FIG. 3.- BAÑOS DEL PUERTO

LEYENDA			
MUESTRA	C $\mu S/cm$	pH	Eh
————			

-·-·-·-			



ANÁLISIS QUÍMICO

DENOMINACION: BAÑOS DEL PUERTO
 FECHA :

TEMPERATURA (°C):	20.7	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	314
pH a 20°C:	11.09	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	67
pH a 18°C:	10.90	Eh campo (mV):	-256

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	69.00	1.131	1.131	30.50
CO3=	13.00	.217	.433	11.69
SO4=	1.00	.010	.021	.56
Cl-	74.00	2.088	2.088	56.30
F-	<5.0E-1	.026	.026	.71
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.22
SiO2(H4SiO4)	4.6	.077	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	.020	0.000	.001	.02
TOTAL.....	162.630	3.557	3.708	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	51.00	2.219	2.219	59.25
K+	5.00	.128	.128	3.41
Ca++	25.00	.624	1.248	33.32
Mg++	1.00	.041	.082	2.20
Fe++	.020	0.000	.001	.02
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.19
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.48
NH4+	.020	.001	.001	.03
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.04
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.04
TOTAL.....	82.705	3.040	3.744	

FORMULA ANIONICA : Cl- >CO3+=HCO3- >F- >SO4=
 FORMULA CATIONICA: Na+ >Ca++ >K+ >Mg++

CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.254	Cl/Na =	.941	(SO4*Ca)^1/2 =	.161
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	1.176	Cl/(Na+K) =	.890	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.587
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	1.169	SO4/Ca =	.017	Mg/Ca =	.066
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.192	SO4/(Ca+Mg) =	.016	Cl/CO3H =	1.846

ARCHIVO EN DISCO: MMM25 (AMA5-25)

	ppm
R.S. 110°C	177
D.Q.O.	0,3
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,008
As	0,005
Se	-
Hg	-



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO - C.S.I.C.
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AMBIENTAL
JORGE GIRONA SALGADO, 18-26 08034 BARCELONA
TELÉFONOS 204 06 00 - 205 00 63 TELEX: 97977

ANALISIS DE GASES

MUESTRA: AMA5-25

	<u>%V</u>
He	<0,0010
H ₂	<0,0010
O ₂	1,09
N ₂	83
CH ₄	15,9
CO ₂	<0,03

H₂S(campo): Indicios

dad de que el CH_4 también pueda generarse a partir de un proceso de metanogénesis de origen bacteriano. El contenido de CO_2 es bajo, como cabe esperar en aguas de pH tan elevado, Helio e Hidrógeno se encuentran por debajo del límite de detección.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Ya para Blumenthal (1949) las surgencias en el flanco Sur del anticlinal de la Sierra de Mijas son interpretadas como "fuentes de surgencia". Es decir la circulación se produciría mediante una infiltración de las aguas, de carácter fisural, que alcanza niveles más profundos que los de las surgencias, seguida de un ascenso en la banda límite entre los mármoles y gneises aprovechando además las fallas y diaclasas.

Por otra parte, según Loomis (1972) la intrusión ultramáfica llega a afectar a los materiales de la Unidad Nevado-Filábride en profundidad. Cabría por tanto la posibilidad de una alimentación a partir de aguas profundas procedentes en buena parte de los mármoles de Mijas y cuya surgencia en el seno del macizo peridotítico ha podido ser facilitada por fracturas profundas.

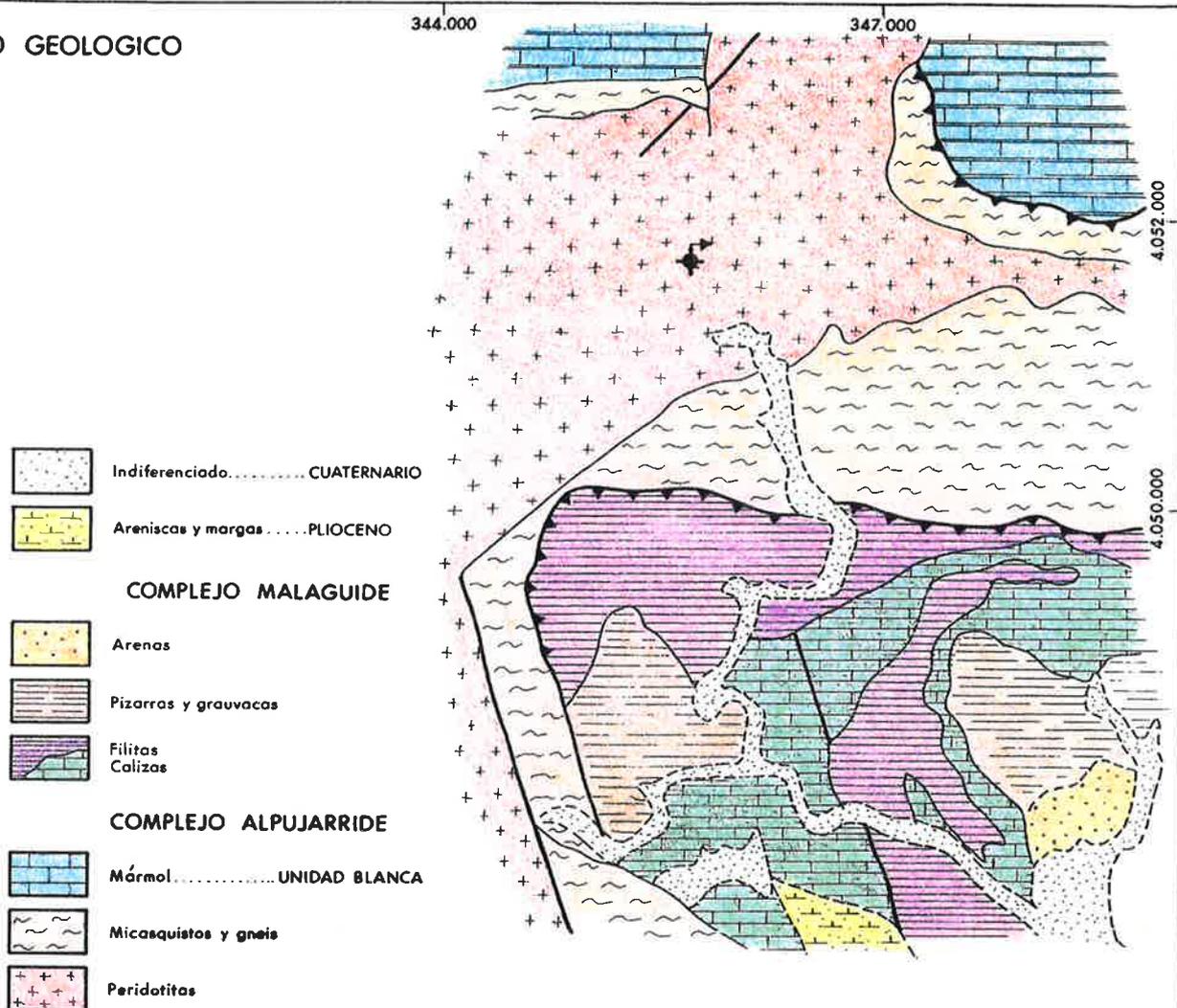
Así es difícil de establecer los límites de protección del manantial, y en un primer estadio se ha extendido el área al entorno del afloramiento peridotítico en su sector norte hasta el contacto con los mármoles de la Unidad Blanca - Sierra de Mijas, encerrando además los cursos de agua superficial en sus cabeceras, por ser potenciales focos de contaminación.

6.-BIBLIOGRAFIA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 1066 (COIN).
MAGNA-ITGE.

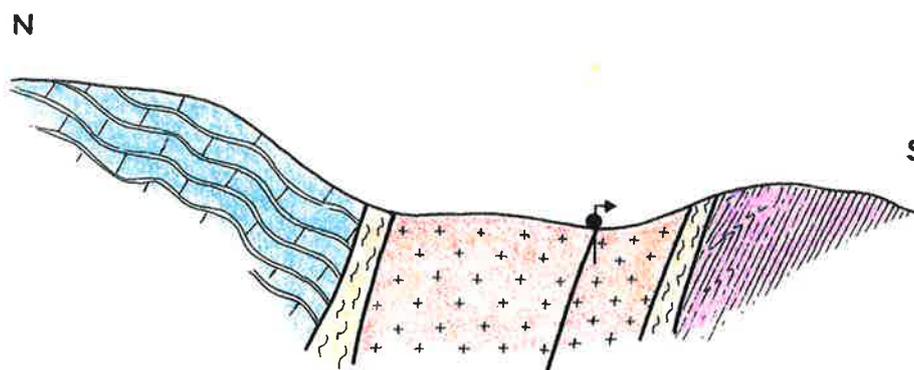
BAÑOS DEL PUERTO (ALHAURIN EL GRANDE)

PLANO GEOLOGICO



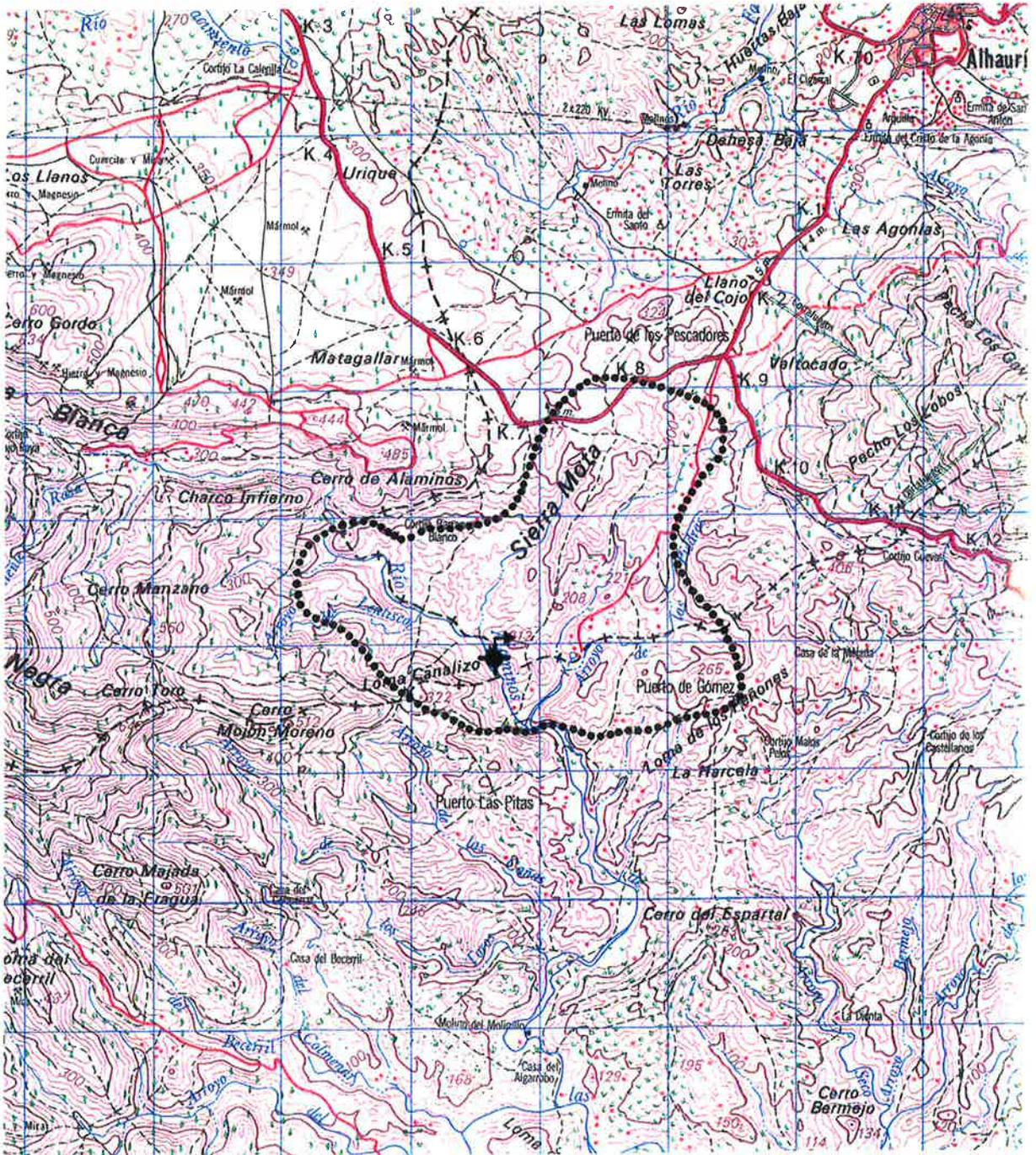
ESCALA-1:50.000

CORTE GEOLOGICO



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

BAÑOS DEL PUERTO



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL CORTIJO DEL SULTAN (ALMOGIA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Este manantial se encuentra ubicado al Norte del paraje denominado Arroyo de los Olivos, del término municipal de Almogía y a unos tres kilómetros del núcleo urbano. No se conoce exactamente cual es el punto que se cita en la bibliografía como Fuente del Cortijo del Sultán. Son varios los puntos de agua existentes. En las inmediaciones de este cortijo se encuentra la fuente del Pino, próximo a este punto existe un sondeo de pequeño diámetro (sin información), un pozo de 7 metros de profundidad, y aguas arriba del manantial considerado como Fuente del Sultán hay otra emergencia.

Se accede al manantial por la carretera comarcal de Málaga a Antequera y desde ésta, a la altura del cruce con el río Campanillas, se toma la carretera local a Almogía hasta el punto kilométrico 20 desde donde parte un camino en malas condiciones hasta el manantial.

Se ubica el punto en la hoja del Mapa Topográfico Nacional escala 1:50.000 nº 16-44 (1.052) Ahora son sus coordenadas UTM: X = 363400 e Y = 4075525, siendo su cota de 300 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El manantial conocido como Fuente del Sultán es captado en una pequeña arqueta desde la cual son conducidas sus aguas al cortijo del mismo nombre. Las aguas han sido consideradas históricamente como minero-medicinales de tipo sulfúricas, no apreciándose este carácter en la actualidad.

La primera referencia que puede corresponder a este manantial figura en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" realizada por el Instituto Geológico de España en 1913. En ella se cita la "abundancia de aguas minerales hediondas y salinas de 18°C de temperatura.

En la "Relación de los manantiales minero-medicinales de España" IGME 1947, se citan las aguas de Almogia como sulfurosas.

Hasta 1974 no se vuelve a encontrar citas sobre esta fuente la cual es inventariada en el "Inventario de datos geotérmicos de España". El caudal aforado fue de 0,5 l/minuto, surgiendo con una temperatura de 20°C. Se definen las aguas como sulfuradas.

En 1983 se vuelve a citar el manantial del Sultán en "Prospección geotérmica preliminar de Andalucía Occidental" realizada por el IGME. En este informe se llega a la conclusión provisional de un "origen de las aguas simplemente superficial".

Finalmente en el "Informe sobre las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España" editado por el IGME en 1986, se encuentra la últi-

ma referencia sobre este manantial a cuyas aguas se les asigna la característica química de sulfhídricas.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico la Fuente de "El Sultán" se encuentra dentro del dominio del Complejo Maláquide, el cual es el mas alto en la diferenciación del Sistema Bético, y ocupa una banda E-O en la mitad Sur de la provincia de Málaga. El Complejo Maláquide tiene una estructura compleja, ésta se ve aumentada por el intenso plegamiento de las series.

Esquemáticamente se han diferenciado en el entorno del manantial los siguientes términos de muro a techo:

- Comienza la serie con un tramo potente de filitas y esquistos, de colores oscuros, entre las que se intercala un horizonte de conglomerados de cuarzo de gran importancia como nivel guía para conocer la estructura de los tramos filitosos. Su edad es Precámbrico-Paleozoico inferior.
- Sobre el tramo anterior, y en concordancia se encuentra una formación denominada de "calizas alabeadas" y calcofilitas, englobándose en este término una serie de facies diferentes relacionadas íntimamente entre sí. Se distinguen en esta formación un conjunto de "calizas alabeadas" de colores azules, grises o negras con niveles interestratificados de filitas y calcofilitas. Sigue una facies de calcofilitas, filitas no calcáreas, filitas con niveles cuarcíticos y grauvacas intercaladas esporádicamente en la serie. La edad de estas facies corresponde al Silúrico.
- También, concordante sobre la serie anterior, se encuentra

depositado un conjunto de facies, de edad Devónico-Carbonífero, constituídas por filitas en tránsito a pizarras, grauvacas generalmente groseras que aparecen en forma masiva y conglomerdos poligénicos con cantos bien rodados.

- Dando lugar al techo de la serie del Complejo Maláquide y en discordancia con los anteriores términos, aflora un conjunto de conglomerados, areniscas y margas rojas, con yesos y arcillas en la base y predominio de las facies areniscosa, de edad permotriásica. En concordancia sobre estas facies aparece la formación, representada por dolomías y calizas dolomíticas cuya edad es atribuible al Triás.

2.1.- TECTONICA

El apilamiento de mantos de corrimiento constituye el edificio estructural del dominio bético. Dentro del Complejo Maláquide existen otras superficies tectónicas definidas por los contactos mecánicos existentes, a la escala de formación, por cualquier cambio de litologías.

Las formaciones internas del Maláquide definen tres fases: La primera es responsable de la esquistosidad o pizarrosidad S_1 mas potente. Otra produce pliegues isoclinales apretados, paralelos a S_1 , observables en las "calizas alabeadas". Finalmente una tercera fase es responsable del alabeo de las calizas.

Las fases de deformación del Complejo Maláquide son prealpinas y como afectan al Silúrico y Carbonífero tiene que ser necesariamente hercínicas. Esto queda evidenciado por la existencia de un Permotriás-Triásico, discordante y no afectado por las fases que deforman su sustrato.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

En general, en los materiales paleozoicos que dan lugar al complejo maláquide son frecuentes los manantiales de caudales débiles y que a nivel local pueden tener interés para solucionar problemas de abastecimiento puntuales.

Los paleozoicos, no carbonatados, están excluidos del esquema clásico del modelo de acuífero establecido por lo que sobre ellos no se han desarrollado investigaciones hidrogeológicas sistemáticas. No obstante, la presencia de niveles cuarcíticos, conglomeráticos, etc., y el diaclasamiento y fracturación existente permiten cierta circulación de agua según unas direcciones preferentes, originando tipos de surgencias como la Fuente del Sultán, y que como se ha indicado anteriormente son útiles para la solución de problemas locales o puntuales.

La Fuente del Sultán emerge en esquistos grises y negros del paleozoico Maláquide con un caudal de 0,2 l/seg (9-3-90) y aunque en diversos trabajos se han considerado sus aguas como hidrotermales, se ha llegado en alguno de ellos a la conclusión provisional, de que estas aguas son de origen simplemente superficial. Anteriormente (14-11-74) el caudal era prácticamente inapreciable (0,2 litros/minuto) por lo que se puede suponer una incidencia directa del régimen pluviométrico sobre la Fuente del Sultán.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada magnésica-cálcica, de conductividad moderada-baja (479 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y $\text{pH}_{\text{campo}} = 7,43$. Aunque las referencias citadas en el apartado 1.2 asignan al manantial un carácter sulfhídrico, en la presente visita no se ha consta-

tado desprendimiento alguno de este gas, que por otra parte tampoco sería posible para sus condiciones redox: +216 mV.

El agua se encuentra prácticamente en situación de equilibrio respecto a calcita y dolomita, tal como indican los correspondientes diagramas de saturación de la fig. 1. Por el contrario, se aprecia subsaturación respecto a facies sulfatadas. En efecto, la concentración del ión SO_4^- es relativamente baja, al igual que ocurre con el ión Cl^- y los cationes alcalinos; en definitiva, no parece probable la influencia de facies evaporíticas. En lo que respecta al predominio del magnesio sobre los restantes cationes, dado que la muestra se equilibra en medio carbonatado, es razonable suponer que su presencia esté relacionada con dolomías o calizas dolomíticas.

En lo que respecta a elementos traza, destacan los contenidos de Zn y Pb, 120 y 19 $\mu\text{g}/\text{l}$ respectivamente. En principio cabe suponer que estas concentraciones sean de origen natural, puesto que no se observan indicios de contaminación en el agua.

La composición del agua se mantiene estable en el tiempo, como lo demuestra el paralelismo de los cuatro perfiles hidroquímicos representados en la fig. 2, correspondientes a sendos análisis químicos realizados en 1974, 1982, 1983 y 1990. Dicha estabilidad es propia de un sistema de tiempo de tránsito relativamente largo, o al menos lo suficientemente prolongado como para permitir que el agua alcance la situación de equilibrio que reiteradamente reflejan tales análisis.

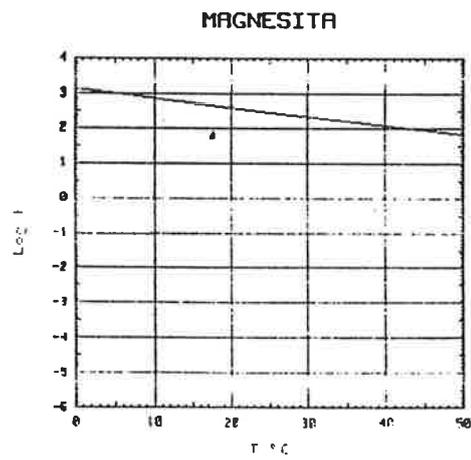
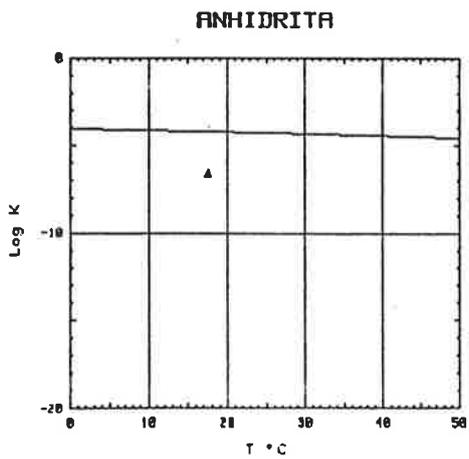
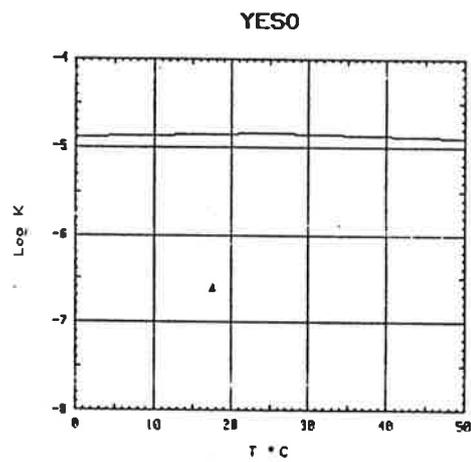
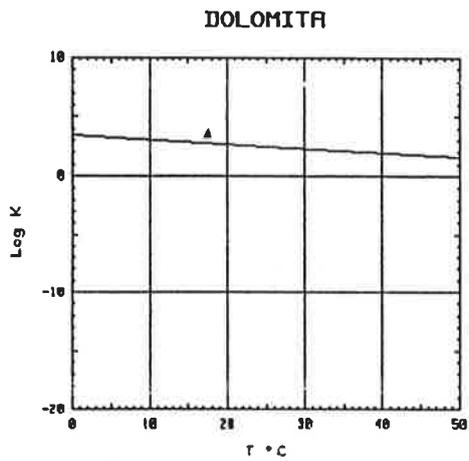
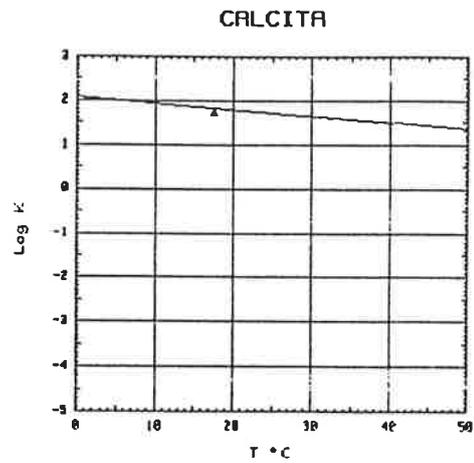
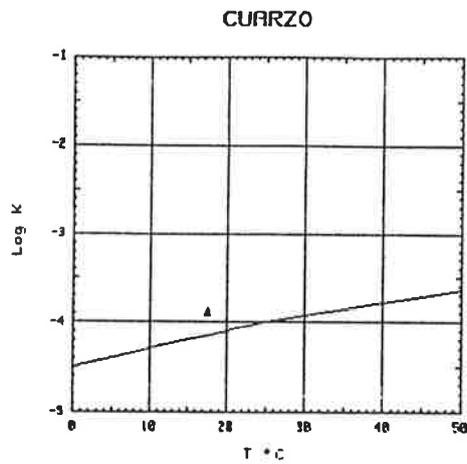
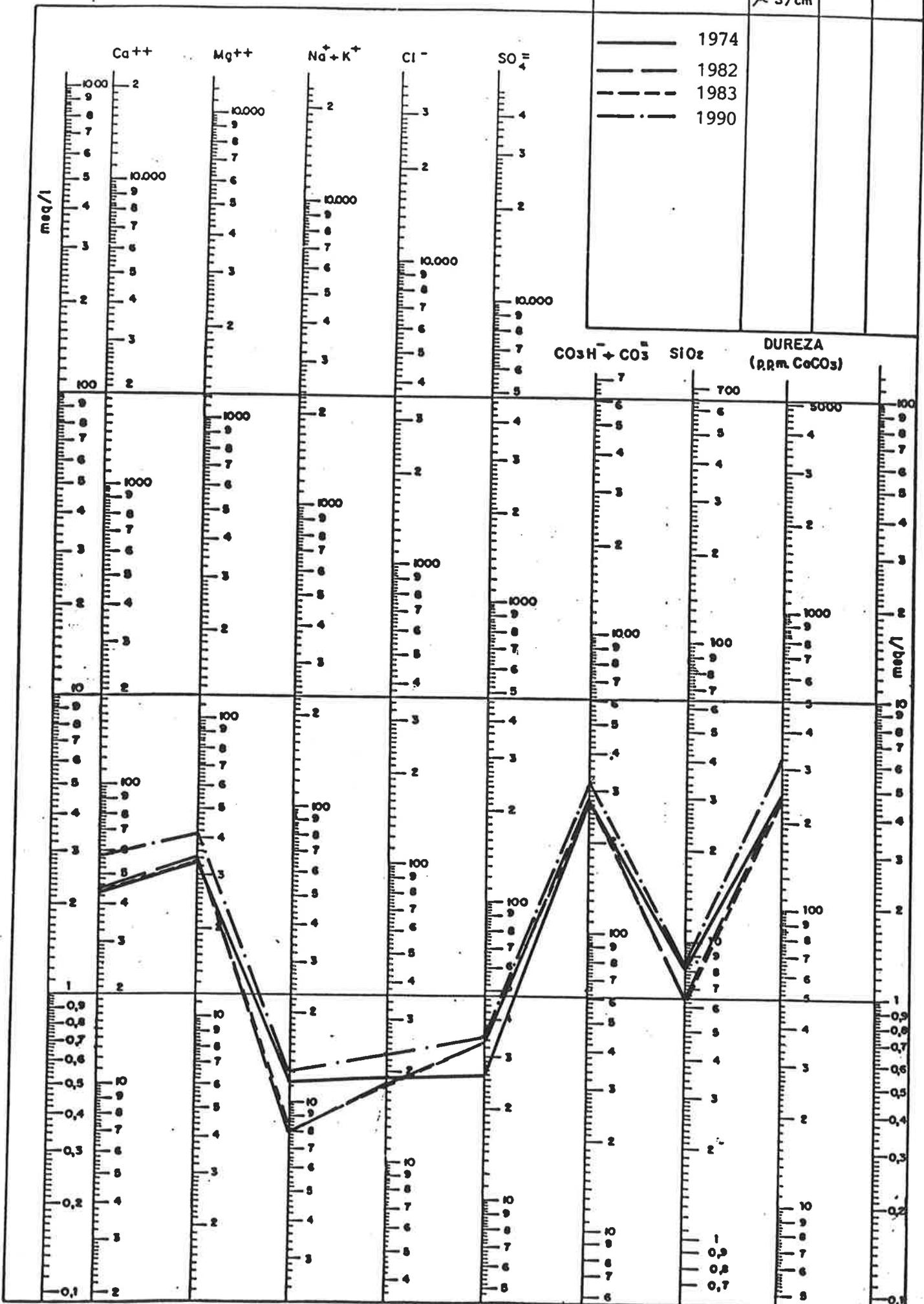


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL CORTIJO DEL SULTAN

FIG. 2 .- MANANTIAL CORTIJO DEL SULTAN

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
————	1974		
————	1982		
- - - - -	1983		
- · - · -	1990		



ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: MANANTIAL CORTIJO DEL SULTAN
 FECHA :

TEMPERATURA (°C):	17.5	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	479
pH a 17°C:	7.43	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	316
pH a 18°C:	7.80	Eh campo (mV):	216

ANIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	309.00	5.065	5.065	77.50
CO3=	-	-	-	-
SO4=	35.00	.364	.729	11.15
Cl-	23.00	.649	.649	9.93
F-	<5.0E-1	.026	.026	.40
NO3-	4.00	.065	.065	.99
SiO2(H4SiO4)	8.6	.143	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.050	.001	.002	.02
TOTAL.....	380.160	6.312	6.535	

CATIONES

Na+	11.00	.479	.479	6.99
K+	1.00	.026	.026	.37
Ca++	58.00	1.447	2.894	42.30
Mg++	41.00	1.686	3.373	49.30
Fe++	.040	.001	.001	.02
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.11
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.81
NH4+	.020	.001	.001	.02
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	.120	.002	.004	.05
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL.....	111.804	3.668	6.842	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >SO4= >Cl- >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- MAGNESICA CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.750	Cl/Na =	1.356	(SO4*Ca)^1/2 =	1.452
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.808	Cl/(Na+K) =	1.287	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.405
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	4.203	SO4/Ca =	.252	Mg/Ca =	1.165
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.924	SO4/(Ca+Mg) =	.116	Cl/CO3H =	.128

ARCHIVO EN DISCO: MMM13 (AMA5-13)

	ppm
R.S. 110°C	387
D.Q.O.	0,6
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,009
As	0,006
Se	-
Hg	-

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

La distribución y morfología de los cursos de agua superficial no inciden de una manera prioritaria en la alimentación del manantial. Esto unido a que aguas arriba de la surgencia no hay ningún punto potencialmente contaminante ya que el núcleo de Almogía vierte sus aguas a otros barrancos más occidentales se sugiere el establecimiento mínimo de un perímetro de protección cuya envolvente se situará a 1-1,5 km aguas arriba del manantial.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

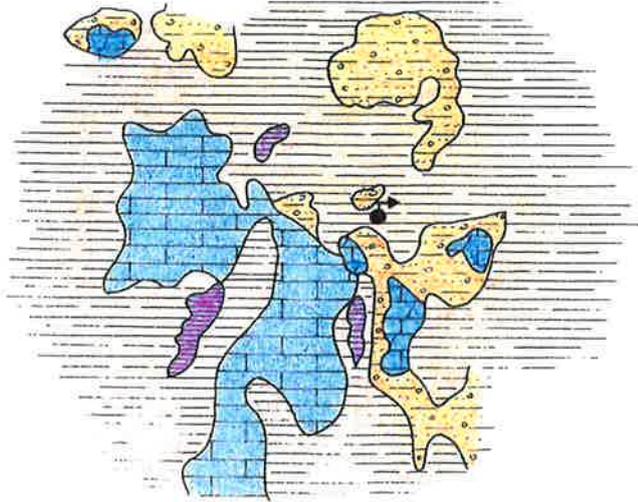
- RELACION POR PROVINCIAS DE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES DE ESPAÑA". Instituto Geológico de España, 1913.
- RELACION DE LOS MANANTIALES MINERO-MEDICINALES DE ESPAÑA. Instituto Geológico y Minero de España, 1947.
- MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. Escala 1:50.000 Hoja 16-44 (1052) Alora. MAGNA-IGME, 1976.
- PROSPECCION GEOTERMICA PRELIMINAR DE ANDALUCIA OCCIDENTAL. IGME, 1983.
- INFORME SOBRE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES, MINERO-INDUSTRIALES Y DE BEBIDA ENVASADAS EXISTENTES EN ESPAÑA. Estudio preliminar. IGME, 1986.

CORTIJO DEL SULTAN (ALMOGIA)

PLANO GEOLOGICO

362.000

364.000



4.076.000

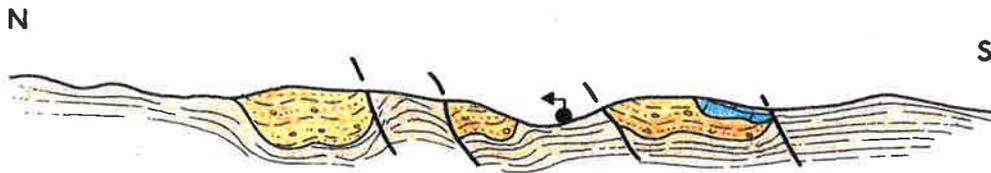
4.074.000

COMPLEJO MALAGUIDE

- | | |
|---|---|
|  | Calizas dolomíticas y dolomías. TRIAS |
|  | Areniscas, arcillas y conglomerados... PERMO TRIASICO |
|  | Filitas, pizarras y grauvacas..... PALEOZOICO |
|  | Calizas alabeadas..... PALEOZOICO |
|  | Filitas..... PALEOZOICO |

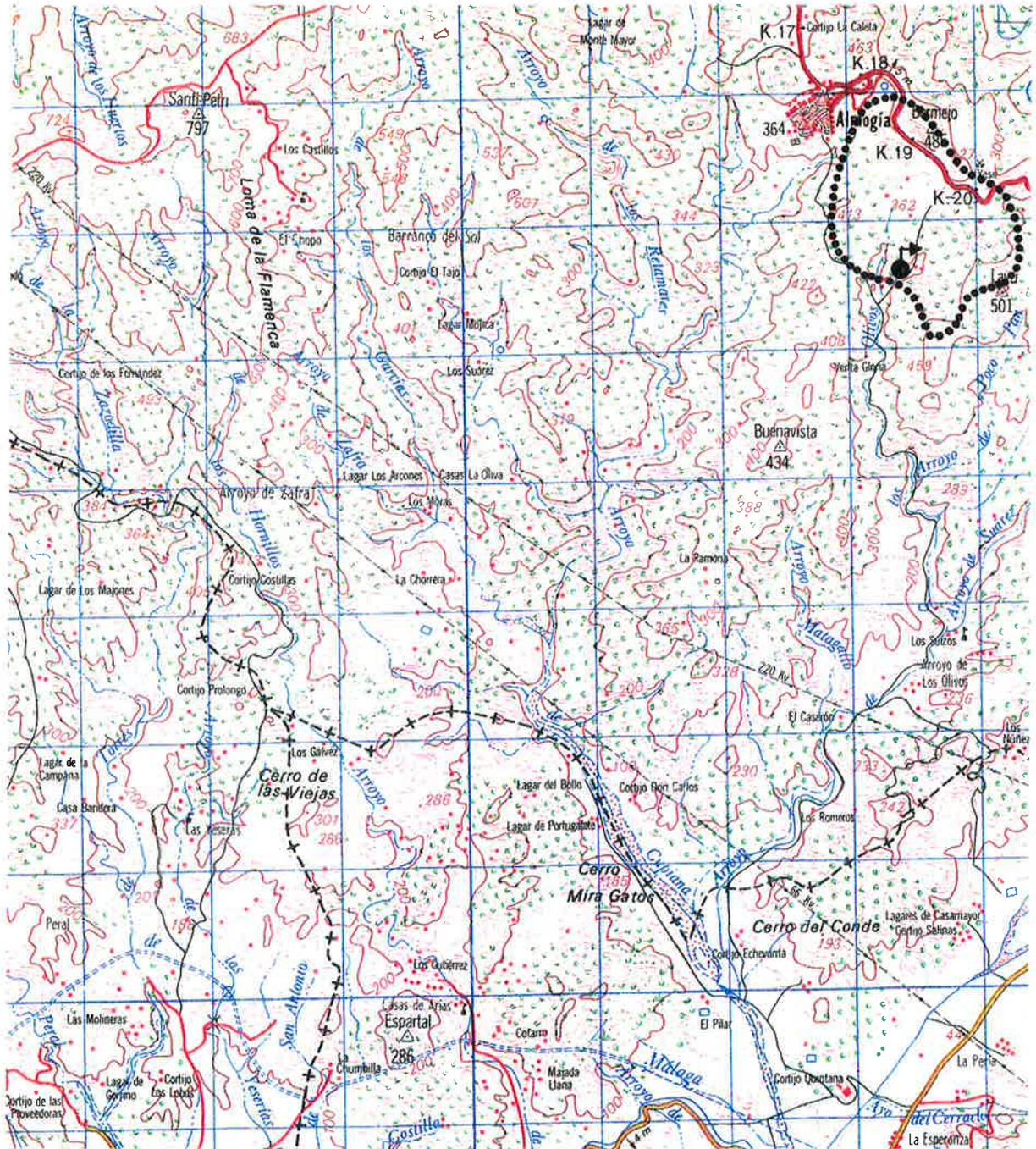
ESCALA - 1:50.000

CORTE GEOLOGICO



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

CORTIJO DEL SULTAN



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL CORTIJO LA HEDIONDA (ALORA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de "LA HEDIONDA", se encuentra ubicado en el Cortijo La Hedionda, junto al Arroyo del Sabinal, que vierte sus aguas al río Guadalhorce por su margen derecha, término municipal de Alora. Su acceso se realiza a través de la carretera de Alora a Carratraca, con desvío en el km 30,5, por una pista de unos 500 metros al citado cortijo. La distancia al núcleo de Alora es de unos 5 km.

Se localiza dentro de la hoja topográfica nº 16-43 de Ardales, a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X= 345350 e Y = 4079100, siendo su cota de 120 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Este punto recoge a tres manantiales a lo largo de 1 km aproximadamente ubicados en el contacto de la roca peridotítica con las margas del Terciario, desde el Cortijo de La Hedionda (manantial con un caudal de 5 l/min) hasta el Cº El Blanquillo (manantial con un caudal de 6,5 l/min). Son aguas sulfhídricas y que actualmente no tienen un uso intensivo. Se utilizaba para aplicaciones de la piel y en bebida.

En la relación de 1913 del Instituto Geológico y Minero de España, dentro de la provincia de Málaga, se cita a dos

manantiales de aguas sulfurosas frías en el término municipal de Alora, que suponemos se trata del manantial de Hedionda. Posteriormente aparece en las relaciones del citado Organismo en 1947 y en 1986, dentro del "Inventario Nacional de Puntos de Agua Minero-Medicinales, Minero-Industriales y de Bebida Envasada, como aguas sulfhídrica.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el manantial de La Hedionda se encuentra enclavado en el borde Sur del macizo de rocas ultrabásicas de Sierra de Aguas, rodeado en su mayor parte por el Complejo Alpujárride y por la serie flysch terciaria (Unidad Algibe).

El macizo ultramáfico de Sierra de Aguas ocupa una extensión aproximada de 25 km², y representa la manifestación intrusiva más externa de todo el complejo de rocas ultrabásicas de la provincia de Málaga. Dentro de la masa peridotítica se han clasificado las variedades petrológicas de dunitas piroxénicas, harzburgitas, lertzolitas y serpentinitas.

Los contactos intrusivos primarios desarrollan en su periferia facies de granates y gneises granitoides en el Complejo Alpujárride y muy frecuentemente los contactos se encuentran fallados posteriormente poniéndose en contacto con las peridotias los materiales maláquides del flysch.

Al igual que ocurre en el macizo de Ojén, una de las características tectónicas más acusadas es la compartimentación en bloques, que determinan las diferencias de topografía. Las líneas de fractura tienen preferencialmente la alineación N70E y N-S.

El Complejo Alpujárride, es un conjunto metamórfico formado esencialmente por una serie de filitas, esquistos, gneises, cuarcitas y mármoles. Sobre esta serie se ha superpuesto un metamorfismo de contacto, consecuencia de la intrusión de peridotitas. El metamorfismo aumenta en dirección a las rocas ultrabásicas y los cambios radicales de metamorfismo se desarrollan en muy poco espacio, teniendo la aureola muy poca anchura.

La edad de estos materiales alpujárrides es paleozoica pudiendo incluir también parte del precámbrico.

El Complejo Maláquide, se sitúa sobre el Complejo Alpujárride. En conjunto presenta una sucesión pelítica-detrítica de filitas, pizarras y grauvacas y calizas de edad paleozoica, conglomerados y areniscas del Trias y dolomías y calizas jurásicas.

En el ámbito de la zona de estudio, sólo aparece un afloramiento de calizas silúricas en las inmediaciones del núcleo de Alora.

Unidad Aljibe. Está formada por una serie de areniscas, margas y arcillas, en secuencias turbidíticas, que ocupan una gran extensión principalmente al Sur de la roca intrusiva peridotítica. Se trata de un depósito marino con corrientes de turbidez. Su datación no es sencilla, habiéndose dotado el Eoceno Inferior.

2.1.- TECTONICA

A nivel regional se han establecido tres conjuntos tectónicos principales que de base a techo son: Unidad de Blanca, Alpujárride y Maláquide.

La Unidad de Blanca, no representada en el área de estudio, constituye el tramo inferior al menos tectónicamente. Sobre esta Unidad se encuentra la serie de materiales metamórficos que constituyen el manto Alpujárride, a su vez cabalgado por los materiales del Complejo Maláquide.

Los materiales englobados en la unidad Algibe incluyen episodios del Mesozoico y del Eoceno Inferior, y el tipo de contacto con las rocas infrayacentes normalmente es de tipo mecánico.

En cuanto al emplazamiento de la intrusión ultrabásica, es un hecho que las peridotitas cortan al manto Alpujárride, desarrollando un metamorfismo de contacto, hecho que no ocurre en el Maláquide, según esto la intrusión se sitúa en el tiempo después de la colocación del conjunto Alpujárride y antes de producirse las escamas maláquides, equivalente al período Eoceno-Oligoceno.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Desde un enfoque rigurosamente hidrológico el conjunto de rocas ultrabásicas y metamórficas, debido a su escasa o nula permeabilidad, no forman verdaderos acuíferos, solamente en zonas de alteración de estas rocas, tectonización, fracturación, y especialmente en las áreas de contacto de la roca intrusiva con la roca de caja, gneis, cuarcitas, calizas, etc., pueden formar pequeños acuíferos, o más bien zonas de acumulación, o vías preferenciales de circulación.

Son numerosos los puntos de agua, en general de pequeño caudal que se manifiestan en el contacto geológico descrito, y en virtud de un dispositivo tectónico adecuado, los

bloques de roca ultrabásica (peridotitas), con una permeabilidad por fracturación, permiten la salida de flujo subterráneo hacia el exterior en los puntos de cota más baja. Así se conocen múltiples surgencias aparecidas a lo largo de los macizos de rocas ultrabásicas de Ronda, Ojen, Mijas y Sierra Pelada, entre los más importantes, aunque a veces cada punto responde a unas características hidroquímicas diferentes.

El manantial de La Hedionda, aflora en la zona de contacto de la roca básica con la serie terciaria, a favor de la fractura verticalizada producida en el proceso intrusivo. Su caudal es del orden de 5 l/min. Se trata de un agua sulfhídrica, indicando en principio un origen de agua más profunda, y posterior circulación hacia arriba a zonas aflorantes a través de la línea de fractura.

A 1 km hacia el Oeste, y siguiendo el contacto de la roca peridotítica en dirección E-O, se encuentra otro manantial con las mismas características hidroquímicas, en el paraje del cortijo de El Blanquillo. Su caudal aforado es de 6,5 l/min.

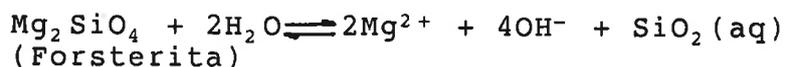
4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Como se indicó en el apartado precedente, resulta frecuente la aparición de surgencias en la zona de contacto entre los macizos ultrabásicos y la roca encajante. Las rocas que integran dichos macizos -dunitas, harzburgitas, serpentinitas, etc.- imprimen un carácter peculiar a las aguas asociadas a aquéllos. La comprensión de tales características se ve favorecida cuando se consideran en grupo las numerosas surgencias asociadas a estos materiales, lo que a su vez mejora la interpretación individual de cada manantial. En tal

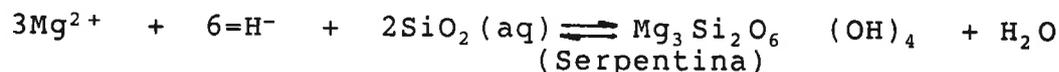
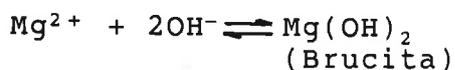
sentido, la fig. 1 refleja los diagramas de saturación correspondientes a una serie de minerales asociados a las peridotitas sobre los que se representan diferentes muestras pertenecientes a puntos siempre hidrogeológicamente relacionados con los macizos ultrabásicos.

El manantial La Hedionda (en las gráficas) presenta un pH muy elevado y conductividad moderada (11,52 y 539 $\mu\text{s}/\text{cm}$ respectivamente), carácter reductor (presencia de H_2S y $\text{Eh} = -246$ mV) y naturaleza clorurada sódica. Un pH tan alto supone la ausencia de bicarbonatos en la muestra, así como el hecho de que ésta se encuentre sobresaturada en carbonatos, como se observa en los diagramas de saturación de la fig. 2. Por el contrario existe subsaturación respecto al cuarzo, debido a que la solubilidad de esta especie se incrementa con el pH, así como respecto a CaSO_4 .

La justificación a un pH tan elevado probablemente esté relacionada con los procesos, de alteración de los silicatos presentes en las peridotitas, debido a reacciones como la siguiente que entre otros liberan iones OH^- :



La solución se convierte así en sobresaturada respecto a especies tales como brucita y serpentina (así lo indican los respectivos diagramas de saturación de la fig. 1, las cuales precipitan.



La formación de estos minerales provoca un descenso en el contenido de Mg^{2+} y SiO_2 , lo que justifica las bajas concentraciones de estas especies en la muestra analizada*.

La fig. 1 indica sobresaturación respecto a minerales frecuentes en las peridotitas tales como enstatita ($MgSiO_3$) y diópsido ($CaMgSi_2O_6$), así como para los extremos de la serie forsterita-fayalita. Es interesante destacar que en los 6 diagramas de saturación que integran la citada figura, aparece de forma reiterada un grupo bien diferenciado de 4 muestras entre las que se encuentra La Hedionda (\square), además de los puntos Río Horcajos (∇), Baños del Puerto (\blacksquare) y Baños del Duque (\blacklozenge), todos ellos con pH superior a 11.

La concentración de sulfato de la muestra es baja -4 mg/l^- . A este respecto hay que destacar la presencia de colonias sulfatorreductoras en el manantial, que generan H_2S a partir del ión $SO_4^{=}$.

En lo que respecta al apreciable contenido de Cl^- y Na^+ de la muestra, podría tratarse de un aporte proveniente de los materiales terciarios en contacto con las rocas ultrabásicas.

El examen de las concentraciones en metales pesados y otros microcomponentes no refleja valores destacables. Tan solo cabe mencionar la presencia de $0,25 \text{ mg/l}$ de NH_4^+ . Por último, no se dispone de análisis que permitan un estudio retrospectivo de la evolución en el tiempo de la composición del agua.

* Téngase en cuenta además el hecho de que las peridotitas son rocas pobres en sílice (menos del 45% en peso).

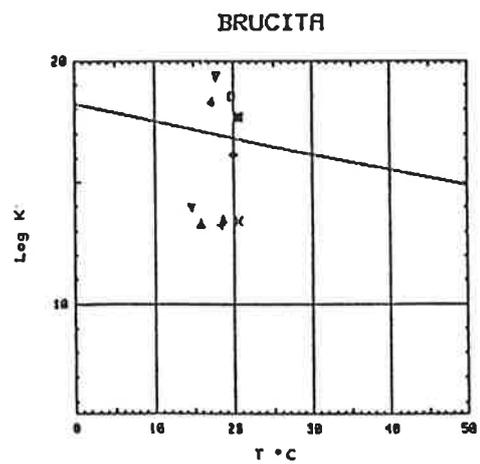
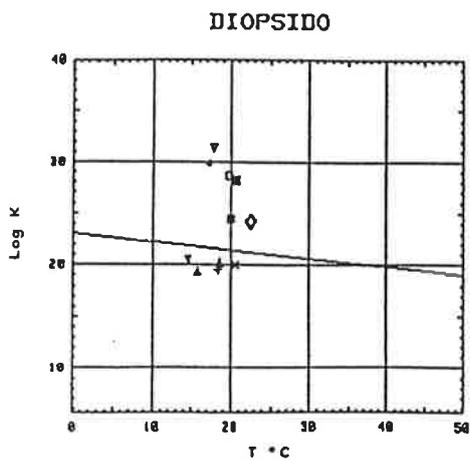
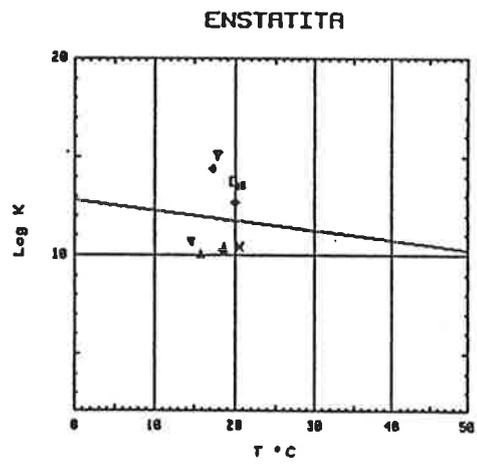
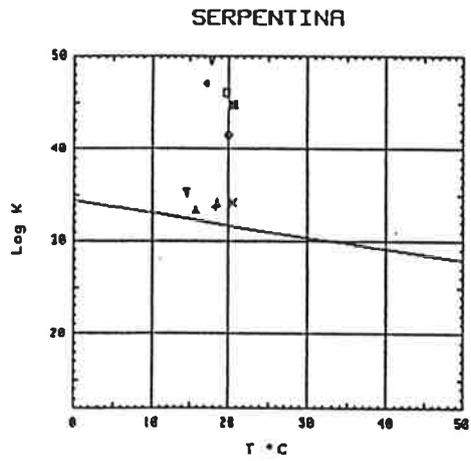
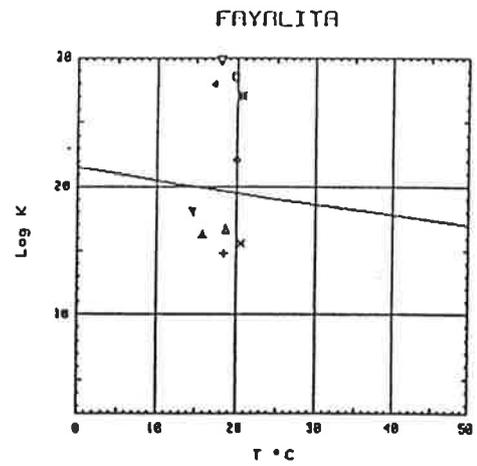
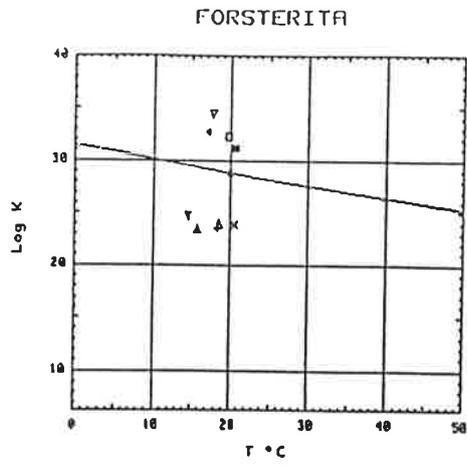


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL LA HEDIONDA (D)

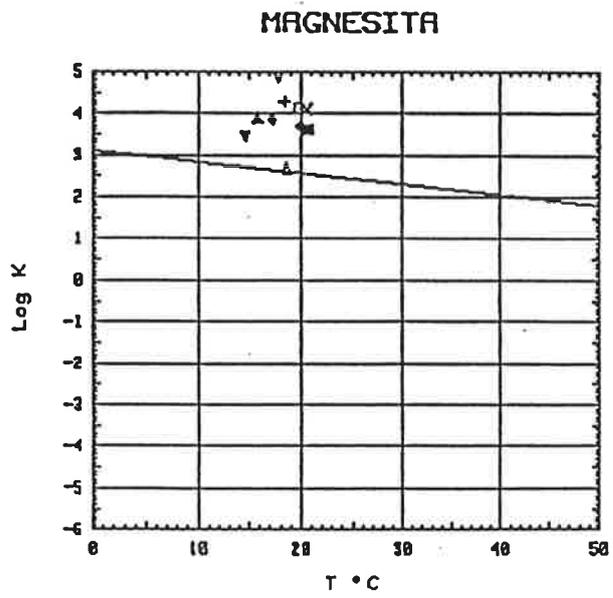
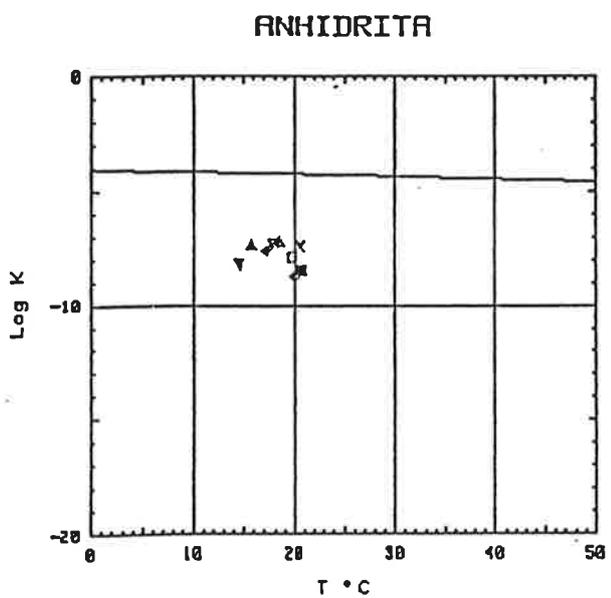
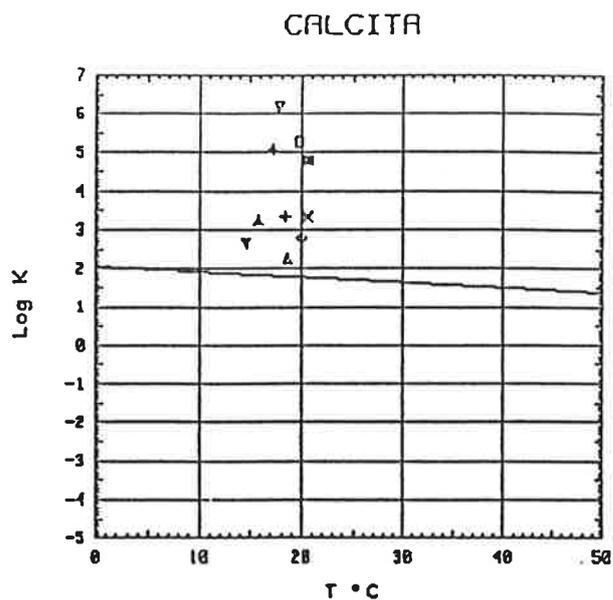
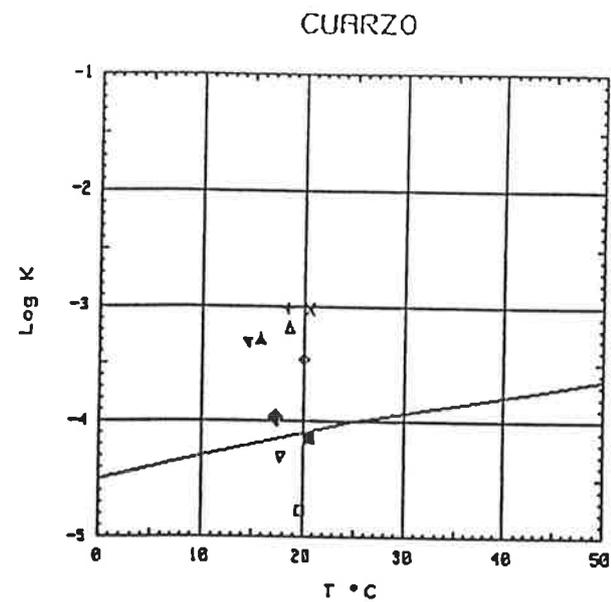


FIG. 2.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL LA HEDIONDA (□)

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: MANANTIAL LA HEDIONDA (ALORA)
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 19.8 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 539
 pH a 17°C: 11.52 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 64
 pH a 18°C: 11.10 Eh campo (mV): -246

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	-	-	-	-
CO3=	11.00	.183	.367	11.79
SO4=	4.00	.042	.083	2.68
Cl-	93.00	2.624	2.624	84.38
F-	<5.0E-1	.026	.026	.85
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.26
SiO2 (H4SiO4)	1.1	.018	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
F2O5	.040	0.000	.001	.04
TOTAL....	110.150	2.902	3.109	
CATIONES				
Na+	83.00	3.611	3.611	69.34
K+	9.00	.230	.230	4.42
Ca++	24.00	.599	1.198	23.00
Mg++	1.00	.041	.082	1.58
Fe++	.030	.001	.001	.02
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.14
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.07
NH4+	.250	.014	.014	.27
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	.220	.003	.007	.13
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL....	118.121	4.525	5.207	

FORMULA ANIONICA : Cl- >CO3+=HCO3- >SO4= >F-
 FORMULA CATIONICA: Na+ >Ca++ >K+ >Mg++

CLASIFICACION: CLORURADA --- SODICA

(CO3H+CO3) / Ca =	.306	Cl / Na =	.727	(SO4*Ca) ^1/2 =	.316
(CO3H+CO3) / (Ca+Mg) =	.286	Cl / (Na+K) =	.683	(Cl+SO4) / (Ca+K+Na) =	.537
(CO3H+CO3+SO4) / (Ca+Mg) =	.352	SO4 / Ca =	.070	Mg / Ca =	.069
		SO4 / (Ca+Mg) =	.065		

ARCHIVO EN DISCO: MMM16 (AMA5-16)

	ppm
R.S. 110°C	257
D.Q.O.	0,6
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,008
As	-
Se	-
Hg	-

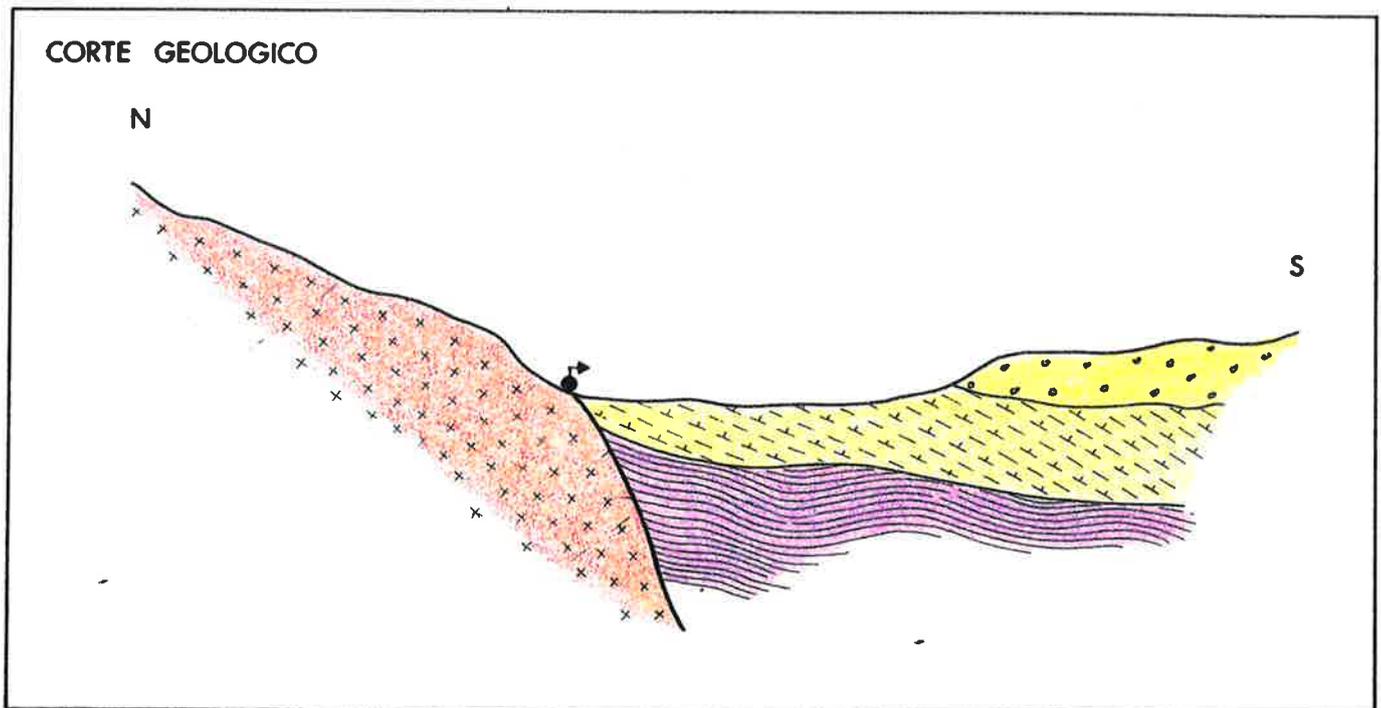
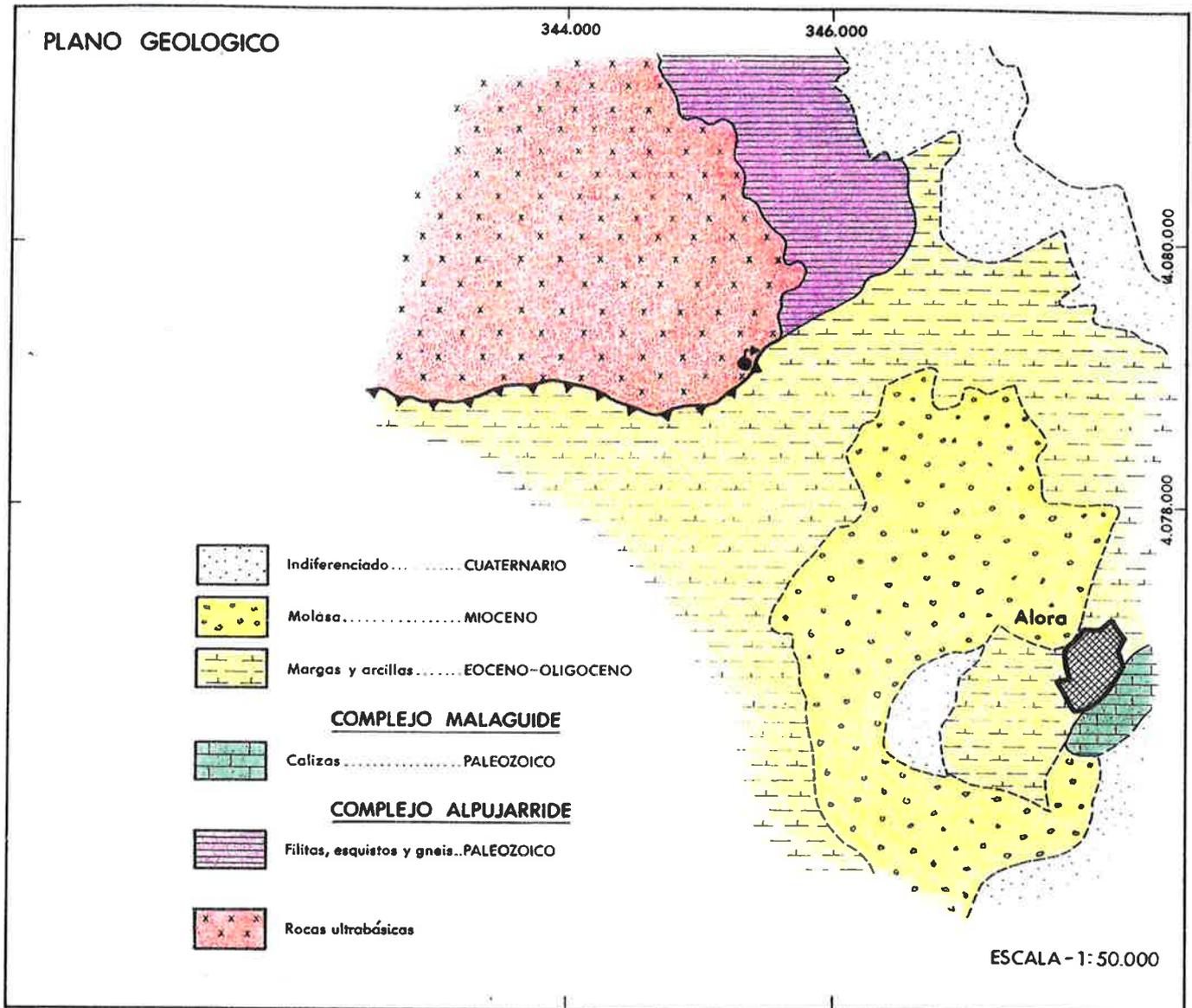
5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el grupo de manantiales de Ardales que vendría condicionada a la zona de contacto de la roca ultrabásica con las series suprayacentes y a la distribución de los cursos de agua superficial que discurren en la peridotita, que incidirán de una manera prioritaria en la alimentación de dichos manantiales y según se muestra en la figura se ha pretendido envolver parte del afloramiento peridotítico y la zona de contacto con los materiales alpujárrides y neógenos, más próximos a los manantiales.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

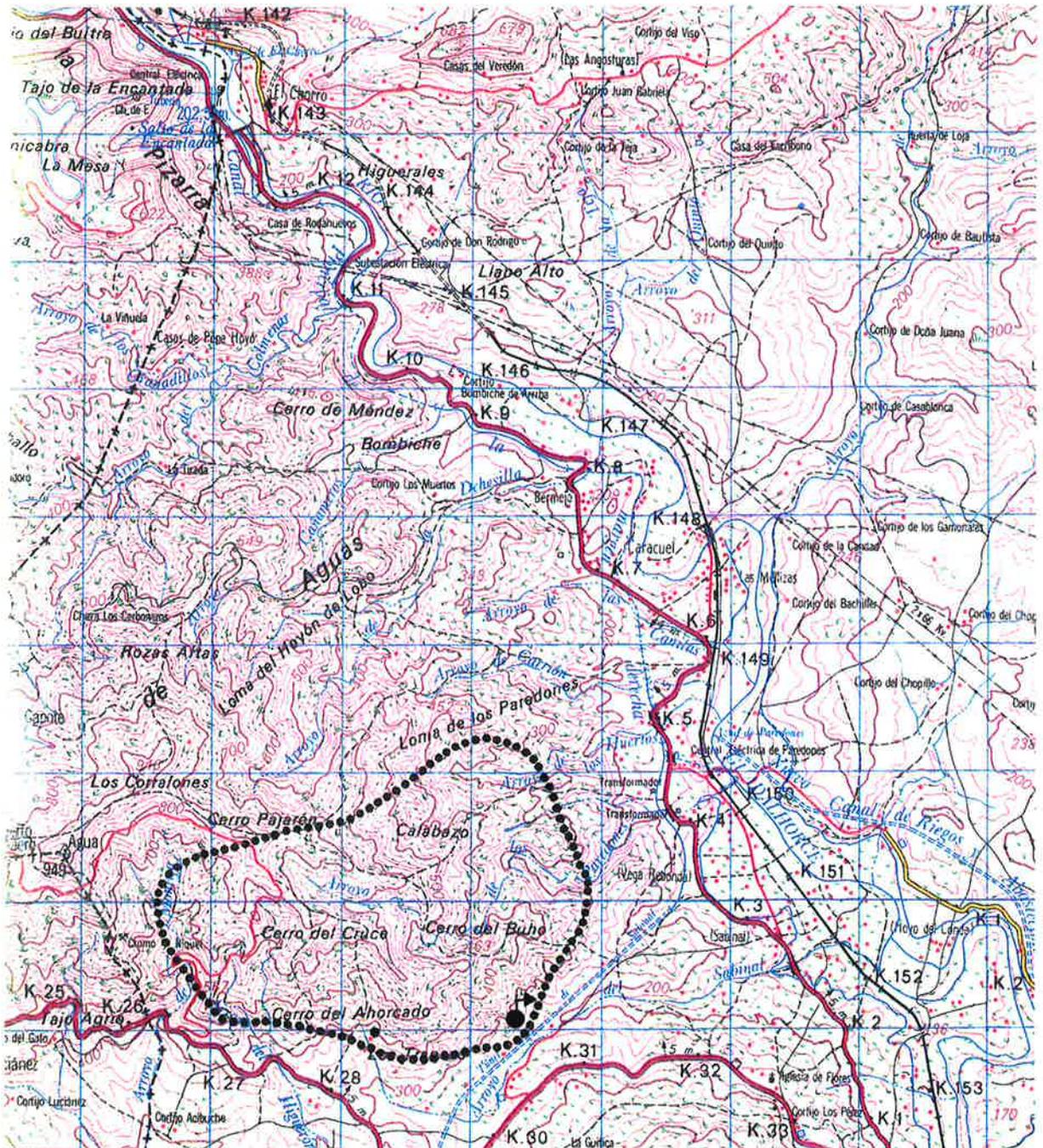
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 1.038 (Ardales). MAGNA-ITGE.

FUENTE HEDIONDA (ALORA)



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

FUENTE HEDIONDA



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL BAÑOS DE ARDALES (ARDALES)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de los Baños de Ardales se sitúa a sólo unos 500 metros al Norte de la población de Ardales, a la altura del cruce de carreteras de Carratraca con el desvío a Ardales. El arroyo de Escalera pasa junto al manantial, afluente por la margen derecha del río Ardales.

Dista de Málaga capital unos 64 km, y en sus proximidades se encuentran la Sierra de Alcaparain, el núcleo de Carratraca, y el embalse del río Guadalhorce.

Se localiza dentro de la Hoja Topográfica nº 16-43 de Ardales, a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 335700 e Y = 4083675, siendo su cota de 380 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El manantial de Ardales, es un manantial de agua sulfúrica que dió origen a unos antiguos baños, de los que hoy sólo quedan unas escombreras, restos de la edificación existente.

No se tiene bibliografía acerca de la historia de estos antiguos baños. En la relación de puntos de agua mine-ro-medicinal de España, editada por el Instituto Geológico y

Minero de España en 1913 y posteriormente en 1947, se cita conjuntamente Carratraca o Ardales, para describir el manantial de agua sulfurosa de Carratraca. Posteriormente en la edición de 1986, del inventario de puntos minero-medicinal, se citan los Baños de Ardales, clasificando el manantial de facies bicarbonatadas cálcicas, cloruradas sódicas.

Este punto se seleccionó en la campaña de geotermismo realizada por el ITGE en la provincia de Málaga, realizándose un análisis químico y la correspondiente ficha de inventario. Posteriormente se volvió a analizar en la campaña de 1983.

Actualmente este manantial se utiliza como fuente pública, estando canalizado el nacimiento hasta el tubo de salida, cuyo aforo alcanza un caudal de 0,2 l/s. El agua presenta un fuerte olor a sulfhídrico.

Existe otra emergencia de agua sulfhídrica a unos 200 m de este manantial aguas arriba del Arroyo de la Escalera, que surge en el Cuaternario, y se pierde directamente en el aluvial del citado arroyo.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el manantial de Baños de Ardales, se encuentra enclavado en la formación tecto-sedimentaria de margas terciarias sobre la formación de pizarras del Bético de Málaga y en las inmediaciones del contacto del macizo ultrabásico de Sierra de Aguas con los materiales gneisicos del Complejo Alpujárride.

El macizo ultrabásico de Sierra de Aguas ocupa una extensión aproximada de 25 km² y representa la manifestación intrusiva mas externa de todo el complejo de rocas ultrabási-

cas de la provincia de Málaga. Dentro de la masa peridotítica se han clasificado las variedades petrológicas de dunitas, piroxenitas, harzburgitas, lertzolitas y serpentinas.

Los contactos intrusivos primarios desarrollan en su periferia facies de granates y gneises granitoides en el Complejo Alpujarride y muy frecuentemente los contactos se encuentran fallados posteriormente, poniéndose en contacto con las peridotitas los materiales malaguides del flysh.

Al igual que ocurre en el macizo de Ojén, una de las características tectónicas más acusadas es la compartimentación en bloques, que determinan las diferencias de topografía. Las líneas de fractura tienen preferencialmente la alineación N70E y NS. Existe dentro de las peridotitas una red de filones ácidos de textura aplítica y pegmatítica.

El Complejo Alpujarride es un conjunto metamórfico formado esencialmente por una serie de filitas, esquistos, gneises, cuarcitas y mármoles. Sobre esta serie se ha superpuesto un metamorfismo de contacto, consecuencia de la intrusión de peridotitas. El metamorfismo aumenta en dirección a las rocas ultrabásicas y los cambios radicales de metamorfismo se desarrollan en muy poco espacio. La edad de estos materiales alpujarrides es paleozoica pudiendo incluir también parte del Precámbrico.

Los gneises bandeados representan la formación alpujarride con mayor desarrollo en el ámbito de la zona, se encuentran al N y O de la Sierra de Aguas, rodeando al macizo peridotítico.

El Complejo Malaguide constituye la unidad más alta tectónicamente dentro de la zona interna y se superpone a los

materiales alpujárrides. Consta de una serie potente de mas de 1.000 metros de espesor formada por materiales paleozoicos y mesozoicos. En la base están representados por una serie de filitas y esquistos, siguiendo hacia techo la formación de calizas "alabeadas", grauvacas, esquistos y conglomerados. Al Permotrias pertenece la formación de areniscas y margas rojas con yesos. Se atribuyen al Trias todas las formaciones carbonatadas que coronan los afloramientos de areniscas rojas.

En el ámbito de la zona de estudio, predomina la formación silúrica de calizas "alabeadas", en una banda entre Carratraca y Ardales.

La Unidad de Bonella-Capellán, está bien desarrollada en el borde N y E de la Sierra de Alcaparain, sobre todo en el cerro El Capellán al Sur de Ardales, y en la Sierrezuela de Carratraca. Presenta dos conjuntos litológicos diferentes; en la base, están representados unos mármoles blancos con pasadas de tonos azules sacaroides. Se presentan en bancos bien estratificados con indicios de mineralizaciones de hierro. Hacia el techo los mármoles se van haciendo mas azulados. Se le atribuye una edad triásica y su potencia es de unos 700 m. Sobre esta serie se presenta en algunos puntos unos materiales filitosos de diversas tonalidades grises y rojizas.

El Jurásico está formado por calizas con silex, bien visibles en el sector Oeste de la Sierra de Alcaparain y su potencia es superior a 150 metros.

Dürr (1967) y Martin Algarra (1987), definen la Unidad de Yunquera (C. Alpujárride) incluyendo los mármoles triásicos de Bonella-Capellán, anteriormente descritos.

Al Norte de Ardales aflora una formación arcilloso-areniscosa de color ocre y marrón oscura denominada Neonumidico, o formación tectosedimentaria. Aflora siempre de forma mecánica sobre materiales de las zonas Internas o en las transgresivas sobre éstas. Su edad es Mioceno.

2.1.- TECTONICA

Ateniéndonos al Complejo Dorsaliano, en esta zona se pueden distinguir dos unidades tectónicas con diferentes características estructurales y metamórficas; la inferior está constituida por la Unidad de Prieta-Nieves sin metamorfismo y la superior, Unidad de Bonella Capellán con un metamorfismo decreciente hacia el techo. El salto en el metamorfismo justifica la afirmación de que la Unidad de Prieta-Nieves tiene una posición infrayacente a la de Bonella-Capellán, por fenómenos tectónicos.

La Unidad de Bonella-Capellán frecuentemente se encuentra invertida reposando los mármoles triasicos sobre las calizas con silex, con buzamientos de 30-35° al NE.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial de los Baños de Ardales aflora en la serie margosa de tipo flyschoides y poco permeable que rellena una depresión tectónica de dirección aproximada NO-SE, que pone en contacto materiales alpujárrides y malaguides con series carbonatadas triásicas de Sierra de Alcaparain y Blanquilla.

Las principales rocas susceptibles de formar acuífero pertenecen al Triásico y Jurásico. En el Triásico predominan los mármoles y dolomías recristalizadas y al Jurásico, calizas y

dolomías, presentando una permeabilidad alta debida a fisuración y disolución. Los afloramientos calizo-dolomíticos afloran en las inmediaciones del citado manantial, Sierra de Caparain, Blanquilla y Serrezuela de Carratraca, que en general quedan aislados y colgados, con escasos recursos, realizando las descargas a través de surgencias de diferentes caudales en el contacto con los materiales impermeables de esquistos en sentido amplio. Merece destacar la surgencia de los mármoles de la Serrezuela de Carratraca o manantial de los Baños.

El manantial de Ardales, que drena a una cota de 380 m.s.n.m., siendo su caudal de 0,2 l/s, puede tener relación con la fractura de dirección aproximada NO-SE, de varios km de recorrido (Carratraca-Ardales) y esta línea de fractura puede permitir la circulación de agua que desde las zonas más altas, infiltrándose a zonas más profundas, buscando zonas saturadas bajo el paquete de margas y que favorecidas por la red de diaclasas secundarias permiten el ascenso a superficie, cargándose en sales y gases, y con un cierto grado de termalismo. Posiblemente esta falla alcance en profundidad la roca ultrabásica aflorante en el sector de Carratraca.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

El agua presenta un importante grado de mineralización (2760 $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH = 7,54 y naturaleza sulfatada-clorurada sódica. Se observa desprendimiento de H_2S en el manantial, asociado a un potencial redox muy negativo (-402 mV).

El elevado contenido en $\text{SO}_4^{=}$, Cl^- , Na^+ y K^+ apunta claramente a un proceso de disolución de facies evaporíticas. Los diagramas de saturación de la fig. 1 indican que el agua se encuentra ligeramente sobresaturada en calcita, sobresaturada en dolomita y subsaturada en yeso y anhidrita.

Es un hecho pues que si bien el acuífero principal puede ser de tipo carbonatado (mármoles, calizas y dolomías triásicas y jurásicas), existe un aporte salino proveniente de evaporitas, que obviamente han de estar presentes en algún punto del circuito subterráneo.

Asimismo conviene destacar que existe una notable diferencia entre la composición química de los Baños de Ardales (2.760 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y la del manantial del Balneario de Carratraca (767 $\mu\text{S}/\text{cm}$), a pesar de su proximidad geográfica y de la presunta asociación de ambos a una misma fractura. El diagrama de Schoeller de la fig. 2 refleja con claridad esta discrepancia.

Además del análisis químico realizado (1990) se dispone de otros dos correspondientes a los años 74 y 83. Su representación en la fig. 3 pone de manifiesto que la composición del agua se mantiene estable a lo largo del tiempo, salvo ciertas variaciones en el contenido de Ca^{2+} y SO_4^- que por otra parte se observan con frecuencia en aguas con influencia evaporítica.

Finalmente, en lo que respecta al contenido en elementos minoritarios y traza hay que destacar las altas concentraciones de flúor y amonio (4,2 y 2,1 mg/l respectivamente). Asimismo la muestra presenta un contenido notable de litio (0,83 mg/l) y arsénico (106 mg/l).

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El hecho de emerger el manantial de Ardales en medio de la serie margosa terciaria, enmascara el origen del manantial, y no se conoce cual es su zona de alimentación.

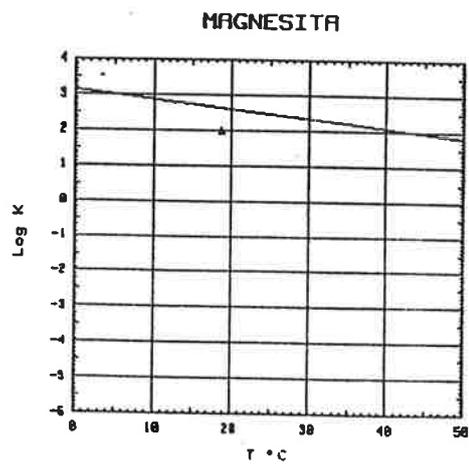
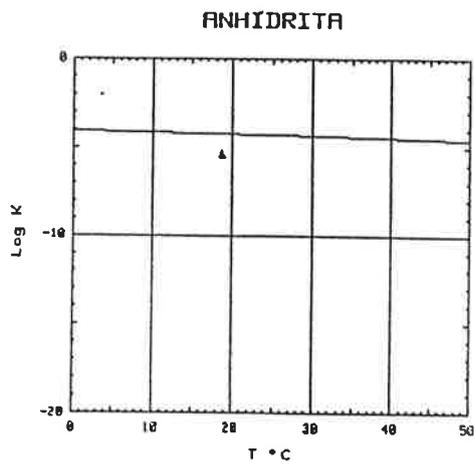
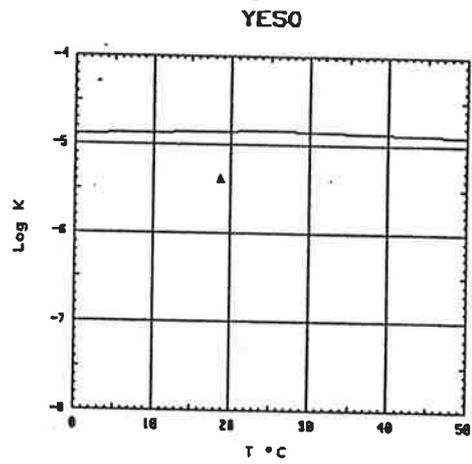
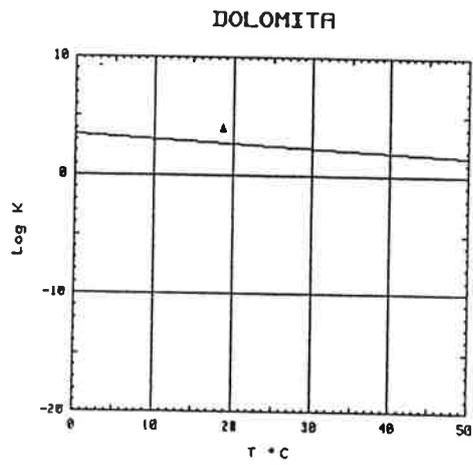
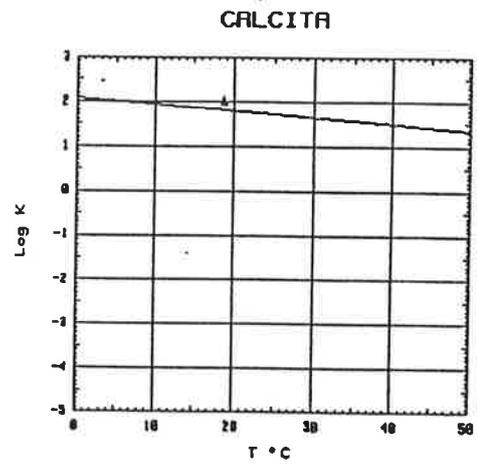
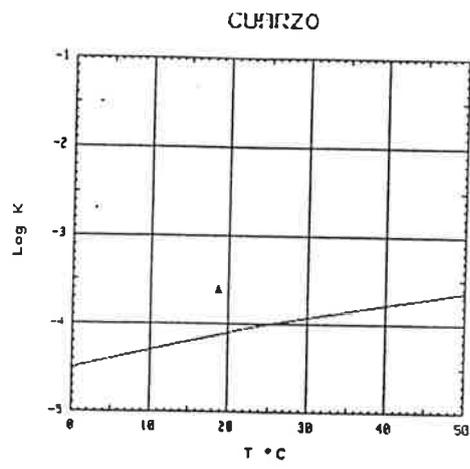


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION BAÑOS DE ARDALES

FIG. 2.- BAÑOS DE ARDALES

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—	Baños de Carratraca		
- - -	Baños de Ardales		

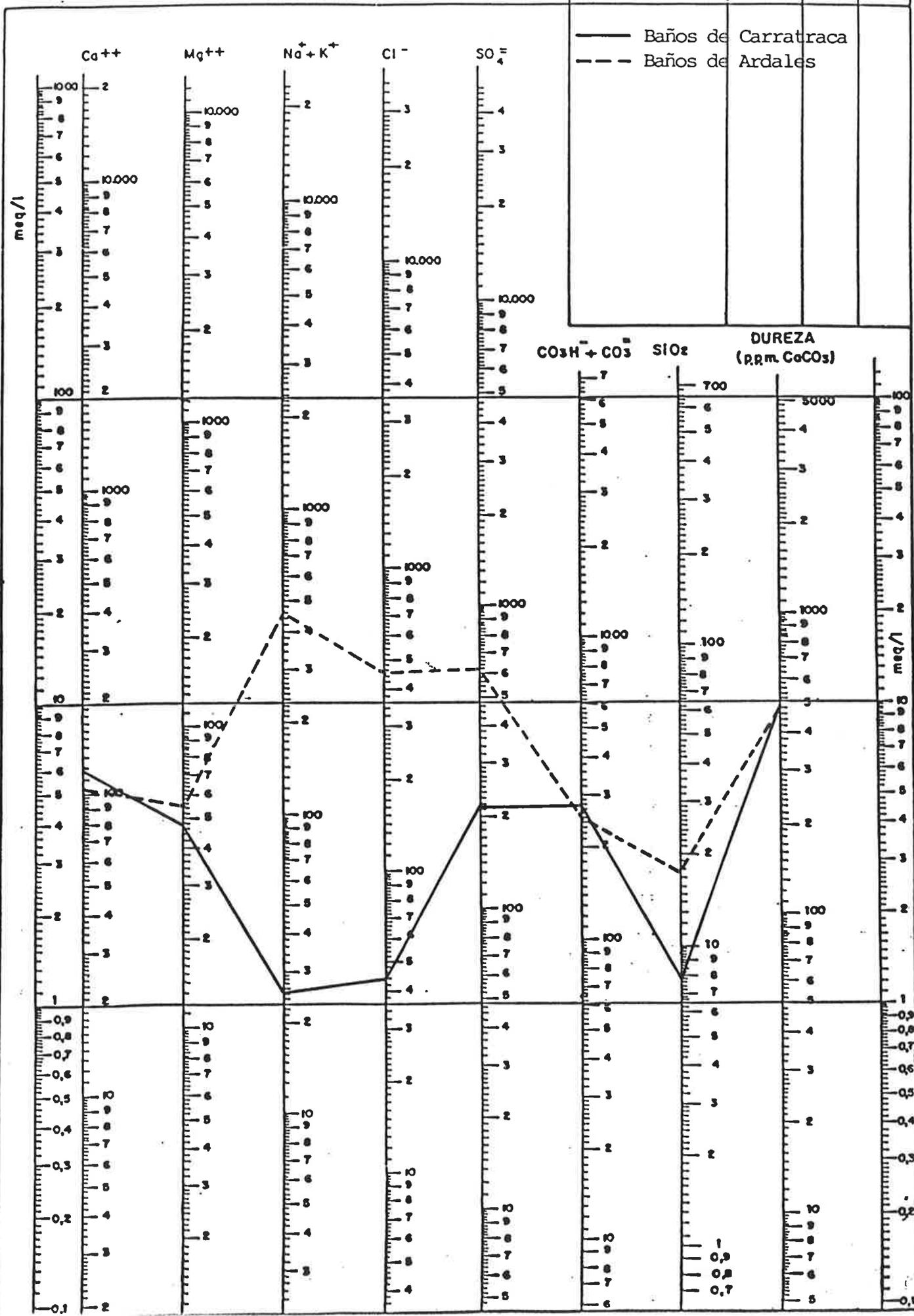
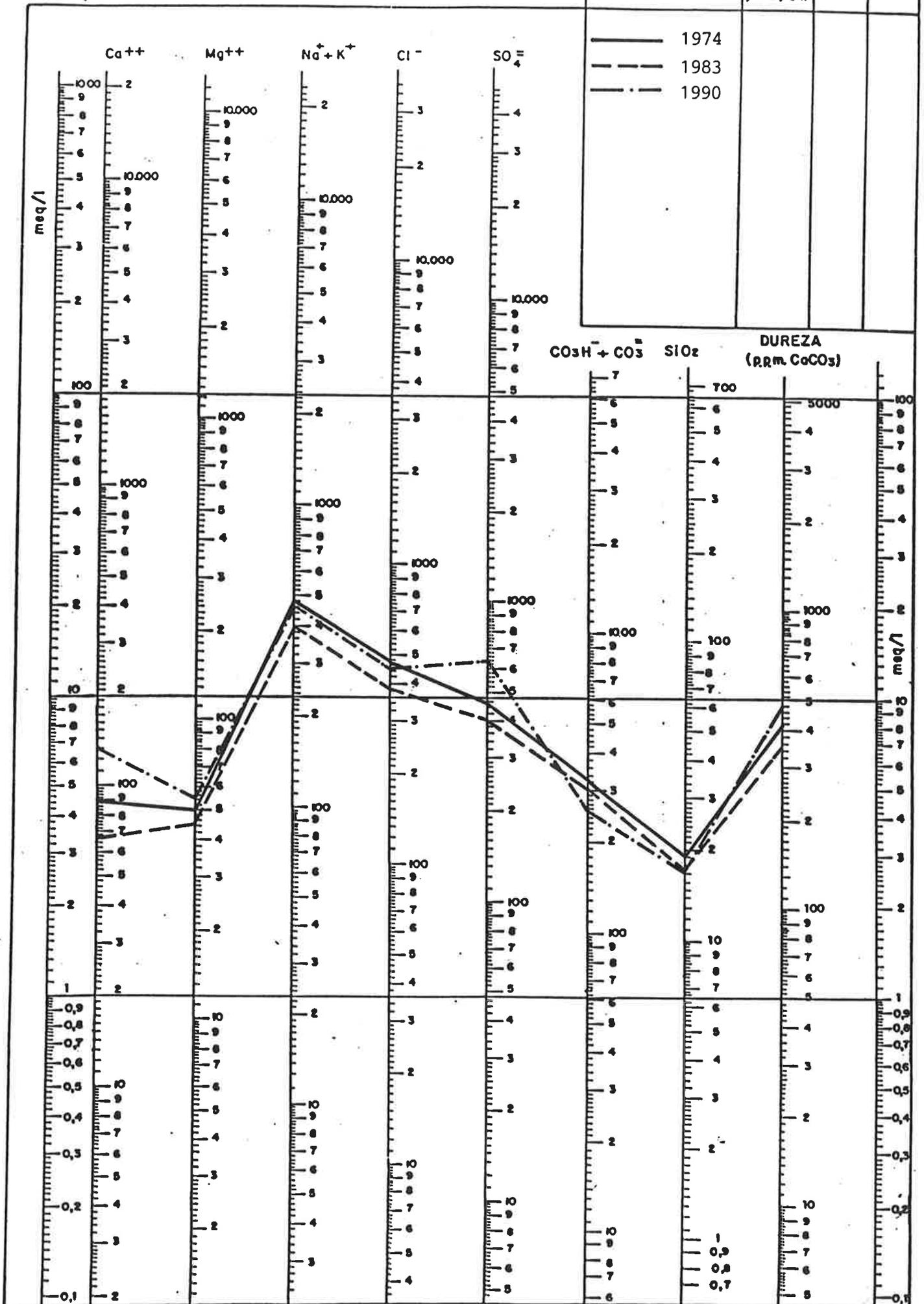


FIG. 3.- BAÑOS DE ARDALES

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
- - -			
- · - ·			



ANÁLISIS QUÍMICO

DENOMINACION: BAÑOS DE ARDALES
 FECHA: _____

TEMPERATURA (°C): 18.6 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 2760
 pH a 18°C: 7.54 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 487
 pH a 18°C: 7.10 Eh campo (mV): -402

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	250.00	4.098	4.098	13.68
CO3=	-	-	-	-
SO4=	620.00	6.454	12.908	43.08
Cl-	451.00	12.723	12.723	42.46
F-	4.200	.221	.221	.74
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.03
SiO2 (H4SiO4)	17.8	.296	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.080	.001	.003	.01
TOTAL....	1343.590	23.801	29.961	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	438.00	19.053	19.053	64.24
K+	25.00	.639	.639	2.16
Ca++	103.00	2.570	5.140	17.33
Mg++	55.00	2.262	4.524	15.26
Fe++	.070	.001	.003	.01
Li+	.83	.120	.120	.40
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.19
NH4+	2.140	.119	.119	.40
Mn++	.052	.001	.002	.01
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	624.703	24.785	29.658	

FORMULA ANIONICA : SO4= >Cl- >CO3=+HCO3- >F-
 FORMULA CATIONICA: Na+ >Ca++ >Mg++ >K+

CLASIFICACION: SULFATADA CLORURADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.797	Cl/Na =	.668	(SO4*Ca)^1/2 =	8.145
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.424	Cl/(Na+K) =	.646	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.032
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	4.419	SO4/Ca =	2.512	Mg/Ca =	.880
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.760	SO4/(Ca+Mg) =	1.336	Cl/CO3H =	3.105

ARCHIVO EN DISCO: MMM18 (AMA5-18)

	ppm
R.S. 110°C	1824
D.Q.O.	0,8
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,009
As	0,106
Se	-
Hg	-

Se ha reflejado en el capítulo de hidrogeología su probable origen profundo ligado a la fractura Carratraca-Ardales, por lo que ateniéndose a esta característica, se ha pretendido enmarcar un área cuyo eje mayor sería de dirección NE-SO, y a su vez envolviendo al núcleo de Ardales por ser potencialmente un foco de contaminación de aguas residuales a través del arroyo de La Torre.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

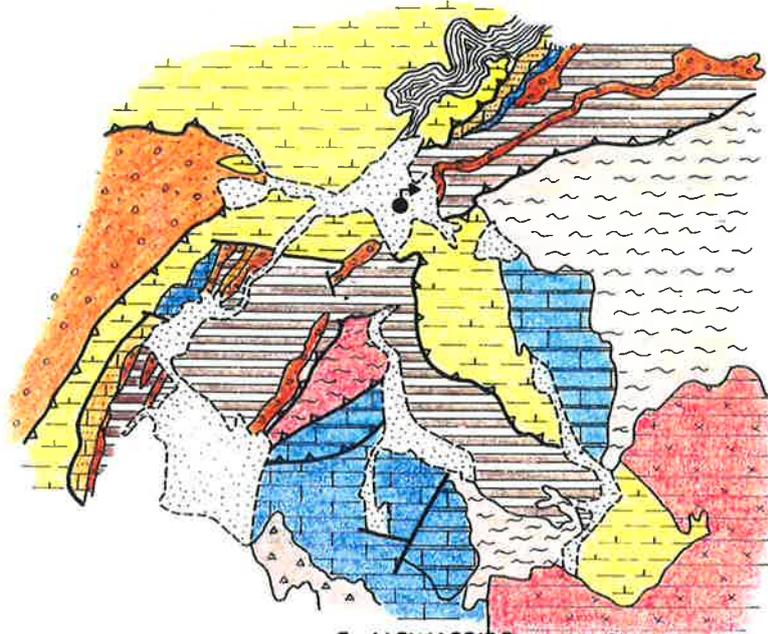
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 1.038 (Ardales). MAGNA-ITGE.
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 1.037 (Teba). MAGNA-ITGE.

BAÑOS DE ARDALES (ARDALES)

PLANO GEOLOGICO

335.000

340.000



4.085.000

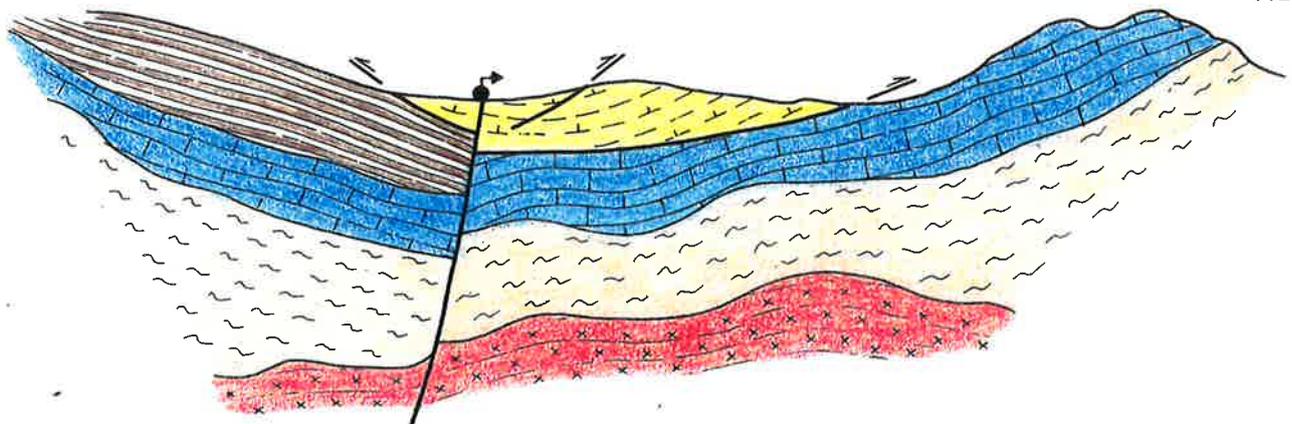
4.080.000



CORTE GEOLOGICO

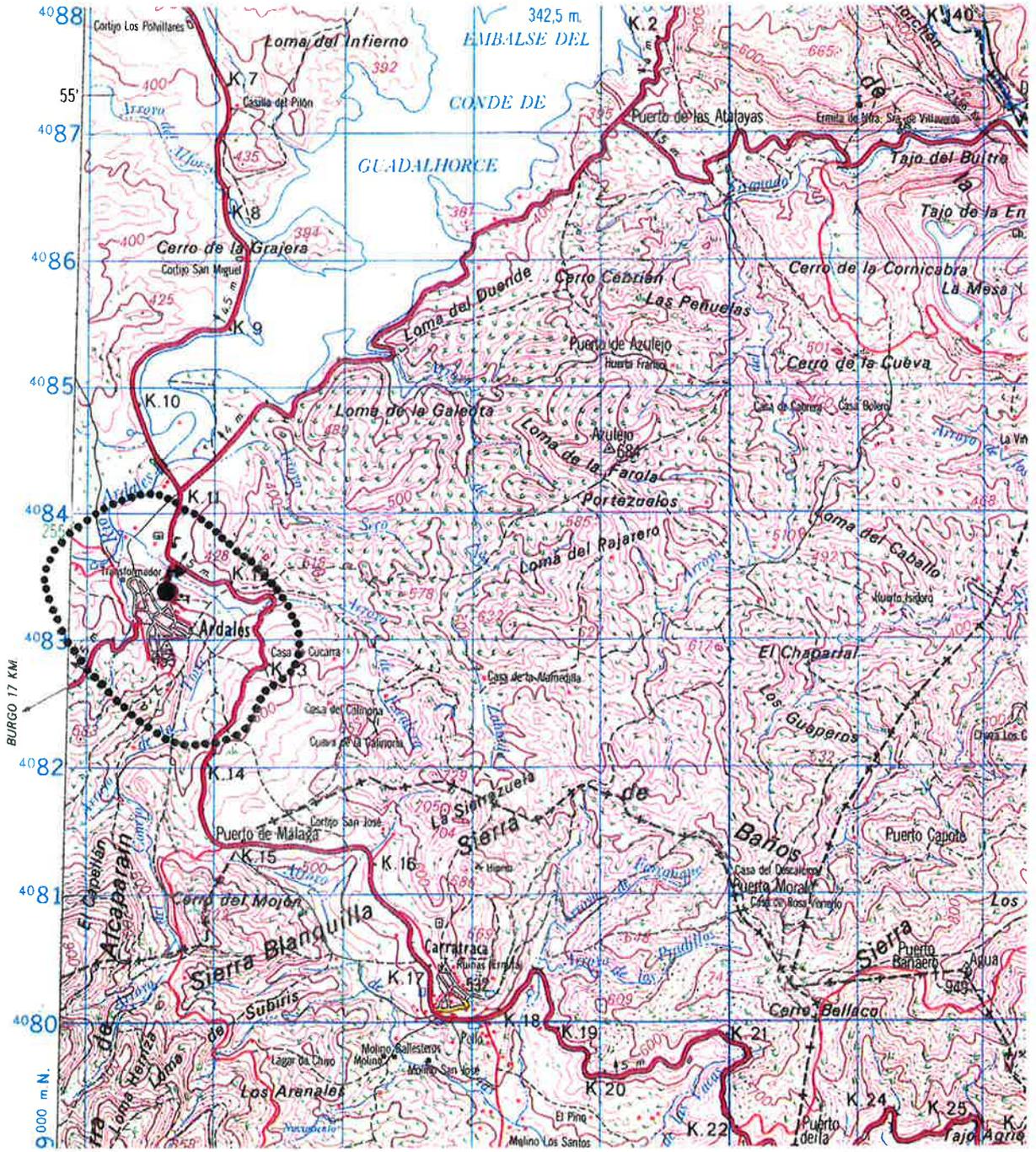
SW

NE



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

BAÑOS DE ARDALES



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL FUENTE DE LA CRUZ (BENAMOCARRA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial se ubica en el mismo núcleo de Benamocarra, actualmente se encuentra tapado, siendo conducido a través de una tubería desembocando en el arroyo de Jurado que bordea el núcleo urbano por su sector Sur.

Benamocarra es una pequeña población englobada dentro de la comarca de la Axarquía, sector oriental de la provincia, cuya cabeza la representa Velez Málaga, de la que dista unos 5 km, y de Málaga capital dista unos 35 km.

Se ubica dentro de la hoja topográfica nº 18-44 (Velez Málaga) a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 3967750 e Y = 4072400 siendo su cota topográfica de 120 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

En el mismo núcleo urbano existen varios manantiales de escaso caudal, con similares características, aprovechados principalmente para bebida y riego. El manantial de la Cruz tradicionalmente se utilizó como manantial minero-medicinal, y que actualmente se encuentra completamente tapado.

Es en la relación de las Aguas Minero-Medicinales, editada por el Instituto Geológico y Minero de España de

1913, donde se cita por primera vez el manantial de La Cruz, como un agua ferruginosa y sulfatada, aplicada en baños para enfermedades cutáneas. Se vuelve a relacionar en las ediciones de 1947 y de 1986.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el manantial de La Cruz se enmarca dentro del dominio del Complejo Malaguide que representa el dominio más alto dentro de la diferenciación en el Sistema Bético (Nevado Filábride, Alpujárride y Malaguide), y que ocupa, una gran banda E-O en la mitad Sur de la provincia de Málaga. Conviene resaltar aquí, por su representatividad a escala regional, la presencia de una unidad llamada de Benamocarra, que se sitúa entre el Alpujárride y Malaguide y que su ubicación en uno u otro complejo es motivo de duda.

La complejidad estratigráfica que presenta el Maláquide es grande, y se ve además exacerbada en su comprensión por el intenso plegamiento de las series. Esquemáticamente se pueden separar dos conjuntos estratigráficos de categoría y evolución bien diferentes. Uno inferior con metamorfismo regional débil, con series dotadas como paleozoicas en las partes altas y otra superior sin metamorfismo alguno, que se apoya discordantemente sobre el anterior y que comprende una edad desde el Permotrias al Eoceno. Esquemáticamente se han diferenciado los siguientes términos de muro a techo:

- Filitas inferiores, metareniscas y conglomerados de cuarzo. Para el conjunto de esta formación se ha estimado una potencia de 500 m, está limitada por contactos mecánicos, lo cual hace variable su potencia, atribuyéndosele una edad presilúrica ya que se

trata de una serie azoica. Hay que destacar en este paquete la existencia de numerosos diques de diabasas, generalmente subverticales y de escasa potencia.

- Calizas, filitas y grauvacas. Se trata de las llamadas calizas azules o calizas "alabeadas", con intercalaciones de filitas y areniscas. La potencia mínima es del orden de 400 metros y su edad ha sido determinada a partir de los conodontos en niveles carbonatados superiores. En conjunto se le atribuye a toda la formación una edad silúrica. Son menos frecuentes aquí los diques de diabasas.
- Grauvacas, filitas y conglomerados poligénicos. Esta serie de conglomerados o sus equivalentes, fueron descritos por Blumenthal con el nombre de "conglomerado de Marbella" y que generalmente ocupa una posición hacia el techo. Se estima al menos una potencia mínima de 300 m y su edad abarca desde el Devónico al Carbonífero.

Conjunto Superior

- Areniscas, conglomerados, arcillas y yesos. Representan a facies de carácter marcadamente continental de tonos muy rojos. La potencia en todo el conjunto es muy variable y puede alcanzar los 150 m y se le atribuye una edad permotriásica.
- Dolomías y calizas blancas. En conjunto alcanzan espesores que pueden sobrepasar los 100 metros y la edad comprende desde el Lías al Cretáceo.

- Calizas y margas. Corresponden al Eoceno y su potencia máxima es de unos 50 metros.

Al SO de Vélez Málaga el Complejo Maláquide comprende dos unidades, la más septentrional es la Unidad de Iznate, constituida exclusivamente por materiales esquistosos atribuibles al Silúrico y la más meridional Unidad de Almayate con una sucesión más completa.

- Esquistos de la Unidad de Benamocarra

Esta unidad aflora extensamente en el área de Vélez Málaga, formada por micasquistos y cuarzo-esquistos azulados y grises muy oscuros, encajando en la serie abundantes diques de rocas maficas muy alteradas.

Algunos autores consideran que la Unidad de Benamocarra podría ser un elemento más alto dentro del Complejo Alpujárride, con un menor grado de metamorfismo. Su edad se atribuye al Paleozoico.

Los sedimentos postmanto, atribuidos al Mioceno y Plioceno están representados por una serie de afloramientos que se sitúan en la llanura costera rellenando la Hoya de Málaga. Son sedimentos marinos con abundante fauna de edad Andaluciense-Plioceno. Litológicamente se pueden distinguir arcillas y/o margas, arenas y conglomerados. Las arcillas se sitúan en la base y las areniscas a techo, mientras que los conglomerados es una facies típica de borde.

Finalmente el Cuaternario que está ampliamente desarrollado en la llamada Hoya de Málaga, por su origen se distinguen cuaternarios marinos y continentales, destacando los

depósitos aluviales que se desarrollan en las ramblas que drenan los Montes de Málaga y especialmente en el bajo Guadalhorce.

2.1.- TECTONICA

El apilamiento de mantos de corrimiento constituye el edificio estructural del dominio bético, Complejo Nevado-Filábride, Alpujárride y Maláquide, a escala regional. Dentro del Complejo Maláquide, existen además otras superficies tectónicas, prácticamente cualquier cambio de litología a la escala de formación se expresa aquí por contacto mecánico.

Las deformaciones internas del Maláquide definen tres fases: Una primera responsable de esquistosidad o pizarrosidad S_1 más potente. Otra que produce pliegues isoclinales apretados siendo paralelos a S_1 , se observan fundamentalmente en las calizas alabeadas. Finalmente una tercera fase responsable del alabeo de las calizas.

Existen datos que evidencian que la actividad tectónica ha proseguido después del apilamiento de mantos, reflejados en los siguientes hechos: superficies tectónicas que individualizan los mantos y escamas se encuentran plegadas, definición de un plegamento de gran radio de dirección N-S, presencia de series pliocenas marinas a cotas muy diversas (hasta 100 m) con buzamiento constante al Sur y finalmente las playas antiguas señalan que la línea de costa ha sufrido variaciones verticales según curvaturas de gran radio.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

En los materiales paleozoicos maláquides, son frecuentes las manifestaciones de manantiales de débiles caudales, o

de pozos generalmente de poca profundidad, y que a nivel local pueden tener su importancia y solucionar más de un problema de abastecimiento o de regadío, pero que sin embargo, en un principio se escapan del esquema clásico del modelo de acuífero establecido. Se trata de materiales que en conjunto se comportan como materiales de baja permeabilidad, por ser series "apizarradas" no dejando almacenar agua en su contexto, solamente la presencia de niveles calizos, lentejones cuarcíticos, diques de cuarzo o de diabasa, aparte de una mayor fracturación, diaclasamiento o alteración de la roca, permiten la circulación de agua según unas direcciones preferentes, originando estos tipos de surgencias o captaciones.

Por otro lado el desarrollo de suelos sobre la superficie de estas series pizarrosas, y la acumulación de materiales sueltos en el fondo de valles pueden originar reservas de mayor o menor magnitud, dando lugar a pequeños acuíferos que pueden ser captados en los puntos de más baja cota, dependiendo además de su cuenca de recepción.

La presencia además de numerosas redes de diques, sobre todo en las series basales del Complejo Maláquide, con delgadas zonas de alteración en la pared con la roca de caja facilitan la circulación del agua subterránea hacia zona más bajas, tanto lateral como verticalmente.

El hecho de circular el agua a través de materiales poco solubles origina aguas poco cargadas en sales, ya que además la circulación de las mismas es somera, no alcanzando grandes profundidades, por lo que en principio se trata de aguas de conductividades bajas.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de naturaleza bicarbonatada-sulfatada cálcica y conductividad apreciable ($1.136 \mu\text{S}/\text{cm}$). Su rasgo más característico es sin duda el alto contenido en nitratos $-134 \text{ mg}/\text{l}$ -, más de dos veces y media el máximo admisible para un agua de bebida, así como la presencia de amonio: $0,23 \text{ mg}/\text{l}$. Se detecta también la presencia de F^- , Pb y Mn , si bien en concentraciones mucho menos significativas que las anteriores (800 , 17 y $12 \mu\text{g}/\text{l}$ respectivamente). La proximidad al casco urbano y a vertederos de residuos sólidos es un importante factor a considerar respecto al origen de este fenómeno.

En la fig. 1 se recoge una serie de diagramas de saturación para distintos minerales, en los que observan diversas situaciones de sobre y subsaturación para cada uno de ellos. La validez de estos diagramas obviamente está condicionada por el proceso de contaminación del agua, si bien se desconoce en qué medida puesto que no se tiene información acerca de la naturaleza de los focos que dan lugar a la misma. En principio la fuerte presencia de compuestos nitrogenados sugiere una relación con prácticas de abonado, o bien con algún vertido de carácter orgánico (lixiviados de vertederos de residuos sólidos, por ejemplo). Por otra parte tampoco se dispone de análisis químicos previos al de 1990, por lo que no es posible determinar cuando se inició y como ha evolucionado el proceso contaminante.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el manantial de La Cruz que vendría condicionada a la distribución y morfología de los cursos de agua superficial que incidirán de una manera prioritaria en la alimentación de dicho manantial y

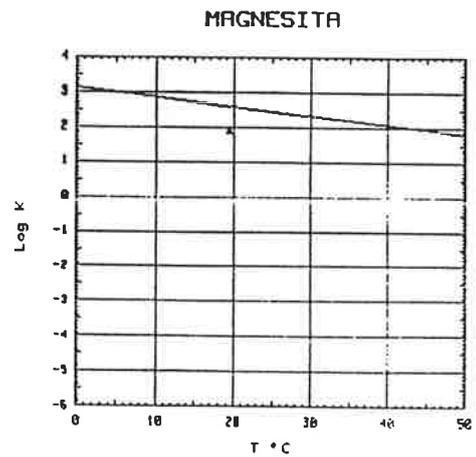
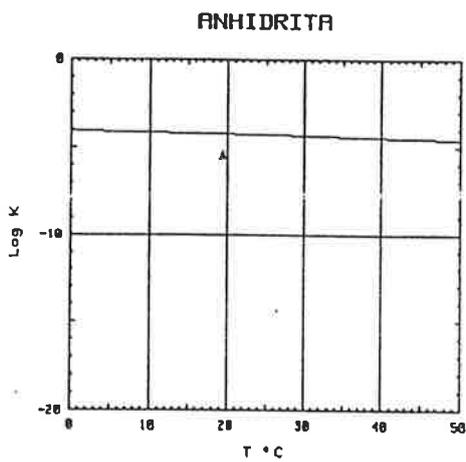
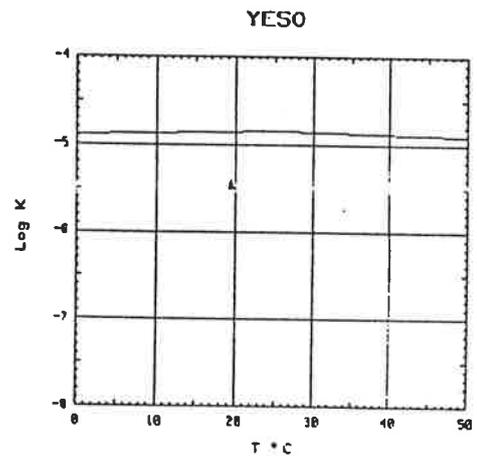
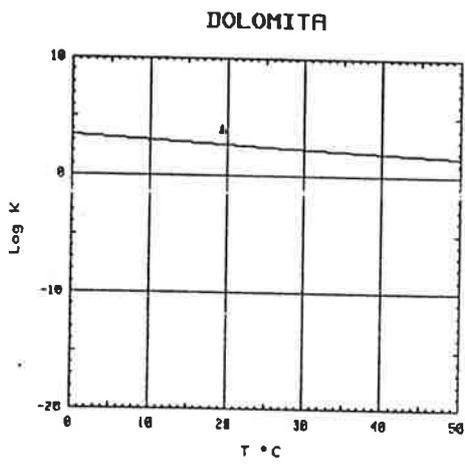
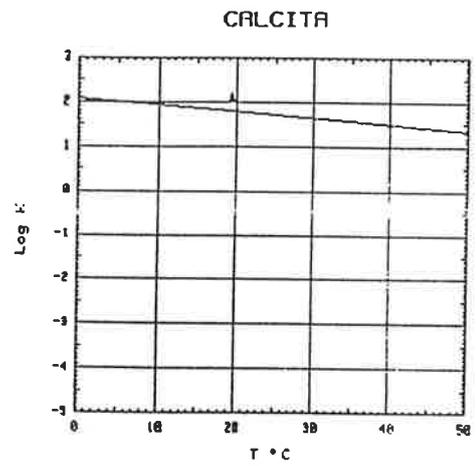
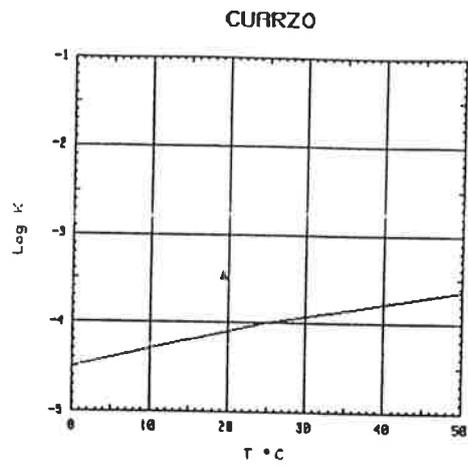


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL FUENTE DE LA CRUZ

ANÁLISIS QUÍMICO

IDENTIFICACIÓN: **FUENTE DE LA CRUZ**
 FECHA: 1

TEMPERATURA (°C): 19.4 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1136
 pH a 19°C: 7.36 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 670
 pH a 18°C: 7.70 Eh campo (mV): 210

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	351.00	5.753	5.753	36.86
CO3=	--	--	--	--
SO4=	259.00	2.696	5.392	34.55
Cl-	80.00	2.257	2.257	14.46
F-	.800	.042	.042	.27
NO3-	134.00	2.161	2.161	13.85
SiO2 (H4SiO4)	23.7	.394	--	--
B	--	--	--	--
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.050	.001	.002	.01
TOTAL....	848.560	13.305	15.607	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	60.00	2.610	2.610	16.23
K+	3.00	.077	.077	.48
Ca++	163.00	4.067	8.134	50.57
Mg++	63.00	2.591	5.182	32.22
Fe++	.030	.001	.001	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.04
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.35
NH4+	.230	.013	.013	.08
Mn++	.012	0.000	0.000	0.00
Pb	0.0	0.000	--	--
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	289.939	9.386	16.083	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >SO4= >Cl- >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >K+

CLASIFICACION: BICARBONATADA SULFATADA == CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca = .707 Cl/Na = .865 (SO4*Ca)^{1/2} = 6.623
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .432 Cl/(Na+K) = .840 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .707
 ((CO3H)²*Ca)^{1/3} = 6.457 SO4/Ca = .663 Mg/Ca = .637
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .837 SO4/(Ca+Mg) = .405 Cl/CO3H = .392

ARCHIVO EN DISCO: MMM3 (AMA5-03)

	ppm
R.S. 110°C	811
D.Q.O.	0,7
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,016
As	-
Se	-
Hg	-

según se muestra en la figura se ha pretendido envolver el entorno de los arroyos que desde cabecera discurren por los materiales esquistosos.

También hay que considerar el tema de contaminación de residuos sólidos urbanos por la proximidad al núcleo urbano de Benamocarra.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

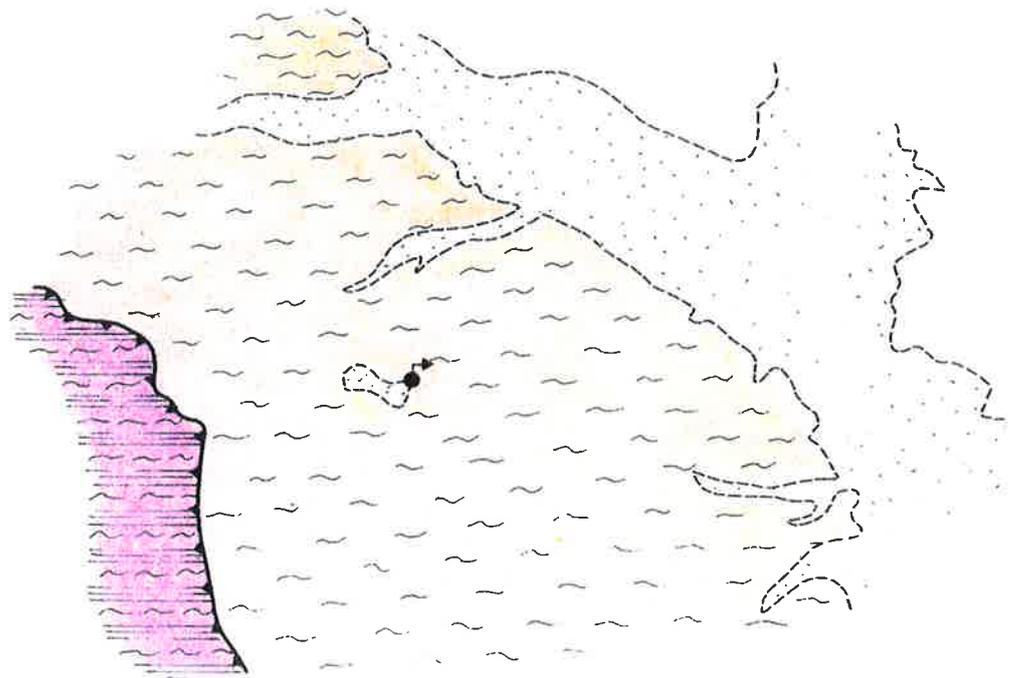
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 1.054 (Velez Málaga). MAGNA-ITGE.
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 1.053/67 (Málaga - Torremolinos). MAGNA-ITGE.

FUENTE DE LA CRUZ (BENAMOCARRA)

PLANO GEOLOGICO

396.000

398.000



4.074.000

4.072.000



Aluvial..... CUATERNARIO

COMPLEJO MALAGUIDE



Filitas, esquistos y metaconglomerados... SILURICO

UNIDAD DE BENAMOCARRA

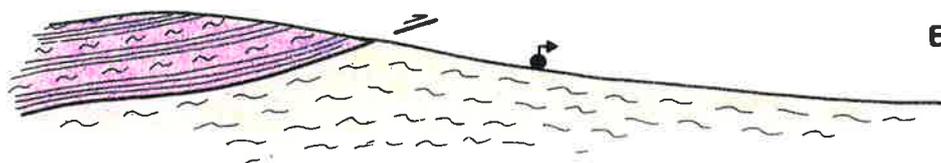


Esquistos oscuros con estaurolita, granate y andalucita. PALEOZOICO

ESCALA-1:50.000

CORTE GEOLOGICO

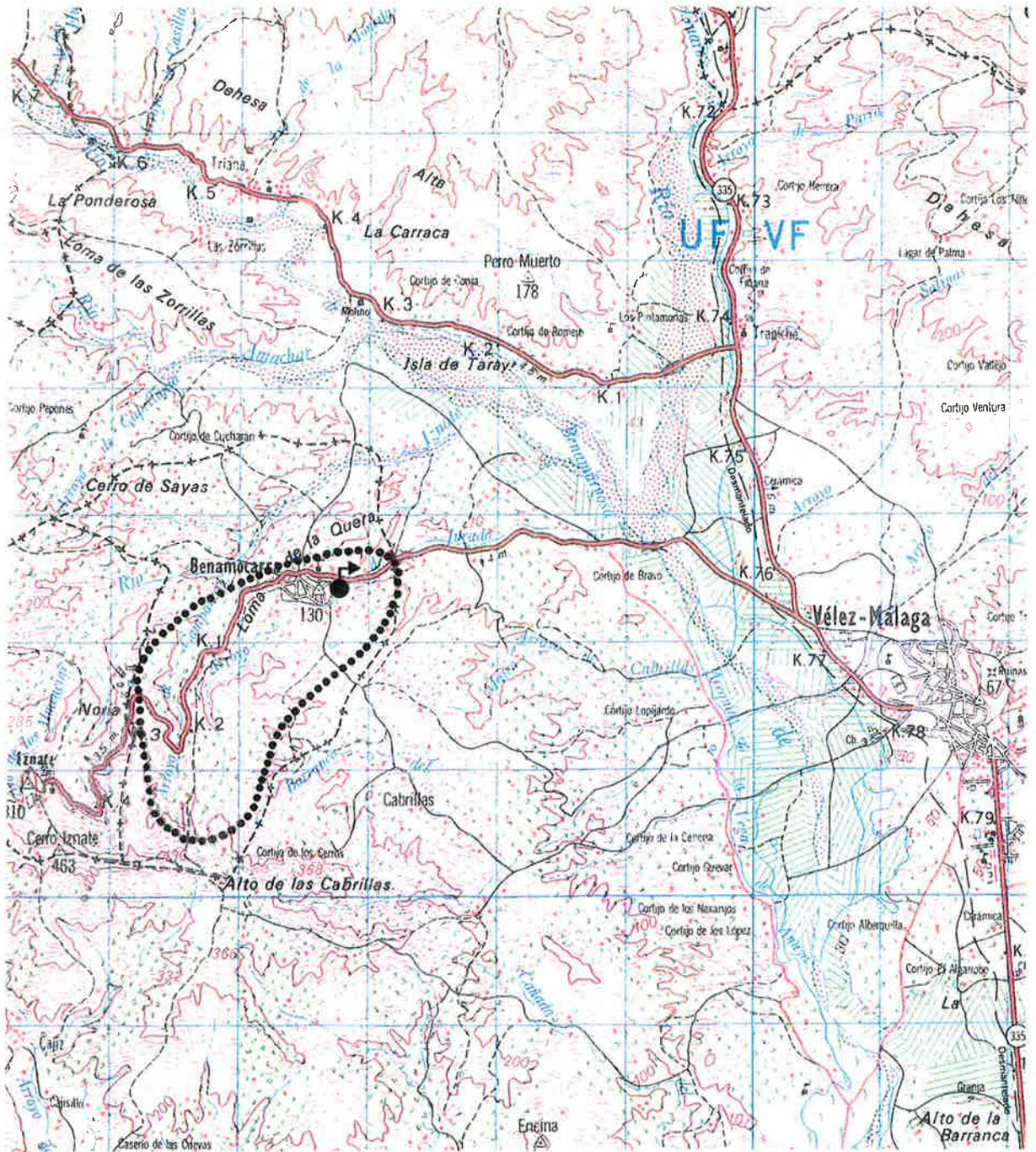
W



E

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

FUENTE DE LA CRUZ



ESCALA - 1:50.000

MANANTIAL DE LOS BAÑOS DE CARRATRACA (CARRATRACA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Carratraca se sitúa en el núcleo urbano de Carratraca y dentro de las propias instalaciones del Balneario. Carratraca se encuentra rodeado de una serie de alineaciones montañosas de relativa altitud que de Oeste a Este son las sierras de Alcaparain, Blanquilla, de Baños y de Aguas, que le confieren un clima suave, y generalmente muy constante, a lo largo del año.

Dista de Málaga capital 58 km, siendo las localidades más próximas, Alora a 18 km y Ardales a 6 km.

Se localiza dentro de la Hoja topográfica nº 16-43 de Ardales, a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 337925 e Y = 4080325, siendo su cota de 541 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El manantial de agua sulfhídrica de Carratraca, dio origen al Balneario del mismo nombre, uno de los balnearios con mas historia de los existentes en España. Su origen se remonta a tiempos inmemoriales. Griegos y romanos ya utilizaron sus aguas minero-medicinales, pasando por etapas de destrucción y resurgimiento. Aquí probaron sus aguas desde la Emperatriz Eugenia de Montijo, hasta el rey Fernando VII, que

mandó construir el hotel anexo al actual balneario, pasando por grandes figuras de las artes, letras y políticas.

Sus aguas declaradas de utilidad pública en el año 1849 llegaron a ser muy apreciadas. Todavía hoy en sus instalaciones se pueden ver detalles que hablan de las distintas categorías que se daban a los baños dependiendo del precio y de la clase social del aguista.

El máximo esplendor del balneario de Carratraca se alcanza alrededor del año 1860, fecha en la que llegan a existir en esta localidad hasta tres casinos, lo que da idea de la actividad turística del lugar. Pocos años antes en 1836 se habrá inaugurado el Hotel del Principe.

Cuando en el año 1972 se hace cargo de la explotación de estas instalaciones, una sociedad encabezada por un malagueño Eduardo Martín Almendros, tanto el palacio neoclásico que alberga los baños, como el Hostal, se encontraban en absoluto estado de abandono y con evidentes muestras de haber sido desvalijado, hoy día, poco a poco, el lugar va recuperando su actividad y sus instalaciones van siendo rehabilitadas.

A Carratraca acuden en la actualidad durante la temporada comprendida entre el 15 de junio y el 15 de octubre, agüistas de las provincia de Málaga, que vienen acudiendo como clientes habituales, así como personas procedentes de diferentes países europeos.

El tratamiento que se recibe en Carratraca supervisado por un director médico tiene una duración de doce días con un precio de 15.000 pts, excluído alojamiento y manutención y suele consistir en dos baños diarios. Las aguas están reco-

mendadas para enfermedades de la piel, afecciones del sistema nervioso, inflamatorias crónicas, ginecología y afecciones de huesos y articulaciones.

Este manantial ya venía incluido en la relación de Establecimientos Balnearios Oficiales, declarados de utilidad pública en 1870, y posteriormente también es publicado en la Gaceta de Madrid de 26 de Abril de 1928. El Instituto Geológico y Minero, igualmente lo publica en su relación de balnearios y puntos de agua minero-medicinal de 1913, 1947 y 1986 (las clasifica como aguas sulfhídricas, cálcicas, bicarbonatadas y arsenicales. Se incluye también en el Inventario de puntos geotérmicos del ITGE en 1974 en la provincia de Málaga.

En el libro "Elementos de Hidrología Médica" de Enrique Doz Gómez y Arturo Builla Alegre de 1887, describe este manantial "Yace en terreno metamórfico, tiene una temperatura de 17,5-18°C y un caudal de 500 l/m. El agua es incolora, diafana y se enturbia al contacto al aire. Tiene olor a huevos podridos, sabor amargo y untuosa al tacto. Se clasifica como sulfuradas cálcicas, variedad selenio-arsenical. La mayor concurrencia es de las enfermedades de la mujer".

En el Noticiario Turístico nº 245 - 1968 de Balnearios y Aguas Minerales Naturales de España cita a Carratraca, resumiendo sus características:

- aguas sulfuro-cálcicas arsenicales y radioactivas. Temperatura 17°. Aforo 700 l/m
- indicaciones: enfermedades de la piel, bronquitis, psicosis, trastornos funcionales de matriz, articulaciones, etc.

- uso: baños, pulverizaciones y en bebida. Lodo sulfuroso. Agua sulfurosa embotellada.

El manantial se encuentra adosado al edificio del Balneario, y consiste en un pozo de tres metros de profundidad en mármoles, donde el agua alcanza un nivel de un metro aproximadamente, a cuyo nivel se evacuan para conducir las a las piscinas, únicas instalaciones actuales. El caudal observado es de unos 50 l/s, y siguiendo el contacto de los mármoles y dentro del mismo balneario existe un segundo manantial, surgencia también de agua sulfhídrica con un caudal de 6 u 8 l/s.

El actual dueño desconoce que el agua se hubiera embotellado como se cita en alguna bibliografía, y en la ficha de campo se adjunta una etiqueta de envasado. También se deriva el agua para regadío. En la Sección de Minas, no hay constancia a cerca del expediente de declaración de Utilidad Pública, ni de Perímetro de Protección. Existen dos informes de visita de policía minera de 1946 y mas recientemente un análisis de agua de fecha mayo de 1987, realizado por la Consejería de Salud y Consumo de la Delegación Provincial de Málaga de la Junta de Andalucía.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el manantial de Carratraca se encuentra enclavado en el borde sur del afloramiento carbonatado de la Unidad Bonella-Capellan, correspondiente al Complejo Dorsaliano (La Serrezuela) y muy próximo al contacto del macizo ultrabásico de Sierra de Aguas con los materiales gneisicos del Complejo Alpujárride.

El macizo ultrabásico de Sierra de Aguas ocupa una extensión aproximada de 25 km² y representa la manifestación intrusiva mas externa de todo el complejo de rocas ultrabásicas de la provincia de Málaga. Dentro de la masa peridotítica se han clasificado las variedades petrológicas de dunitas, piroxenitas, ahrzburgitas, lertzolitas y serpentinas.

Los contactos intrusivos primarios desarrollan en su periferia facies de granates y gneises granitoides en el Complejo Alpujarride y muy frecuentemente los contactos se encuentran fallados posteriormente poniéndose en contacto con las peridotitas los materiales malaguides del flysh.

Al igual que ocurre en el macizo de Ojen, una de las características tectónicas mas acusadas es la compartimentación en bloques, que determinan las diferencias de topografía. Las líneas de fractura tienen preferencialmente la alineación N70E y NS. Existe dentro de las peridotitas una red de filones acidos de textura aplitica y pegmatítica.

El Complejo Alpujarride es un conjunto metamórfico formado esencialmente por una serie de filitas, esquistos, gneises, cuarcitas y mármoles. Sobre esta serie se ha superpuesto un metamorfismo de contacto, consecuencia de la intrusión de peridotitas. El metamorfismo aumenta en dirección a las rocas ultrabásicas y los cambios radicales de metamorfismo se desarrollan en muy poco espacio. La edad de estos materiales alpujarrides es paleozoica pudiendo incluir también parte del Precámbrico.

Los gneises bandeados representan la formación alpujarride con mayor desarrollo en el ámbito de la zona, se encuentran al N y O de la Sierra de Aguas, rodeando al macizo peridotítico.

El Complejo Malaguide constituye la unidad más alta tectónicamente dentro de la Zona Interna y se superpone a los materiales alpujárrides. Consta de una serie potente de más de 1.000 metros de espesor formada por materiales paleozoicos y mesozoicos. En la base están representados por una serie de filitas y esquistos, siguiendo hacia techo la formación de calizas "alabeadas", grauvacas, esquistos y conglomerados. Al Permotrias pertenece la formación de areniscas y margas rojas con yesos. Se atribuyen al Trias todas las formaciones carbonatadas que coronan los afloramientos de areniscas rojas.

En el ámbito de la zona de estudio, predominan la formación silúrica de calizas "alabeadas", en una banda entre Carratraca y Ardales.

La Unidad de Bonella-Capellán, está bien desarrollada en el borde N y E de la Sierra de Alcaparain, sobre todo en el cerro El Capellán al Sur de Ardales, y en la Sierrezuela de Carratraca. Presenta dos conjuntos litológicos diferentes. En la base, están representados unos mármoles blancos con pasadas de tonos azules sacaroideos, se presentan en bancos bien estratificados con indicios de mineralizaciones de hierro. Hacia el techo los mármoles se van haciendo más azulados. Se le atribuye una edad triásica y su potencia es de unos 700 m. Sobre esta serie se presenta en algunos puntos unos materiales filitosos de diversas tonalidades grises y rojizos.

El Jurásico está formado por calizas con silex, bien visibles en el sector Oeste de la Sierra de Alcaparain y su potencia es superior a 150 metros.

Dürr (1967) y Martín Algarra (1987), definen la Unidad de Yunquera (C. Alpujarride) incluyendo los mármoles triásicos de Bonella-Capellán, anteriormente descritos.

Al Sur de Carratraca aflora una formación arcilloso-areniscosa de color ocre y marrón oscuro denominado Neonumidico, o formación tectosedimentaria. Aflora siempre de forma mecánica sobre materiales de las Zonas Internas o en las transgresivas sobre éstas. Su edad es Mioceno.

2.1.- TECTONICA

Ateniéndonos al Complejo Dorsaliano, en esta zona se pueden distinguir dos unidades tectónicas con diferentes características estructurales y metamórficas; la inferior está constituida por la Unidad de Prieta-Nieves sin metamorfismo y la superior, Unidad de Bonella Capellán con un metamorfismo decreciente hacia el techo. El salto en el metamorfismo justifica la afirmación de que la Unidad de Prieta-Nieves tiene una posición infrayacente a la de Bonella-Capellán, por fenómenos tectónicos.

La Unidad de Bonella-Capellán frecuentemente se encuentra invertida reposando los mármoles triásicos sobre las calizas con sílex, con buzamientos de 30-35° al NE.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

La Sierrezuela de Carratraca de unos 4 km² de superficie formada por el paquete carbonatado triásico de la Unidad de Bonella-Capellán constituye un acuífero carstificado cuya surgencia principal está representada por el manantial sulfhídrico de los Baños de Carratraca.

Los mármoles de esta Unidad son en su práctica totalidad dolomíticos. En general son bastante masivos, cristalinos de aspecto sacaroideo y fácilmente erosionables por presentar intercalaciones metapelíticas, y piritas dispersas. Su potencia puede alcanzar espesores de 700 metros. La base de esta formación está mecanizada, siendo el sustrato los gneises alpujárrides impermeables, que afloran ampliamente en el sector oriental de la Sierrezuela, mientras que el borde Oeste está limitado por una fractura de dirección aproximada NO-SE, que pone en contacto los mármoles con la formación margosa miocena. Esta fractura de varios km de recorrido, puede tener incidencia desde el punto de vista hidrogeológico, ya que existe una cierta alineación N-S entre los manantiales de Carratraca y Ardales. Posiblemente incluso esta fractura alcance en profundidad a la roca ultrabásica de Sierra de Aguas.

La salida del sistema se realiza en su borde Sur, en el ya denominado Baños de Carratraca a una cota aproximada de 540 m.s.n.m. El manantial se sitúa en el recinto del Balneario, situado en el fondo de un pequeño pozo, siendo su caudal del orden de los 50 l/s, y a unos 50 metros y en el mismo recinto se encuentra un pequeño manantial con un caudal muy inferior, del orden de 5-8 l/s, tratándose igualmente de un agua sulfhídrica.

En resumen se puede definir que la circulación del agua en el macizo carbonatado vendría sellada en el flanco occidental por el flysh paleogeno, y en la base de la estructura por la roca metamórfica paleozoica, y la surgencia puede ser el resultado de una doble alimentación, a través de las dolomías y una posible alimentación por ascenso de las aguas

desde zonas mas profundas a través de la zona de falla del borde occidental, siendo la vía de aporte de los gases al acuífero, llegando a alcanzar la roca ultrabásica.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Aguas de naturaleza sulfatada-bicarbonatada cálcica, de pH = 7,4 y 767 μ S/cm de conductividad. Presenta condiciones reductoras (-328 mV) y desprendimiento de H₂S.

La proximidad del manantial al macizo ultrabásico de Sierra de Aguas, aparentemente no influye sobre la composición del agua, puesto que no se observa ninguno de sus signos característicos: naturaleza bicarbonatada magnésica, pH básico y alto contenido de sílice.

Según se observa en la fig. 1, el agua se encuentra muy próxima al equilibrio con calcita y ligeramente sobresaturada en dolomita, así como en condiciones de subsaturación en yeso y anhidrita. Estas características coinciden con la interpretación hidrogeológica, en la que se asigna al acuífero un carácter carbonatado (Unidad de Bonella-Capellán).

En lo que respecta al carácter sulfatado del agua hay que señalar que, puesto que el estudio hidrogeológico excluye la posibilidad de influencias de tipo evaporítico, cabe suponer que el ión SO₄⁼ pudiera originarse por oxidación de los sulfuros presentes en los mármoles que integran el acuífero.

Entre los elementos minoritarios analizados destaca la presencia de 20 μ g/l de arsénico y 0,9 mg/l de flúor.

La evolución temporal de la muestra se examina a partir de análisis recopilados realizados en los años 74, 82 y

87, junto con el actual (1990). Según indica el diagrama de Schoeller (fig. 2), se produce una importante variabilidad temporal que afecta a la mayor parte de los iones mayoritarios. Este comportamiento podría ser consecuencia del régimen de funcionamiento del acuífero kárstico.

Finalmente es interesante destacar que la composición de los Baños de Carratraca difiere notablemente de la de los Baños de Ardales, a pesar de su proximidad geográfica, como puede comprobarse a través del diagrama de Schoeller (fig.3). Por tanto es necesario considerar una génesis distinta para uno y otro manantial.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

De acuerdo con los criterios expuestos, se propone que toda la Sierra de Carratraca (Sierrezuela) área de alimentación del manantial sea considerada perímetro de protección, ya que en principio cualquier obra nueva de captación, puede provocar un descenso en el nivel de saturación del acuífero.

En cuanto al aspecto de la calidad, cualquier actividad contaminante que pudiera tener relación con el área de alimentación es susceptible de alterar la calidad del agua de la surgencia, y este punto por su situación dentro del núcleo urbano, se mantendría una especial vigilancia en el tema de vertidos de residuos sólidos, riego, granjas, paso de ganado, etc.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 1.038 (Ardales). MAGNA-ITGE.

- EVOLUCION GEOLOGICA ALPINA DEL CONTACTO ENTRE LAS ZONAS INTERNAS Y LAS ZONAS EXTERNAS DE LA CORDILLERA BETICA. Tesis Doctoral. A.Martín Algarra. Granada 1987.

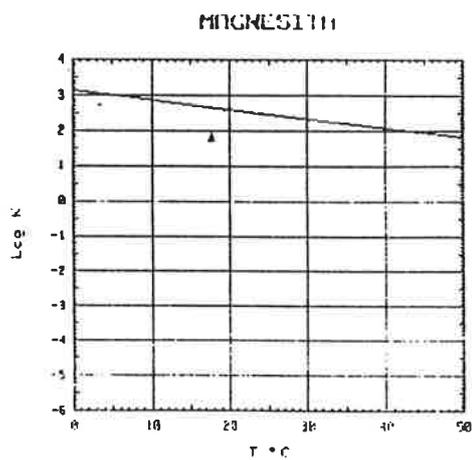
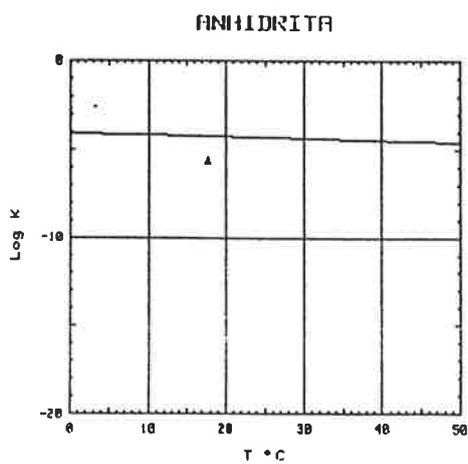
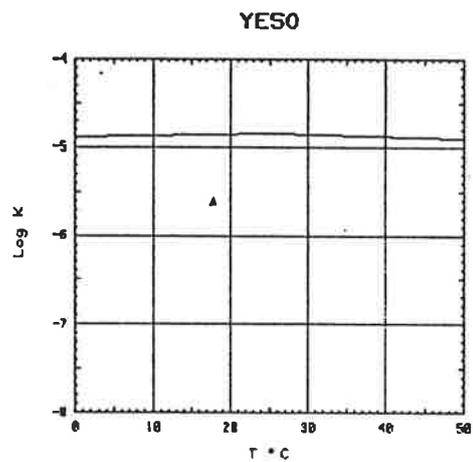
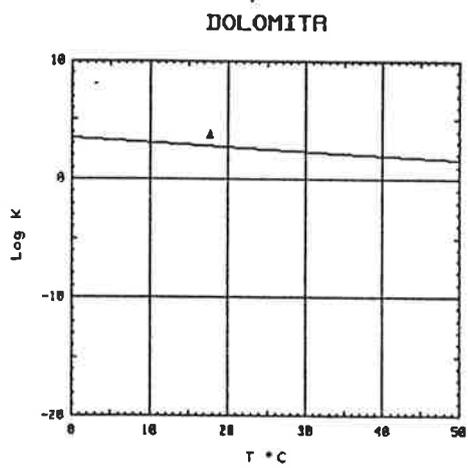
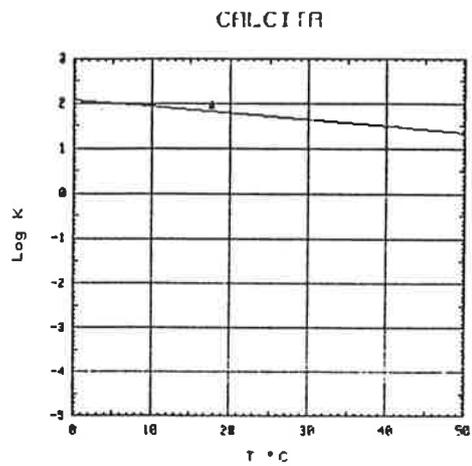
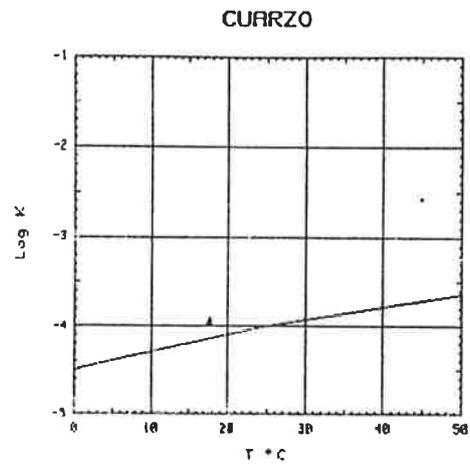


FIG. 4.- DIAGRAMAS DE SATURACION BAÑOS DE CARRATRACA

FIG. 2 .- BAÑOS DE CARRATRACA

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
—			
—			
- · -			

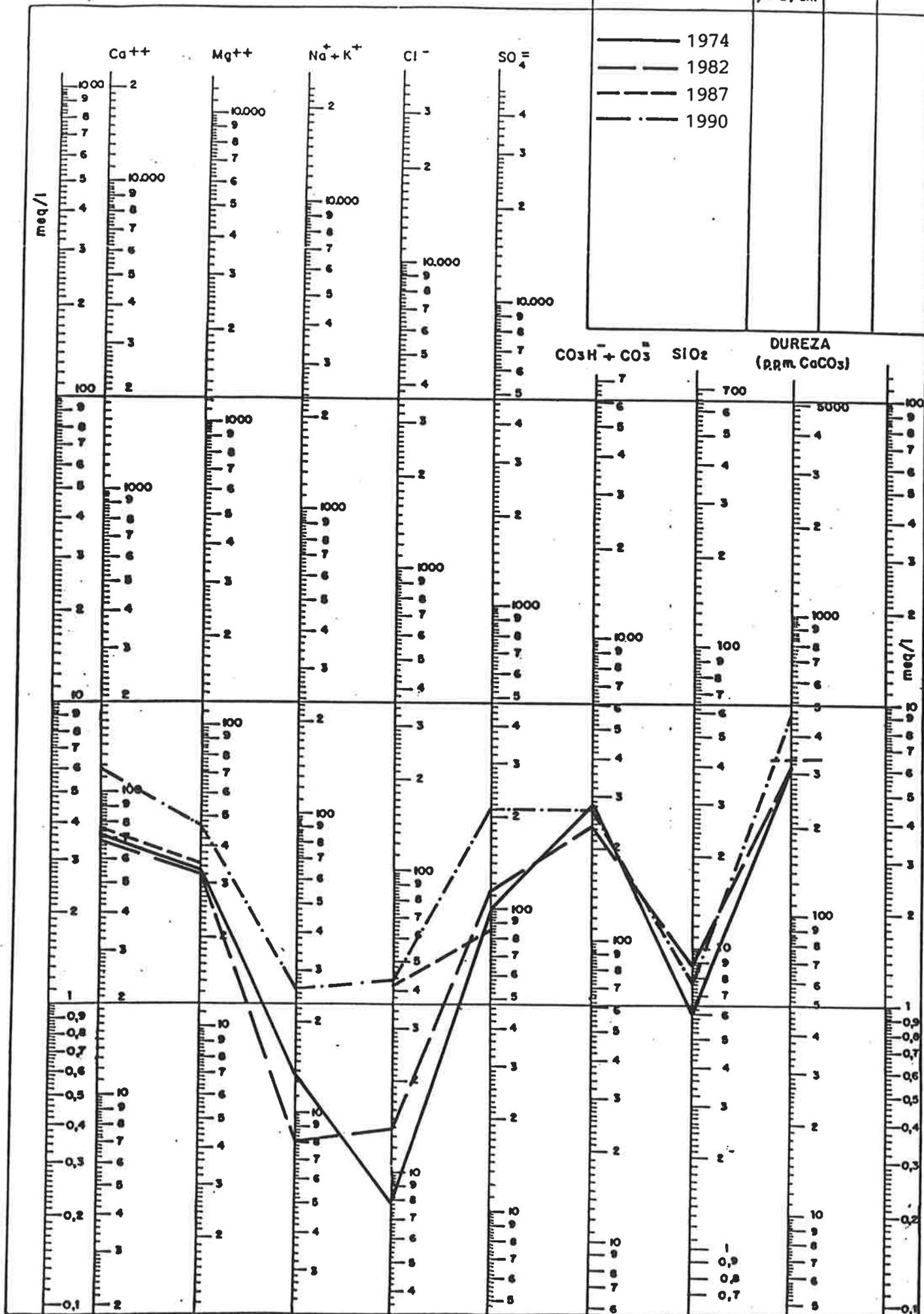
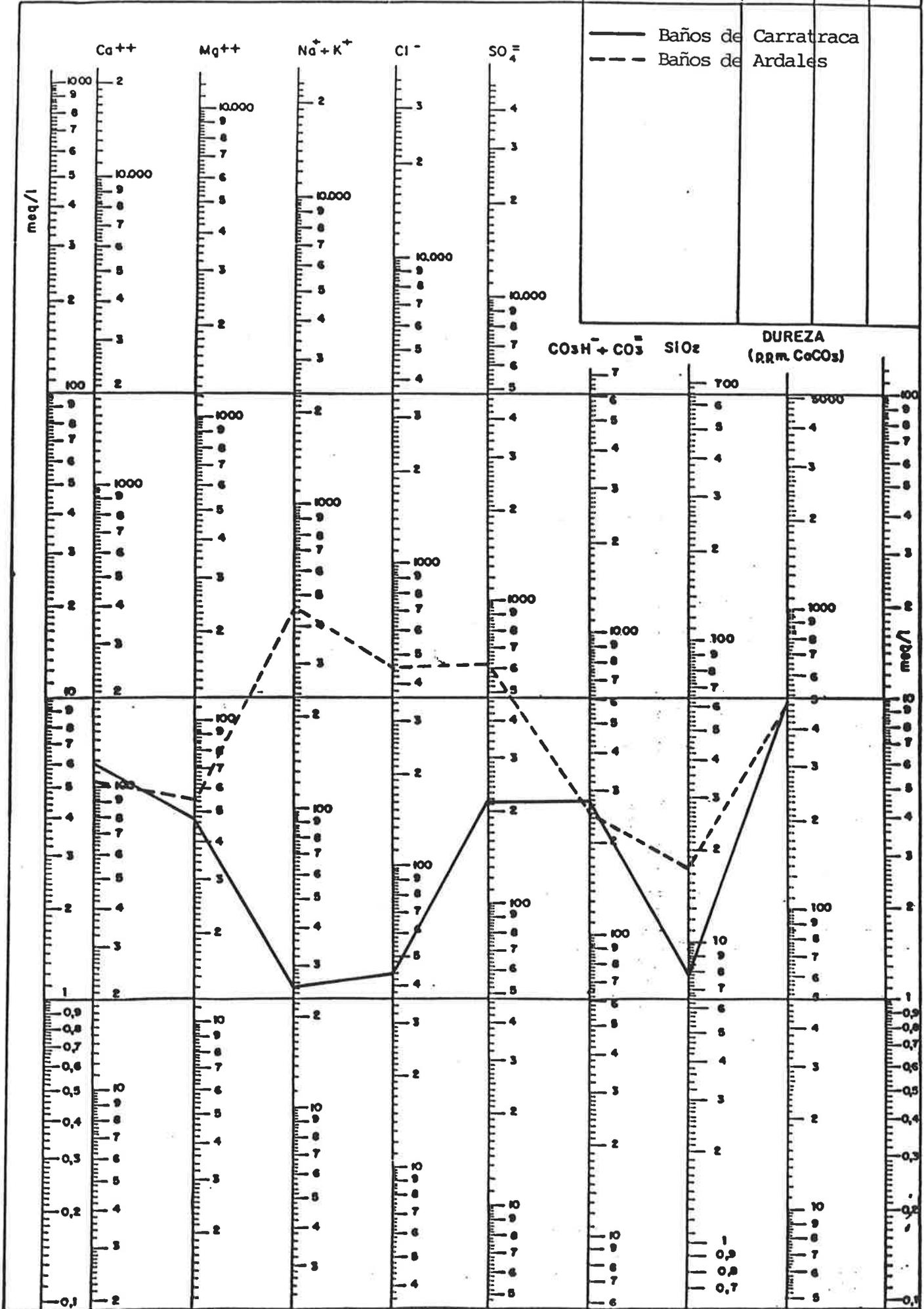


FIG. 3.- BAÑOS DE CARRATRACA

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—	Baños de Carratraca		
- - -	Baños de Ardales		



ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: LOS BAÑOS DE CARRATRACA
 FECHA :

TEMPERATURA (°C):	17.7	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	767
pH a 17°C:	7.40	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	488
pH a 18°C:	7.60	Eh campo (mV):	-328

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	276.00	4.524	4.524	43.58
CO3=	-	-	-	-
SO4=	219.00	2.280	4.560	43.92
Cl-	44.00	1.241	1.241	11.96
F-	.900	.047	.047	.46
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.08
SiO2 (H4SiO4)	7.7	.128	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.020	0.000	.001	.01
TOTAL....	548.130	8.229	10.381	-

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	23.00	1.001	1.001	9.24
K+	2.00	.051	.051	.47
Ca++	117.00	2.919	5.838	53.91
Mg++	47.00	1.933	3.866	35.70
Fe++	.020	0.000	.001	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.07
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.51
NH4+	.110	.006	.006	.06
Mn++	.010	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	189.800	5.938	10.829	-

FORMULA ANIONICA : SO4= >CO3=+HCO3- >Cl- >F-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: SULFATADA BICARBONATADA -- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.775	Cl/Na =	1.241	(SO4*Ca) ^{1/2} =	5.159
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.466	Cl/(Na+K) =	1.180	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.842
((CO3H) ² *Ca) ^{1/3} =	4.925	SO4/Ca =	.781	Mg/Ca =	.662
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.936	SO4/(Ca+Mg) =	.470	Cl/CO3H =	.274

ARCHIVO EN DISCO: MMM17 (AMA5-17)

	ppm
R.S. 110°C	758
D.Q.O.	0,4
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,006
As	0,020
Se	-
Hg	-

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: LOS BAÑOS DE CARRATRACA
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 17.7 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 767
 pH a 17°C: 7.40 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 488
 pH a 18°C: 7.60 Eh campo (mV): -328

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3--	276.00	4.524	4.524	43.58
CO3=	-	-	-	-
SO4=	219.00	2.280	4.560	43.92
Cl-	44.00	1.241	1.241	11.96
F-	.900	.047	.047	.46
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.08
SiO2 (H4SiO4)	7.7	.128	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.020	0.000	.001	.01
TOTAL....	548.130	8.229	10.381	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	23.00	1.001	1.001	9.24
K+	2.00	.051	.051	.47
Ca++	117.00	2.919	5.838	53.91
Mg++	47.00	1.933	3.866	35.70
Fe++	.020	0.000	.001	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.07
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.51
NH4+	.110	.006	.006	.06
Mn++	.010	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	189.800	5.938	10.829	

FORMULA ANIONICA : SO4= >CO3+=HCO3- >Cl- >F-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >Al+++

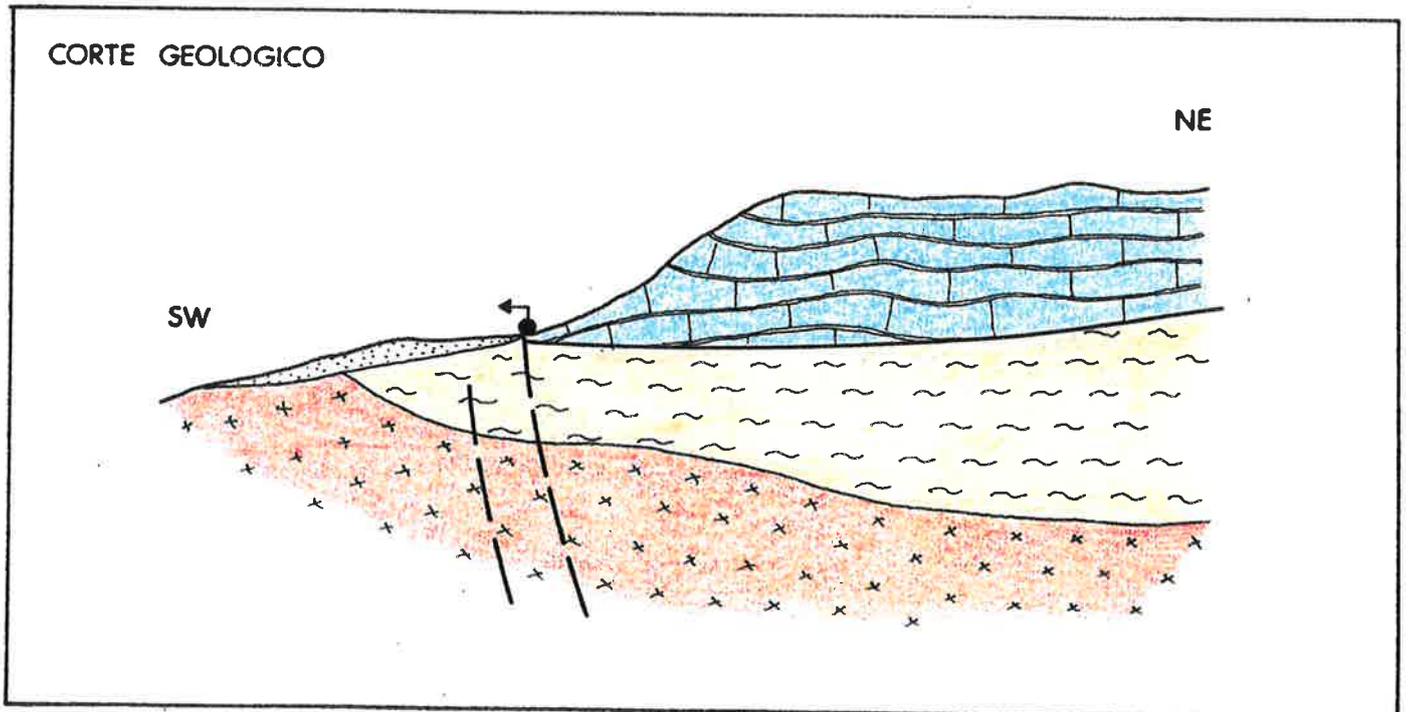
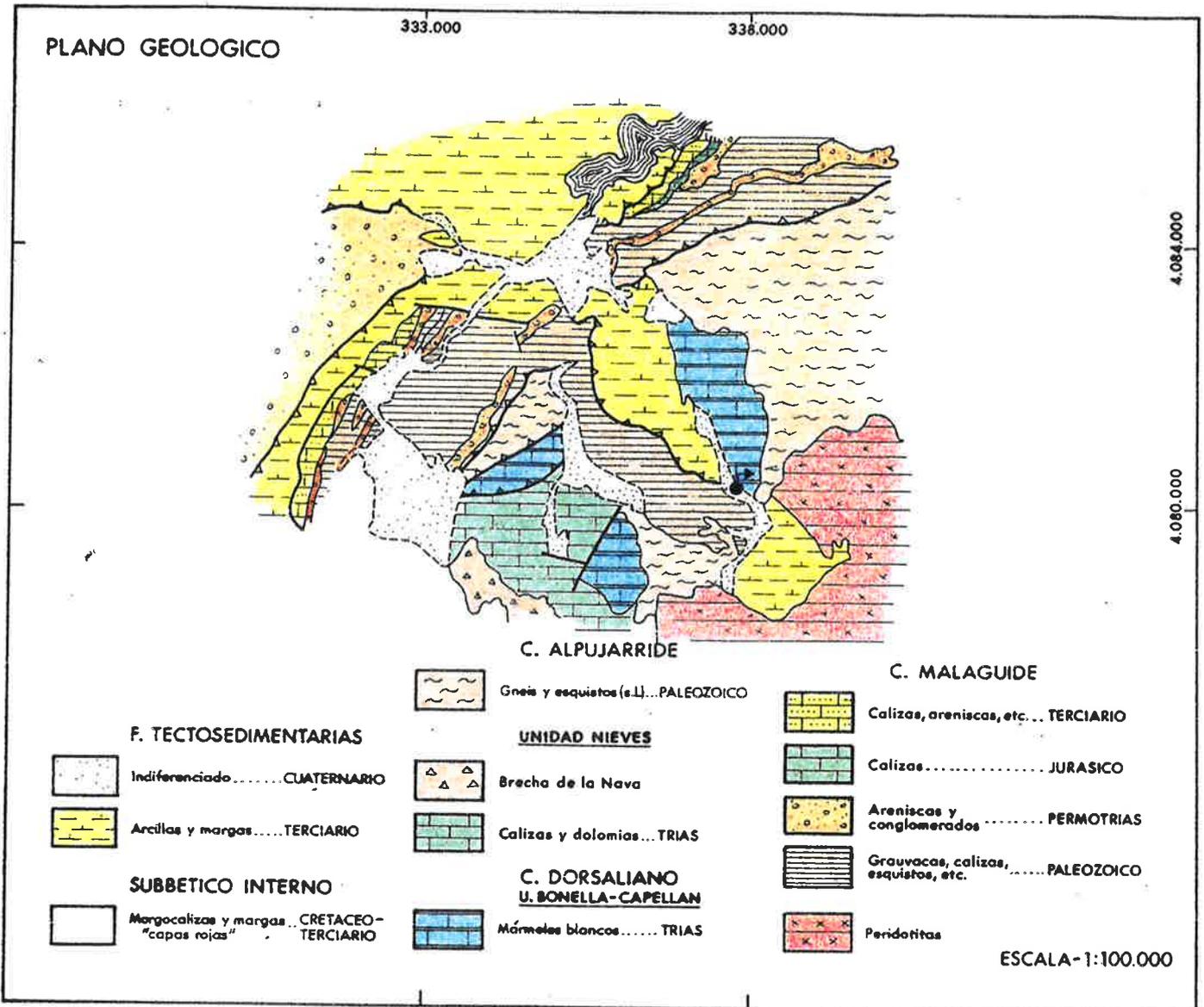
CLASIFICACION: SULFATADA BICARBONATADA -- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.775	Cl/Na =	1.241	(SO4*Ca)^1/2 =	5.159
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.466	Cl/(Na+K) =	1.180	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.842
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	4.925	SO4/Ca =	.781	Mg/Ca =	.662
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.936	SO4/(Ca+Mg) =	.470	Cl/CO3H =	.274

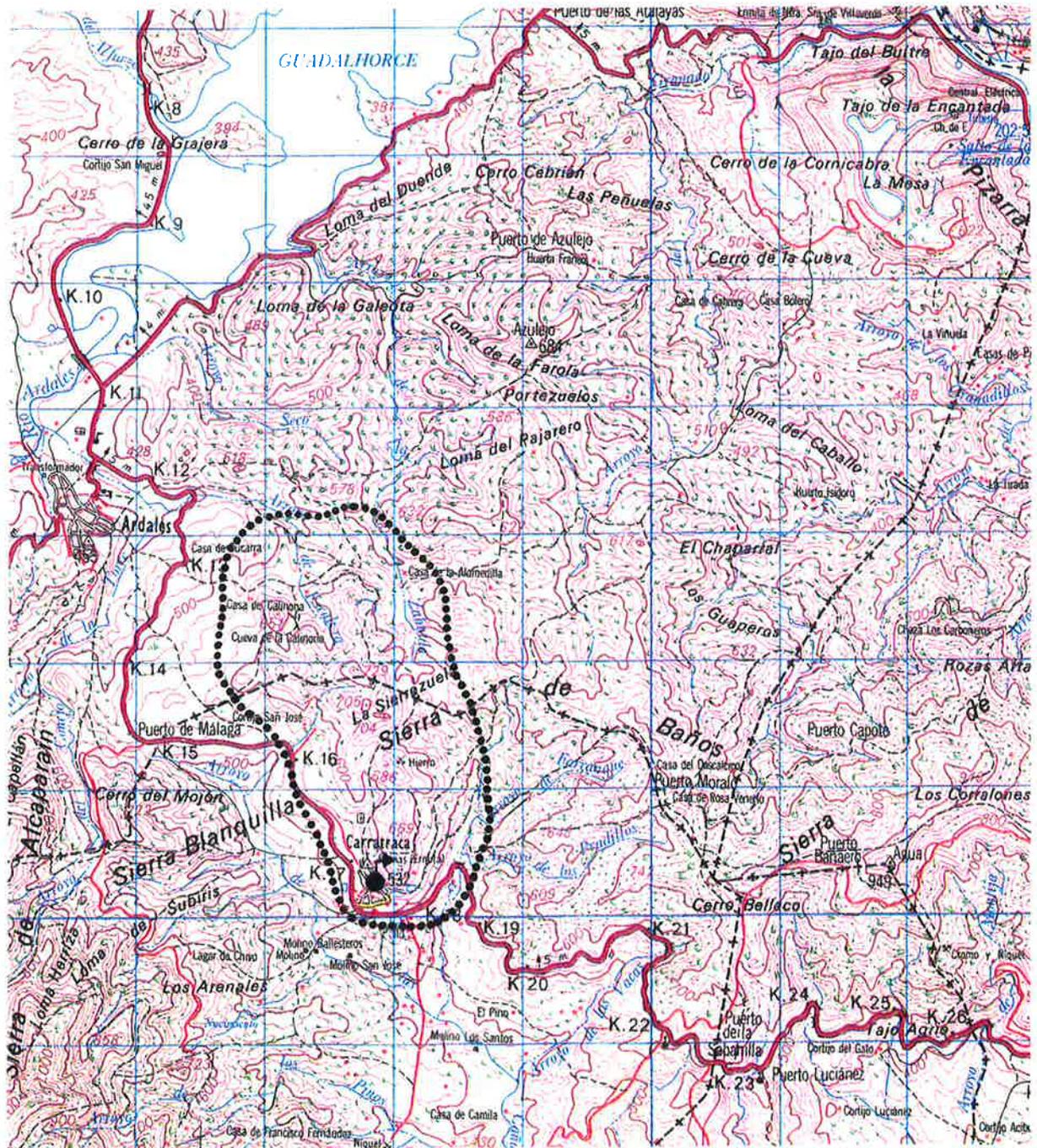
ARCHIVO EN DISCO: MMM17 (AMA5-17)

	ppm
R.S. 110°C	758
D.Q.O.	0,4
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,006
As	0,020
Se	-
Hg	-

BAÑOS DE CARRATRACA (CARRATRACA)



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION BAÑOS DE CARRATRACA



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL EL RELUMBROSO (CARTAMA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

La emergencia se encuentra situada en el paraje denominado Pechos de Cártama perteneciente al término municipal de Cártama. Se encuentra situada en la margen izquierda del Arroyo del Peral a la altura del Lagar de Marquez y próxima al cortijo Relumbroso. Dista unos 25 kilómetros de Málaga.

Su acceso se realiza desde Málaga, por la carretera local que une esta ciudad con Alora, bordeando la margen izquierda del río Guadalhorce, hasta el núcleo urbano de la Estación de Cártama, desde aquí se toma una pista forestal por la que se accede a Las Molineras y desde este punto se llega al manantial por un camino.

Está ubicado en la hoja del Mapa Topográfico Nacional escala 1.50.000 nº 16-44 (1052) Alora y son las coordenadas UTM del punto X = 356125 e Y = 4070700, siendo su cota de 180 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

En la actualidad este manantial, cuyas aguas se han considerado históricamente como minero-medicinales, se encuentra fuero de uso, únicamente es empleado para la bebida, durante el estiaje, del ganado caprino del cortijo de Mar-

quez, pues a pesar de su mínimo caudal, no llega a secarse. No tiene ninguna instalación, únicamente existe una pequeña galería excavada en una zona de brecha del techo del Paleozoico.

Aunque conocido en la zona la primera noticia escrita que cita a "El Relumbroso" corresponde a la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España", realizada por el Instituto Geológico de España en 1913. En esta relación se dice "brota en el Mioceno un manantial de aguas ferruginosas".

En 1974 se inventaria este manantial dentro de la campaña de inventario de recursos geotérmicos realizada por ENADIMSA en la Cuenca Sur (Sector Occidental). Aquí se cita que en el momento del muestreo se encontraba prácticamente seco, observándose precipitados de hierro.

La última cita de este manantial corresponde al informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España. Estudio preliminar", editado por el IGME en 1986. En este informe se consideran las aguas como bicarbonatadas ferruginosas.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el área donde se encuentra el manantial "El Relumbroso" se enmarca dentro del dominio del Complejo Malaguide, el cual representa la parte mas alta del edificio formado por el Sistema Bético (Nevado Filábride, Alpujárride y Malaguide), y que ocupa una gran banda Este-Oeste en la mitad Sur de la provincia de Málaga.

La complejidad estratigráfica que presenta este conjunto es grande, viéndose complicada por el intenso plegamiento de las series.

Esquemáticamente se han diferenciado, en el área, los siguientes términos de muro a techo:

- En primer lugar afloran una serie de rocas filitosas de aspecto brillante en transición entre filitas y esquistos de colores oscuros o azuladas en las cuales abundan los niveles finamente cuarcíticos. Entre las filitas existe un horizonte de conglomerados de cuarzo de gran importancia para conocer la estructura de los tramos filitosos. Es un conglomerado blanco de cantos de cuarzo y cuarcita. La potencia visible del conjunto es del orden de los 300 metros. La edad de esta formación es Precámbrico-Paleozoico inferior.
- Sobre el tramo anterior, se describe una serie de "calizas alabeadas" y calcofilitas. Esta serie engloba un conjunto de facies constituídas por:
 - . "Calizas alabeadas" en sentido restringido. Son calizas azules, negras o grises, entre las que se encuentran niveles centimétricos de filitas y calcofilitas grises.
 - . Calcofilitas de tonos oscuros, que deben corresponder a antiguas margas.
 - . Filitas no calcáreas, son similares a las filitas basales de la serie.
 - . Filitas azul oscuro con nivelillos cuarcíticos. Son fácilmente deleznable, muy grafitosas y por tanto oscuras.

. Intercaladas entre las filitas se encuentra en la serie una facies formada por grauvacas verdosas.

La edad de este tramo es atribuible al Silúrico Superior - Devónico Inferior.

- Condordante sobre el anterior yace un tramo complejo formado por filitas en tránsito a pizarras; grauvacas generalmente groseras, aparecen generalmente en forma masiva; conglomerados poligénicos y pizarras arcillosas.

Estas formaciones se entremezclan para constituir un depósito único que comprende desde el Devónico al Carbonífero.

- En discordancia sobre la formación anterior marina, destaca una serie de edad Permo-Triásica formada por los siguientes tipos de facies:

. Arcillas y margas rojas

. Areniscas de cuarzo de grano fino de color rojo a blanco según el contenido de hierro.

. Conglomerados finos y gruesos silíceos con estratificación cruzada en la matriz.

. Yesos y arcillas de tonos generalmente blancos.

De manera general la facies predominante es la areniscosa, pero la ordenación espacial de las descritas no es constante.

El contacto entre esta facies y la subyacente suele ser mecánico y es en este contacto donde surge el manantial de "El Relumbroso".

- Al Sur del manantial y ocupando la depresión del río Guadalhorce afloran una serie de sedimentos terciarios representados por un Paleógeno, que da lugar a la Unidad del Algibe, constituídos por areniscas, margas y arcillas. Sobre estos sedimentos se depositan, en discordancia, otros, Neógeno-Cuaternario, formados por arenas, arcillas, margas fosilíferas y depósitos de "pié de monte" tipo raña.

2.1.- TECTONICA

El apilamiento de mantos de corrimiento es la característica mas sobresaliente de la estructura del dominio bético a escala regional.

Las deformaciones internas en el Maláquide se realizan en tres fases: Una primera, potente, responsable de una esquistosidad o pizarrosidad S_1 . Otra que produce pliegues isoclinales apretados paralelos a la pizarrosidad S_1 , y observables, fundamentalmente, en las calizas alabeadas. Finalmente hay una tercera fase responsable del alabeo de las calizas.

El Permotrias, discordante, no se ve afectado por las fases anteriores por lo que estas deformaciones son prealpinas y como afectan al Silúrico y Carbonífero tienen que ser hercínicas.

Dentro del complejo Maláquide existen ademas otras superficies tectónicas definidas por cualquier cambio de litología, que quedan expresadas por contactos mecánicos.

La actividad tectónica ha proseguido despues del apilamiento de mantos como se observa en las superficies tectónicas que individualizan mantos, las cuales se encuentran

plegadas; en la situación de series pliocenas marinas a cotas de hasta 100 m.s.n.m., indican levantamientos recientes, etc.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

En los materiales paleozoicos maláquides, son frecuentes las manifestaciones de manantiales de débiles caudales, o de pozos generalmente de poca profundidad, y que a nivel local pueden tener su importancia y solucionar más de un problema de abastecimiento o de regadío, pero que sin embargo, en un principio se escapan del esquema clásico del modelo de acuífero establecido. Se trata de materiales que en conjunto se comportan como materiales de baja permeabilidad, por ser series "apizarradas" no dejando almacenar agua en su contexto, solamente la presencia de niveles calizos, lentejones cuarcíticos, diques de cuarzo o de diabasa, aparte de una mayor fracturación, diaclasamiento o alteración de la roca, permiten la circulación de agua según unas direcciones preferentes, originando estos tipos de surgencias o captaciones.

Por otro lado el desarrollo de suelos sobre la superficie de estas series pizarrosas, y la acumulación de materiales sueltos en el fondo de valles pueden originar reservas de mayor o menor magnitud, dando lugar a pequeños acuíferos que pueden ser captados en los puntos de más baja cota, dependiendo además de su cuenca de recepción.

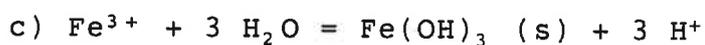
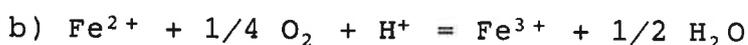
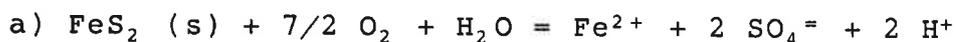
La presencia además de numerosas redes de diques, sobre todo en las series basales del Complejo Maláquide, con delgadas zonas de alteración en la pared con la roca de caja facilitan la circulación del agua subterránea hacia zonas más bajas, tanto lateral como verticalmente.

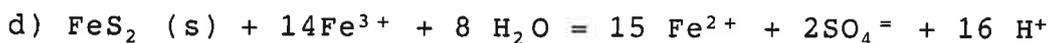
El manantial "El Relumbroso" surge en el contacto mecánico entre el Permotriás y el Paleozoico subyacente; lo exiguo de su caudal, indica una alimentación muy pobre, permaneciendo el agua largo tiempo retenida, con presencia de precipitados de hierro en su entorno. Como se indica en el capítulo de hidroquímica la presencia de concentraciones muy elevadas de ciertos metales, indican la existencia de mineralizaciones de sulfuros en contacto con el agua.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Se trata de un manantial de características peculiares: agua sulfatada magnésica-cálcica, de pH muy ácido (3,88), desprovista de carbonatos y bicarbonatos (como cabe esperar de este pH) y con una conductividad de 1.359 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Si bien en principio la elevada concentración de sulfatos -512 mg/l- sugiere un proceso de disolución de yesos, ni el bajo contenido relativo de calcio -78 mg/l- ni el pH de la solución pueden ser justificados por este fenómeno. Por el contrario, estos indicios apuntan con claridad a un proceso de oxidación de sulfuros metálicos, el cual da lugar precisamente a un descenso del pH y un incremento en el contenido de sulfatos, caso típico de las aguas de drenaje de mina. El esquema de dicho proceso puede ilustrarse utilizando el ejemplo de la oxidación de la pirita:





La oxidación del sulfuro (pirita) a sulfato libera el Fe (II) en disolución así como iones H^+ (reacción a), que elevan la acidez. A continuación, el Fe (II) se oxida a Fe (III) (reacción b) que se hidroliza para formar hidróxido férrico insoluble (reacción c), incrementando también la acidez por liberación de numerosos iones H^+ . Asimismo, el Fe (III) puede ser reducido por la pirita; en el curso de esta reacción (c) el sulfuro es igualmente oxidado, se incrementa la acidez (liberación de H^+) y el Fe (II) formado puede incorporarse de nuevo al ciclo de estas reacciones.

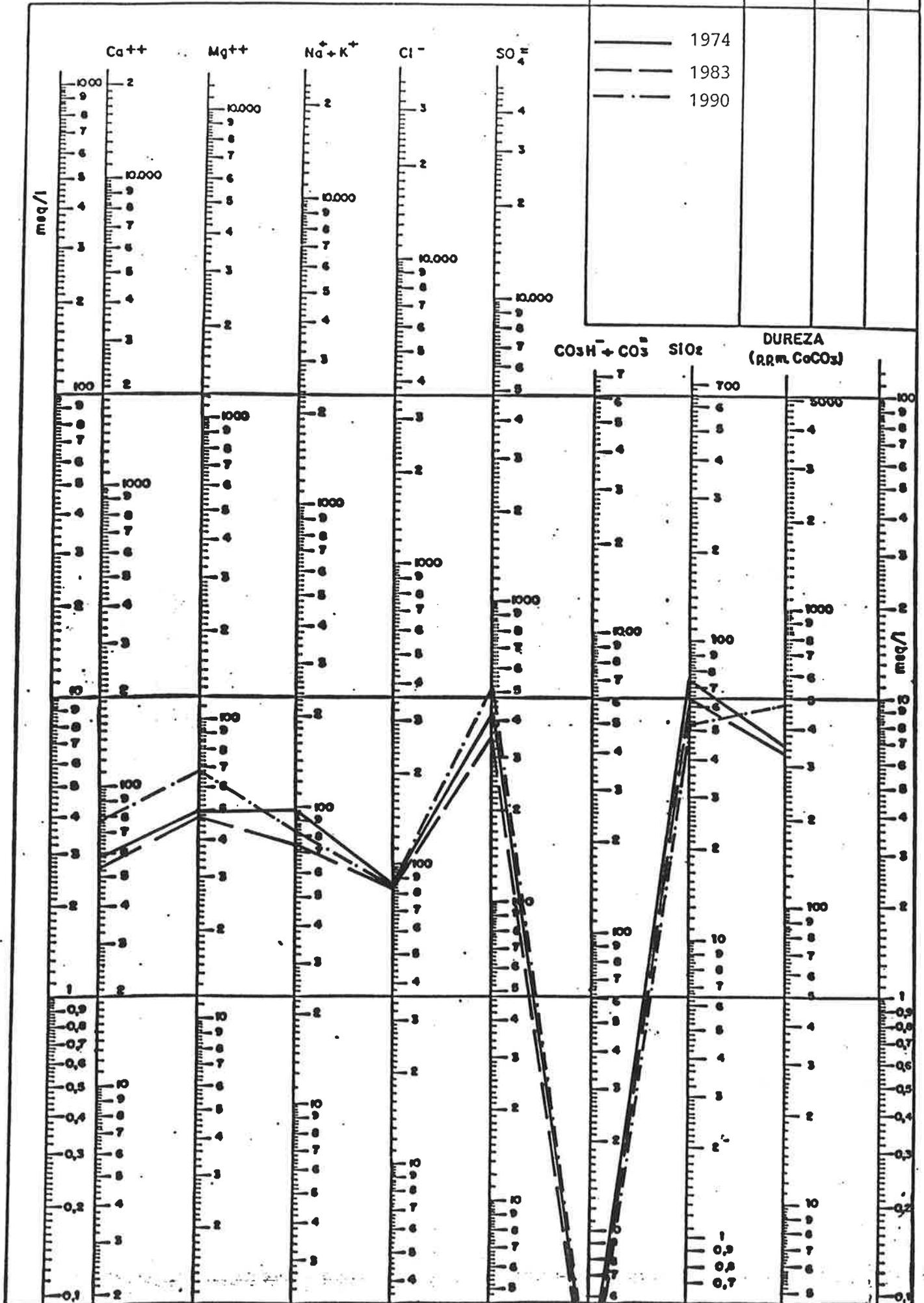
La presencia de precipitados de hierro en el entorno de la surgencia es pues una de las consecuencias de este proceso. Por otra parte, el análisis del agua revela la presencia de concentraciones muy elevadas de ciertos metales, indicativas de la existencia de mineralizaciones de sulfuros en contacto con el agua. Es el caso del Zn y Mn, con 3 y 2,8 mg/l respectivamente.

La composición del agua se mantiene estable en el tiempo, como se observa en el diagrama de Schoeller de la fig. 1.

Las condiciones del manantial para el muestreo de gas son desfavorables, puesto que el caudal es muy escaso, permaneciendo el agua largo tiempo retenida, lo que posibilita su aireación. El análisis confirma estas apreciaciones, puesto que la composición del gas es prácticamente la del aire, salvo un pequeño contenido de CO_2 -0,74- que evidentemente se encuentra relacionado con el equilibrio carbónico del agua propio de un pH tan bajo (3,88).

FIG. 1.- MANANTIAL EL RELUMBROSO

MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—	1974		
- - -	1983		
- · - ·	1990		



ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: MANANTIAL EL RELUMBROSO
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 13.1 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1359
 pH a 13°C: 3.88 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 482
 pH a 18°C: 4.00 En campo (mV): 320

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	-	-	-	-
CO3=	-	-	-	-
SO4=	512.00	5.330	10.660	81.68
Cl-	83.00	2.341	2.341	17.94
F-	.700	.037	.037	.28
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.06
SiO2 (H4SiO4)	52.0	.865	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.150	.002	.005	.04
TOTAL....	648.360	8.583	13.051	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	77.00	3.350	3.350	25.05
K+	7.00	.179	.179	1.34
Ca++	78.00	1.946	3.892	29.11
Mg++	69.00	2.838	5.676	42.45
Fe++	.070	.001	.003	.02
Li+	.07	.010	.010	.08
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.42
NH4+	.190	.011	.011	.08
Mn++	2.800	.051	.102	.76
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	3.000	.046	.092	.69
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	237.698	8.451	13.371	

FORMULA ANIONICA : SO4= >Cl- >F- >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >K+

CLASIFICACION: SULFATADA == MAGNESICA CALCICA

$Cl/Na = .699$ $(SO4*Ca)^{1/2} = 6.441$
 $Cl/(Na+K) = .664$ $(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.752$
 $SO4/Ca = 2.739$ $Mg/Ca = 1.458$
 $(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.114$ $SO4/(Ca+Mg) = 1.114$

ARCHIVO EN DISCO: MMM14 (AMA5-14)

	ppm
R.S. 110°C	1160
D.Q.O.	0,6
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,013
As	-
Se	-
Hg	-



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO - C.S.I.C.
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AMBIENTAL
JORGE GIRONA SALGADO, 18-26 08034 BARCELONA
TELÉFONOS 204 06 00 - 205 00 63 TELEX: 97977

ANALISIS DE GASES

MUESTRA: AMA5-14

	<u>%V</u>
He	<0,0010
H ₂	<0,0010
O ₂	20
N ₂	80
CH ₄	0,0020
CO ₂	0,74

H₂S(campo): No se aprecia

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

La situación del manantial en los Pechos de Cártama, por encima del cauce del Arroyo del Peral no hace pensar en una influencia de los cursos de agua sobre el mismo. Además en la cuenca del citado arroyo aguas arriba del manantial, no existe ningún núcleo de población o industria que puede contaminar éste. Por ello se propone un perímetro de protección que abarca únicamente los límites exteriores del afloramiento del cual emerge "El Relumbroso".

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- RELACION POR PROVINCIAS DE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES DE ESPAÑA. Instituto Geológico y Minero de España, 1913.
- INVENTARIO DE MANIFESTACIONES GEOTERMICAS. ENADIMSA, 1974.
- MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. ESCALA 1:50.000. HOJA 16-44(1052) ALORA. MAGNA IGME, 1976.
- INFORME SOBRE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES, MINERO-INDUSTRIALES Y DE BEBIDA ENVASADAS EXISTENTES EN ESPAÑA. Estudio preliminar. IGME, 1986.

EL RELUMBROSO (CARTAMA)

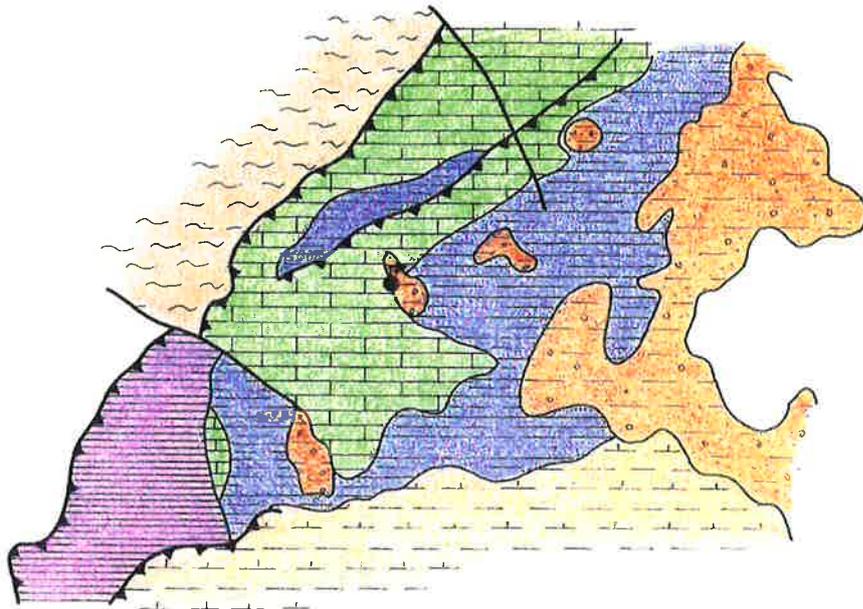
PLANO GEOLOGICO

356.000

358.000

4.072.000

4.070.000



Arcillas y margas.....TERCIARIO



COMPLEJO MALAGUIDE

Areniscas, arcillas y conglomerados PERMO TRIASICO



Filitas, pizarras y grauvascas:.. PALEOZOICO



Calizas albeadas..... PALEOZOICO



Filitas..... PALEOZOICO



COMPLEJO ALPUJARRIDE

Gneises y esquistos.....PALEOZOICO

ESCALA-1:50.000

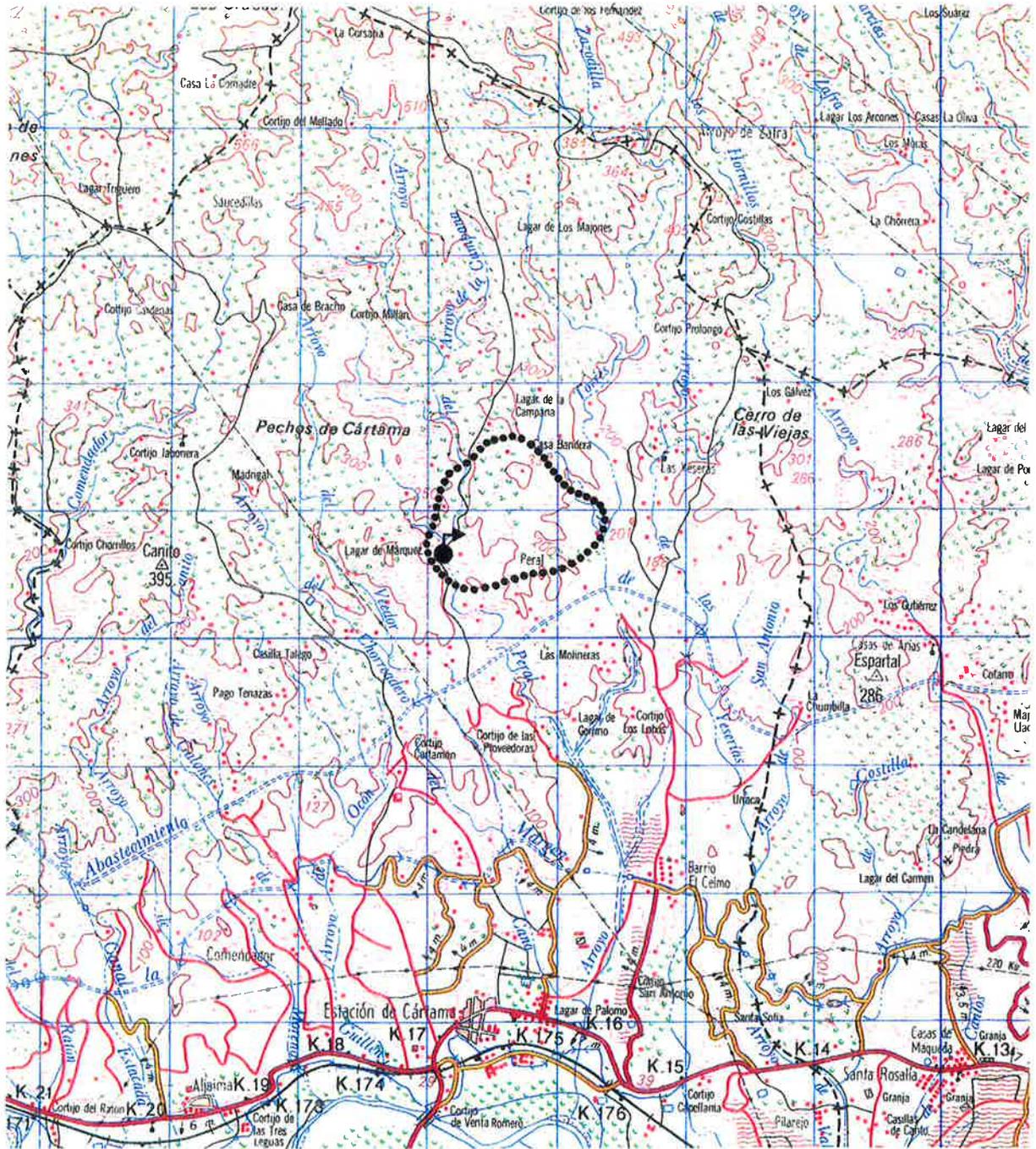
CORTE GEOLOGICO

W

E



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION EL RELUMBROSO



ESCALA - 1:50.000

MANANTIAL FUENTE EL CANO (CARTAMA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial se encuentra enclavado en el paraje denominado "Pechos de Cártama" del término municipal de Cártama. Está en el Arroyo de Torres al Sur del cortijo Cartamón. Distanta unos 23 kilómetros de Málaga.

Su acceso se realiza desde Málaga por la carretera local que une esta población con la de Alora, bordeando la margen izquierda del río Guadalhorce, hasta el núcleo de población de la Estación de Cártama. Desde este punto se toma una pista forestal y a continuación un camino, practicable para vehículos, por el que se accede al cortijo "Cartamon" y al manantial Fuente de el Cano.

Este punto se encuentra ubicado en la hoja 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional nº 16-44 (1.052) Alora y son sus coordenadas UTM: X = 355650 e Y = 4068900, estando a una cota de 90 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Se emplea para riegos y abastecimiento a los vecinos del entorno. Las aguas han sido consideradas, históricamente, como minero-medicinales aunque no se les atribuye ninguna propiedad especial.

La emergencia se encuentra en una caseta desde la cual sale entubada a un bebedero de ganado y de aquí a una alberca adosada.

La primera cita de este manantial figura en el inventario de recursos geotérmicos realizado por ENADIMSA en Cuenca Sur (Sector Occidental). En este inventario se aforó un caudal de 0,2 l/seg con una temperatura de agua de 21,5°C. (1974)

Este punto vuelve a ser considerado en el informe sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España, editado por el IGME en 1986. En este informe se definen las aguas como sulfatadas. El caudal actual del manantial es de 0,3 l/seg (10-3-90).

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

La Fuente de El Cano, se encuentra situada, desde el punto de vista geológico en los materiales postmanto o postorogénicos de edad pliocena que forman parte del relleno terciario de la depresión del Guadalhorce. Está muy próxima a los afloramientos paleozoicos que constituyen el complejo Maláquide y que afloran al Norte de la surgencia.

Las Unidades del entorno geológico del manantial se describen brevemente a continuación y son de muro a techo:

- **Complejo Maláquide.** Aflora a unos trescientos metros al Norte del Manantial y está representado por una serie de filitas basales en transición a esquistos de colores oscuros, entre las que se intercalan niveles de conglomerados de cuarzo de gran importancia como niveles guía. Sobre esta serie se deposita un paquete de "calizas alabeadas" y cal-

cofilitas, constituídas por calizas alabeadas entre las que se intercalan niveles de filitas y calcofilitas grises; hacia el techo las facies son de calcofilitas, filitas no calcáreas y grauvacas, estas últimas intercaladas con las filitas.

Un nuevo tramo yace concordante sobre el anterior. Está formado por filitas en tránsito a pizarras, grauvacas generalmente groseras, conglomerados poligénicos y pizarras arcillosas, de aspecto claramente sedimentario.

Las edades de estos tramos están comprendidas entre el Precámbrico y el Carbonífero superior.

Finalmente la serie Maláquide culmina en un conjunto de conglomerados, areniscas y margas rojas con yesos blancos en la base. De manera general la facies predominante es la areniscosa. Esta serie se encuentra discordante, generalmente por contacto mecánico, sobre las anteriores y se la asigna una edad pérmica.

- **Unidad del Aljibe.** Aflorante al Oeste y Este del manantial, está representada por rocas detríticas, areniscas y margas, siendo mucho mayor la presencia de margas que la de areniscas. Se le atribuye una edad paleógena.
- **Sedimentos Post-Manto.** Estan representados por Plioceno del cual emerge la Fuente de el Cano. Constituido por arenas con intercalaciones arcillosas, arcillas y margas muy plásticas. La serie termina en la base con un conglomerado y toda ella descansa en discordancia erosiva sobre facies depositadas anteriormente.

Si bien no figura en la cartografía geológica, se ha reconocido en el punto de emergencia unos materiales de tipo calcarenítico, que bien podrían pertenecer a un Mioceno.

2.1.- TECTONICA

Las fases de deformación del Maláquide son prealpinas y como afectan al Silúrico y Carbonífero tienen que ser forzosamente hercínicas. El plegamiento prealpino, queda puesto en evidencia por la existencia a techo del complejo de las series permotriásicas que descansan discordantes sobre las anteriores y no están afectadas en absoluto por las fases que deforman su substrato.

En la Unidad del Aljibe, dadas las especiales condiciones de los afloramientos y debido a que no son observables suficientemente los contactos, generalmente mecánicos, es difícil establecer el tipo de deformaciones que ha sufrido, aunque se podría establecer la fase post-burdigaliense como la última capaz de producir fuertes plegamientos.

La evolución tectónica no termina en el post-burdigaliense ésta continúa hasta tiempos recientes, como lo demuestra el suave basculamiento del Terciario superior - Plioceno.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

En conjunto los materiales Terciarios que rellenan la cuenca del río Guadalhorce, no se han considerado como sistema hidrogeológico debido a la baja permeabilidad que tienen la mayoría de las facies, por lo que sobre los mismos no se han llevado a cabo investigaciones hidrogeológicas sistemáticas. No obstante existen pequeñas fuentecillas o manantiales asociados a los niveles mas permeables que pueden solucionar

problemas de abastecimientos locales, tal es el caso de la Fuente de el Cano. Esta fuente drena a un pequeño acuífero calcarenítico, posiblemente Mioceno, con un caudal de 0,3 l/seg (10-3-90) y cuya alimentación procede en parte de la infiltración de la lluvia sobre los afloramientos permeables. La temperatura del agua (21,5°C, 14-11-74) indica que pudieran existir aportes de aguas profundas.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada-clorurada cálcica-magnésica, de pH neutro (6,98), 19,7°C y una conductividad de 936 μ S/cm.

Si bien los diagramas de saturación indican que el agua se encuentra en equilibrio con facies carbonatadas de tipo dolomítico (fig. 1), la presencia de contenidos apreciables de Na^+ , SO_4^- y Cl^- sugieren la posibilidad de aportes de tipo evaporítico. Asimismo es importante destacar el elevado contenido de nitratos -38 mg/l-, que ponen en evidencia un proceso de contaminación de origen superficial (probablemente la aplicación de fertilizantes), y con ello la vulnerabilidad del manantial.

La contaminación de elementos minoritarios y traza no presenta valores elevados. Tan sólo cabe citar los indicios de amonio de la muestra -0,02 mg/l-, cuyo origen puede estar relacionado con la presencia de nitratos.

El diagrama de Schoeller de la fig. 2 refleja dos perfiles analíticos correspondientes a sendas muestras recogidas en 1974 y 1990. Ambos son similares pero se encuentran separados, al parecer como si estuviesen afectados por un factor de dilución.

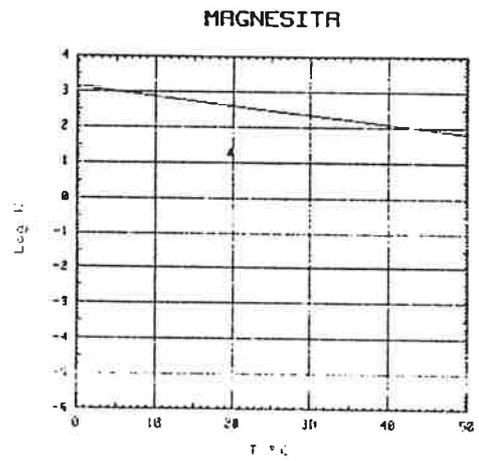
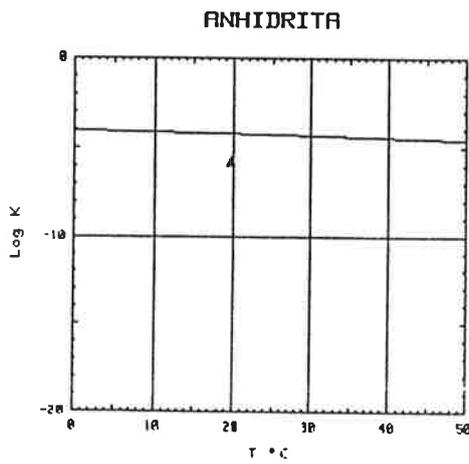
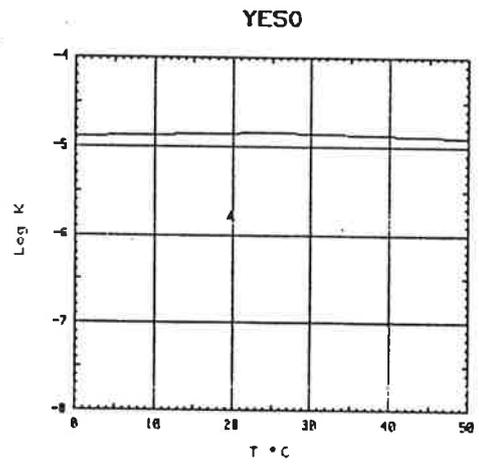
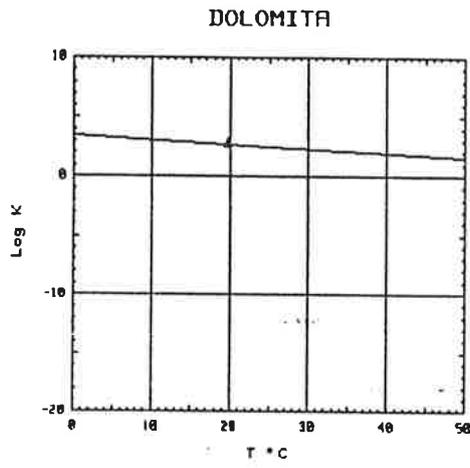
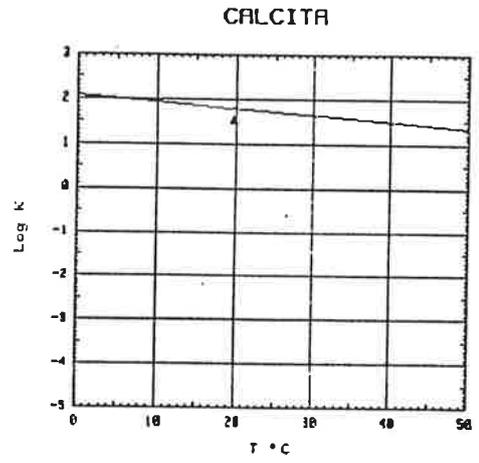
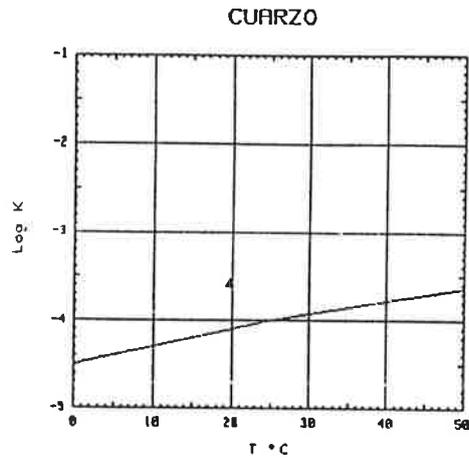
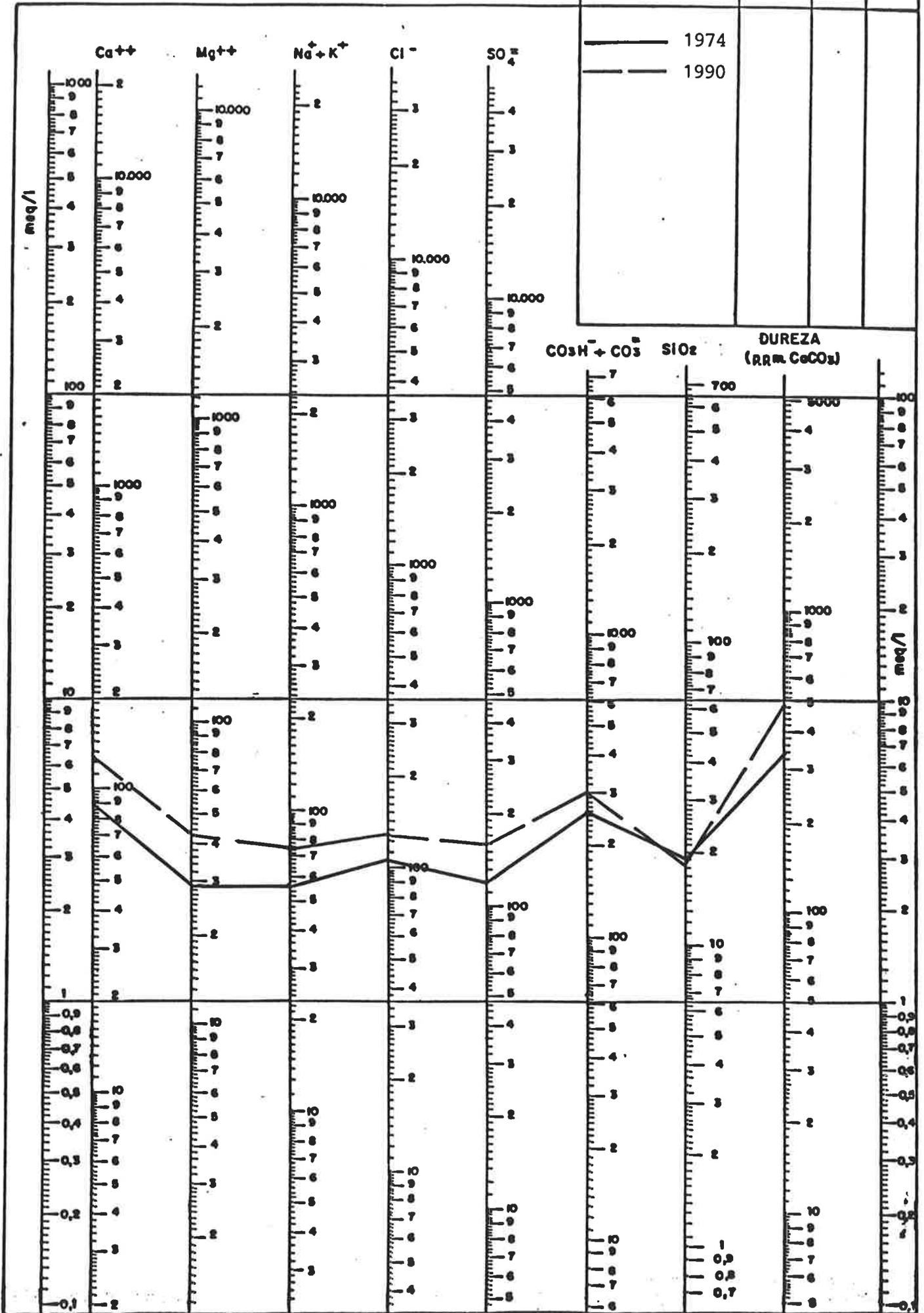


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL FUENTE EL CANO

FIG. 2 .- MANANTIAL FUENTE EL CANO



MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
— 1974			
- - - 1990			

CO ₃ H ⁻ +CO ₃ ⁼	SiO ₂	DUREZA (RRM CaCO ₃)	/dwa
— 1974	~100	~1000	~1000
- - - 1990	~100	~1000	~1000

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: MANANTIAL FUENTE EL CANO

FECHA :

TEMPERATURA (°C):	19.7	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	936
pH a 19°C:	6.98	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	489
pH a 18°C:	7.60	Eh campo (mV):	252

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	306.00	5.016	5.015	41.05
CO3=	-	-	-	-
SO4=	143.00	1.489	2.977	24.37
Cl-	127.00	3.583	3.583	29.33
F-	<5.0E-1	.026	.026	.22
NO3-	38.00	.613	.613	5.02
SiO2(H4SiO4)	18.4	.306	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.050	.001	.002	.01
TOTAL....	632.960	11.033	12.216	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	73.00	3.176	3.176	24.44
K+	1.00	.026	.026	.20
Ca++	124.00	3.094	6.188	47.61
Mg++	43.00	1.769	3.537	27.22
Fe++	.030	.001	.001	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.06
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.43
NH4+	.020	.001	.001	.01
Mn++	.011	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	.090	.001	.003	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	241.761	8.093	12.996	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >Cl- >SO4= >NO3-

FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA CLORURADA --- CALCICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.811	Cl/Na =	1.128	(SO4*Ca)^1/2 =	4.292
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.516	Cl/(Na+K) =	1.119	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.699
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	5.379	SO4/Ca =	.481	Mg/Ca =	.572
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.822	SO4/(Ca+Mg) =	.306	Cl/CO3H =	.714

ARCHIVO EN DISCO: MMM15 (AMA5-15)

	ppm
R.S. 110°C	740
D.Q.O.	0,4
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,014
As	-
Se	-
Hg	-

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El arroyo de Ocón, en cuya margen izquierda se sitúa el manantial, discurre, aguas arriba del punto, por terrenos de permeabilidad en general baja, no encontrándose en su cuenca núcleos de población o industrias que pudieran causar algún tipo de contaminación a las aguas emergentes. Es por ello que únicamente se recomienda el establecimiento de un perímetro de protección mínimo. Esto ocuparía una envolvente aproximada de 1,5 km de radio desde el punto.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. ESCALA 1:50.000. HOJA 16/44 (1.052) ALORA. MAGNA-IGME, 1976.
- INFORME SOBRE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES, MINERO-INDUSTRIALES Y DE BEBIDA ENVASADAS EXISTENTES EN ESPAÑA. Estudio preliminar. IGME, 1986.

FUENTE DE EL CANO (CARTAMA)

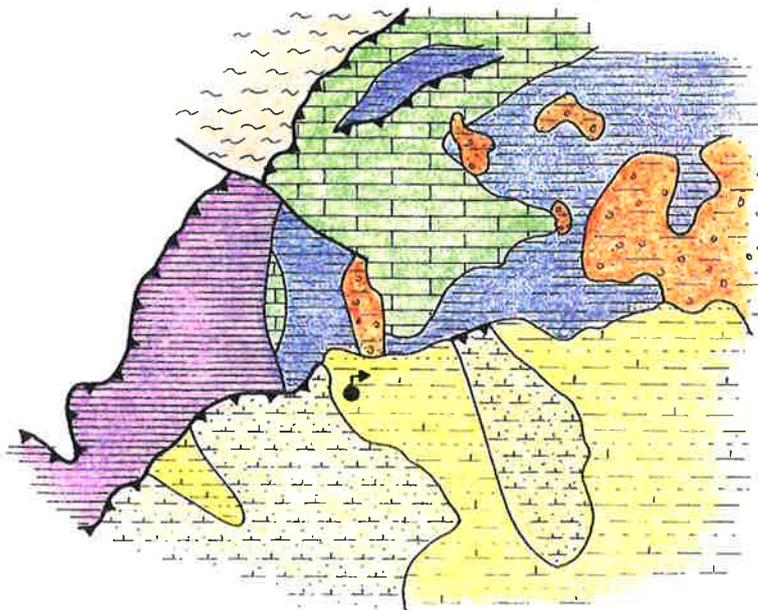
PLANO GEOLOGICO

355.000

357.000

4.071.000

4.069.000



ESCALA-1:50.000



Arcillas, margas,
conglomerados y calcarenitas..... MIOCENO-
PLIOCENO

UNIDAD DEL ALJIBE



Areniscas y margas..... TERCARIO

COMPLEJO MALAGUIDE



Areniscas, arcillas
y conglomerados PERMO TRIASICO



Filitas, pizarras
y grauwacas PALEOZOICO



Calizas alabeadas..... PALEOZOICO



Filitas PALEOZOICO

COMPLEJO ALPUJARRIDE

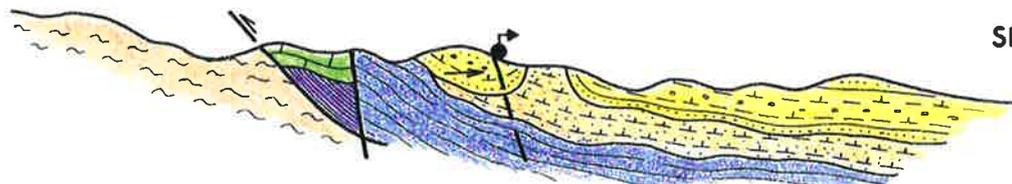


Gneises y esquistos..... PALEOZOICO

CORTE GEOLOGICO

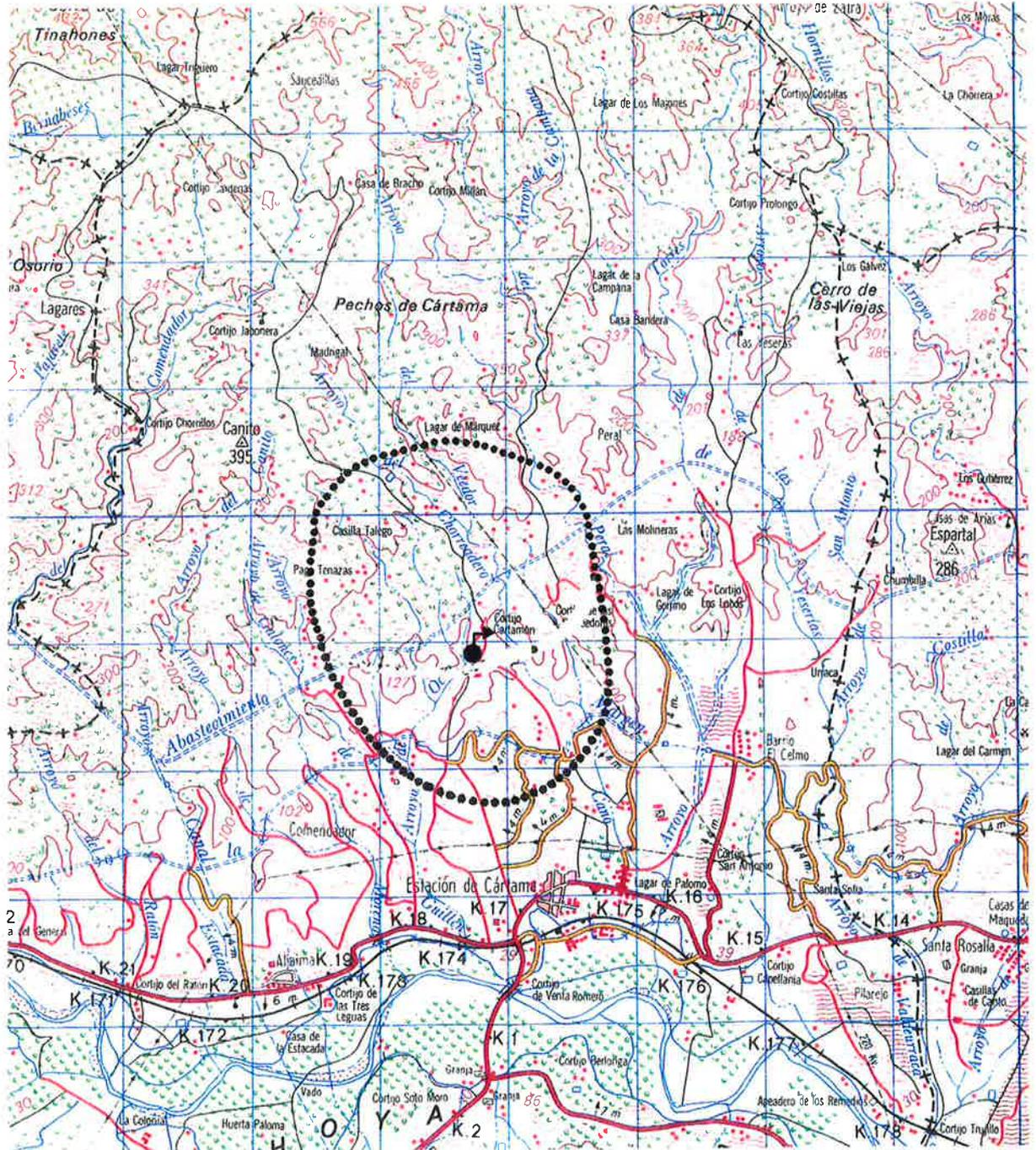
NW

SE



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

FUENTE DE EL CANO



ESCALA - 1:50.000

MANANTIAL FUENTE DE LA HIGUERA (CASARABONELA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Fuente de la Higuera, se encuentra situado dentro del propio núcleo urbano de Casarabonela, en la zona central de la provincia de Málaga y al pie de la Sierra de Bonela, que constituye una de las alineaciones carbonatadas que forma parte del límite suroriental de la Serranía de Ronda con la Hoya de Málaga. Forma un relieve muy abrupto en ambos bordes con cotas que superan los 1.500 metros de altitud.

Su acceso principal se realiza desde Málaga, por la carretera a Pizarra, que sigue el cauce del valle del río Guadalhorce, con desvío en este punto a Casarabonela. La distancia a Málaga capital es de unos 45 km.

Se ubica dentro de la hoja topográfica nº 16-44 de Alora a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 335675 e Y = 4073025, siendo su cota de 500 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El manantial de Fuente de la Higuera, es un pozo que abastece a la planta de agua envasada instalada dentro del núcleo urbano de Casarabonela y que se comercializa con el

nombre de Agua Mineral Natural Sierra Bonela, como agua de mesa.

De acuerdo con la legislación específica minera D. Angel Ruíz Marquez solicitó el 6 de Noviembre de 1967 la declaración del carácter minero-medicinal de las aguas del manantial denominado "Antigua Huerta de la Gora", perteneciente a la Concesión de Explotación Directa de 65 pertenencias nombrado "Sierra Bonela" nº 6151, del término municipal de Casarabonela solicitado el 6 de Diciembre de 1968.

Efectuada la toma de muestras del referido manantial por el personal técnico de la Sección de Minas y analizadas por el IGME, fueron declaradas como minero-medicinales por la D.G. de Minas en fecha 8 de abril de 1969, y en fecha 26 de febrero de 1970 se le concede la Concesión de Explotación.

En 1985 se realiza un cambio de titularidad de la Concesión Sierra Bonela a favor de Aguas Minerales de Sierra Bonela, presentando un informe del Gabinete Técnico Minero Mayoral, en donde se refleja el proyecto y presupuesto de la planta de envasado.

En la relación de los puntos de Aguas Minero Medicinal del Instituto Geológico y Minero de España de 1913, se citan en Casarabonela dos manantiales denominados Fuente de Agua Hedionda y El Nacimiento, manantiales de agua sulfurosa fría, y que en la actualidad no han podido ser localizados y en el Inventario de 1986, aparece sólo en Casarabonela, la Fuente de la Higuera como punto de agua minero-medicinal.

La actual instalación del manantial, consta de una arqueta construída con ladrillo, cubierta con bovedilla de dimensiones 2,40 de diámetro y 1,60 de profundidad y tiene

adosado un tubo de 12 m de largo por donde se desplaza el agua hasta un aljibe para su posterior distribución. El caudal medido en distintas épocas oscila entre 0,7 y 3 l/s (datos de la Sección de Minas).

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el manantial de Fuente la Higuera se encuentra enclavado en la zona de contacto, entre la Unidad de las Nieves (Complejo Dorsaliano) y los complejos Alpujárrides y Malaguides (Bético Interno).

UNIDAD DE LAS NIEVES

La descripción de los distintos tramos de la Unidad de las Nieves, que constituye la serie representada en el ámbito del manantial, así como la de otras series que rodean su entorno, se detallan como sigue:

- Dolomías basales: constituye una potente formación de dolomías masivas, poco estratificadas, aunque localmente pueden presentarse tableadas. Su color es gris ceniza, de grano fino presentando una brechificación cementada muy característica. Su potencia es variable desde 1.000 metros, hasta laminarse reduciéndose a espesores menores de 100 metros. Se le atribuye una edad triásica.
- Calizas negras tableadas. Sobre las dolomías basales se superpone una compleja formación de calizas negras tableadas, presentan abundantes filoncillos de calcita blanca removilizada, los estratos oscilan entre 20 y 60 cm de potencia, existiendo algunas intercalaciones margosas. En muchos niveles existen

nódulos lenticulares de sílice y carbonato. La potencia muestra variaciones, desde 150 a 300 m y su edad se le atribuye al Lías Inferior.

- Calizas blanco-azules cristalinas. Por encima de las calizas tableadas se encuentra, en concordancia, una formación de calizas blanco-azules de grano fino y de aspecto muy cristalino, casi marmóreas. Aparecen en bancos de 1 a 5 metros de potencia, destacando como relieves de fuerte control estructural, contrariamente a la formación anterior. La potencia total no se puede medir ya que esta serie aparece laminada por una importante falla que la pone en contacto con los gneises alpujárrides. Se puede hablar de una potencia mínima de 100 metros.

- Brecha de la Nava. Definida por Dürr, con este nombre se conoce una formación situada por encima de la serie anterior y discordante sobre ella. Se trata de una formación azoica que pese a su carácter postorogénico parece circunscribirse curiosamente a la Unidad de las Nieves. Se compone de una masa dolomítica (carniolas) y una brecha sedimentaria poligénica. Su edad parece atribuirse al Terciario Medio.

COMPLEJO ALPUJARRIDE

El Complejo Alpujárride en este sector consta de una serie con metamorfismo creciente hacia abajo hasta alcanzar los gneises de alto grado.

Se menciona solamente las distintas variaciones petrográficas, desde los tramos terminales de la serie representados por esquistos y cuarcitas, esquistos andalucíticos,

hasta gneises bandeados con feldespatos, cuarzo y mica, gneises bandeados con granate y gneises de tipo granitoide, representando facies de borde de los macizos peridotíticos.

Intercalados en la serie de gneises bandeados se encuentran esporádicamente (localmente en las inmediaciones de Casarabonela) niveles de mármoles dolomíticos. Estos mármoles de grano grueso, presentan fajeados azules y micropliegues, con estructura lentejonar.

Muy probablemente las series alpujárrides abarcan un período Paleozoico o incluso más antiguo.

COMPLEJO MALAGUIDE

Constituye la unidad más alta tectónicamente dentro de la Zona Interna y se superpone a los materiales alpujárrides. Consta de una potente serie de unos 1.000 metros de espesor, formada por materiales paleozoicos y mesozoicos. En la base están representados por una serie de filitas y esquistos, siguiendo hacia techo la formación de calizas "alabeadas", grauvacas, esquistos y conglomerados. Al Permotrias pertenece la formación de areniscas y margas rojas con yesos, y al Trias se le atribuye todas las formaciones carbonatadas que coronan los afloramientos de areniscas rojas.

En los alrededores de Casarabonela predomina la formación silúrica de "calizas alabeadas".

FACIES FLYSCH

Cerca de Casarabonela y a cotas que no superan los 600 metros están representados materiales pertenecientes a la llamada Unidad del Aljibe, formados por areniscas, margas y

arcillas. La arenisca tiene un contenido en cuarzo de hasta el 95%, en conjunto indican un depósito marino con corrientes de turbidez. Se ha datado como Eoceno-Oligoceno.

DEPOSITOS CUATERNARIOS

Principalmente están representados los depósitos de travertinos y tobas y los piedemonte con costra calcárea.

En el borde de la sierra carbonatada existe un desarrollado depósito de travertino y toba. Se trata de acumulaciones de tobas calizas situadas a pie de manantial, normalmente en surgencias carsticas, allí donde la brusca disminución de la presión de CO_2 determina la precipitación rápida del carbonato cálcico.

ROCAS ULTRABASICAS

Son frecuentes los afloramientos de peridotitas en el entorno de Casarabonela. Se distinguen diferentes tipos de peridotitas y serpentinitas. Las segundas se produjeron por transformación de las primeras. Se trata de cuerpos intrusivos de componente vertical, localizados en los contactos verticales o subverticales de todos los afloramientos de peridotitas y aureolas metamórficas.

2.1.- TECTONICA

La Unidad de las Nieves es un conjunto probablemente alóctono que se ha colocado posteriormente al Flysch al que cabalga y cuya edad es paleógena.

Estructuralmente la Sierra de Casarabonela es un pliegue en rodilla de dirección NNE-SSO y con vergencia hacia el

Este. La serie en la parte occidental se muestra casi horizontal que se va inclinando hacia el Este hasta alcanzar los 60° de buzamiento.

En la Sierra de Casarabonela se desarrolla un sistema de fracturas transversales a la estructura de plegamiento que llega a seccionar la unidad en tramos longitudinales. La falla transversal al Sur de Casarabonela pone en contacto los materiales alpujárrides con la Unidad de las Nieves y el Complejo Malaguide.

La fractura principal es, no obstante, de tipo longitudinal a la estructura (falla de Casarabonela). Su dirección NNE-SSO es sensiblemente paralela a la dirección del pliegue y que presenta las siguientes características:

- Es una falla normal de gran buzamiento y de importancia regional con varias actuaciones en el tiempo.
- Presenta una intensa zona de brechificación.
- A lo largo de ella y de manera discontinua existen en el plano de falla, cuerpos lenticulares de peridotita y serpentinita fuertemente triturados.

Se encuentra parcialmente fosilizada por una formación atribuible al Pliocuaternario.

Finalmente hay que mencionar dos familias de flexiones postmiocenas que presentan respectivamente direcciones S y OSO-ENE.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Desde el punto de vista hidrogeológico el manantial de Fuente La Higuera se encuentra en la Unidad de Yunquera-Nieves, siendo la más meridional del conjunto de unidades hidrogeológicas que constituye el Sistema Acuífero Mesozoico calizo-dolomítico de la Serranía de Ronda.

Esta Unidad se asienta sobre los materiales carbonatados, fundamentalmente de la "dorsal bética" y aflora en una franja estrecha y alargada en sentido SO-NE que ocupa una superficie de unos 170 km² sobre las Sierras de Las Nieves, Tolox, Yunquera Cabrillas, Prieta y Alcaparain.

Está constituida por más de 1.000 metros de materiales carbonatados de edad triásica y liásica que son cabalgados por su borde meridional por formaciones impermeables paleozoicas alpujarrides y malaguides, mientras que en su borde septentrional cabalga sobre los materiales cretáceos y terciarios, también impermeables. En estos bordes, especialmente en el meridional, es drenada por los materiales que constituyen sus puntos de salida.

Esta Unidad se divide en tres sectores reflejando aquí solamente el sector Norte que sólo constituyen las Sierras de Alcaparain, Bonela, Prieta y Cabrilla. De todas ellas la Unidad carbonatada de Sierra Bonela y Prieta, parece, a juzgar por los datos de campo, que forma un acuífero, si bien las bruscas diferencias medidas en la cota del plano del agua en los manantiales, hacen pensar en una cierta compartimentación.

En el entorno del núcleo de Casarabonela, un retazo de mármoles y gneises alpujárrides se superponen a las unidades carbonatadas del núcleo de la Sierra estando conectadas hidráulicamente entre sí. El límite hidrogeológico en este sector viene impuesto por la falla de borde de ámbito regional, desde Alosaina a Casarabonela e inmediaciones de Carratraca. Es una fractura normal de fuerte buzamiento y con varias actuaciones en el tiempo, lo que ha originado una intensa zona de brechificación.

La formación caliza de Sierra Bonela presenta un desarrollado carst donde en épocas de intensa pluviometría, el acuífero se recarga siendo insuficiente la capacidad de las galerías para drenarlo, el nivel piezométrico se eleva dando origen a salidas con caudales instantáneos superiores a 100 l/s, como ocurre con la galería de la Fuente de la Quebrada, encontrándose el nivel libre de agua a 18 metros de profundidad. Por otro lado, destaquemos también las potentes formaciones de travertinos que existen en las inmediaciones de Casarabonela, hecho indicativo de que en épocas pasadas debieron producirse importantes salidas de agua.

Junto al grupo de salidas de Casarabonela, la principal salida del sistema es la de Jorox, a una cota de 520 m.s.n.m. Posee un caudal medio de 90 l/s, mientras su mínimo es de 22 l/s y el máximo de 380 l/s. Sus oscilaciones de caudal también son muy acentuadas e influenciadas por el régimen pluviométrico. Las características de los principales puntos de surgencia del grupo de Casarabonela, entre los que se incluye el manantial que abastece a la planta embotelladora son las siguientes (es un hecho a destacar que prácticamente todas se encuentran alineadas según la dirección de falla de Casarabonela NNE-SSO).

<u>Punto de agua</u>	<u>Cota m</u>	<u>Q (l/s)</u>	<u>Acuífero drenado</u>	<u>Nº inventario ITGE</u>
Fuente Quebrada	524	10	mármoles	1644-1-001
Galería abastecimiento	526	7	mármoles	1644-1-002
Manantial El Riillo	507	1	travertino	1644-1-003
Fuente La Higuera Pl. Embotelladora	487	1,5	travertino	1644-1-004
Surgencia El Naranjal 1	507	2	travertino y brecha	1644-1-0012
Surgencia El Naranjal 2	517	0,75	brecha	1644-1-0013
Surgencia El Naranjal 3	528	1	brecha	1644-1-0014

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de naturaleza bicarbonatada cálcica-magnésica, mineralización moderada (616 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y $\text{pH} = 7,79$. La determinación de laboratorio señala como segundo anión en importancia el NO_3^- , con 85 mg/l^1 . Se trata de una concentración muy elevada, superior a los 50 mg/l que marca la legislación como límite de potabilidad, por lo que su uso como agua de bebida -actualmente embotellada- queda totalmente desaconsejado.

Los resultados hidroquímicos concuerdan plenamente con la interpretación hidrogeológica acerca del presumible origen

¹ El laboratorio del Instituto Tecnológico Geominero de España, autor del análisis, ha realizado una comprobación de este resultado que confirma la validez del mismo.

del agua en un acuífero carbonatado. En primer lugar, la relación $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{=} / \text{Ca}^{2+}$ presenta un valor unitario; asimismo, los diagramas de saturación (fig. 1) indican que el agua se encuentra ligeramente sobresaturada respecto a calcita y dolomita, situación coherente con la abundante presencia de travertinos en el entorno de la surgencia. No se aprecian indicios de interacción con materiales evaporíticos.

Las rocas ultrabásicas del área del manantial aparentemente tampoco ejercen una influencia apreciable sobre la composición del agua, salvo quizás en el caso de la sílice, cuya concentración -21,2 mg/l- podría resultar algo elevada para un acuífero kárstico de tipo carbonatado. No obstante para evaluar esta influencia sería preciso un control analítico más frecuente del manantial (no se dispone de análisis previos al de 1990), puesto que sus fuertes oscilaciones de caudal probablemente han de inducir cambios en la composición del agua.

Finalmente, en lo que respecta a elementos minoritarios y traza cabe únicamente citar el contenido de cromo de la muestra: 45 $\mu\text{g/l}$.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

De acuerdo con los criterios expuestos se propone como área de protección parte de la Sierra Bonela, desde el límite de aguas vertientes al Oeste y la falla de Casarabonela al Este, de dirección NNE-SSO, vía de circulación del flujo subterráneo, en el entorno del núcleo de Casarabonela.

En cuanto al aspecto de la calidad cualquier actividad contaminante que pudiera tener relación con el área de alimentación, es susceptible de alterar la calidad de agua de la

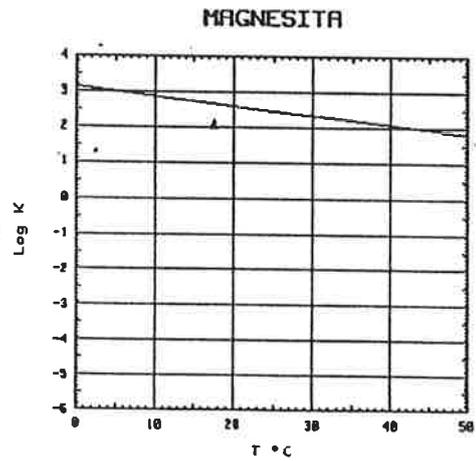
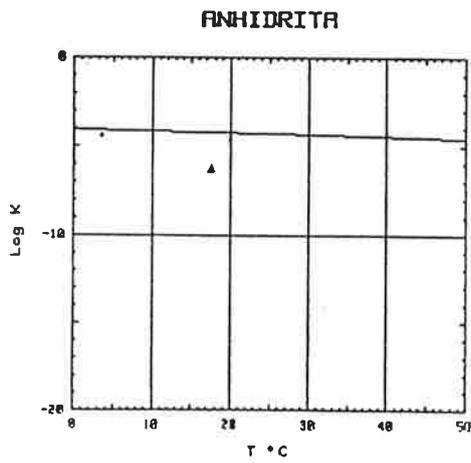
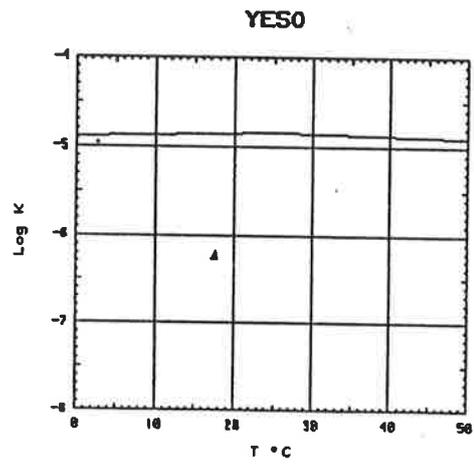
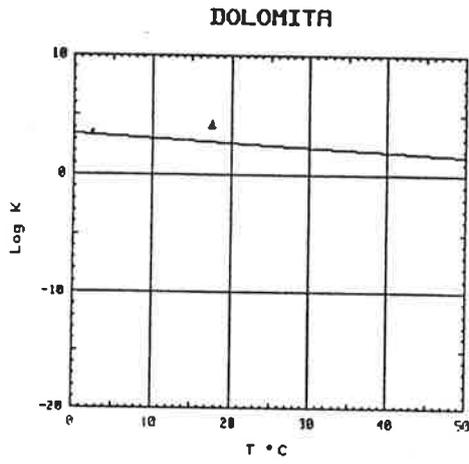
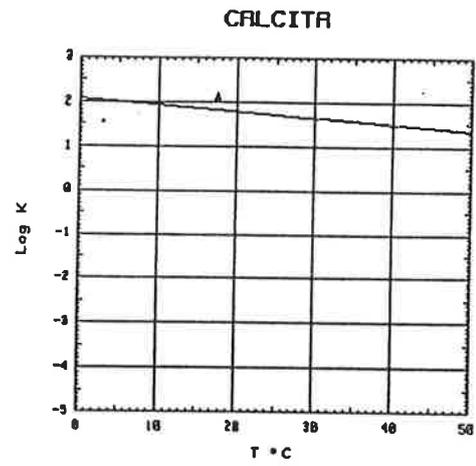
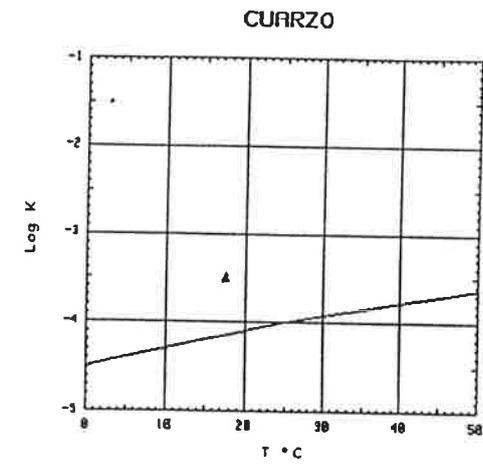


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL FUENTE DE LA HIGUERA

ANÁLISIS QUÍMICO

DE NOMINACION: **FUENTE DE LA HIGUERA**
 FECHA: _____

TEMPERATURA (°C): 17.5 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 616
 pH a 17°C: 7.79 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 384
 pH a 18°C: 7.70 En campo (mV): 155

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	253.00	4.147	4.147	52.40
CO3=	-	-	-	-
SO4=	65.00	.677	1.353	17.10
Cl-	36.00	1.016	1.016	12.83
F-	<5.0E-1	.026	.026	.33
NO3-	85.00	1.371	1.371	17.32
SiO2 (H4SiO4)	21.2	.353	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	.010	0.000	0.000	0.00
P2O5	.030	0.000	.001	.01
TOTAL....	460.740	7.590	7.914	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	13.00	.566	.566	6.78
K+	3.00	.077	.077	.92
Ca++	82.00	2.046	4.092	49.07
Mg++	43.00	1.769	3.537	42.42
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.09
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.67
NH4+	.020	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	141.695	4.485	8.339	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >NO3- >SO4= >Cl-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >K+

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.013	Cl/Na =	1.796	(SO4*Ca)^1/2 =	2.353
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.544	Cl/(Na+K) =	1.581	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.500
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	4.128	SO4/Ca =	.331	Mg/Ca =	.864
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.721	SO4/(Ca+Mg) =	.177	Cl/CO3H =	.245

ARCHIVO EN DISCO: MMM32 (AMA5-32)

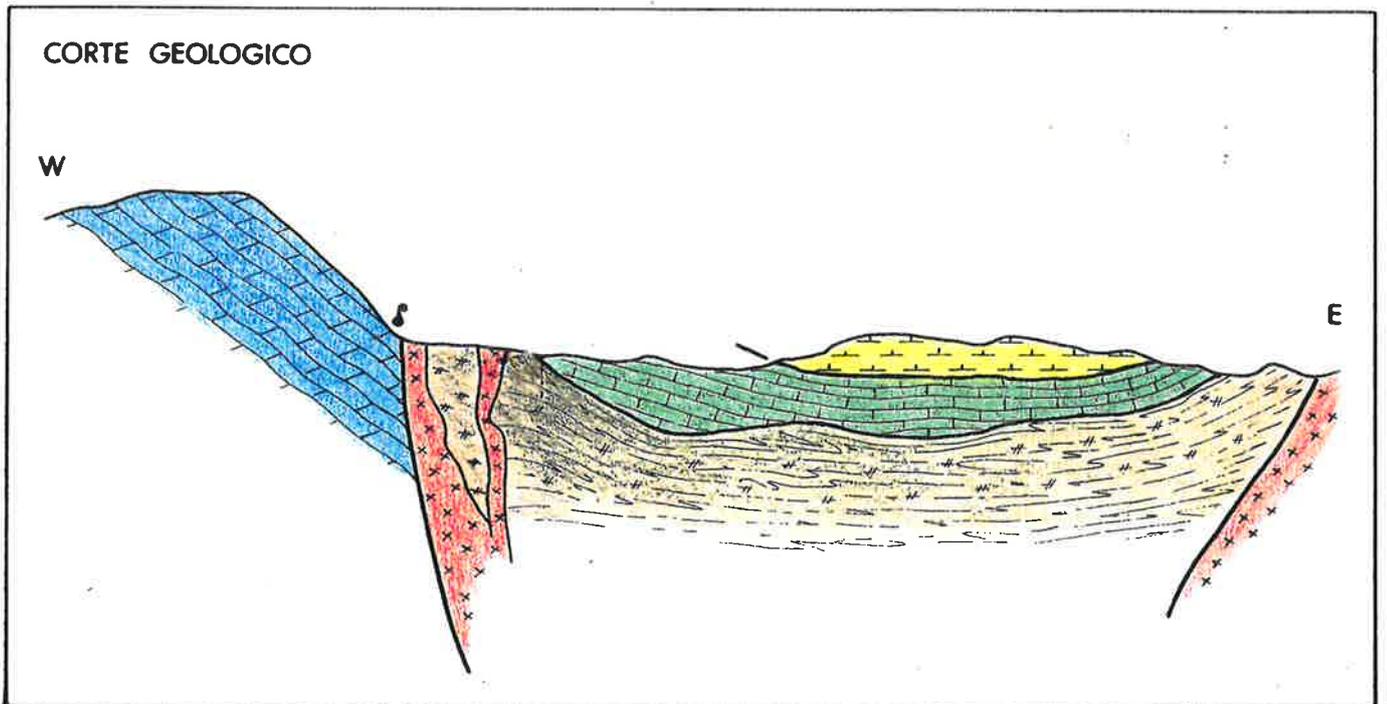
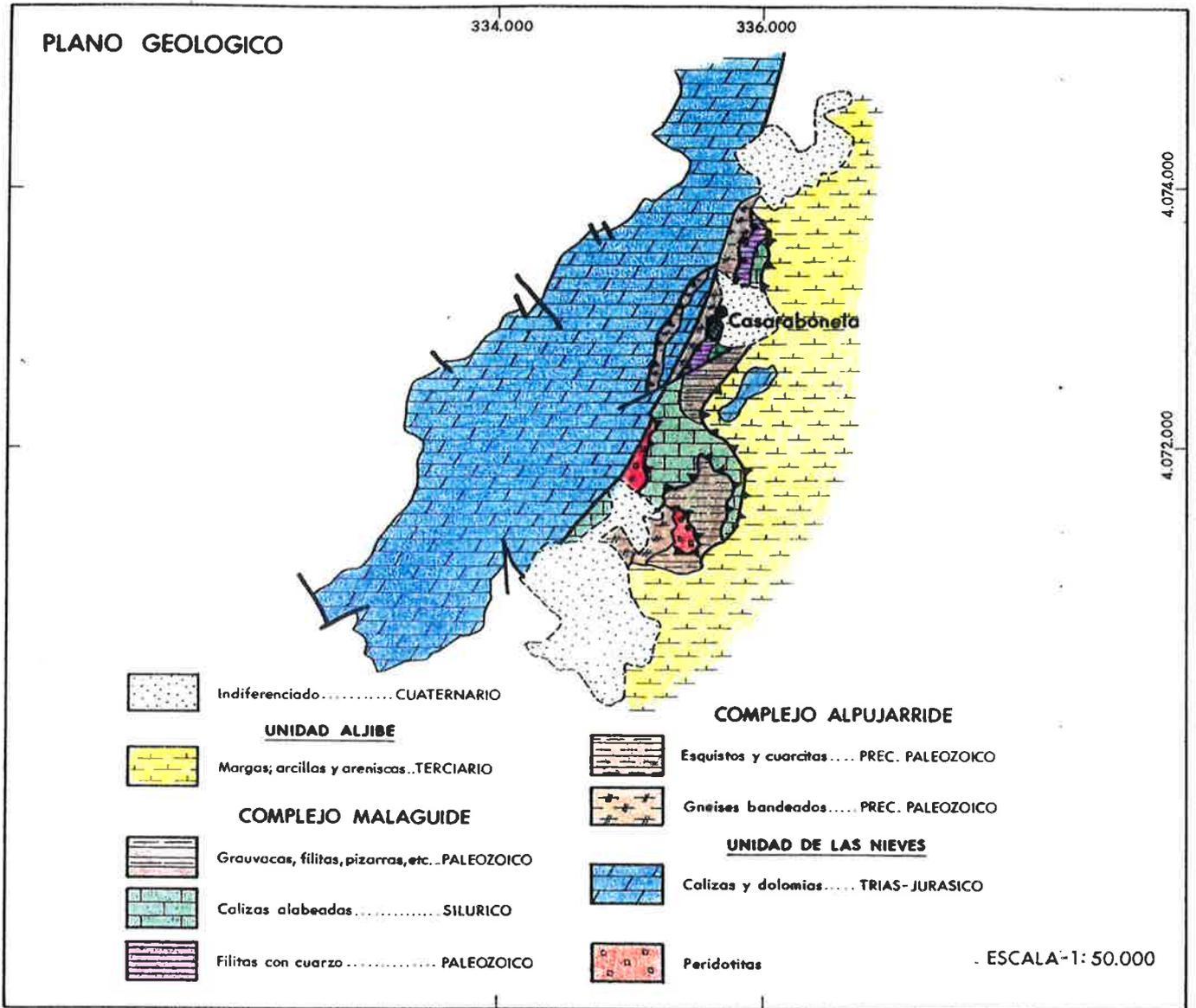
	ppm
R.S. 110°C	536
D.Q.O.	0,5
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,045
As	-
Se	-
Hg	-

surgencia y este punto por su situación dentro del núcleo urbano se mantendría una especial vigilancia en el tema de vertidos de residuos sólidos, riego, granjas, etc.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

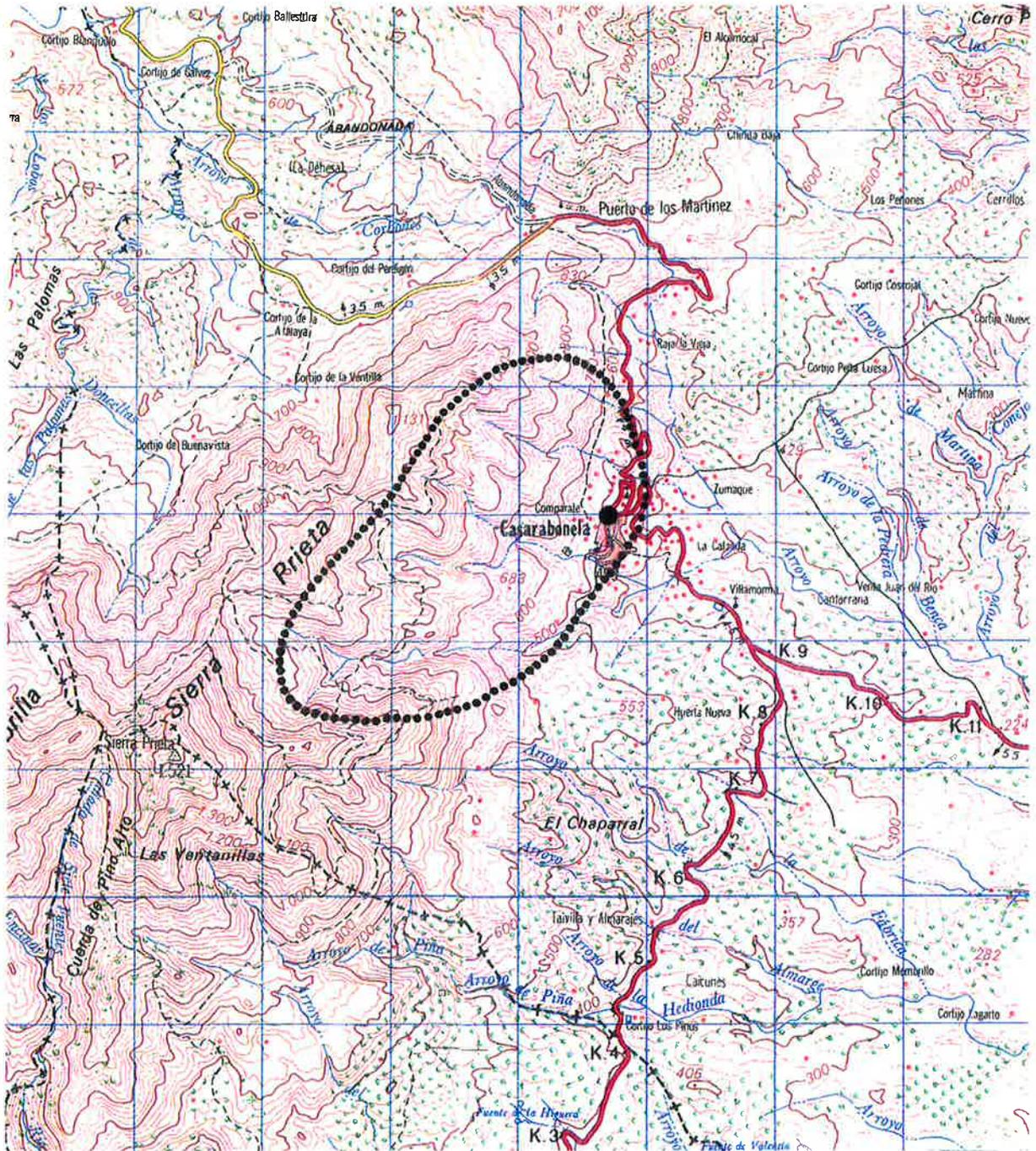
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 16-44 de Alora. MAGNA-ITGE.
- ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE CASARABONELA. ABASTECIMIENTO URBANO. ITGE.
- PIAS. Informe Técnico nº 4.
- INFORME DE CALIDAD DEL MANANTIAL SIERRA BONELA CASARABONELA (Málaga). Universidad de Madrid. Dr. Romás Casares, 1968.

FUENTE DE LA HIGUERA (CASARABONELA)



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

FUENTE DE LA HIGUERA



ESCALA - 1:50.000

MANANTIAL DE FUENTESANA (COMARES)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Fuente Sana se encuentra situado en la zona oriental de la provincia de Málaga, en el término municipal de Comares. Se ubica junto a la carretera comarcal de Comares a Olias, a una distancia aproximada de 1 km de la primera localidad.

El marco geográfico donde se ubica el núcleo de Comares, con una altitud de 720 m.s.n.m. se desarrolla dentro de los llamados "Montes de Málaga", área dominada por la campiña y relieve alomado y surcado por profundos barrancos que llegan hasta la costa mediterránea.

Su acceso se puede realizar desde Olias del que dista unos 18 km o desde Benamargosa por Vélez Málaga, del que dista unos 12 km.

Se incluye dentro de la hoja topográfica nacional a escala 1/50.000 de Colmenar, con coordenadas UTM: X = 388075 e Y = 4078600. Su cota topográfica es de 640 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El manantial de Fuente Sana, tradicionalmente se ha considerado como minero-medicinal, donde la población de los

alrededores la tomaba, generalmente para afecciones de estómago. Hacia 1930, el Ayuntamiento de Comares, unió los caudales de dos manantiales Pilarejo y Fuente Sana, y mediante conducción por tubería se ubicó en el recinto actual. El caudal es del orden de 0,1 l/s.

Se cita por primera vez este manantial como de agua minero-medicinal, en la relación de manantiales de 1913 por el Instituto Geológico y Minero de España, clasificándola como agua ferruginosa. Posteriormente se publica en la relación de 1947 y en 1986.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el manantial de Fuente Sana se enmarca dentro del dominio del Complejo Maláquide que representa el dominio más alto dentro de la diferenciación en el Sistema Bético (Nevado Filábride, Alpujárride y Malaguide), y que ocupa, una gran banda E-O en la mitad Sur de la provincia de Málaga. Conviene resaltar aquí, por su representatividad a escala regional, la presencia de una unidad llamada de Benamocarra, que se sitúa entre el Alpujárride y Malaguide y que su ubicación en uno u otro complejo es motivo de duda.

La complejidad estratigráfica que presenta el Maláquide es grande, y se ve además exacerbada en su comprensión por el intenso plegamiento de las series. Esquemáticamente se pueden separar dos conjuntos estratigráficos de categoría y evolución bien diferentes. Uno inferior con metamorfismo regional débil, con series dotadas como paleozoicas en las partes altas y otra superior sin metamorfismo alguno, que se apoya discordantemente sobre el anterior y que comprende una

edad desde el Permotrias al Eoceno. Esquemáticamente se han diferenciado los siguientes términos de muro a techo:

- Filitas inferiores, metareniscas y conglomerados de cuarzo. Para el conjunto de esta formación se ha estimado una potencia de 500 m, está limitada por contactos mecánicos, lo cual hace variable su potencia, atribuyéndosele una edad presilúrica ya que se trata de una serie azoica. Hay que destacar en este paquete la existencia de numerosos diques de diabasas, generalmente subverticales y de escasa potencia.
- Calizas, filitas y grauvacas. Se trata de las llamadas calizas azules o calizas "alabeadas", con intercalaciones de filitas y areniscas. La potencia mínima es del orden de 400 metros y su edad ha sido determinada a partir de los conodontos en niveles carbonatados superiores. En conjunto se le atribuye a toda la formación una edad silúrica. Son menos frecuentes aquí los diques de diabasas.
- Grauvacas, filitas y conglomerados poligénicos. Esta serie de conglomerados o sus equivalentes, fueron descritos por Blumenthal con el nombre de "conglomerado de Marbella" y que generalmente ocupa una posición hacia el techo. Se estima al menos una potencia mínima de 300 m y su edad abarca desde el Devónico al Carbonífero.

Conjunto Superior

- Areniscas, conglomerados, arcillas y yesos. Representan a facies de carácter marcadamente continental

de tonos muy rojos. La potencia en todo el conjunto es muy variable y puede alcanzar los 150 m y se le atribuye una edad permotriásica.

- Dolomías y calizas blancas. En conjunto alcanzan espesores que pueden sobrepasar los 100 metros y la edad comprende desde el Lías al Cretáceo.
- Calizas y margas. Corresponden al Eoceno y su potencia máxima es de unos 50 metros.

Al SO de Vélez Málaga el Complejo Maláquide comprende dos unidades, la más septentrional es la Unidad de Iznate, constituída exclusivamente por materiales esquistosos atribuibles al Silúrico y la más meridional Unidad de Almayate con una sucesión más completa.

- Esquistos de la Unidad de Benamocarra

Esta unidad aflora extensamente en el área de Vélez Málaga, formada por micasquistos y cuarzo-esquistos azulados y grises muy oscuros, encajando en la serie abundantes diques de rocas maficas muy alteradas.

Algunos autores consideran que la Unidad de Benamocarra podría ser un elemento más alto dentro del Complejo Alpujárride, con un menor grado de metamorfismo. Su edad se atribuye al Paleozoico.

Los sedimentos postmanto, atribuídos al Mioceno y Plioceno están representados por una serie de afloramientos que se sitúan en la llanura costera rellenando la Hoya de Málaga. Son sedimentos marinos con abundante fauna de edad

Andaluciense-Plioceno. Litológicamente se pueden distinguir arcillas y/o margas, arenas y conglomerados. Las arcillas se sitúan en la base y las areniscas a techo, mientras que los conglomerados es una facies típica de borde.

Finalmente el Cuaternario que está ampliamente desarrollado en la llamada Hoya de Málaga, por su origen se distinguen cuaternarios marinos y continentales, destacando los depósitos aluviales que se desarrollan en las ramblas que drenan los Montes de Málaga y especialmente en el bajo Guadalhorce.

2.1.- TECTONICA

El apilamiento de mantos de corrimiento constituye el edificio estructural del dominio bético, Complejo Nevado-Filábride, Alpujárride y Maláquide, a escala regional. Dentro del Complejo Maláquide, existen además otras superficies tectónicas, prácticamente cualquier cambio de litología a la escala de formación se expresa aquí por contacto mecánico.

Las deformaciones internas del Maláquide definen tres fases: Una primera responsable de esquistosidad o pizarrosidad S_1 más potente. Otra que produce pliegues isoclinales apretados siendo paralelos a S_1 , se observan fundamentalmente en las calizas alabeadas. Finalmente una tercera fase responsable del alabeo de las calizas.

Existen datos que evidencian que la actividad tectónica ha proseguido después del apilamiento de mantos, reflejados en los siguientes hechos: superficies tectónicas que individualizan los mantos y escamas se encuentran plegadas, definición de un plegamento de gran radio de dirección N-S, presencia de series pliocenas marinas a cotas muy diversas

(hasta 100 m) con buzamiento constante al Sur y finalmente las playas antiguas señalan que la línea de costa ha sufrido variaciones verticales según curvaturas de gran radio.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

En los materiales paleozoicos maláquides, son frecuentes las manifestaciones de manantiales de débiles caudales, o de pozos generalmente de poca profundidad, y que a nivel local pueden tener su importancia y solucionar más de un problema de abastecimiento o de regadío, pero que sin embargo, en un principio se escapan del esquema clásico del modelo de acuífero establecido. Se trata de materiales que en conjunto se comportan como materiales de baja permeabilidad, por ser series "apizarradas" no dejando almacenar agua en su contexto, solamente la presencia de niveles calizos, lentejones cuarcíticos, diques de cuarzo o de diabasa, aparte de una mayor fracturación, diaclasamiento o alteración de la roca, permiten la circulación de agua según unas direcciones preferentes, originando estos tipos de surgencias o captaciones.

Por otro lado el desarrollo de suelos sobre la superficie de estas series pizarrosas, y la acumulación de materiales sueltos en el fondo de valles pueden originar reservas de mayor o menor magnitud, dando lugar a pequeños acuíferos que pueden ser captados en los puntos de más baja cota, dependiendo además de su cuenca de recepción.

La presencia además de numerosas redes de diques, sobre todo en las series basales del Complejo Maláquide, con delgadas zonas de alteración en la pared con la roca de caja facilitan la circulación del agua subterránea hacia zona más bajas, tanto lateral como verticalmente.

El hecho de circular el agua a través de materiales poco solubles origina aguas poco cargadas en sales, ya que además la circulación de las mismas es somera, no alcanzando grandes profundidades, por lo que en principio se trata de aguas de conductividades bajas.

El manantial de Fuente Sana drena un paquete de areniscas rojas y grises permotriásicas, que junto a la formación de techo de dolomías grises trias-jurásicas ocupan toda la cobertera del Cerro de Comares, con un espesor en conjunto de unos 100 m. Tiene una galería de captación a una cota de 640 m.s.n.m. de dirección aproximada N-S, actualmente está tapada recogiendo la salida junto a la carretera. Su caudal aforado es del orden de 0,1 l/s.

En la bibliografía del Instituto Geológico y Minero de España, al referirse a este punto se habla de un manantial ferruginoso, aunque "de visu" no existen depósitos de óxidos de hierro en la conducción ni en el pilar.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua poco mineralizada ($308 \mu\text{S}/\text{cm}$), de carácter bicarbonatado magnésico-cálcico y $\text{pH}_{\text{campo}} = 8,07$.

Los diagramas de saturación (fig. 1) indican que el agua se encuentra en equilibrio con calcita y ligeramente sobresaturada en dolomita, así como fuertemente subsaturada en especies tales como yeso y anhidrita. En consecuencia la génesis del agua ha de estar asociada a un acuífero carbonatado, que según lo descrito en el apartado hidrogeológico correspondiería a las calizas jurásicas que afloran junto al manantial. No se observan indicios de influencia evaporítica.

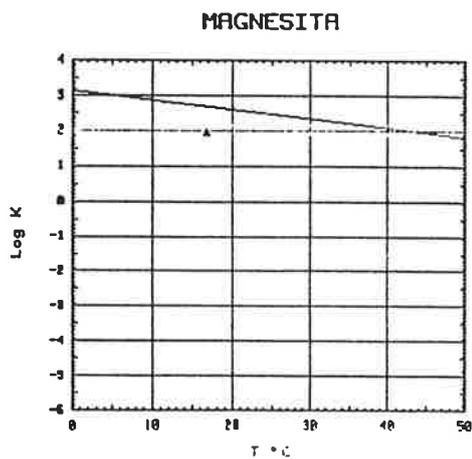
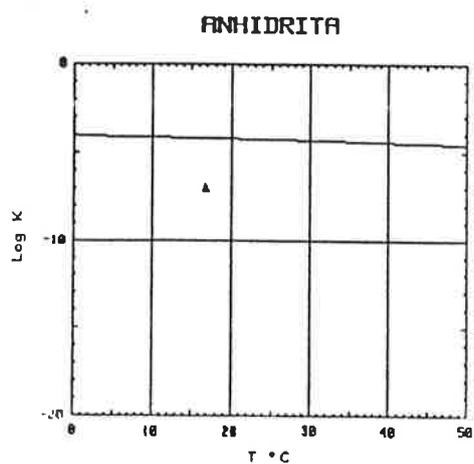
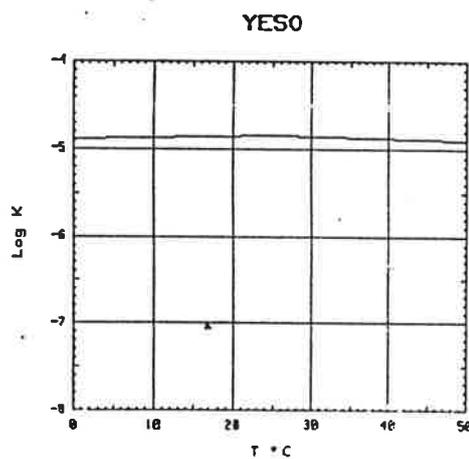
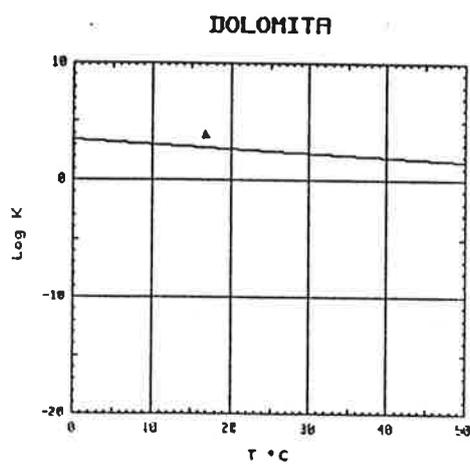
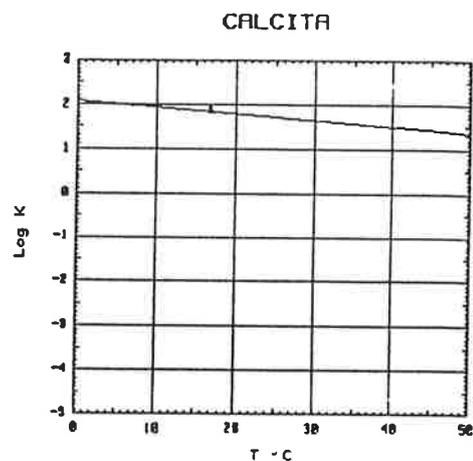
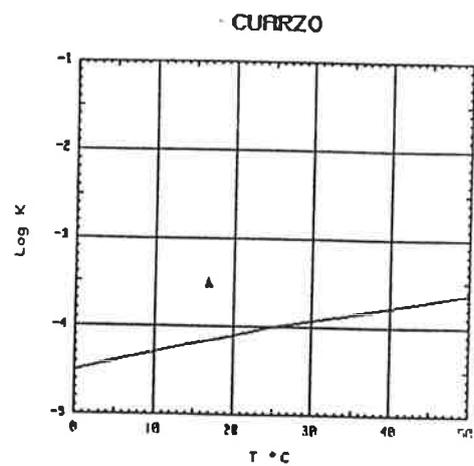


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL FUENTE SANA

ANÁLISIS QUÍMICO

DENOMINACION: MANANTIAL FUENTE SANA
FECHA: _____

TEMPERATURA (°C): 16.8 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 308
pH a 16°C: 8.07 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 133
pH a 18°C: 7.60 Eh campo (mV): 180

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	129.00	2.114	2.114	66.66
CO3=	-	-	-	-
SO4=	26.00	.271	.541	17.07
Cl-	17.00	.480	.480	15.12
F-	<5.0E-1	.026	.026	.83
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.25
SiO2 (H4SiO4)	19.8	.322	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	.060	.001	.002	.66
TOTAL.....	192.870	3.229	3.172	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	14.00	.609	.609	17.98
K+	2.00	.051	.051	1.51
Ca++	25.00	.624	1.248	36.82
Mg++	17.00	.699	1.398	41.28
Fe++	.060	.001	.002	.06
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.21
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.64
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.02
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	.01
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	.480	.007	.015	.43
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.05
TOTAL.....	59.172	2.019	3.368	

FORMULA ANIONICA : CO3+HCO3- >SO4= >Cl- >F-
FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA ++ MAGNESICA CALCICA

(CO3+HCO3)/Ca =	1.695	Cl/Na =	.787	(SO4*Ca)*1/2 =	.822
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.799	Cl/(Na+K) =	.725	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.535
((CO3H)*2*Ca)*1/3 =	1.773	SO4/Ca =	.434	Mg/Ca =	1.121
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.004	SO4/(Ca+Mg) =	.205	Cl/CO3H =	.227

ARCHIVO EN DISCO: MPM6 (AMA5-06)

	ppm
R.S. 110°C	204
D.Q.O.	0,5
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,015
As	-
Se	-
Hg	-

El análisis de elementos traza pone de manifiesto una concentración importante de zinc: 480 $\mu\text{g}/\text{l}$. La calificación de manantial "ferruginoso" expuesta en algunos documentos recogidos en la bibliografía, no tiene justificación en el análisis (sólo 0,06 mg/l de hierro).

No se dispone de datos que permitan evaluar la evolución temporal de la composición del agua.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el manantial de Fuente Sana que vendría condicionada a la distribución y morfología de los cursos de agua superficial que incidirán de una manera prioritaria en la alimentación de dicho manantial y según se muestra en la figura se ha pretendido envolver a los afloramientos de areniscas permotriásicas y dolomías que ocupan toda la cima del cerro de Comares.

También hay que considerar el tema de contaminación de residuos sólidos urbanos por la proximidad al núcleo urbano de Comares.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

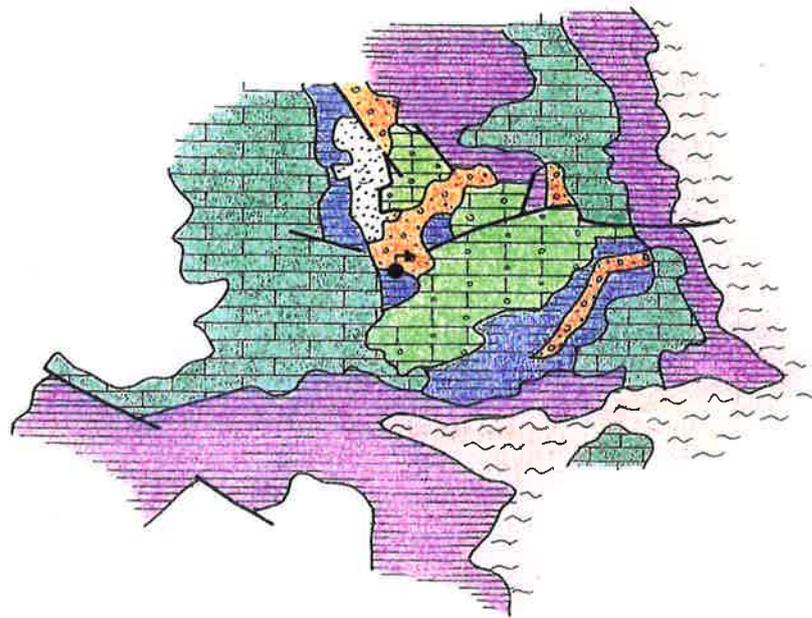
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 1039 (Colmenar). MAGNA-ITGE.

FUENTE SANA (COMARES)

PLANO GEOLOGICO

387.000

389.000



4.081.000

4.079.000

-  Indiferenciado CUATERNARIO
-  Calizas oolíticas JURASICO
-  Areniscas y conglomerados .. PERMOTRIAS
-  Filitas y grauwacas .. DEVON.-CARBONIF.
-  Calizas alabeadas ... SILURICO-DEVON.
-  Filitas PALEOZOICO

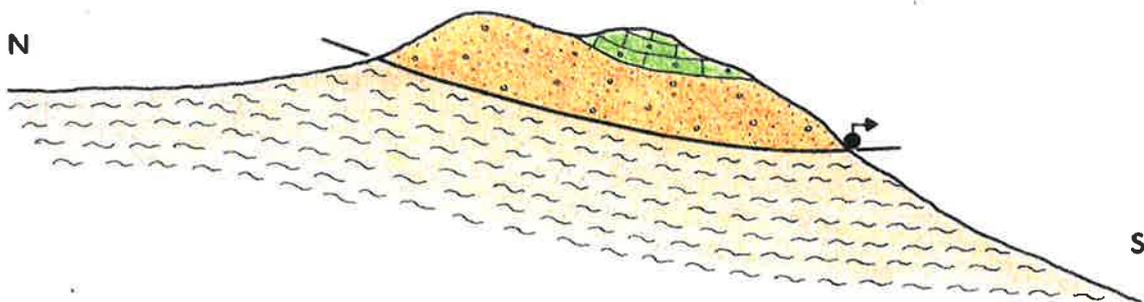
UNIDAD BENAMOCARRA



Esquistos con andalucita y granate PALEOCENO

ESCALA-1:50.000

CORTE GEOLOGICO



BAÑOS DEL DUQUE (CASARES)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Baños del Duque, se sitúa en la Garganta de Fuente Santa dentro de la finca de recreo y caza "Monte del Duque", término municipal de Casares, y en la estribación suroccidental de Sierra Bermeja. En determinados períodos se explota el alcornoque. Su topografía es muy accidentada, donde la serie de barrancos fluyen sus agua hacia el río Genal. Sin duda se trata de uno de los rincones de la Serranía de Ronda de inigualable belleza natural, con una vegetación tipo bosque. En ella también se encuentran los manantiales de Saucillo y Platanillo.

Su acceso se realiza desde el núcleo de Casares a través de una pista forestal, en dirección Norte hacia Majada Madrid, con un recorrido de unos 20 km hasta el manantial, donde termina la pista, en el propio barranco de Fuente Santa.

Se localiza dentro de la hoja topográfica nº 14-45 Cortes de la Frontera a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 299750 e Y = 4042400, y su cota topográfica es de 450 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El manantial de Baños del Duque de agua sulfhídrica

dio origen a unas instalaciones de baños y hotel en el siglo pasado. Hoy todo se encuentra en ruinas y abandonado. Se conoce por información oral que hacia finales del siglo pasado, visitaban estas instalaciones a través de caballerías desde el vecino pueblo de Gaucin, donde existía el Hotel Ingles, como etapa previa a los Baños, de aquí que en algunos escritos este punto venga como término de Gaucin.

El manantial que surge en el contacto de roca ultrabásica con el complejo metamórfico, conserva una arqueta, canalizándose el agua hasta los antiguos baños. El caudal observado es de unos 0,5 l/s con desprendimiento de gases.

Este manantial aparece por primera vez en la relación de puntos de Aguas Minero-Medicinales de España del Instituto Geológico y Minero de España de 1913 y posteriormente en 1947, y en la publicación de 1986, aparece con el nombre de Gaucin.

Aguas arriba del barranco de Fuente Santa existe otro manantial, llamado con este mismo nombre, y que aproximadamente se encuentra a una cota de 850 m.s.n.m., también referido en la relación del Instituto Geológico y Minero de España en 1913, aunque hoy es inaccesible por el desarrollo de bosque en las laderas de su entorno.

Dentro del perímetro de la finca, existen numerosos manantiales, de los que los denominados Platanillo y Saucillo son objeto de su correspondiente informe.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

En el área del entorno más próximo a los manantiales de Monte del Duque, los materiales directamente relacionados

con ellos están representados por las rocas peridotíticas del complejo ultrabásico de Sierra Bermeja, materiales gneisicos del Complejo Alpujárride y cerrando el entorno el Complejo Malaguide.

El Complejo ultrabásico de rocas peridotíticas, corresponde a parte del flanco NO del gran macizo de Sierra Bermeja. Desde el punto de vista morfológico este macizo es una antiforma que tiene plegamento cilíndrico, en su parte occidental e incluso isoclinal, presentando un bandeo que suele seguir un paralelismo al borde en el cierre "pericli-nal" del sector occidental, mientras que en otras áreas se suele estrellar contra la roca de caja.

La composición petrológica muestra una fuerte variedad análoga o mayor que la de los demas macizos peridotíticos conocidos. Están representadas las duritas, piroxenitas, harz-burgitas, lerzolitas, werlitas y serpentinitas.

En cuanto a los contactos entre los ultrabásicos y las rocas de caja se pueden definir dos tipos perfectamente diferenciados, el magmático y el tectónico. El primero aparece siempre que se encuentra la facies de borde, y como caracte-rística más significativa aparece el bandeo de la roca bá-sica concordante en dirección y buzamiento con los gneises de la roca de caja. El contacto tectónico más claramente obser-vado se encuentra en aquellos puntos en que la serie sin me-tamorfismo del Bético de Málaga se pone en contacto con la roca ultrabásica.

El Complejo Alpujárride, está representado en su base, área más interna de la aureola de metamorfismo con la roca peridotítica, por unos gneises de grano grueso (granoblasti-tas), con foliación gneisica muy marcada en diversas tonali-

dades grises o con bandeado gris y blanco. Entre los minerales reconocibles a simple vista destaca sobre todo el granate que puede alcanzar tamaño de hasta varios centímetros. Se les llama localmente como gneis de Baños del Duque.

En contacto gradual hacia techo se pasa a una potente sucesión en la que alternan micasquistos negros y oscuros, frecuentemente grafitosos con niveles cuarcíticos también muy oscuros. El conjunto ofrece un aspecto masivo. La secuencia continúa con esquistos grises oscuros con estauroлита y granate, con intercalaciones cuarcíticas, esquistos de grano fino, cuarcitas y cuarzoesquistos blancos, llamados también cuarcitas de Benarrabá, terminando la serie paleozoica con la formación de filitas con dorita. Para toda la serie paleozoica se ha estimado una potencia próxima a los 4.000 m, quedando reducida a la mitad en la transversal de Casares.

El Complejo Maláquide. En este conjunto se puede diferenciar una sucesión litológica que descansa sobre el Complejo Alpujárride y es cabalgada por unidades frecuentemente escamadas correspondientes al llamado Complejo Dorsaliano.

Los términos paleozoicos están representados por filitas, cuarzo filitas, metagrauvas y microconglomerados atribuidos al Silúrico. Niveles de calizas alabeadas con una potencia próxima a los 100 metros de edad Silúrica-Devónico y paquetes de grauvas pardas y conglomerados y pizarras que alcanzan hasta el Carbonífero.

Los términos permotriásicos se componen de conglomerados poligénicos rojos, cuarcíticos, areniscas y pelitas rojas con micas detríticas visibles y masas arcillosas abigarradas de distribución irregular. Pequeños asomos dolomíticos corresponde al Trias, mientras que los términos posttriásicos

aparecen en el cerro del castillo de Gaucin, como dolomías cristalinas masivas y calizas oolíticas.

2.1.- TECTONICA

El emplazamiento de la mole de roca peridotítica en la región constituye una fuente de problemas ampliamente debatidos en la literatura local, los cuales se refieren tanto al origen de la masa ultramáfica como al mecanismo de emplazamiento y a la edad del mismo. Sin entrar en el detalle de las diferentes hipótesis, se cree que el origen profundo es el más probable. Actualmente existen estudios gravimétricos sobre el macizo de Ronda en los que puede determinarse la forma del mismo como una columna de paredes subverticales que se sumerge en la corteza al menos 25 km (LOOMS 1972).

A escala regional los afloramientos de rocas ultrabásicas se sitúan en la zona axial de la estructura de la cordillera, en el sector considerado. Se trataría de una emisión rígida de tipo pluton diapirico, sinorogénico u orogénico tardio. La edad de la intrusión se admite en la bibliografía como variable entre posttriasica hasta miocena. Es un hecho claro el que las peridotitas cortan al manto alpujarride y desarrollan en él fenómenos de milonitización y de metamorfismo de contacto, hecho que no ocurre en el manto malaguide. En definitiva la intrusión se sitúa en el tiempo después del emplazamiento del Complejo Alpujarride y antes del Malaguide.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Son numerosos los puntos de agua, en general de pequeño caudal, que se manifiestan a lo largo del contacto entre la roca peridotítica y los gneises alpujarrides que actúan de roca de caja, y entre los que se encuentran la mayor parte de

los manantiales de La Hacienda Monte del Duque (Saucillo, Platanillo, Baños, etc.).

La roca peridotítica y en general las rocas plutónicas por su textura, presenta una escasa permeabilidad, a veces prácticamente nula cuando se presenta como una roca compacta y sin alterar, incapaz de formar un acuífero. Solamente si posteriormente actúan sobre ésta fenómenos de tipo secundario, tales como el desarrollo de zonas de alteración (fluidos hidrotermales, etc.), red de diaclasas, zonas de milonitización, y fracturación, pueden generar el desarrollo de "acuíferos" o más bien zonas de acumulación o vías de circulación de agua.

El principal recurso de los afloramientos peridotíticos lo constituye el agua de lluvia que al circular sobre su superficie pueda encontrar zonas más abiertas (redes de diaclasas, fracturas, discontinuidades, etc.) infiltrándose hacia zonas más profundas hasta encontrar áreas más cerradas impidiendo su paso tanto lateral como verticalmente, y si las condiciones topográficas son favorables puede permitir su alumbramiento al exterior. El hecho, a veces frecuente, de observar la presencia de gas en el manantial, en principio se puede deber a una comunicación a mayor profundidad posiblemente a través de una fractura, o zona de fractura.

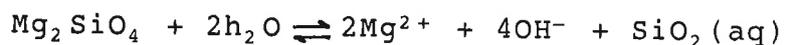
El manantial de Baños del Duque presenta un caudal del orden de 0,5 l/s, como se indica más arriba, surge en la zona de contacto de la roca intrusiva y los gneises alpujárrides. El agua es sulfhídrica con desprendimiento de gases, dejando un residuo blanquecino en la roca, posiblemente de tipo calcáreo, depósito que se observa en el entorno del manantial, y hecho que se ha observado en otros manantiales que presentan una génesis similar.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de baja conductividad y pH elevado (198 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 11,4 respectivamente), naturaleza bicarbonada cálcica-sódica y sulfhídrica (potencial redox = - 305 mV). Presenta asimismo un contenido bajo en $\text{SO}_4^{=}$, Mg^{2+} y SiO_2 . Este conjunto de características permiten asimilarla al grupo de muestras fuertemente alcalinas ($\text{pH} > 11$) asociadas a peridotitas, en el que se integran otros manantiales tales como La Hedionda (\square), Río Horcajos (∇) y Baños del Puerto (\blacksquare)*.

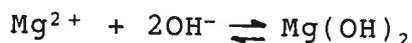
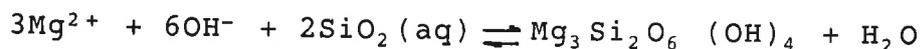
La abundancia de costras calcáreas en el entorno próximo de la surgencia, es la consecuencia de los procesos de precipitación de carbonatos que tienen lugar por efecto del elevado pH. Los diagramas de saturación respecto a calcita y magnesita de la fig. 1 indican que, en efecto, la muestra () se encuentra saturada en estas especies; no así respecto al CaSO_4 , más soluble que los carbonatos cálcico y magnésico. La gráfica correspondiente al cuarzo indica una baja sobresaturación.

La justificación a valores de pH tan elevados en aguas asociadas a peridotitas, se atribuye a los procesos de hidrólisis de los minerales ferromagnesianos que entran en su composición. En el caso, por ejemplo, de la forsterita se tiene:



* La simbología corresponde a las figuras 1 y 2

A su vez, ello puede dar lugar a la formación de minerales secundarios como serpentina y brucita,



que implican un descenso en la concentración de SiO_2 y Mg^{2+} , que justificaría las bajas concentraciones de estas especies en la muestra analizada. En el caso de la sílice hay que recordar además su escaso contenido en las rocas ultrabásicas. La fig. 2 refleja que para los minerales antes citados así como para otros característicos de este tipo de rocas (ensatita, diópsido, forsterita-fayalita), existen condiciones de sobresaturación, al igual que las restantes muestras del grupo anteriormente citado.

La presencia en el manantial de bacterias sulfatorreductoras constituye un factor de control de la concentración de $\text{SO}_4^{=}$, puesto que dichos organismos transforman este anión en H_2S , que se libera como gas, en tal sentido este proceso ha de contribuir al bajo contenido en sulfatos del manantial.

A diferencia de las tres restantes surgencias del grupo de fuertemente básicas, todas cloruradas sódicas, la presente resulta bicarbonatada cálcica-sódica. No obstante, la concentración en meq/l de Cl^- y Na^+ es respectivamente próxima a la de los iones HCO_3^- y Ca^{2+} .

No se dispone de precedentes analíticos que permitan evaluar la evolución temporal de la composición del agua.

La muestra de gas recogida tiene como componente predominante el nitrógeno (95%V). Al igual que en otros manan-

tiales sulfhídricos* de la provincia de Málaga (Fuente Hedionda de Ronda, Baños del Puerto, etc.), el gas es rico en metano -3,9%-, lo que permite formular la hipótesis de un origen bacteriano para ambas especies. El bajo contenido de O_2 unido al predominio del nitrógeno, son indicativos de que el gas es fundamentalmente aire reducido, que ha perdido una fracción importante del oxígeno en el circuito subterráneo, y adquirido otros gases como el H_2 , CH_4 y H_2S .

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el grupo de manantiales de Monte del Duque que vendría condicionada a la zona de contacto de la roca ultrabásica con la serie gneisica alpujárride y a la distribución de los cursos de agua superficial que discurren en la peridotita que incidirán de una manera prioritaria en la alimentación de dichos manantiales y según se muestra en la figura se ha pretendido envolver parte del afloramiento peridotítico y la zona de contacto con los materiales alpujárrides más próxima a los manantiales.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

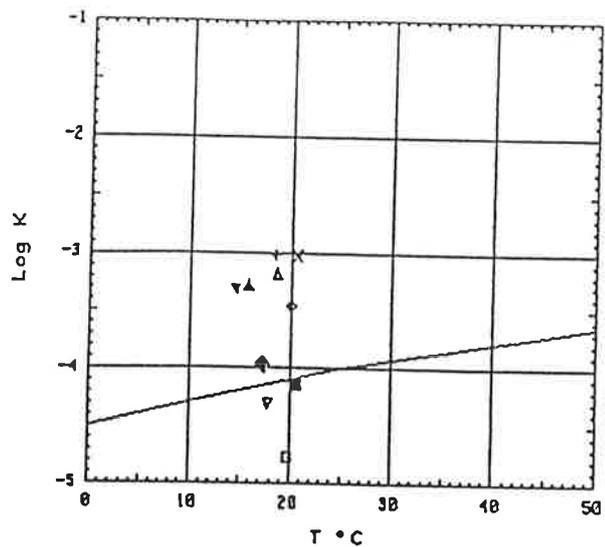
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 14/45 (Cortes de la Frontera). MAGNA-ITGE.

* No se ha podido obtener volumen de muestra suficiente para el análisis de H_2S , si bien su presencia se detecta por vía organolopéptica.

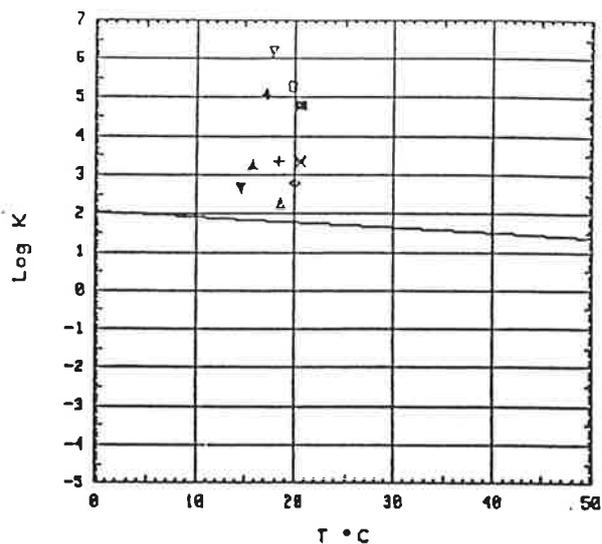
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 16/46 (Jimena de la Frontera). MAGNA-ITGE.

- INFORME HIDROGEOLOGICO DE AGUA DEL MONTE DEL DUQUE. R. Cabanas, 1987.

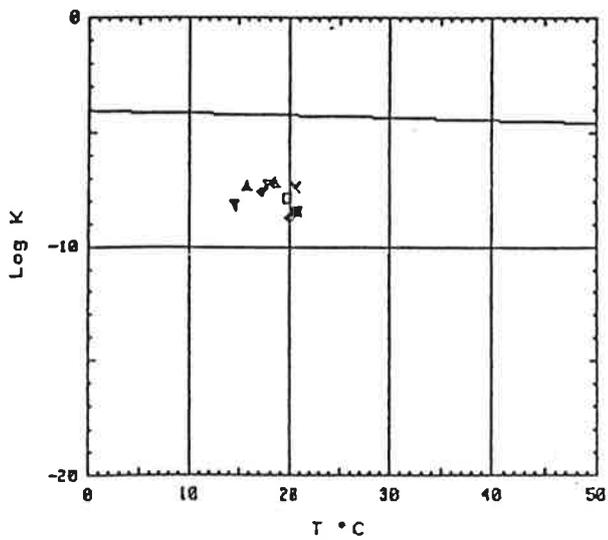
CUARZO



CALCITA



ANHIDRITA



MAGNESITA

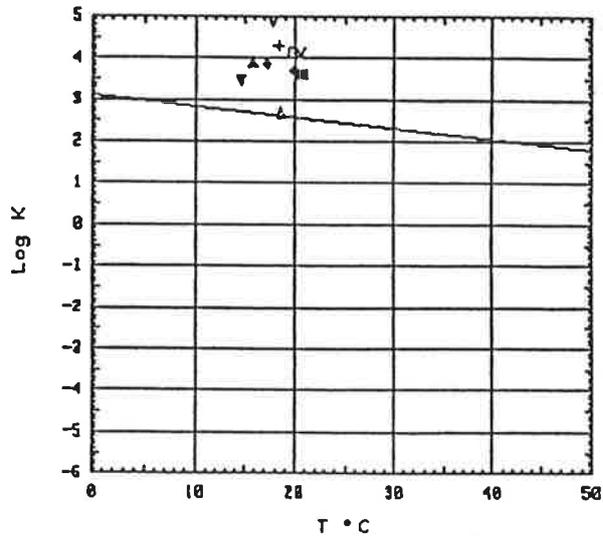


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION BAÑOS DEL DUQUE (◆)

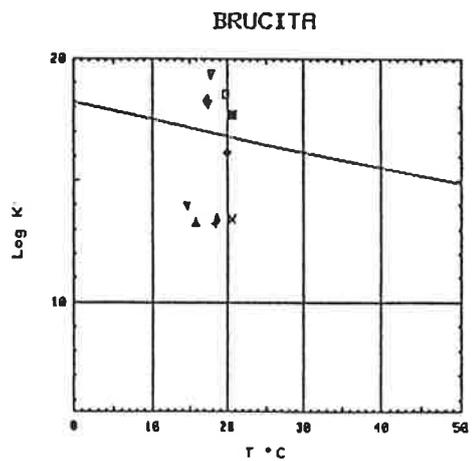
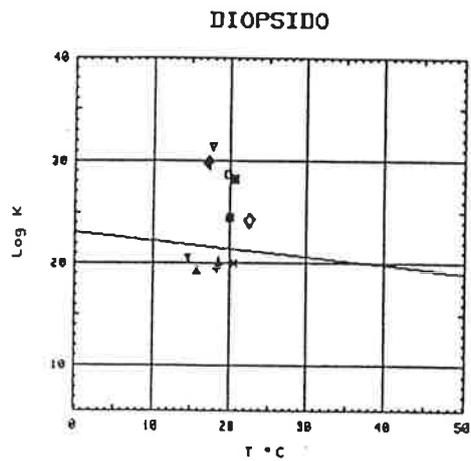
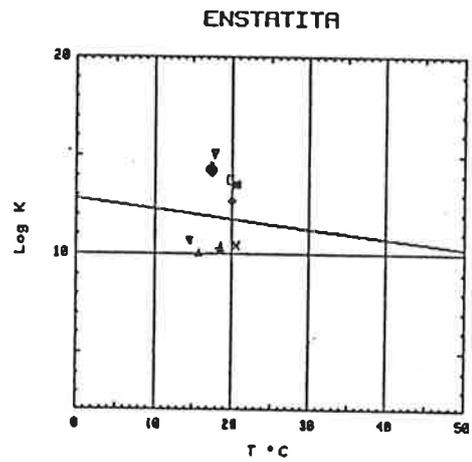
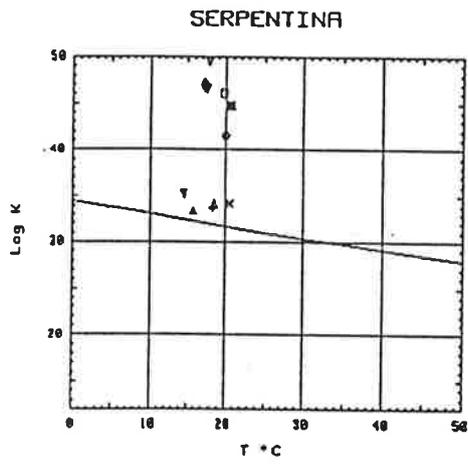
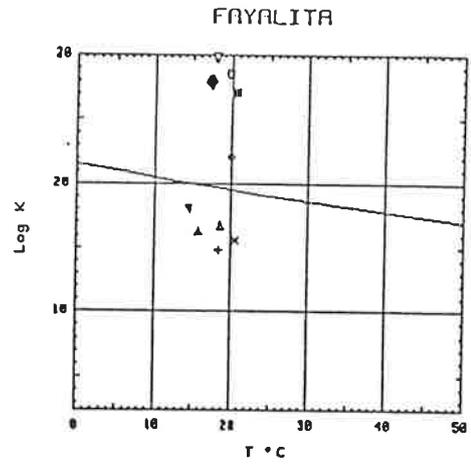
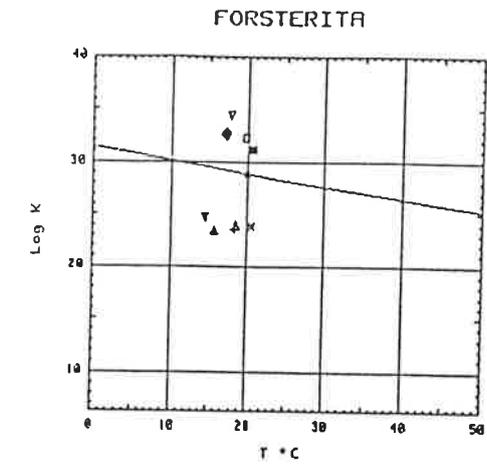


FIG. 3.- DIAGRAMAS DE SATURACION BAÑOS DEL DUQUE (♦)

ANÁLISIS QUÍMICO

DESIGNACIÓN: BAÑOS DEL DUQUE
FECHA:

TEMPERATURA (°C): 17.2 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 198
pH a 17°C: 11.40 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 72
pH a 18°C: 10.70 Eh campo (mV): -305

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	79.00	1.295	1.295	44.34
CO3=	16.00	.267	.533	18.26
SO4=	6.00	.062	.125	4.28
Cl-	33.00	.931	.931	31.88
F-	<5.0E-1	.026	.026	.90
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.28
SiO2 (H4SiO4)	7.1	.118	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	.050	.001	.002	.05
TOTAL....	142.160	2.708	2.920	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	28.00	1.218	1.218	43.63
K+	3.00	.077	.077	2.75
Ca++	27.00	.674	1.347	48.26
Mg++	1.00	.041	.082	2.95
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.26
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.99
NH4+	.010	.001	.001	.02
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	.01
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	.070	.001	.002	.08
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.06
TOTAL....	59.705	2.038	2.792	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >Cl- >SO4= >F-
FORMULA CATIONICA: Ca++ >Na+ >Mg++ >K+

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.357	Cl/Na =	.764	(SO4*Ca)^1/2 =	.416
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	1.279	Cl/(Na+K) =	.719	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.400
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	1.312	SO4/Ca =	.093	Mg/Ca =	.061
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.366	SO4/(Ca+Mg) =	.087	Cl/CO3H =	.719

ARCHIVO EN DISCO: MM29 (AMA5-29)

	ppm
R.S. 110°C	113
D.Q.O.	0,4
Cl-	-
Cd	<0,001
Cr	0,010
As	-
Se	-
Hg	-

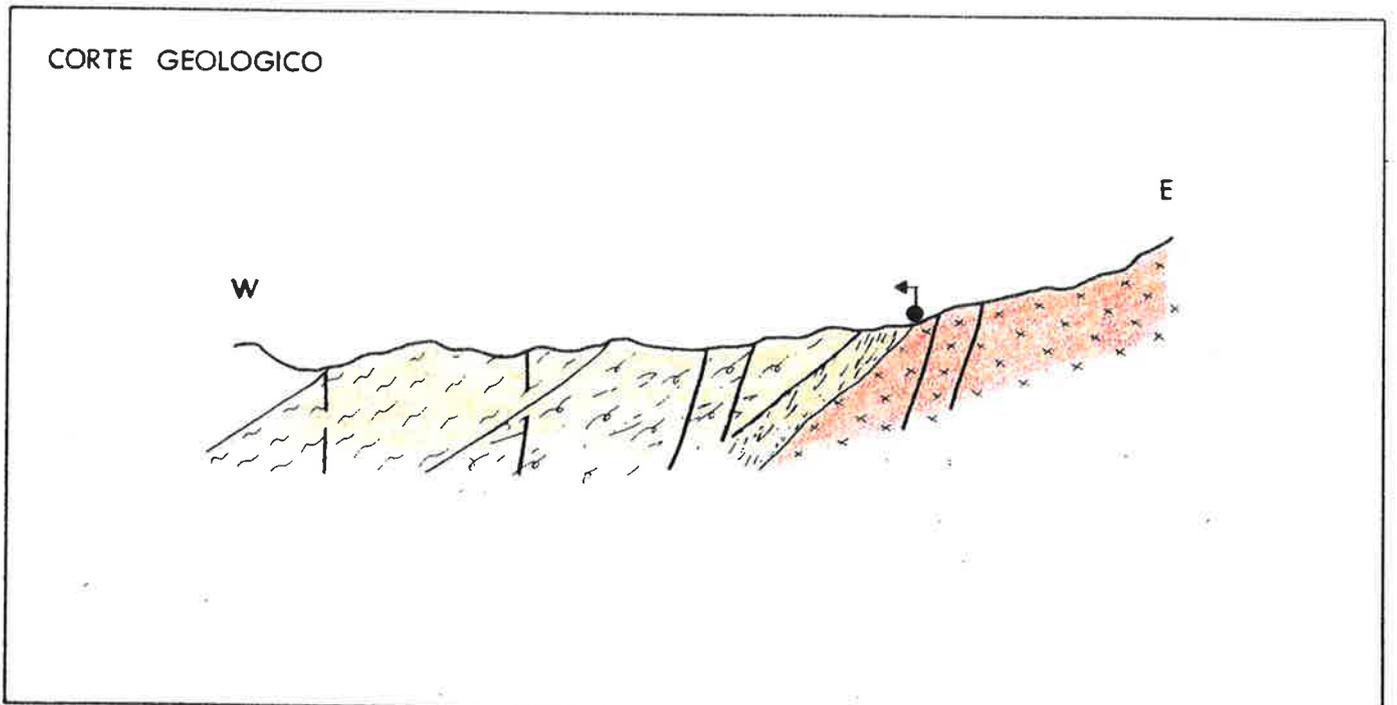
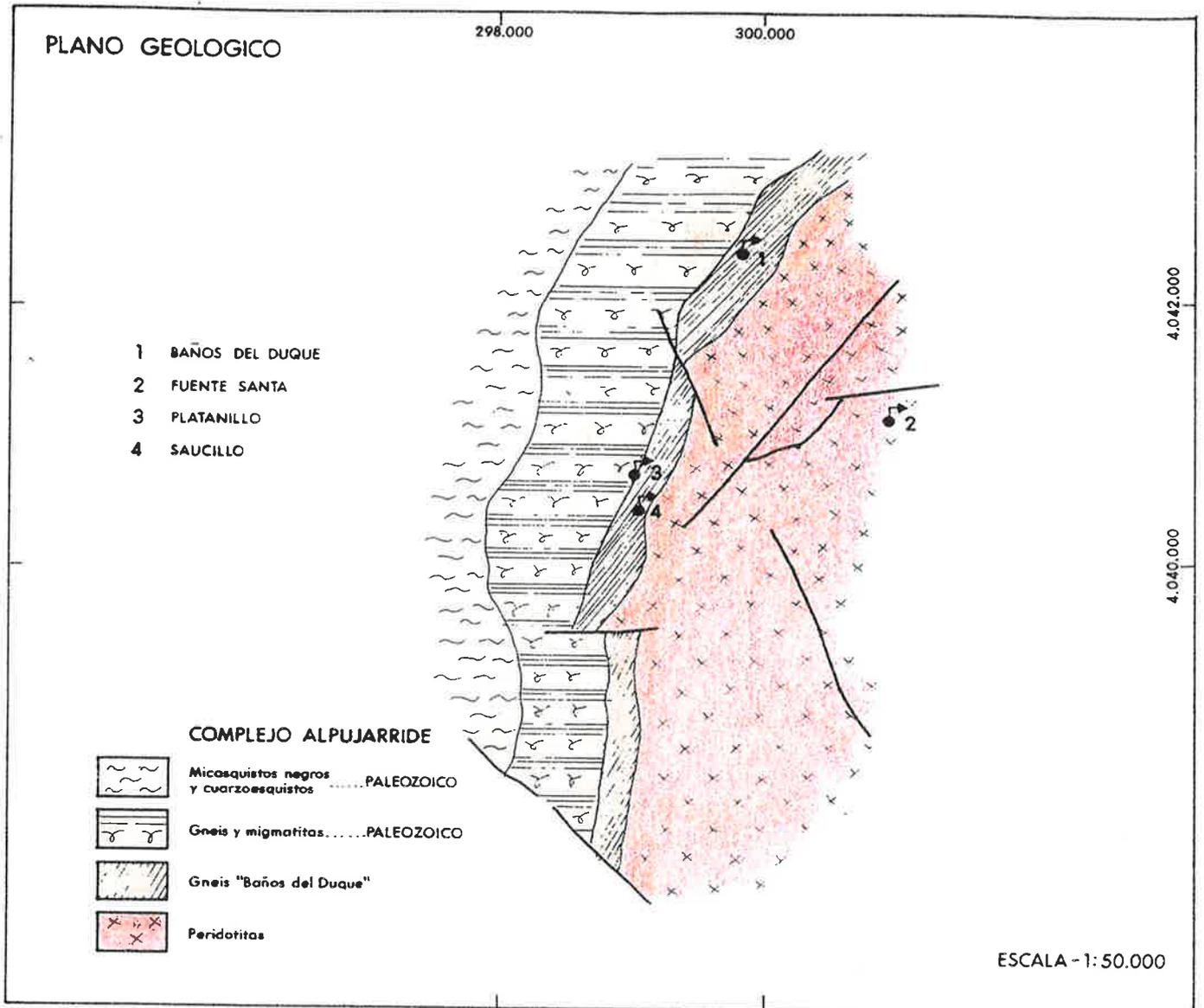
ANÁLISIS DE GASES

MUESTRA: AMA5-29

	<u>%V</u>
He	<0,0010
H ₂	0,0020
O ₂	1,0
N ₂	95
CH ₄	3,9
CO ₂	<0,03

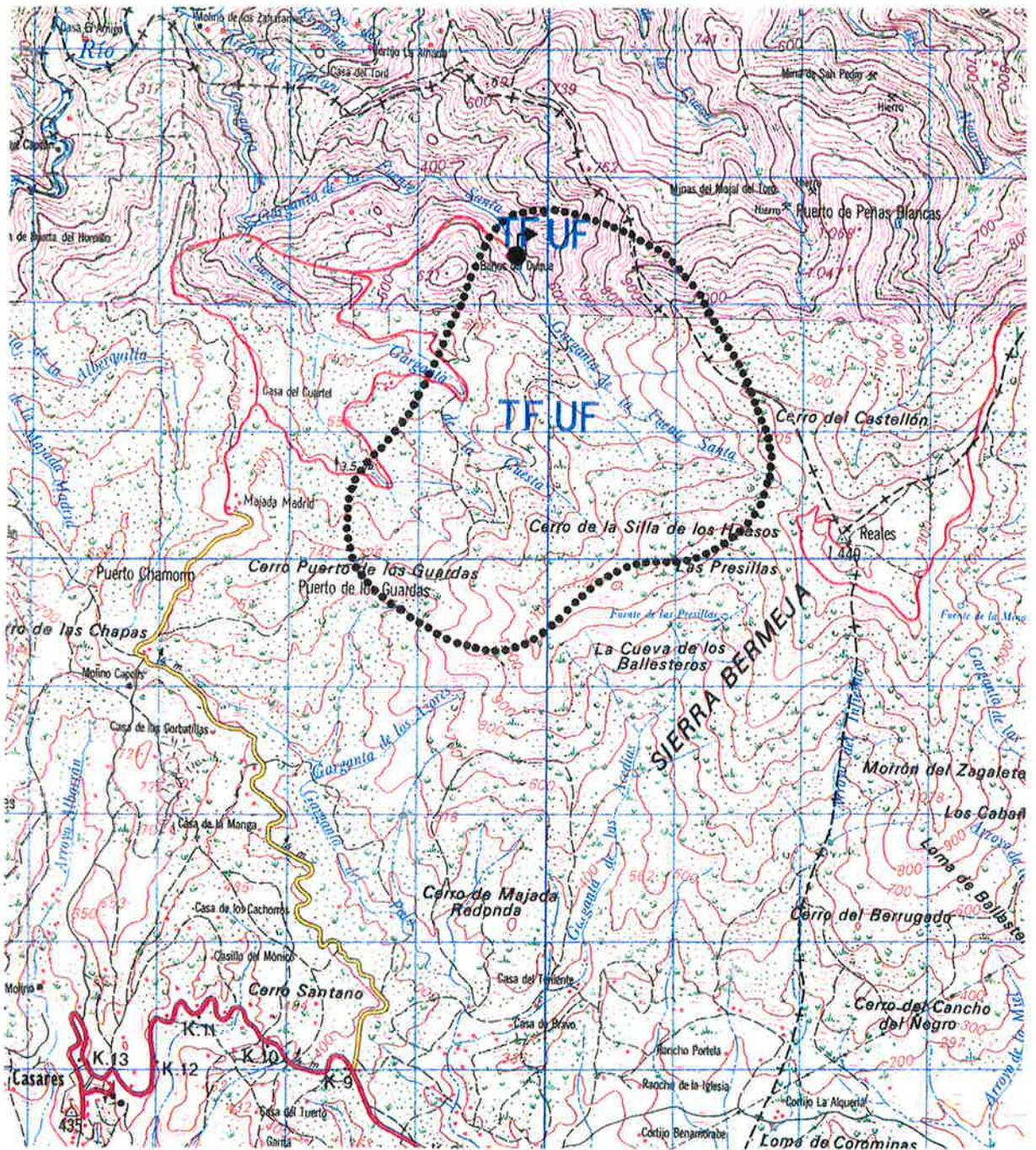
H₂S(campo): Indicios

BAÑOS DEL DUQUE (CASARES)



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

BAÑOS DEL DUQUE



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL EL MADROÑO (MÁLAGA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de El Madroño, se encuentra situado al NO de la ciudad de Málaga, a la altura de la barriada del Puerto de la Torre, situada en la carretera comarcal de Málaga a Antequera. Su acceso se realiza desde esta barriada, hacia el Norte, a través de distintas urbanizaciones, que prácticamente ya han alcanzado a este manantial, y que muy probablemente en breve espacio de tiempo quede englobado dentro del núcleo urbano. Su distancia al centro de Málaga se aproxima a los 6 km.

Se ubica dentro de la hoja topográfica nº 17/44 (Málaga) a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 368.475 e Y = 4068100, siendo su cota de 160 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION DE DATOS HISTORICOS

El manantial de El Madroño tradicionalmente se consideraba como agua minero-medicinal, consumiéndose principalmente en la ciudad de Málaga y su entorno.

Se tiene poca documentación acerca del historial del manantial en su etapa en que fue aprovechado para su envasado.

En Jefatura de Minas, existe un expediente de concesión de explotación de fecha 8 de febrero de 1969 y fue declarada de utilidad pública en el BOE del 15 de Mayo de 1970.

La planta de envasado se ubicaba en el Cortijo Morales de Puerto de la Torre, llevándose en caballería el agua hasta la planta, y su envasado era manual. Por la información oral recogida en este punto, el período de envasado posiblemente estuviera comprendido entre los años de 1966 a 1975. Su caudal siempre fue muy pequeño, su aforo realizado en febrero de 1990 fue de 0,2 l/s.

En el informe del ITGE de 1986 sobre las aguas mine-ro-medicinales, minero-industriales y de bebidas envasadas se recoge este punto en la relación de inventario. Actualmente su estado es casi de abandono, siendo utilizado como fuente pública.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el manantial del Madroño se enmarca dentro del dominio del Complejo Malaguide que representa el dominio más alto dentro de la diferenciación en el Sistema Bético (Nevado Filábride, Alpujárride y Malaguide), y que ocupa, una gran banda E-O en la mitad Sur de la provincia de Málaga. Conviene resaltar aquí, por su representatividad a escala regional, la presencia de una unidad llamada de Benamocarra, que se sitúa entre el Alpujárride y Malaguide y que su ubicación en uno u otro complejo es motivo de duda.

La complejidad estratigráfica que presenta el Maláquide es grande, y se ve además exacerbada en su comprensión por el intenso plegamiento de las series. Esquemáticamente se pueden separar dos conjuntos estratigráficos de categoría y evo-

lución bien diferentes. Uno inferior con metamorfismo regional débil, con series dotadas como paleozoicas en las partes altas y otra superior sin metamorfismo alguno, que se apoya discordantemente sobre el anterior y que comprende una edad desde el Permotrias al Eoceno. Esquemáticamente se han diferenciado los siguientes términos de muro a techo:

- Filitas inferiores, metareniscas y conglomerados de cuarzo. Para el conjunto de esta formación se ha estimado una potencia de 500 m, está limitada por contactos mecánicos, lo cual hace variable su potencia, atribuyéndosele una edad presilurica ya que se trata de una serie azoica. Hay que destacar en este paquete la existencia de numerosos diques de diabasas, generalmente subverticales y de escasa potencia.
- Calizas, filitas y grauvacas. Se trata de las llamadas calizas azules o calizas "alabeadas", con intercalaciones de filitas y areniscas. La potencia mínima es del orden de 400 metros y su edad ha sido determinada a partir de los conodontos en niveles carbonatados superiores. En conjunto se le atribuye a toda la formación una edad silúrica. Son menos frecuentes aquí los diques de diabasas.
- Grauvacas, filitas y conglomerados poligénicos. Esta serie de conglomerados o sus equivalentes, fueron descritos por Blumenthal con el nombre de "conglomerado de Marbella" y que generalmente ocupa una posición hacia el techo. Se estima al menos una potencia mínima de 300 m y su edad abarca desde el Devónico al Carbonífero.

Conjunto Superior

- Areniscas, conglomerados, arcillas y yesos. Representan a facies de carácter marcadamente continental de tonos muy rojos. La potencia en todo el conjunto es muy variable y puede alcanzar los 150 m y se le atribuye una edad permotriásica.
- Dolomías y calizas blancas. En conjunto alcanzan espesores que pueden sobrepasar los 100 metros y la edad comprende desde el Lías al Cretáceo.
- Calizas y margas. Corresponden al Eoceno y su potencia máxima es de unos 50 metros.

Al SO de Vélez Málaga el Complejo Maláquide comprende dos unidades, la más septentrional es la Unidad de Iznate, constituída exclusivamente por materiales esquistosos atribuibles al Silúrico y la más meridional Unidad de Almayate con una sucesión más completa.

- Esquistos de la Unidad de Benamocarra

Esta unidad aflora extensamente en el área de Vélez Málaga, formada por micasquistos y cuarzo-esquistos azulados y grises muy oscuros, encajando en la serie abundantes diques de rocas maficas muy alteradas.

Algunos autores consideran que la Unidad de Benamocarra podría ser un elemento más alto dentro del Complejo Alpujárride, con un menor grado de metamorfismo. Su edad se atribuye al Paleozoico.

Los sedimentos postmanto, atribuidos al Mioceno y Plioceno están representados por una serie de afloramientos que se sitúan en la llanura costera rellenando la Hoya de Málaga. Son sedimentos marinos con abundante fauna de edad Andaluciense-Plioceno. Litológicamente se pueden distinguir arcillas y/o margas, arenas y conglomerados. Las arcillas se sitúan en la base y las areniscas a techo, mientras que los conglomerados es una facies típica de borde.

Finalmente el Cuaternario que está ampliamente desarrollado en la llamada Hoya de Málaga, por su origen se distinguen cuaternarios marinos y continentales, destacando los depósitos aluviales que se desarrollan en las ramblas que drenan los Montes de Málaga y especialmente en el bajo Guadalhorce.

2.1.- TECTONICA

El apilamiento de mantos de corrimiento constituye el edificio estructural del dominio bético, Complejo Nevado-Filábride, Alpujárride y Maláquide, a escala regional. Dentro del Complejo Maláquide, existen además otras superficies tectónicas, prácticamente cualquier cambio de litología a la escala de formación se expresa aquí por contacto mecánico.

Las deformaciones internas del Maláquide definen tres fases: Una primera responsable de esquistosidad o pizarrosidad S_1 más potente. Otra que produce pliegues isoclinales apretados siendo paralelos a S_1 , se observan fundamentalmente en las calizas alabeadas. Finalmente una tercera fase responsable del alabeo de las calizas.

Existen datos que evidencian que la actividad tectónica ha proseguido después del apilamiento de mantos, refleja-

dos en los siguientes hechos: superficies tectónicas que individualizan los mantos y escamas se encuentran plegadas, definición de un plegamento de gran radio de dirección N-S, presencia de series pliocenas marinas a cotas muy diversas (hasta 100 m) con buzamiento constante al Sur y finalmente las playas antiguas señalan que la línea de costa ha sufrido variaciones verticales según curvaturas de gran radio.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

En los materiales paleozoicos maláquides, son frecuentes las manifestaciones de pozos generalmente de poca profundidad de manantiales de débiles caudales como el caso que aquí nos ocupa, y que a nivel local pueden tener su importancia y solucionar más de un problema de abastecimiento o de regadío, pero sin embargo, en un principio se escapan del esquema clásico del modelo de acuífero establecido, bien en la provincia de Málaga, o en otras limítrofes. Se trata de materiales que en conjunto se comportan como materiales de baja permeabilidad, por ser series "apizarradas" no dejando almacenar agua en su contexto, solamente la presencia de niveles calizos, lentejones cuarcíticos, diques de cuarzo o de diabasa, aparte de una mayor fracturación, diaclasamento o alteración de estas series permiten la circulación de agua según unas direcciones preferentes originando estos tipos de surgencias o captaciones.

Por otro lado el desarrollo de suelos sobre la superficie, de estas series pizarrosas, y la acumulación de materiales sueltos en el fondo de valles pueden originar reservas de mayor o menor magnitud, dando lugar a pequeños acuíferos que pueden ser captados en los puntos de más baja cota, dependiendo además de su cuenca de recepción.

La presencia además de numerosas redes de diques, sobre todo en las series basales del Complejo Maláguide, con delgadas zonas de alteración en la pared con la roca de capa facilitan la circulación del agua subterránea hacia zona más bajas, tanto lateral como verticalmente.

El manantial del Madroño, es una surgencia a través de una pequeña galería de dirección Este-Oeste en los esquistos del Carbonífero Malaguide, y en su entorno aparecen a cota más alta unos niveles de calizas alabeados devonianas que podrían tener alguna conexión hidráulica con el manantial. Su caudal aforado en marzo de 1990 fue inferior a 0,2 l/s, y en visitas posteriores el caudal apenas llegaba a 0,1 l/s.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

La muestra presenta conductividad moderada-baja (420 $\mu\text{S}/\text{cm}$), $\text{pH}_{\text{campo}} = 7,79$ y $16,8^\circ\text{C}$. Los iones predominantes son HCO_3^- y Ca^{2+} , seguidos de Cl^- y Na^+ si bien en concentración muy inferior.

Los diagramas de saturación (fig.1) indican que la muestra se halla ligeramente sobresaturada en calcita y dolomita, y subsaturada respecto a facies sulfatadas. Estos datos y la propia composición del agua, apuntan hacia la hipótesis propuesta en el apartado precedente acerca de una posible conexión hidráulica del manantial con las calizas alabeadas devónicas.

El examen del contenido en elementos traza evidencia la presencia de concentraciones apreciables de cromo y arsénico: 85 y 35 mg/l respectivamente, cuyo máximo admisible para aguas de bebida es en ambos casos de 50 mg/l según la legislación vigente. Sería preciso dilucidar si se trata de

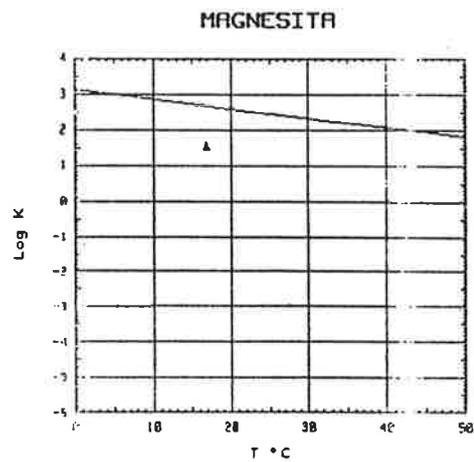
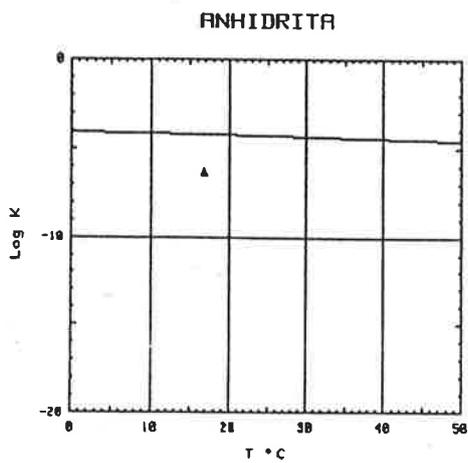
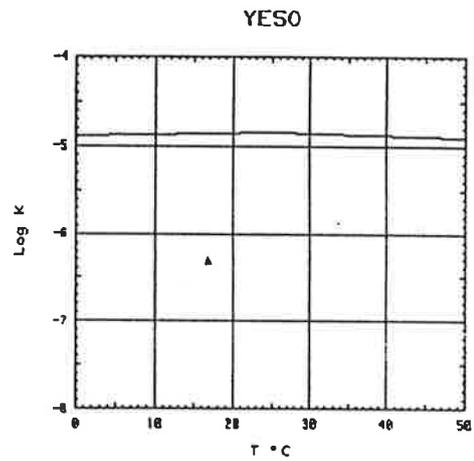
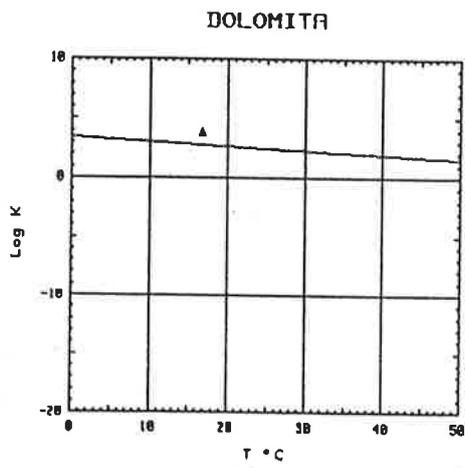
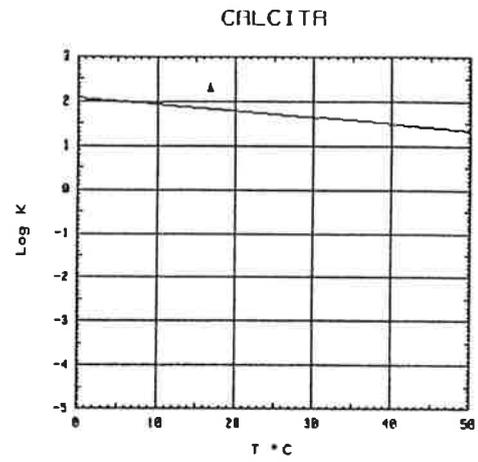
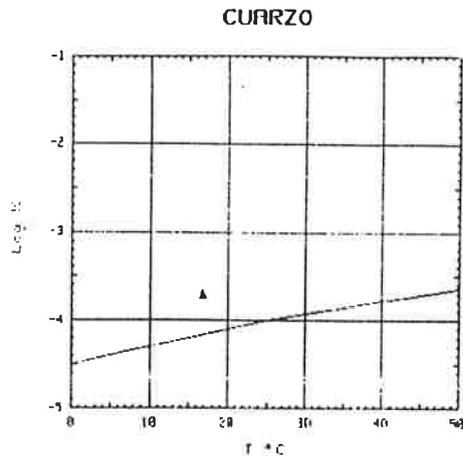


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL EL MADROÑO

ANÁLISIS QUÍMICO

DENOMINACION: EL MADROÑO
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 16.8	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 420
pH a 16°C: 7.75	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 274
pH a 18°C: 7.40	Eh campo (mV): 188

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	233.00	3.819	3.819	62.18
CO3=	-	-	-	-
SO4=	43.00	.448	.895	14.58
Cl-	49.00	1.382	1.382	22.51
F-	<5.0E-1	.026	.026	.43
NO3-	1.00	.016	.016	.26
SiO2 (H4SiO4)	13.2	.220	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.070	.001	.002	.04
TOTAL....	339.780	5.912	6.141	-
CACIONES				
Na+	23.00	1.001	1.001	15.32
K+	-	-	-	-
Ca++	93.00	2.320	4.641	71.05
Mg++	10.00	.411	.823	12.60
Fe++	.020	0.000	.001	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.11
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.85
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	126.695	3.761	6.531	-

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >Cl- >SO4= >F-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Na+ >Mg++ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA --- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.823	Cl/Na =	1.382	(SO4*Ca) ^{1/2} =	2.038
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.699	Cl/(Na+K) =	1.382	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.404
((CO3H) ² *Ca) ^{1/3} =	4.075	SO4/Ca =	.193	Mg/Ca =	.177
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.863	SO4/(Ca+Mg) =	.164	Cl/CO3H =	.362

ARCHIVO EN DISCO: MMM12 (AMA5-12)

	<u>ppm</u>
R.S. 110°C	295
D.Q.O.	0,5
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,085
As	0,035
Se	-
Hg	-

concentraciones de origen natural, o bien inducidas por factores externos.

No se dispone de datos para evaluar la estabilidad temporal de la muestra.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección conjunta para el manantial de El Madroño y los pozos de Fuente Alegre, que vendrá condicionada a la distribución y morfología de los cursos de agua superficiales y los afloramientos de calizas devónicas de su entorno que incidirán de una manera prioritaria en la alimentación de dichos puntos.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

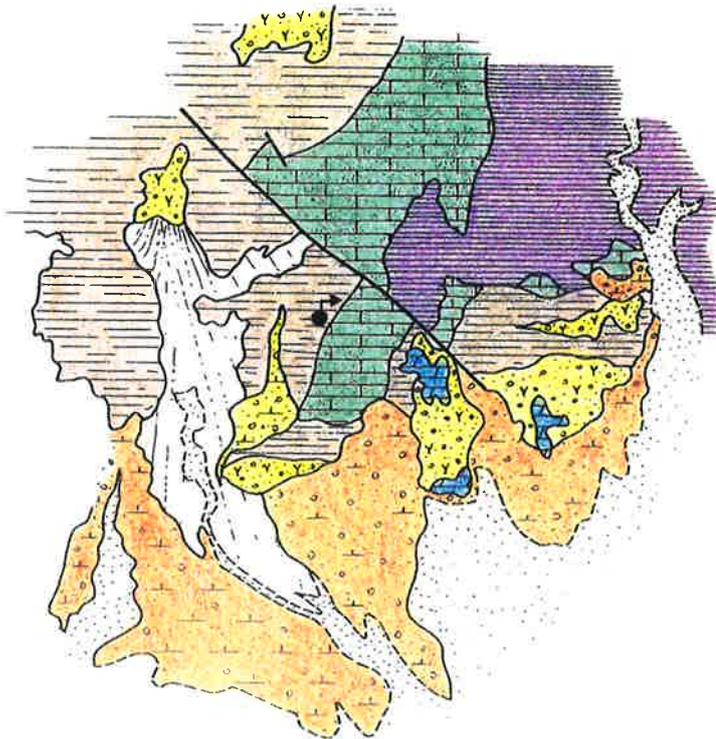
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 153/67 (Málaga, Torremolinos). MAGNA-ITGE.

EL MADROÑO (MALAGA)

PLANO GEOLOGICO

368.000

370.000



4.069.000

4.067.000

COMPLEJO MALAGUIDE



Indiferenciado CUATERNARIO



Piedemonte PLIOCUATERNARIO



Conglomerados areniscas y margas MIOCENO-PLIOCENO



Dolomias LIAS



Areniscas, conglomerados yesos y arcillas, PERMICO



Grauvacas, filitas y conglomerados CARBONIFERO



Calizas alabeadas DEVONICO



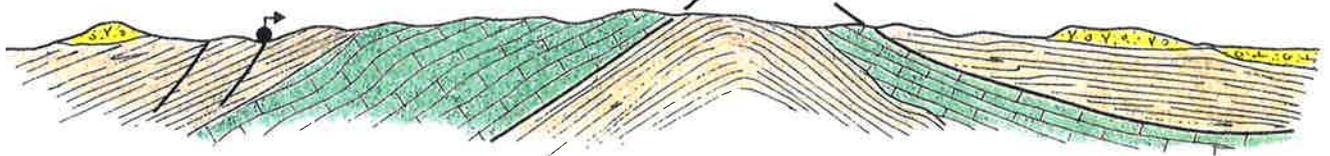
Filitas, esquistos y metaconglomerados SILURICO

ESCALA - 1:50.000

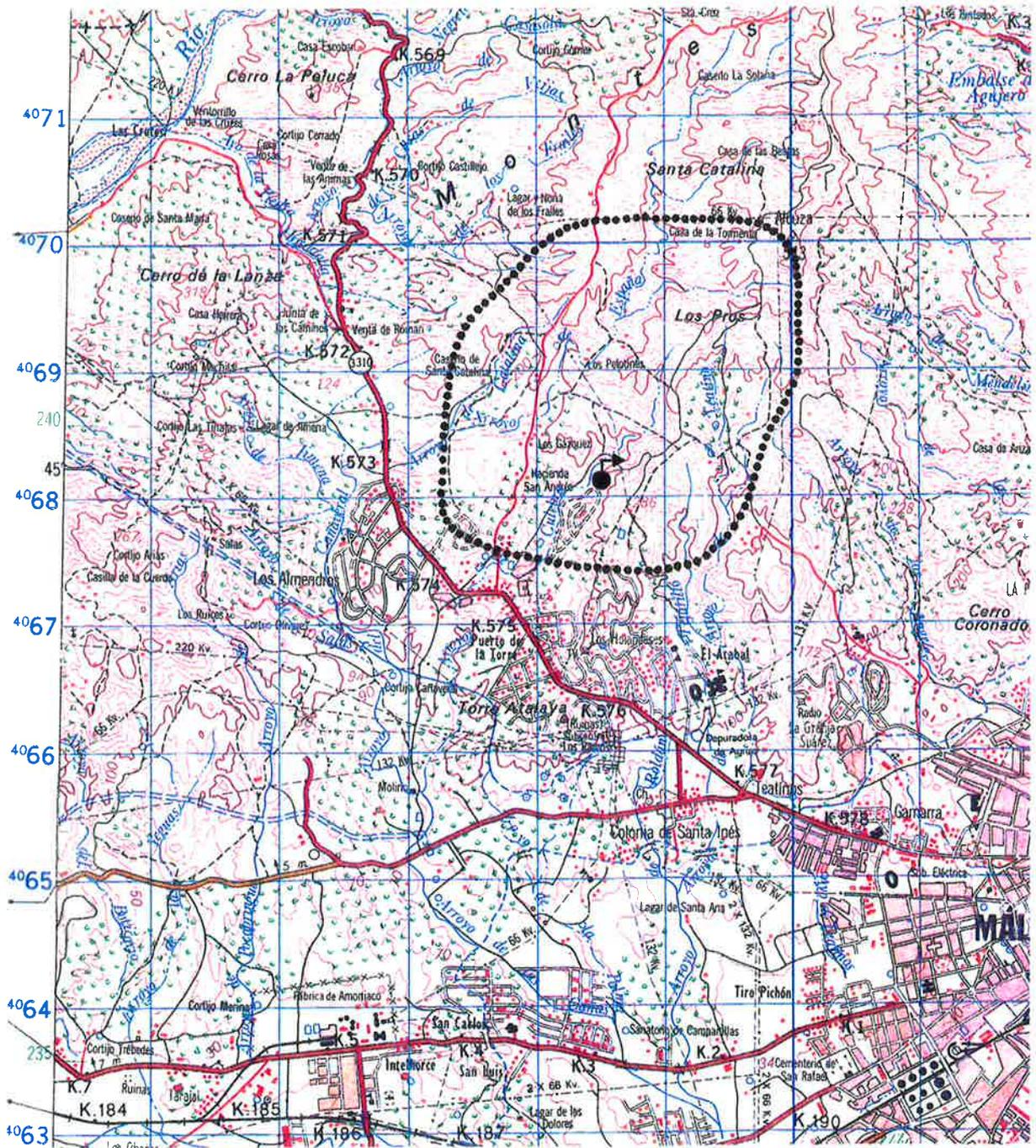
CORTE GEOLOGICO

NW

SE



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION EL MADROÑO



ESCALA - 1 : 50.000

MANANTIAL FUENTE ALEGRE (MALAGA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Fuente Alegre se encuentra situado al NO de la ciudad de Málaga, en la barriada de Puerto de la Torre, y en la finca de Fuente Alegre, antiguo paraje de "Lagar Gallego", y recorrida por los arroyos de La Salud hacia el Norte y Arroyo del Moral hacia el Sur. Su distancia al centro de Málaga se aproxima a los 6 km, y en línea recta dista unos 700 m del manantial del Madroño.

Se ubica dentro de la hoja Topográfica nº 17/44 (Málaga) a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 367750 e Y = 4068200, siendo su cota de 130 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Bajo el nombre de "manantial de Fuente Alegre" se engloban a tres puntos denominados:

- Manantial nº 1, consistente en una galería, actualmente enterrada y fue la primera que se empezó a explotar como Fuente de Salud, hacia 1943.

- Manantial nº 2, se trata de un pozo de 2 metros de diámetro y unos 20 metros de profundidad, con un caudal de 3 l/s (1967).

- Manantial nº 3, consiste en un sondeo entubado con un diámetro inicial de 40 cm y 30 metros de profundidad. Su aforo (1967) fue de 4 l/s. La distancia entre los dos primeros puntos es de 250 metros mientras que entre los dos últimos es de sólo 35 metros.

La primera información que se ha obtenido acerca de la utilización de este manantial consta en el Boletín Oficial del Estado de fecha 12-6-1943, en orden de 9/6/43 por lo que se declara de utilidad pública el manantial de aguas mine-ro-medicinales "Fuente Salud" en el término de Málaga, a propuesta del expediente instruido por D. José Alcalá Marias, cambiando de denominación en octubre de 1947 por Fuente Alegre, y en enero de 1944 se solicita un polígono de protección de 19 cuadrículas mineras, en dicho informe se adjunta un plano de inventario de los puntos de agua circundantes en donde aparece en el arroyo del Moral, un pozo denominado de agua ferruginosa, perímetro que resulta aprobado en escrito de la Jefatura de Minas de Granada en marzo de 1944.

Durante este período no se describe que tipo de planta de envasado existía, parece ser que era muy rudimentaria y manual.

En 1967, la empresa propietaria del manantial Explotaciones de Agua y Terrenos, S.A. con sede en Málaga, solicita el aprovechamiento de los manantiales Fuente Alegre 2 y 3, acompañado por informes de determinaciones físico-químicas del profesor Dr. Román Casares, catedrático de Bromotología de la Universidad de Madrid, al igual que se acompaña un proyecto de ampliación de la planta embotelladora, capaz de producir durante la jornada normal de trabajo el llenado de 300 botellas de 1/4 l, 700 de 1/3 l, 250 de 1/2 l, 600 de 1 l, 100 garrafas de 5 litros y 75 de 8 litros. En resolución de

la Delegación Provincial de Industria de Málaga de 9 de septiembre de 1970, autorizan la explotación de Fuente Alegre 3, y en resolución de 14 de julio de 1971, se autoriza la explotación de Fuente Alegre nº 2.

En el archivo del ITGE, constan las correspondientes solicitudes de concesión de agua minero-medicinal de Fuente Alegre 2 y 3, de 1969. También viene publicado en el Mapa de Inventario de puntos de agua minero-medicinal del ITGE de 1947 y 1986, y en la revista Noticiario Turístico nº 245 de 1968, viene en la relación de empresas que envasan sus agua.

La situación actual tanto de los pozos como de la planta es de completo abandono. La planta de envasado dejó de funcionar hacia 1975, el manantial o galería Fuente Alegre 1, está tapado por una escombrera, y los otros dos pozos se encuentran ya dentro de una construcción civil.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el manantial de Fuente Alegre se enmarca dentro del dominio del Complejo Malaguide que representa el dominio más alto dentro de la diferenciación en el Sistema Bético (Nevado Filábride, Alpujárride y Malaguide), y que ocupa, una gran banda E-O en la mitad Sur de la provincia de Málaga. Conviene resaltar aquí, por su representatividad a escala regional, la presencia de una unidad llamada de Benamocarra, que se sitúa entre el Alpujárride y Malaguide y que su ubicación en uno u otro complejo es motivo de duda.

La complejidad estratigráfica que presenta el Maláquide es grande, y se ve además exacerbada en su comprensión por el intenso plegamiento de las series. Esquemáticamente se pue-

den separar dos conjuntos estratigráficos de categoría y evolución bien diferentes. Uno inferior con metamorfismo regional débil, con series dotadas como paleozoicas en las partes altas y otra superior sin metamorfismo alguno, que se apoya discordantemente sobre el anterior y que comprende una edad desde el Permotrias al Eoceno. Esquemáticamente se han diferenciado los siguientes términos de muro a techo:

- Filitas inferiores, metareniscas y conglomerados de cuarzo. Para el conjunto de esta formación se ha estimado una potencia de 500 m, está limitada por contactos mecánicos, lo cual hace variable su potencia, atribuyéndosele una edad presilurica ya que se trata de una serie azoica. Hay que destacar en este paquete la existencia de numerosos diques de diabasas, generalmente subverticales y de escasa potencia.
- Calizas, filitas y grauvacas. Se trata de las llamadas calizas azules o calizas "alabeadas", con intercalaciones de filitas y areniscas. La potencia mínima es del orden de 400 metros y su edad ha sido determinada a partir de los conodontos en niveles carbonatados superiores. En conjunto se le atribuye a toda la formación una edad silúrica. Son menos frecuentes aquí los diques de diabasas.
- Grauvacas, filitas y conglomerados poligénicos. Esta serie de conglomerados o sus equivalentes, fueron descritos por Blumenthal con el nombre de "conglomerado de Marbella" y que generalmente ocupa una posición hacia el techo. Se estima al menos una potencia mínima de 300 m y su edad abarca desde el Devónico al Carbonífero.

Conjunto Superior

- Areniscas, conglomerados, arcillas y yesos. Representan a facies de carácter marcadamente continental de tonos muy rojos. La potencia en todo el conjunto es muy variable y puede alcanzar los 150 m y se le atribuye una edad permotriásica.
- Dolomías y calizas blancas. En conjunto alcanzan espesores que pueden sobrepasar los 100 metros y la edad comprende desde el Lías al Cretáceo.
- Calizas y margas. Corresponden al Eoceno y su potencia máxima es de unos 50 metros.

Al SO de Vélez Málaga el Complejo Maláquide comprende dos unidades, la más septentrional es la Unidad de Iznate, constituida exclusivamente por materiales esquistosos atribuibles al Silúrico y la más meridional Unidad de Almayate con una sucesión más completa.

- Esquistos de la Unidad de Benamocarra

Esta unidad aflora extensamente en el área de Vélez Málaga, formada por micasquistos y cuarzo-esquistos azulados y grises muy oscuros, encajando en la serie abundantes diques de rocas máficas muy alteradas.

Algunos autores consideran que la Unidad de Benamocarra podría ser un elemento más alto dentro del Complejo Alpujárride, con un menor grado de metamorfismo. Su edad se atribuye al Paleozoico.

Los sedimentos postmanto, atribuidos al Mioceno y Plioceno están representados por una serie de afloramientos que se sitúan en la llanura costera rellenando la Hoya de Málaga. Son sedimentos marinos con abundante fauna de edad Andaluciense-Plioceno. Litológicamente se pueden distinguir arcillas y/o margas, arenas y conglomerados. Las arcillas se sitúan en la base y las areniscas a techo, mientras que los conglomerados es una facies típica de borde.

Finalmente el Cuaternario que está ampliamente desarrollado en la llamada Hoya de Málaga, por su origen se distinguen cuaternarios marinos y continentales, destacando los depósitos aluviales que se desarrollan en las ramblas que drenan los Montes de Málaga y especialmente en el bajo Guadalhorce.

2.1.- TECTONICA

El apilamiento de mantos de corrimiento constituye el edificio estructural del dominio bético, Complejo Nevado-Filábride, Alpujárride y Maláquide, a escala regional. Dentro del Complejo Maláquide, existen además otras superficies tectónicas, prácticamente cualquier cambio de litología a la escala de formación se expresa aquí por contacto mecánico.

Las deformaciones internas del Maláquide definen tres fases: Una primera responsable de esquistosidad o pizarrosidad S_1 más potente. Otra que produce pliegues isoclinales apretados siendo paralelos a S_1 , se observan fundamentalmente en las calizas alabeadas. Finalmente una tercera fase responsable del alabeo de las calizas.

Existen datos que evidencian que la actividad tectónica ha proseguido después del apilamiento de mantos, refleja-

dos en los siguientes hechos: superficies tectónicas que individualizan los mantos y escamas se encuentran plegadas, definición de un plegamento de gran radio de dirección N-S, presencia de series pliocenas marinas a cotas muy diversas (hasta 100 m) con buzamiento constante al Sur y finalmente las playas antiguas señalan que la línea de costa ha sufrido variaciones verticales según curvaturas de gran radio.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

En los materiales paleozoicos maláquides, son frecuentes las manifestaciones de pozos generalmente de poca profundidad de manantiales de débiles caudales como el caso que aquí nos ocupa, y que a nivel local pueden tener su importancia y solucionar más de un problema de abastecimiento o de regadío, pero sin embargo, en un principio se escapan del esquema clásico del modelo de acuífero establecido, bien en la provincia de Málaga, o en otras limítrofes. Se trata de materiales que en conjunto se comportan como materiales de baja permeabilidad, por ser series "apizarradas" no dejando almacenar agua en su contexto, solamente la presencia de niveles calizos, lentejones cuarcíticos, diques de cuarzo o de diabasa, aparte de una mayor fracturación, diaclasamento o alteración de estas series permiten la circulación de agua según unas direcciones preferentes originando estos tipos de surgencias o captaciones.

Por otro lado el desarrollo de suelos sobre la superficie de estas series pizarrosas, y la acumulación de materiales sueltos en el fondo de valles pueden originar reservas de mayor o menor magnitud, dando lugar a pequeños acuíferos que pueden ser captados en los puntos de más baja cota, dependiendo además de su cuenca de recepción.

La presencia además de numerosas redes de diques, sobre todo en las series basales del Complejo Maláquide, con delgadas zonas de alteración en la pared con la roca de caja facilitan la circulación del agua subterránea hacia zona más bajas, tanto lateral como verticalmente.

En Fuente Alegre, los pozos que abastecían a la planta se encuentran en una especie de vaguada, alineados según una dirección N-S. En cabecera se encuentra enterrada la galería, siendo sustituida posteriormente por dos obras de captación, un pozo y un sondeo, dentro de la serie de pizarras y grauwacas paleozoicas con diques de diabasa, donde además existe una acumulación de material suelto, tipo grava y gravilla, de algunos metros de espesor. El nivel libre se encuentra a unos 4 metros de profundidad, siendo su caudal actual desconocido ya que se encuentran totalmente desmontados los equipos de elevación.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de conductividad moderada ($735 \mu\text{S}/\text{cm}$), $18,4^\circ\text{C}$, $\text{pH}_{\text{campo}} = 7,63$ y naturaleza bicarbonatada-clorurada calcio-magnésica.

Al igual que en el cercano manantial de Los Remates, la muestra no se encuentra equilibrada con facies carbonatadas ni sulfatadas, tal como se aprecia en los diagramas de saturación de la fig. 1. No obstante en el caso de la calcita existe sólo una ligera sobresaturación.

Si bien el estudio hidrogeológico asocia el manantial a materiales paleozoicos, es importante señalar que la importante presencia de sulfatos y cloruros en el agua (juntos totalizan una concentración en meq/l prácticamente similar a

la del ión HCO_3^-) no puede atribuirse a dichos materiales, sino más bien a facies de tipo evaporítico. Un factor adicional que perturba la composición inicial del agua es la presencia de nitratos - 38 mg/l -, así como de indicios de NH_4^+ y un pequeño incremento de la DQO (0,02 y 1,0 mg/l respectivamente).

Existe pues un proceso de contaminación en curso que afecta, al menos, al contenido en compuestos nitrogenados del agua, y que refleja la vulnerabilidad del manantial a afectaciones de origen superficial. Los restantes elementos minoritarios y traza no se ven afectados por este proceso, puesto que sus concentraciones se mantienen bajas.

La evolución temporal del agua según los análisis disponibles (1969 y 1990) indica importantes variaciones que afectan a la mayor parte de sus componentes mayoritarios. El diagrama de Schoeller de la fig. 2 refleja con claridad las discrepancias entre los perfiles analíticos de ambas muestras.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección conjunta para el manantial de El Madroño y los pozos de Fuente Alegre, que vendrá condicionada a la distribución y morfología de los cursos de agua superficiales y los afloramientos de calizas devónicas de su entorno que incidirán de una manera prioritaria en la alimentación de dichos puntos.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 17-44/45 (Málaga, Torremolinos). MAGNA-ITGE.

- EXTRACTO DEL EXPEDIENTE DE LA JEFATURA DE MINAS DE FUENTE
ALEGRE (1971).

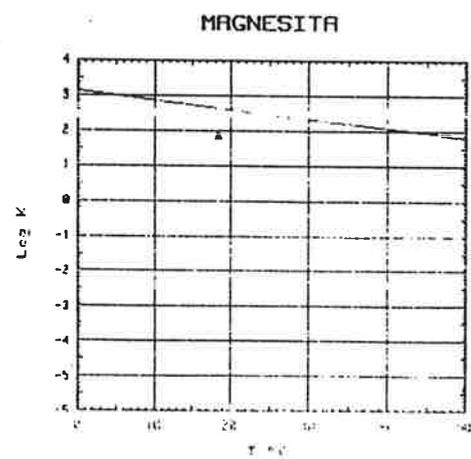
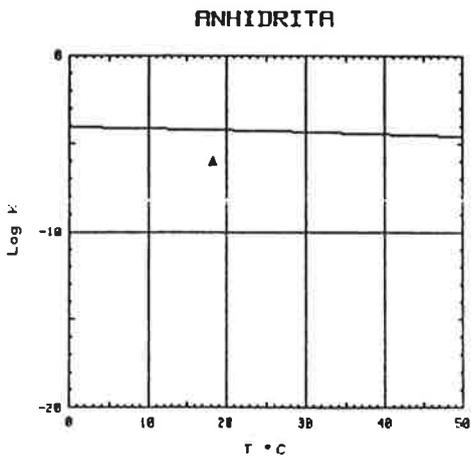
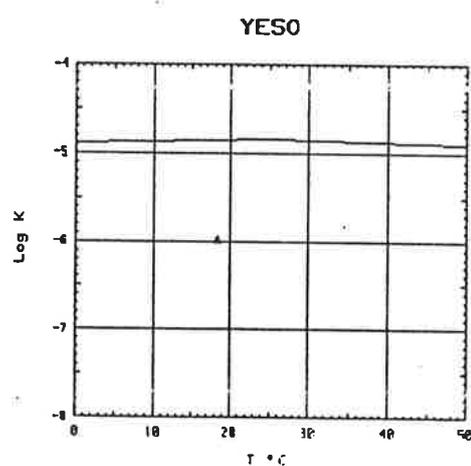
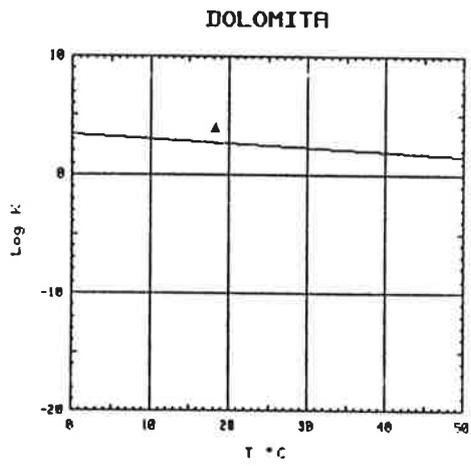
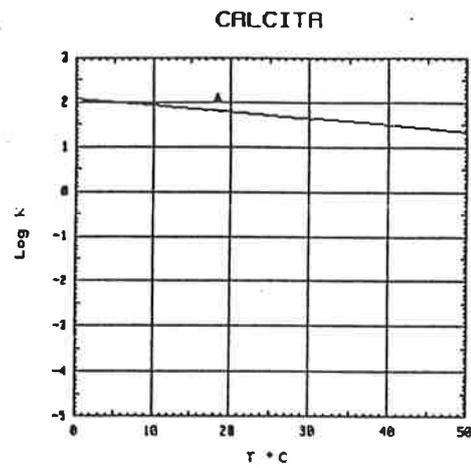
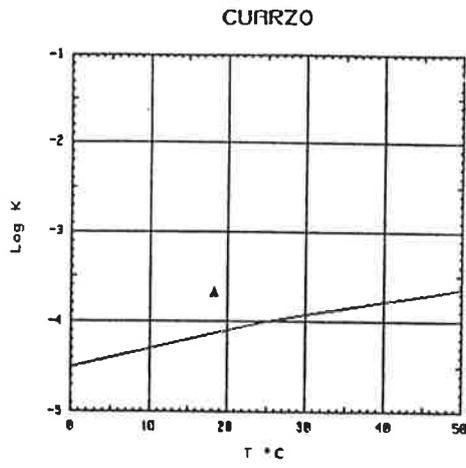
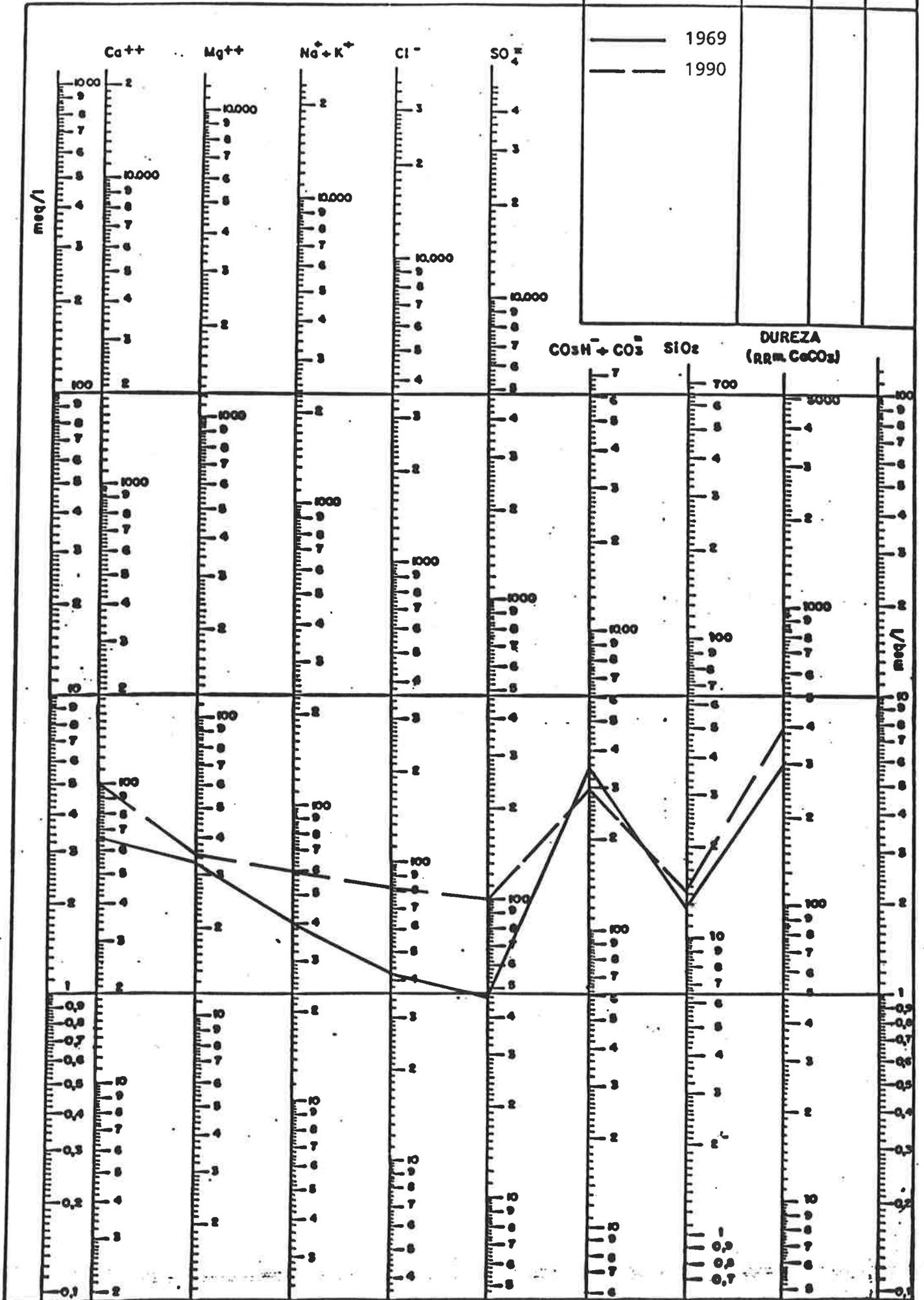


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL DE FUENTE ALEGRE

FIG. 2 .- MANANTIAL DE FUENTE ALEGRE

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Ed
—	1969		
- - -	1990		



ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: FUENTE ALEGRE
 FECHA: _____

TEMPERATURA (°C): 18.4 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 735
 pH a 18°C: 7.63 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 396
 pH a 18°C: 7.70 Eh campo (mV): 138

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	301.00	4.933	4.933	49.14
CO3=	-	-	-	-
SO4=	102.00	1.062	2.124	21.15
Cl-	83.00	2.341	2.341	23.32
F-	<5.0E-1	.026	.026	.26
NO3-	38.00	.613	.613	6.11
SiO2 (H4SiO4)	14.4	.240	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.050	.001	.002	.02
TOTAL....	538.960	9.216	10.040	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	57.00	2.480	2.480	23.69
K+	2.00	.051	.051	.49
Ca++	100.00	2.495	4.990	47.67
Mg++	35.00	1.440	2.879	27.50
Fe++	.030	.001	.001	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.07
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.53
NH4+	.020	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	194.715	6.494	10.468	

FORMULA ANIONICA: CO3=+HCO3- >Cl- >SO4= >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >Al+++

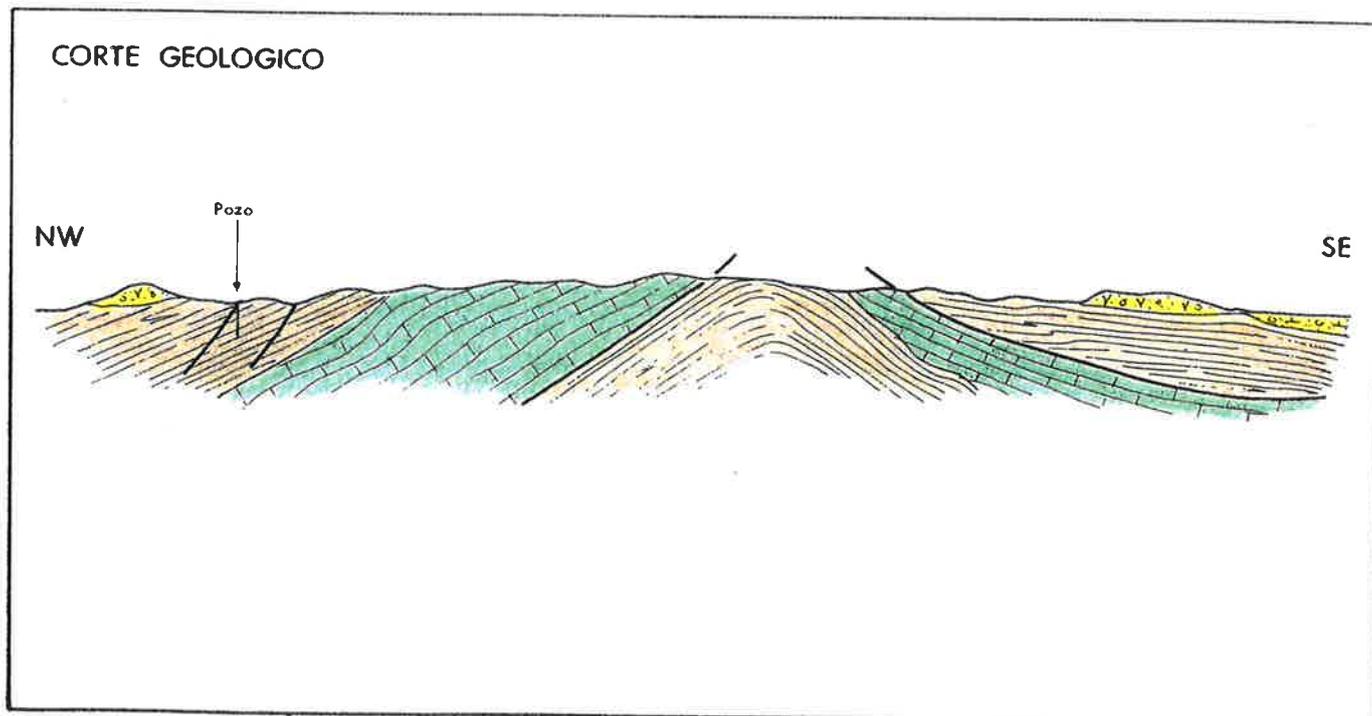
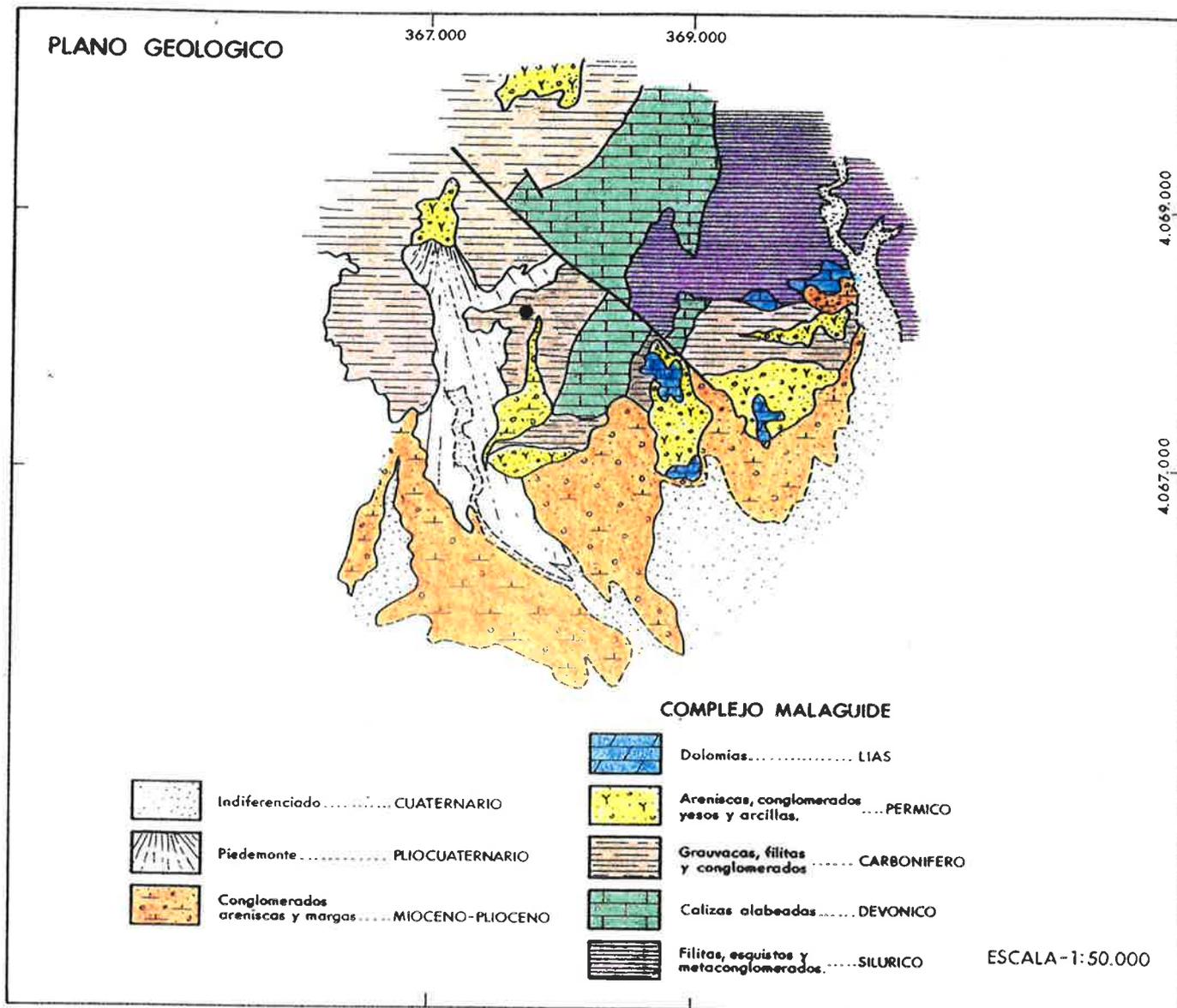
CLASIFICACION: BICARBONATADA CLORURADA --- CALCICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.989	Cl/Na =	.944	(SO4*Ca)^(1/2) =	3.255
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.627	Cl/(Na+K) =	.925	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.594
((CO3H)^(2)*Ca)^(1/3) =	4.952	SO4/Ca =	.426	Mg/Ca =	.577
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.897	SO4/(Ca+Mg) =	.270	Cl/CO3H =	.475

ARCHIVO EN DISCO: MMM11 (AMA5-11)

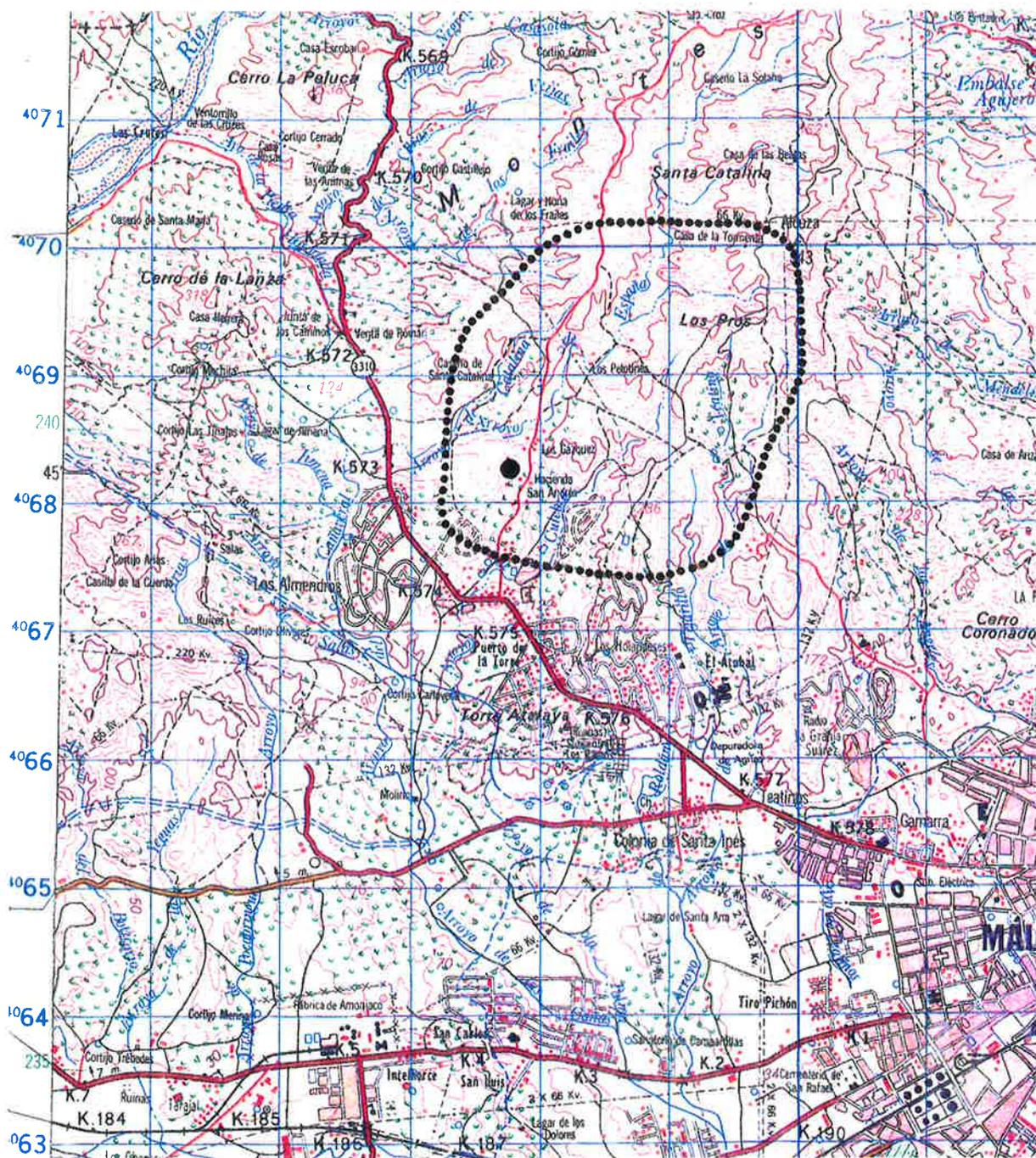
	ppm
R.S. 110°C	503
D.Q.O.	1,0
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,012
As	-
Se	-
Hg	-

FUENTE ALEGRE (MALAGA)



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

FUENTE ALEGRE



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL EL QUEJIGO (MIJAS)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de El Quejigo se encuentra ubicado en la margen derecha del arroyo del Laurel, afluente por la derecha del río de Fuengirola (término municipal de Mijas). Su acceso se realiza desde el núcleo costero de Fuengirola, por la carretera local a Ojen, tras recorrer unos 10 km aproximadamente, y desde el cruce con el citado arroyo, hay que entrar a pie unos 300 metros agua arriba hasta el manantial.

Se localiza dentro de la hoja topográfica nº 16-45 de Coin, a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 344500 e Y = 4048025, siendo su cota de 80 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Tradicionalmente se ha utilizado el manantial de El Quejigo para uso doméstico, principalmente como agua de mesa, a través de llenado de vasijas, siendo frecuentado por las gentes de los alrededores, aunque actualmente su estado es de total abandono, dejándose perder el agua a través de las paredes verticalizadas de la roca ultrabásica directamente al río. Su caudal es muy pequeño del orden de 0,2 a 0,3 l/s.

En la sección de Minas de Málaga existe un escrito suscrito por D. José Eduardo Campos Ramírez, en el que soli-

citó la determinación minero-medicinal del citado manantial, y la propuesta de la citada Sección de Minas, de fecha 12 de febrero de 1973. En ese mismo año, informa el Instituto Geológico y Minero de España, y a partir de esta fecha se interrumpe el proceso de declaración de agua minero-medicinal, tan solo un escrito (de 15 marzo de 1983) de la Dirección General de Minas al Servicio de Minas de Málaga, en la que con motivo del traspaso de funciones y servicios del Estado a la Comunidad Autónoma de Andalucía, en materia de Industria, Energía y Minas se remite el expediente, para proseguir la tramitación de los mismos en esta Comunidad.

En la relación de puntos de aguas minero-medicinales del Instituto Geológico y Minero de España de 1913, en el término de Mijas, se cita el manantial de agua ferruginosa de la Fuente de los Laures, posiblemente se trate de este manantial, aunque su quimismo no sea exactamente un agua ferruginosa.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el manantial se encuentra enclavado dentro del gran macizo de rocas ultrabásicas llamado de Ojen, a su vez rodeado por la serie de Unidades Béticas (SS), como son la Unidad de Blanca, Alpujárride y Maláquide.

El macizo ultramáfico de Ojen, ocupa una extensión aproximada de unos 75 km². Como masa pétrea fundamental aparece una unidad de composición harzburgita, dunita, piroxenita que se reparte indistintamente por una gran extensión del macizo, ocupando su envolvente más externa. Una característica importante de este macizo es la presencia de un gran volumen de roca serpentinizada que constituye por si misma una

unidad litológica dentro del macizo. Se encuentra ocupando todo el extremo NE del Complejo, así como gran parte del centro y del sur del mismo. Está formada por minerales de alteración y a partir de una determinada profundidad de la superficie desaparece para convertirse en roca fresca. También está muy bien desarrollada en las zonas de fractura importante.

Los contactos con la roca de caja de las peridotitas son de dos tipos: tectónicos y magmáticos. Son frecuentes las redes de filones ácidos, de textura aplítica-pegmatítica.

Una de las características tectónicas más acusadas del macizo de Ojen, es la compartimentación en bloques que determina las diferencias tan acusadas de topografía que existen en la zona.

La compartimentación de la masa ígnea en tres bloques según líneas de fractura N70E aproximadamente, ha determinado la formación de un graben, cuyo bloque hundido es el central y en el que existe un gran desarrollo de las serpentinitas. En el contacto S y en parte del E del macizo, encontramos que las rocas ígneas se ponen en contacto con las de caja por medio de fallas. En los bloques levantados se puede observar la presencia de una desarrollada red de fracturas de direcciones dominantes N60E y N-S.

La Unidad de Blanca, que por su posición más baja podría corresponder al Nevado-Filábride, se halla aquí integrada por mármoles masivos blancos en la base, los cuales constituyen la casi totalidad de Sierra de Mijas, orlados por el Sur por una estrecha franja de gneis con plagioclasa, Barranco Blanco, Sierra Blanca. Se le atribuye una edad triásica y un espesor superior a los 1.000 m.

El Complejo Alpujárride es un conjunto metamórfico formado esencialmente por una serie de filitas, esquistos, gneises con intercalaciones cuarcíticas y mármoles. Sobre esta serie se ha superpuesto parcialmente un metamorfismo de contacto, consecuencia de la intrusión de peridotitas, que le ha transformado en parte.

Al techo del Complejo aparecen una serie de esquistos negros con filones de cuarzo y niveles de cuarcitas. En continuidad con esta formación esquistosa aparece un conjunto de gneises, reunidos bajo la denominación de "gneiss de sillimanita". En los sectores próximos al macizo ultrabásico, existen gneises granitoides y con granate, de aspecto granudo y colores pardo-rojizos y oscuros. Irregularmente repartidos en este conjunto existen diques básicos (diabasa y apilitas).

La edad de estos materiales alpujárrides es paleozoica pudiendo incluir también parte del precámbrico en determinados niveles de la serie.

El Complejo Maláquide, es la última unidad Bética alóctona existente en la zona. Se sitúa sobre el Complejo Alpujárride o sobre el macizo peridotítico.

En conjunto presenta una sucesión pelítica-detrítica de filitas, pizarras y grauvacas con pasadas calcáreas de edad paleozoica. Culminando la serie paleozoica, existe una formación de carácter continental muy característica constituida por conglomerados, areniscas y pizarras de colores rojizos, con unas facies muy próximas a las del Trias Germánico Inferior, que da paso a las dolomías que constituyen el techo del Maláquide, formando un episodio marino transgresivo sobre las facies continentales, con ellas se alcanza el Trias con el que termina la serie maláquide.

2.1.- TECTONICA

Siguiendo la línea marcada por los autores holandeses, y con las ideas estructurales sobre las cordilleras Béticas, se han establecido a nivel regional, tres conjuntos tectónicos principalmente que de base a techo son: Unidad de Blanca, Alpujárride y Maláquide.

La Unidad de Blanca, formada por la Sierra de Mijas y borde oriental de la Sierra Blanca constituye el tramo inferior al menos tectónicamente que aflora a nivel regional. Sobre la Unidad de Blanca se encuentra la serie de materiales metamórficos que constituyen el manto Alpujárride, a su vez cabalgado por los materiales del Complejo Maláquide.

Después de la colocación de los mantos, continúa la evolución tectónica de la región que se manifiesta en pliegues suaves y fallas.

En cuanto al emplazamiento de la intrusión peridotítica, es un hecho el que las peridotitas cortan al manto alpujárride, desarrollando un metamorfismo de contacto, hecho que no ocurre en el Maláquide. Según esto la intrusión se sitúa en el tiempo después de la colocación del conjunto Alpujárride y antes de producirse las escamas malaguides, equivalente al período Eoceno-Oligoceno

Merece destacarse como neotectónica cuaternaria la elevación diferencial que se produce en la región. Esta elevación se evidencia en los sedimentos pliocuaternarios que bordean la Sierra de Mijas.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Desde un enfoque rigurosamente hidrogeológico el conjunto de rocas ultrabásicas y metamórficas, debido a su escasa o nula permeabilidad, no forman verdaderos acuíferos, solamente en zonas de alteración de estas rocas, tectonización, fracturación, y especialmente en las áreas de contacto de la roca intrusiva con la roca de caja, gneis, cuarcitas, calizas, etc., pueden formar pequeños acuíferos, o más bien zonas de acumulación o vías preferenciales de circulación.

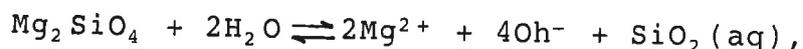
Son numerosos los puntos de agua, en general de pequeño caudal, que se manifiestan en el contacto geológico descrito, y en virtud de un dispositivo tectónico adecuado, los bloques de roca ultrabásica (peridotitas), con una permeabilidad por fracturación, permiten la salida de flujo subterráneo hacia el exterior en los puntos de cota más baja. Así se conocen múltiples surgencias esparcidas a lo largo de los macizos de rocas ultrabásicas de Ronda, Ojen, Mijas y Sierra Pelada, entre los más importantes, aunque a veces cada punto responde a unas características hidroquímicas diferentes.

El manantial de El Quejigo, aflora a través de una zona diaclasada en la pared verticalizada de la roca peridotita, y son varios puntos por donde surge. El caudal en conjunto puede alcanzar de 0,2 a 0,3 l/seg.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

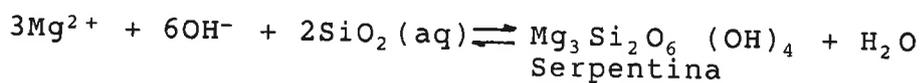
Agua bicarbonatada magnésica de conductividad moderada (482 μ S/cm) y pH básico (8,1). Sus características son similares a las de uno de los dos grupos de manantiales asociados al macizo ultramáfico, en concreto al de aguas bicarbonatadas ricas en sílice y magnesio y pH moderadamente básico.

El origen de esta peculiar composición radica en los procesos de alteración de los minerales que integran las rocas ultrabásicas, responsables de la puesta en solución de las especies químicas mencionadas en virtud de reacciones como la siguiente:



así como de iones OH^- que elevan el pH de la solución, la cual se encuentra en situación de sobresaturación respecto a carbonatos y sílice (su contenido - 34 mg/l - es superior al que cabría esperar para un agua de tan sólo 15,8°C), como se observa en la fig. 1 (símbolo). En esta figura se aprecia la posición de la muestra respecto a las restantes que integran el grupo anteriormente citado (bicarbonatadas ricas en Mg^{2+} y SiO_2).

Como consecuencia de las reacciones de hidrólisis, pueden tener lugar procesos de formación de minerales secundarios del tipo de la serpentina, por ejemplo:



Según se observa en la fig. 2, la muestra se encuentra sobresaturada en este último mineral, pero subsaturada en los cinco restantes, todos ellos frecuentes en las rocas ultrabásicas. Precisamente el consumo de especies como el magnesio y la sílice en reacciones de este tipo, provoca un descenso de su presencia en el agua y la consecuente aparición del segundo grupo de aguas característico de estos materiales pobres en SiO_2 y Mg^{2+} y de pH muy elevado (>11), que provoca la pérdida por precipitación en forma de carbonatos de la mayor parte del CO_2 presente en el agua de recarga. Dicho grupo aparece representado en los diagramas de saturación por los

símbolos ▽ , □ , ■ y ◆ .

La razón por la que las aguas del primer grupo -bicarbonatadas magnésicas- no han evolucionado hacia las del segundo -cloruradas sódicas- radica probablemente en que el tiempo de tránsito es superior en este último, favoreciendo los procesos de precipitación y formación de minerales secundarios (serpentina, por ejemplo) del que se deriva la citada tipología de aguas.

Respecto a la evolución temporal de la muestra, no resulta posible efectuar valoración alguna, puesto que no se dispone de datos al respecto.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El área de protección para el manantial vendrá condicionada por un lado a la zona de contacto de la roca ultrabásica con la serie metamórfica suprayacente y por otro a la distribución de los cursos de aguas superficiales que discurren por la peridotita, que incidirá de una manera prioritaria en la alimentación de dicho manantial, y que pueden constituir potenciales focos de contaminación.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 1.066 (Coin). MAGNA-ITGE.

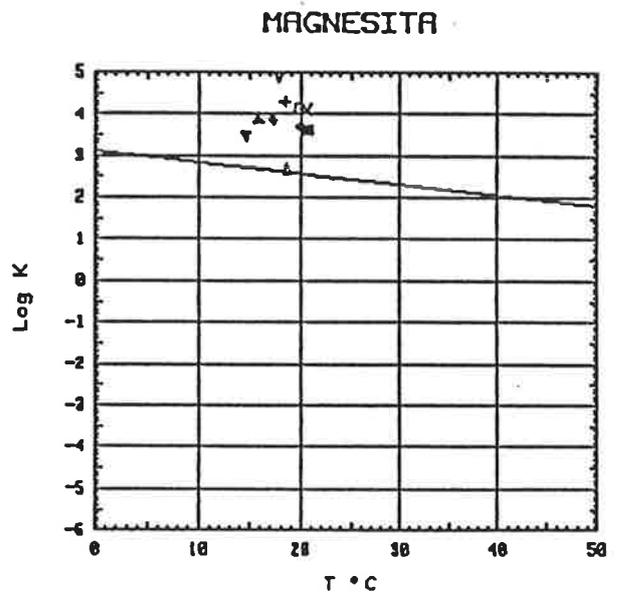
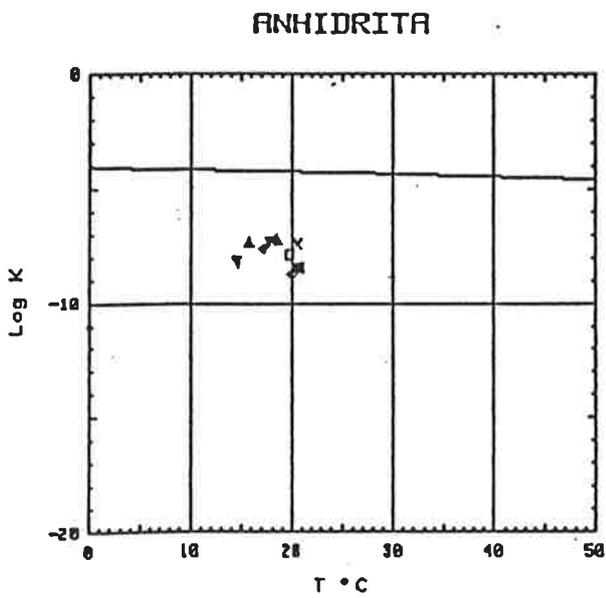
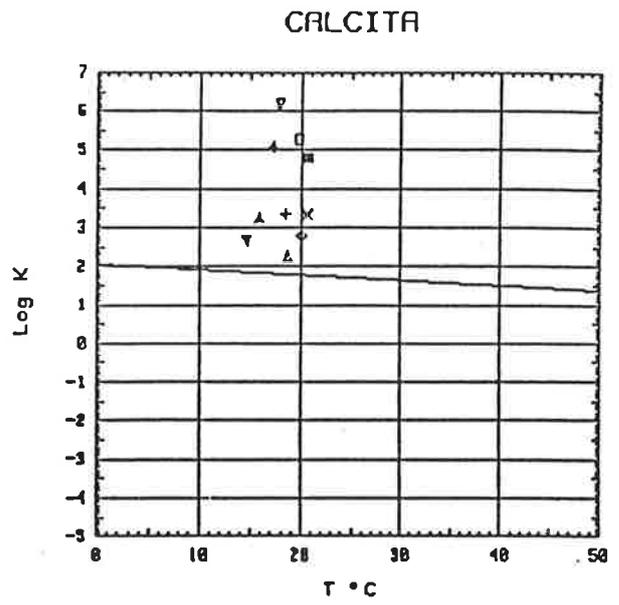
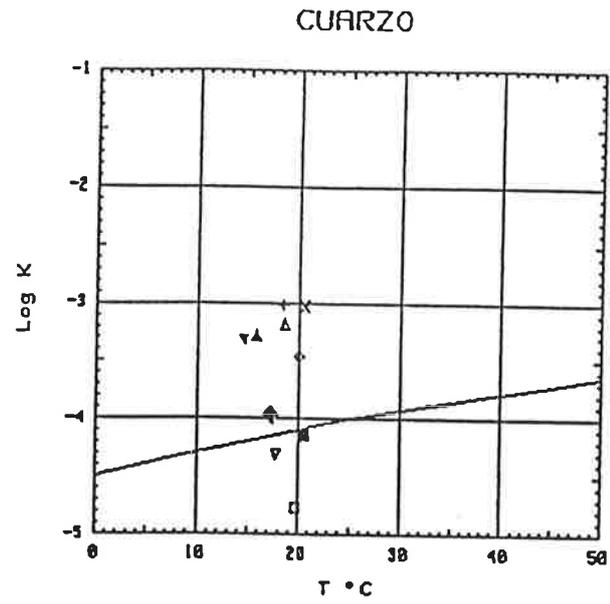


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL EL QUEJIDO (▲)

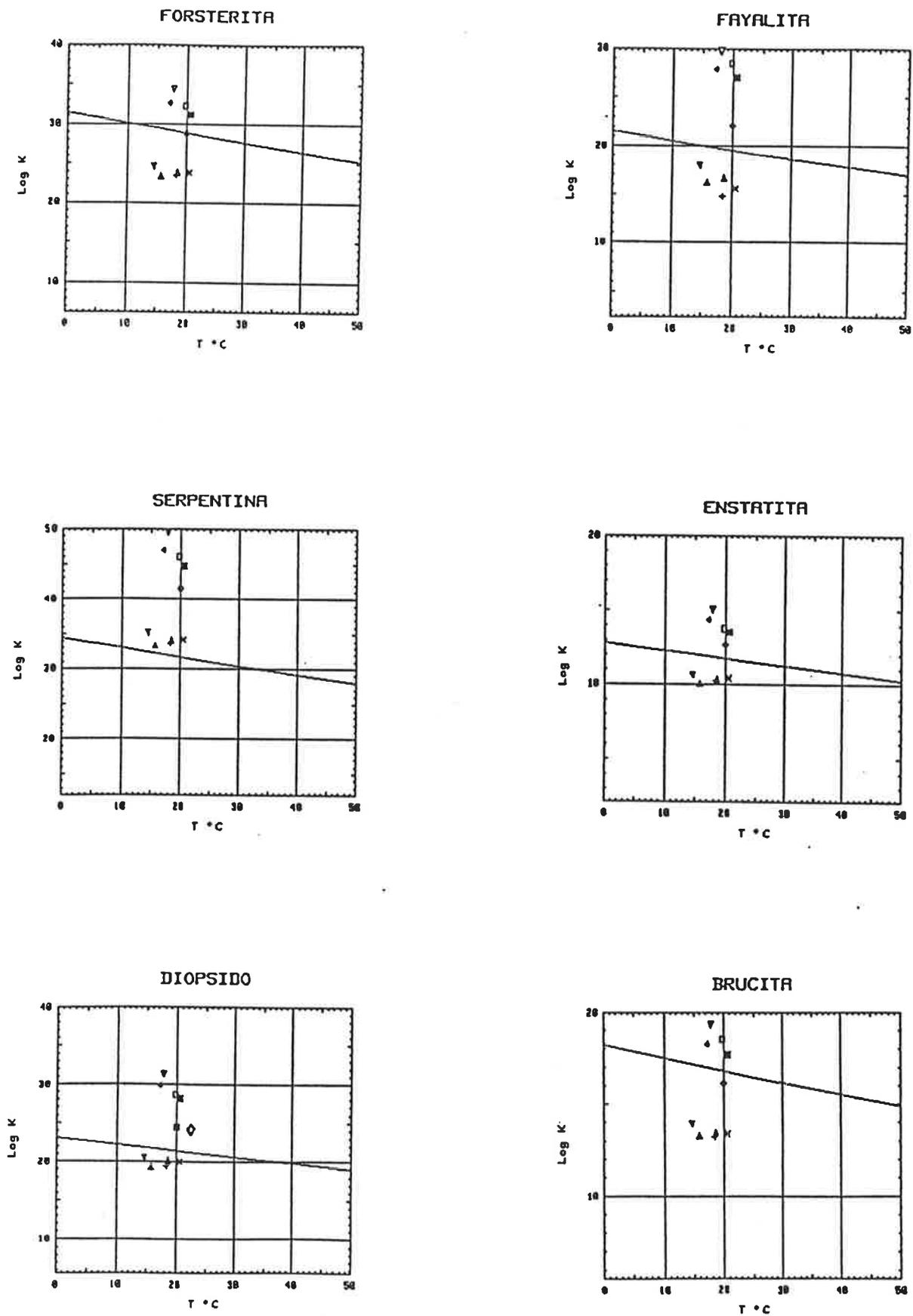


FIG. 2.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL EL QUEJIDO (▲)

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: MANANTIAL EL QUEJIDO
 FECHA:

TEMPERATURA (°C): 15.8 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 482
 pH a 15°C: 8.10 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 234
 pH a 18°C: 8.50 Eh campo (mV): 263

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	195.00	3.196	3.196	56.07
CO3=	25.00	.417	.833	14.62
SO4=	23.00	.239	.479	8.40
Cl-	41.00	1.157	1.157	20.29
F-	<5.0E-1	.026	.026	.46
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.14
SiO2(H4SiO4)	34.0	.566	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.020	0.000	.001	.01
TOTAL....	319.030	5.609	5.700	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	16.00	.696	.696	12.84
K+	1.00	.026	.026	.47
Ca++	17.00	.424	.848	15.65
Mg++	46.00	1.892	3.784	69.79
Fe++	.030	.001	.001	.02
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.13
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.03
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.007	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.03
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL....	80.707	3.066	5.422	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >Cl- >SO4= >F-
 FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA --- MAGNESICA

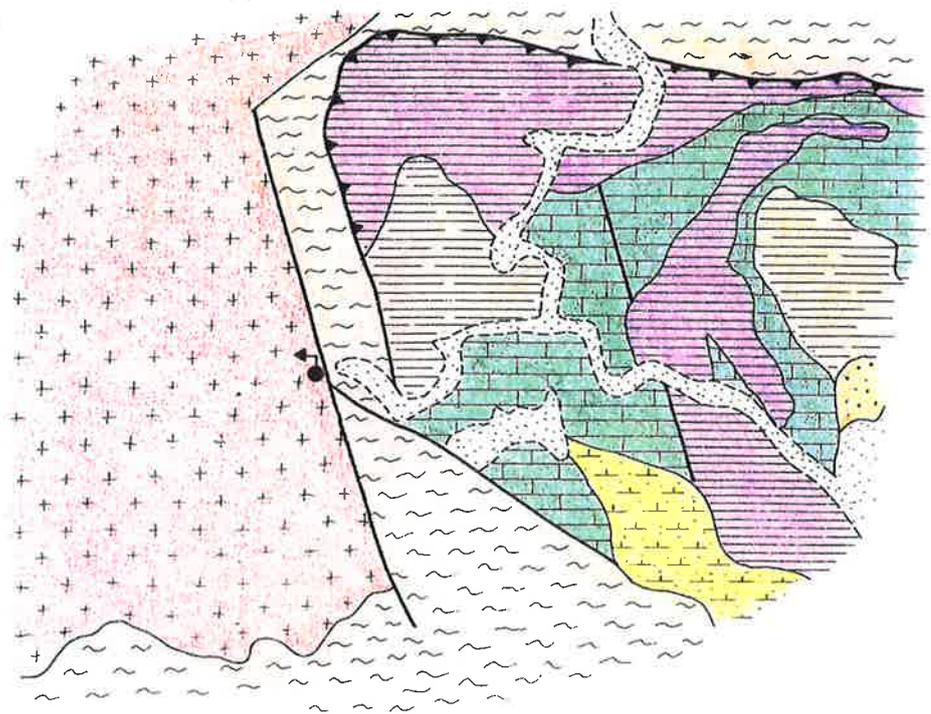
(CO3H+CO3)/Ca =	4.750	Cl/Na =	1.662	(SO4*Ca) ^{1/2} =	.637
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.870	Cl/(Na+K) =	1.603	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.042
((CO3H) ² *Ca) ^{1/3} =	2.054	SO4/Ca =	.564	Mg/Ca =	4.461
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.973	SO4/(Ca+Mg) =	.103	Cl/CO3H =	.362

ARCHIVO EN DISCO: MMM26 (AMA5-26)

	ppm
R.S. 110°C	342
D.Q.O.	0,3
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,007
As	-
Se	-
Hg	-

EL QUEJIGO (MIJAS)

PLANO GEOLOGICO



 Indiferenciado..... CUATERNARIO

 Areniscas y margas..... PLIOCENO

C. MALAGUIDE

 Arenas

 Pizarras y grauwacas

 Filitas
Calizas

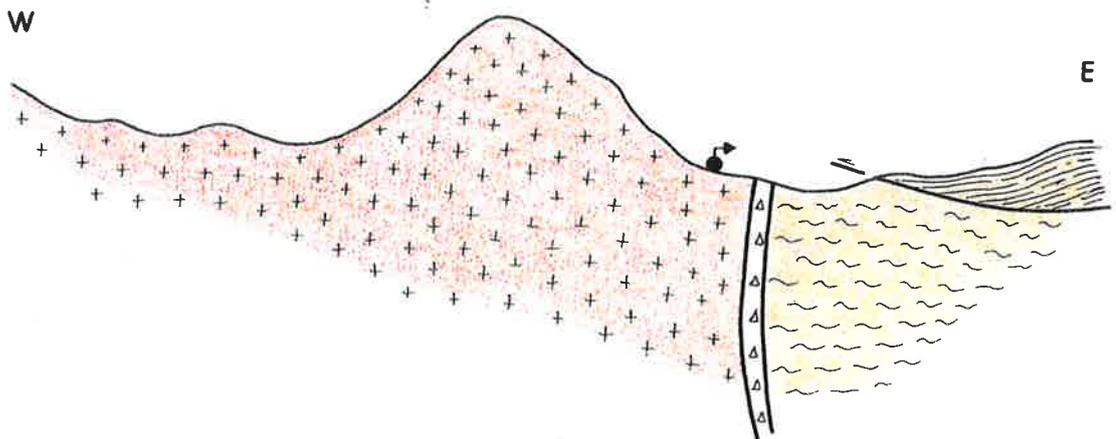
C. ALPUJARRIDE

 Micasquistos y gneis

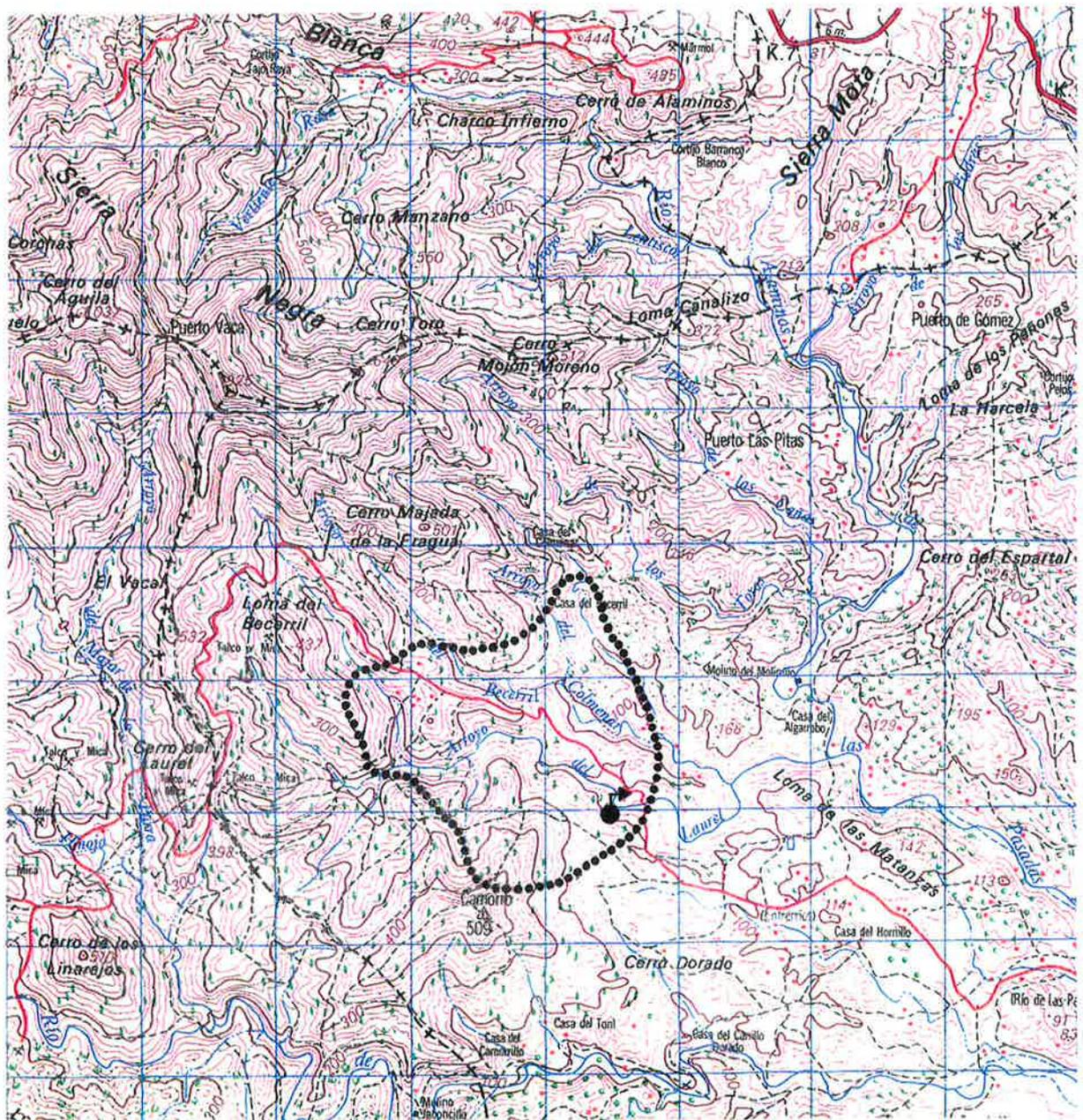
 Peridotitas

ESCALA-1:50.000

CORTE GEOLOGICO



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION EL QUEJIGO



ESCALA - 1: 50.000

BAÑOS DEL ROSARIO O LA HEDIONDA (CASARES)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Los baños sulfurosos del Rosario o de La Hedionda, se ubican en el extremo sur-oriental de la Sierra de Utrera, en el término municipal de Casares (en alguna descripción del manantial se incluye en el término de Manilva, y de aquí que también se les conozcan como los Baños de Manilva). Dista unos 6 km del núcleo de Casares, y hacia el Sur siguiendo el curso del arroyo de Los Molinos o río de Manilva, dista unos 5 km de la costa, a la altura de la playa de Sabinillas. La distancia a Málaga capital es de 105 km.

Se localiza dentro de la hoja topográfica nº 14-46 (Jimena de la Frontera) a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 297325 e Y = 4030325, siendo su cota de 50 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Los baños de La Hedionda, así es su primitiva denominación (el nombre de baños del Rosario es muy posterior), se conocen desde época inmemorial. Según cuentan los cronistas, al parecer fueron mandados construir por el propio emperador romano Julio Cesar en el año 61 (a.d.C.), al tener noticias de la magnificencia de sus aguas sulfurosas y alcalinas, propias para luchar contra las erupciones cutáneas. Según los historiadores el propio Julio Cesar utilizó aquellos baños

curándose de esa manera de una afección herpética que padecía desde tiempo atrás.

Este manantial ya viene incluido en la relación de balnearios y puntos de agua minero-medicinal, por el Instituto Geológico y Minero de España de 1913, y posteriormente se vuelve a publicar en las relaciones de 1947 y 1986, aunque en todas las citas viene como Baños de Manilva.

En la revista Noticiario Turístico nº 245 de 1968, reflejan dentro de los puntos balnearios de la provincia de Málaga, los baños de La Hedionda, como agua sulfurosa, con temperatura de 21°C, estando indicada para afecciones de piel y reuma.

En el archivo de la Jefatura de Minas de Málaga existe un escrito dirigido al Director General de Minas y Combustibles, de fecha 15 de abril de 1958, del Ayuntamiento de Casares, en donde se solicita la declaración de utilidad pública del manantial. Tomadas las correspondientes muestras para su análisis e informe del Instituto Geológico y Minero de España, se devuelve el correspondiente expediente ya que la Jefatura Provincial de Sanidad detecta contaminación bacteriológica en la muestra tomada del manantial.

Este punto se incluye en la campaña de geotermismo realizada por el ITGE-ADARO en la provincia de Málaga en 1982, realizándose su correspondiente ficha y análisis químico.

Estos baños de La Hedionda se conservan actualmente tal y como fueron construídos por los romanos, dándose cita en ellos numerosas personas deseosas de curarse algún problema de la piel. En la actualidad se ha reclamado por el Ayun-

tamiento de Casares la incoación de expediente histórico-artístico lo que conllevaría la propiedad de los terrenos colindantes con lo que podría construirse un hotel-balneario que mejorase notablemente las actuales y antiquísimas condiciones. Los baños de La Hedionda son propiedad del Ayuntamiento casareño.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

En el área más próxima del entorno del manantial de La Hedionda están representados materiales pertenecientes a la Unidad de Ronda-Torcal, correspondiente a la Zona Penibética, rodeados por unidades de tipo Flysch, como Unidad de Algeciras, Estepona y otros).

La Unidad de Ronda-Torcal, constituye la Sierra de Utrera, estando constituida por una serie de materiales que abarcan desde el Jurásico al Eoceno.

Litológicamente está formada por una serie basal de calizas y calizas oolíticas de tonos blancos y beigs, en bancos gruesos generalmente 0,5 a 1 m de espesor. Sobre este paquete se sitúa un nivel de calizas nodulosas rojizas o amarillentas en bancos de 50 cm, con intercalaciones de delgados lechos margosos rojos. La serie continúa con un tramo calcáreo con potentes bancos y niveles margosos rojizos y hacia el techo se observan varios niveles de "hard ground". La potencia total del conjunto es de unos 200 metros y su edad es jurásica.

El Cretaceo inferior se sitúa sobre el "hard ground" anterior. Litológicamente está formado por calizas blancas y grises, margocalizas y margas grises con nódulos piritosos.

Las calizas blancas poseen gran cantidad de sílex negro. Presenta una potencia de 80-100 metros.

De forma gradual se pasa al Cretáceo Superior, tramo donde predominan las margocalizas y calizas con niveles margosos, de tonalidades rojo salmón, características de las facies de "capas rojas".

Dentro de las unidades de tipo flysh que rodean a Sierra de Utrera, presenta un mayor desarrollo la llamada Unidad de Algeciras. Esta unidad con potencia superior a los 1.500 metros, constituye el tramo más potente. Queda representada por secuencias areniscosas micáceas, de color pardo, intercaladas con niveles margosos a veces esquistosos y tonos verdes que corresponde al techo de la Unidad, datándose el Mioceno (Aquitaniense).

A la Unidad de Estepona cuyos afloramientos presentan un menor desarrollo corresponden unos niveles de areniscas y margas de edad Oligoceno-Mioceno.

Finalmente está representado una formación postorogénica formada por margas de tonos grises y blancos de edad pliocena. Sus afloramientos están representados a ambos lados de Sierra de Utrera, aunque en el sector oriental presenta un mayor desarrollo, llegando hasta prácticamente la línea costera.

2.1.- TECTONICA

La Unidad de Ronda-Torcal, definida en Sierra de Utrera, corresponde a una de las varias unidades aparentemente sin continuidad con el resto de materiales que la rodean,

esquema tectónico frecuentemente representado a nivel regional.

La Sierra de Utrera constituye un núcleo carbonatado anticlinal de flancos asimétricos, limitado por las "capas rojas" y la Unidad de Algeciras. El eje de la estructura coincide con una fractura de dirección N-S que se ramifica en dos en su sector central, además de presentar dos sistemas principales de fracturación la N170E y N45°E. Hacia el Este el conjunto presenta una disposición monoclinal.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

La Sierra de Utrera de unos 5 km² de superficie constituye un acuífero carbonatado muy carstificado en superficie, formado por calizas oolíticas masivas y nodulosas con potencia de 200 metros. Queda delimitada por una franja de margo-calizas blancas y rosadas con silex del Cretaceo inferior que conjuntamente con los materiales de las "capas rojas" constituyen el cierre impermeable de esta unidad carbonatada. La salida del sistema se realiza en su borde Este, a lo largo del arroyo de Manilva en los ya denominados "Baños de La Hedionda", a una cota de 50 m.s.n.m. Se trata de una surgencia algo termal, ligado a la fractura regional que delimita el borde Este de la Sierra.

La circulación en el anticlinal calizo-jurásico dirigida hacia el flanco oriental se halla sellada lateralmente al E por el flysh paleógeno y en la base de la estructura por un probable Trias que justificaría la presencia de cloruro sódico en el agua proveniente de facies evaporíticas.

La surgencia se halla alimentada por el ascenso de las aguas desde zonas más profundas siguiendo el contacto con una

falla probable y el impermeable constituido por el flysh carbonatado.

En el siguiente cuadro se reflejan los caudales del manantial en los últimos 10 años, ya que este punto se incluye en la red hidrométrica establecida por el ITGE.

<u>Fecha</u>	<u>Caudal l/s</u>
Julio 1981	77,50
Septiembre 1981	63,30
Noviembre 1981	58,0
Febrero 1982	165,0
Mayo 1982	118,6
Septiembre 1982	46,0
Noviembre 1982	83,0
Febrero 1983	115,0
Abril 1983	72,0
Septiembre 1983	59,0
Junio 1984	112,0
Septiembre 1984	41,3
Octubre 1985	95,6
Abril 1986	115,60
Septiembre 1986	101,0
Julio 1987	88,5
Septiembre 1987	64,0
Abril 1988	101,0
Septiembre 1988	73,0
Abril 1989	137,0
Agosto 1989	68,0

En el período de aforos reflejado (1981-1990) se observa que existen diferencias de caudales apreciables entre las medidas correspondientes a meses de distinta pluviosidad.

Se registran valores mínimos entre 40-60 l/s y 110-135 l/s como valores máximos, indicando en principio, la incidencia directa e inmediata que tienen los períodos de lluvia sobre el manantial, independientemente de un segundo origen de tipo más profundo, y que posiblemente origine la parte de las concentraciones de ClNa al acuífero.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de naturaleza bicarbonatada-clorurada cálcica-sódica, de mineralización moderada-alta (842 μ S/cm) y una temperatura de 19,9°C.

Si bien la concentración de los iones $\text{SO}_4^{=}$, Cl^- , Na^+ , K^+ y Ca^{2+} indica un proceso de disolución de facies evaporíticas, el nivel de mineralización de la muestra así como el predominio del ión HCO_3^- sobre los restantes aniones sugieren que su influencia es limitada. En efecto, los diagramas de saturación (fig. 1) indican que el agua se encuentra prácticamente equilibrada en calcita y dolomita, mientras que para yeso y anhidrita existe subsaturación.

En lo que respecta a elementos minoritarios y traza, no se detectan concentraciones elevadas ni tampoco valores que puedan considerarse indicios de contaminación. En particular, los compuestos nitrogenados se mantienen en niveles muy bajos (2 mg/l de NO_3^-).

La evolución temporal del agua se observa a través de los tres análisis químicos representados sobre el diagrama de Schoeller de la fig. 2, correspondientes a los años 74, 82 y 90. En el mismo se observan variaciones que afectan fundamentalmente a los iones aportados por las evaporitas (Cl^- , Na^+ , etc.), situación que se produce con frecuencia en aguas de

origen mixto como la presente. Dichas variaciones son más evidentes entre el perfil de la muestra recogida en el mes de abril de 1990, y los pertenecientes a las dos muestras restantes: diciembre/74 y octubre/82. Este fenómeno es probablemente una consecuencia de las fuertes variaciones de caudal del manantial, a las que se hizo referencia en el apartado precedente.

El análisis de gases realizado sobre la muestra extraída indica un predominio del nitrógeno (96%V) sobre las restantes especies analizadas, así como un bajo contenido de oxígeno (1,33%). Esta composición sugiere que el gas probablemente proviene del aire atmosférico incorporado al agua de infiltración, que en su circulación subterránea pierde una fracción importante del oxígeno y se enriquece con aportes de He, H₂, CH₄ y CO₂. La posibilidad de mezcla con aguas de origen somero parece pues poco probable. Por último, la determinación de H₂S in situ indica una presencia importante de este gas -260 ppm-, posiblemente de origen bacteriano.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

De acuerdo con los criterios expuestos, se propone que toda la sierra de Utrera, área de alimentación del manantial sea considerada perímetro de protección, ya que en principio cualquier nueva obra de captación, puede provocar un descenso en el nivel de saturación del acuífero.

En cuanto al aspecto de calidad cualquier actividad contaminante que pudiera tener relación con el área de alimentación es susceptible de alterar la calidad de agua de la surgencia, de aquí que el río de Los Molinos, curso de agua que pasa junto al manantial, también se debería proteger

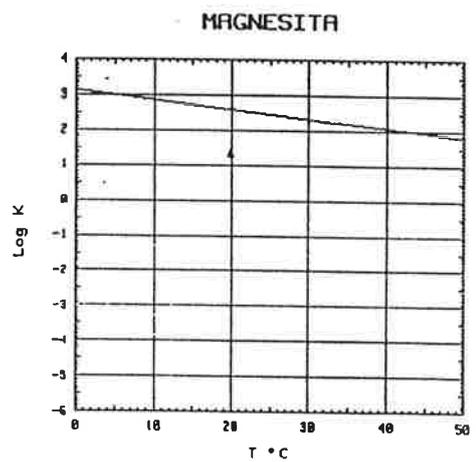
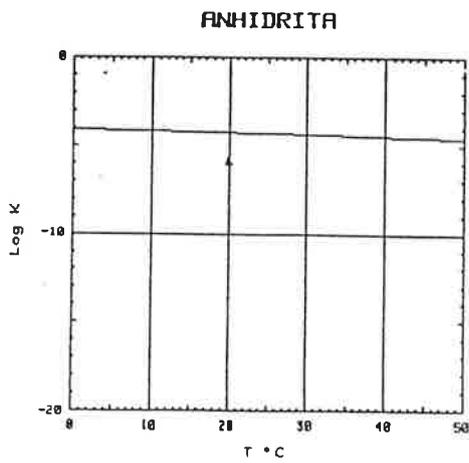
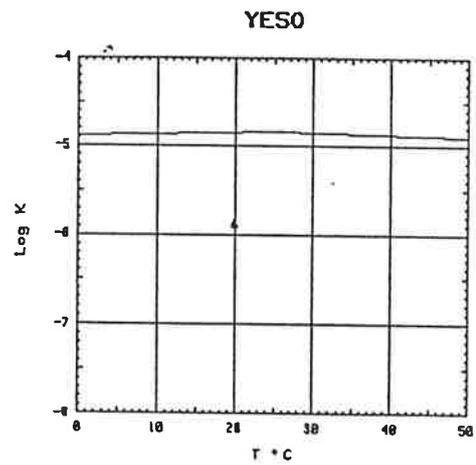
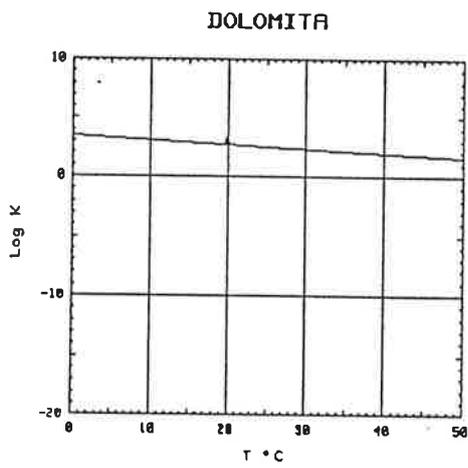
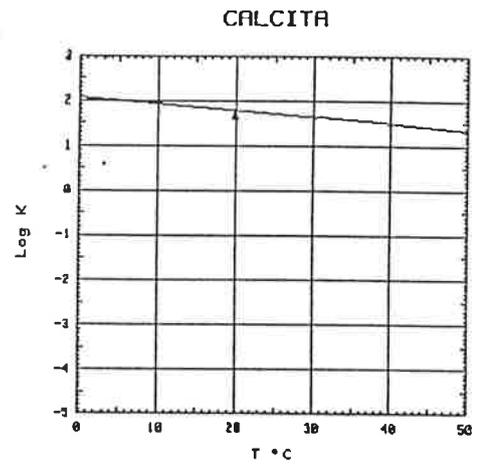
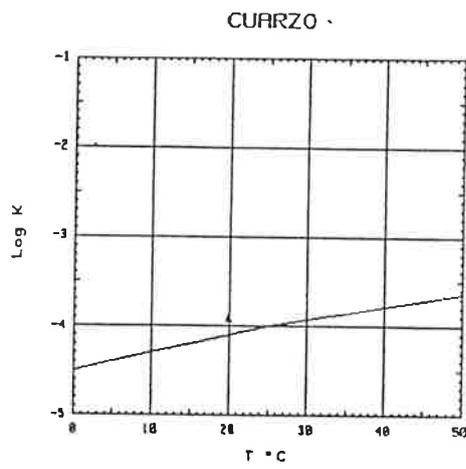
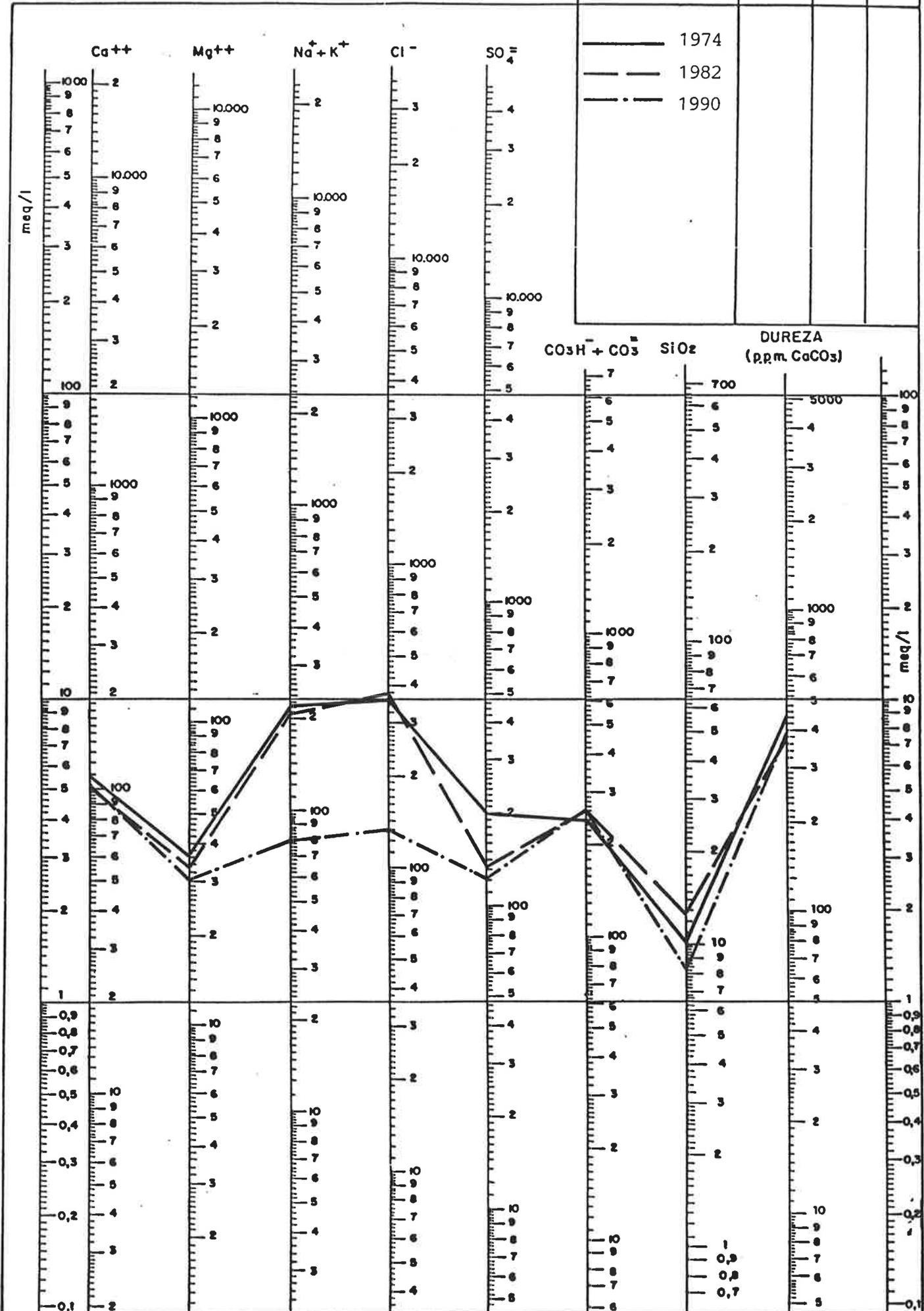


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION BAÑOS DEL ROSARIO

FIG. 2. - BAÑOS DEL ROSARIO

MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
—			
- · -			



ANÁLISIS QUÍMICO

DESIGNACIÓN: BAÑOS DEL ROSARIO
FECHA:

TEMPERATURA (°C): 19.9 CONDUCTIVIDAD (E-C, S/cm): 842
 pH a 19°C: 7.27 DUREZA TOTAL (ppm CaCO₃): 393
 pH a 18°C: 7.60 Eh campo (mV): 294

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO ₃ ⁻	261.00	4.278	4.278	40.16
CO ₃ ⁼	-	-	-	-
SO ₄ ⁼	123.00	1.280	2.561	24.04
Cl ⁻	133.00	3.752	3.752	35.23
F ⁻	<5.0E-1	.026	.026	.25
NO ₃ ⁻	2.00	.032	.032	.30
SiO ₂ (H ₄ SiO ₄)	8.3	.138	-	-
B	-	-	-	-
NO ₂ ⁻	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P ₂ O ₅	.040	0.000	.001	.01
TOTAL....	527.850	9.507	10.651	

CACIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na ⁺	78.00	3.393	3.393	29.97
K ⁺	2.00	.051	.051	.45
Ca ⁺⁺	107.00	2.670	5.339	47.16
Mg ⁺⁺	30.00	1.234	2.468	21.80
Fe ⁺⁺	.020	0.000	.001	.01
Li ⁺	.06	.009	.009	.08
Al ⁺⁺⁺	<5.0E-1	.019	.056	.49
NH ₄ ⁺	.020	.001	.001	.01
Mn ⁺⁺	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn ⁺⁺	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu ⁺⁺	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	217.725	7.378	11.321	

FORMULA ANIONICA: CO₃⁼+HCO₃⁻ >Cl⁻ >SO₄⁼ >NO₃⁻
 FORMULA CATIONICA: Ca⁺⁺ >Na⁺ >Mg⁺⁺ >Al⁺⁺⁺

CLASIFICACION: BICARBONATADA CLORURADA == CALCICA SODICA

(CO₃H+CO₃)/Ca = .801 Cl/Na = 1.106 (SO₄*Ca)^{1/2} = 3.698
 (CO₃H+CO₃)/(Ca+Mg) = .548 Cl/(Na+K) = 1.089 (Cl+SO₄)/(Ca+K+Na) = .719
 ((CO₃H)⁻²*Ca)^{1/3} = 4.606 SO₄/Ca = .480 Mg/Ca = .462
 (CO₃H+CO₃+SO₄)/(Ca+Mg) = .876 SO₄/(Ca+Mg) = .328 Cl/CO₃H = .877

ARCHIVO EN DTSCQ: MM27 (AMA5-27)

	ppm
R.S. 110°C	543
D.Q.O.	0,4
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,015
As	-
Se	-
Hg	-



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO - C.S.I.C.
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AMBIENTAL
JORGE GIRONA SALGADO, 18-26 08034 BARCELONA
TELÉFONOS 204 06 00 - 205 00 63 TELEX: 97977

ANÁLISIS DE GASES

MUESTRA: AMA5-27

	<u>%V</u>
He	0,0473
H ₂	0,0025
O ₂	1,33
N ₂	96
CH ₄	0,21
CO ₂	1,79

H₂S(campo): 260 ppm.

aguas arriba del manantial hasta las inmediaciones de Casares.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

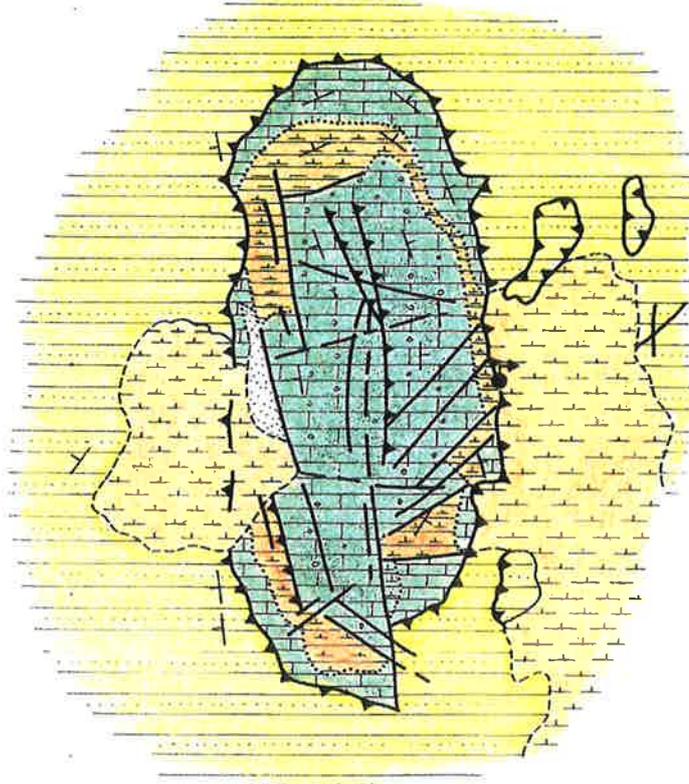
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 16-41 (Jimena de la Frontera). MAGNA-ITGE.
- EVOLUCION GEOLOGICA ALPINA DEL CONTACTO ENTRE LAS ZONAS INTERNAS Y LAS ZONAS EXTERNAS DE LA CORDILLERA BETICA. Tesis Doctoral Agustín Martín Algarra. Granada 1987.

BAÑOS DEL ROSARIO (CASARES)

PLANO GEOLOGICO

296.000

298.000



4.031.000

4.029.000

ESCALA-1:50.000

-  Indiferenciado CUATERNARIO
-  Margas grises y blancas..PLIOCENO
-  Areniscas y margas, facies fl y scha MIOCENO

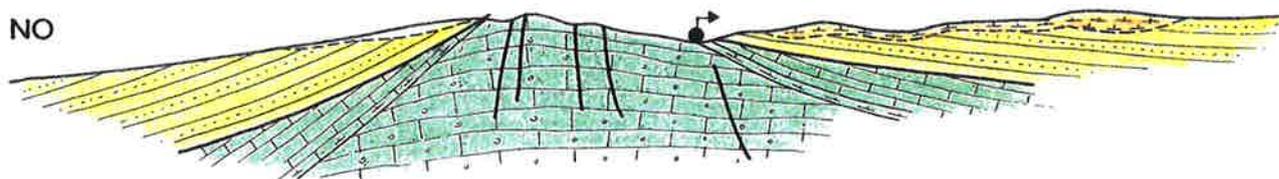
UNIDAD RONDA-TORCAL

-  Margo calizas y margas rojas..CRETACEO SUP.
-  Margas y margo calizas blancas con silex CRETACEO INF.
-  Calizas oolíticas, nodulosas y masivas JURASICO

CORTE GEOLOGICO

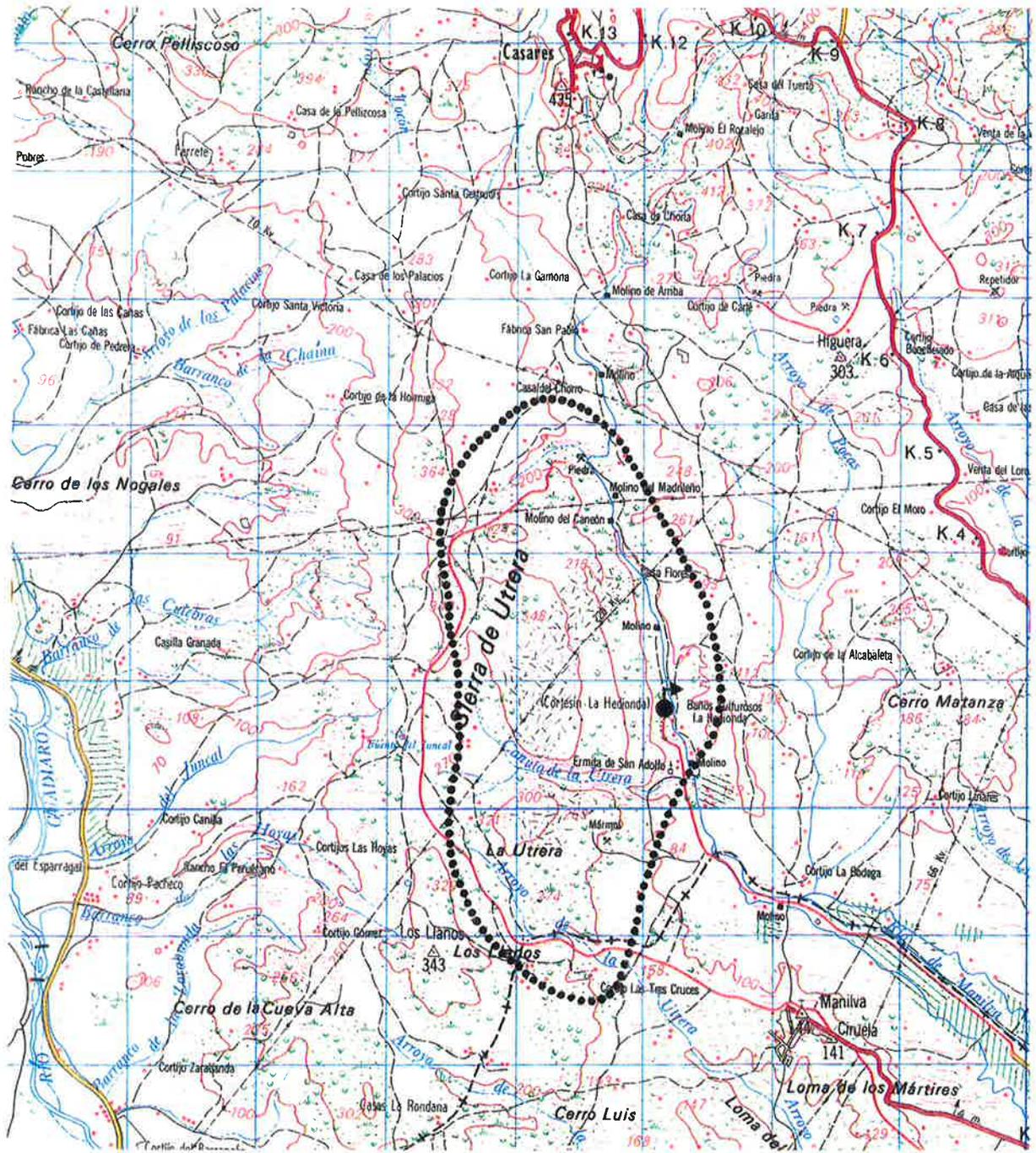
NO

SE



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

BAÑOS DEL ROSARIO



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL ALMANZORA (PERIANA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- SITUACION GEOGRAFICA

Este antiguo manantial, actualmente pozo, se encuentra situado al Norte del paraje conocido como "Cerrillo de Matanza", en el término municipal de Periana, a unos 250 metros de la carretera que desde Torre del Mar conduce a Periana, y entre los puntos kilométricos 50-51 de la citada carretera. Dista aproximadamente unos 55 km de Málaga y unos 25 de Torre del Mar.

El acceso a este punto se realiza desde Málaga por la carretera nacional 340 hasta Torre del Mar, desde esta población se toma la carretera comarcal 355 hasta llegar al km 63 de la misma desde donde se llega al punto por la comarcal 340. La entrada al pozo se realiza por el punto kilométrico 50,300 a través de un camino, que aunque no en buenas condiciones es practicable para vehículos.

El punto se encuentra ubicado en la hoja 1:50.000 del Maña Topográfico Nacional nº 18-43 (1040) Zafarraya y son su coordenadas UTM: X = 395500 e Y = 4087125, estando a una cota de 540 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El "manantial" de Almanzora está representado por un

pozo, junto a un antiguo manantial del que dejó de surgir hace tiempo. Actualmente es propiedad de D. Juan Nacle el cual emplea el caudal extraído para el abastecimiento de una casa de campo y riegos. Desde el pozo se conduce el agua, mediante mangueras, hasta unos depósitos que hacen la función de algibes desde los cuales se saca el agua para regar.

Históricamente estas aguas se han considerado como minero-medicinales de tipo ferruginoso.

La primera cita de estas aguas aparece en el informe del Instituto Geológico de España". Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" realizado en 1913. En este informe se definen las aguas como ferruginosas bicarbonatadas.

No vuelve a encontrarse una referencia del manantial de Almanzora hasta 1986, ésta aparece en el "Informe sobre las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España", editado por el IGME. En este informe se definen las aguas como bicarbonatadas ferruginosas de uso tópico.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el pozo de Almanzora se encuentra situado sobre formaciones terciarias correspondientes al complejo de Colmenar-Periana, denominación correspondiente a un conjunto de unidades, tanto de procedencia bética como subbética, localizadas entre la amplia depresión existente entre los "Montes de Málaga", área Bética y el Subbético carbonatado de los "Torcales - Sierra Gorda".

Debido al escaso relieve, abundantes cultivos, la gran tectonización de los términos, así como a los numerosos deslizamientos, es difícil reconstruir las características de la cuenca sedimentaria, así como las relaciones estructurales de las diferentes formaciones aflorantes en el entorno. Por consiguiente en este apartado se describe, someramente, la estratigrafía circundante sin precisar su posición. Esta es de muro a techo.

- En primer término se encuentra una formación representada por arcillas marrones con intercalaciones arenosas, en ésta predomina el término arcilloso. Las intercalaciones arenosas, entre las arcillas, están en niveles decimétricos, abunda el cemento ferruginoso.

En los niveles más bajos de la formación, los niveles areniscosos llegan a alcanzar espesores de 3 a 4 metros, estando recubiertos por una pátina ferruginosa.

- Además de los bancos areniscosos, intercalados en la serie descrita anteriormente, se encuentran otros bancos mas gruesos, tipo areniscas del Aljibe, en forma de lentejones o "klippes sedimentarios". En la zona circundante al "manantial", este banco alcanza una potencia del orden de los 10 metros y está constituido por una sucesión de niveles de areniscas en bancos que oscilan entre 10 y 50 cm de potencia, alternando con niveles muy reducidos de arcillas marrones.

Es en el contacto de estas areniscas con la formación descrita anteriormente donde se encuentra el antiguo manantial de Almanzora.

La edad de las series descritas corresponde a un Mioceno inferior.

2.1.- TECTONICA

En toda la zona considerada, así como a nivel regional, la estructura predominante es de corrimientos. Por este fenómeno se apilan unas series o unidades sobre otras, situándose el Complejo Colmenar-Periana como el mas alto de los conjuntos corridos, superpuesto a todos los demas. Aparentemente, y debido a la posición del Complejo Colmenar-Periana, éste puede tener una procedencia "ultra-bética".

La complejidad estructural se ve complicada con la aparición de fallas inversas, "klippes", etc.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL POZO

En los materiales terciarios que ocupan una amplia banda entre los "Montes de Málaga", béticos y las "Sierras del Torcal - Sierra Gorda", subbéticas, son frecuentes las manifestaciones de manantiales con caudales pobres o pozos de pequeña profundidad, como el que aquí se describe, y que a nivel local pueden tener cierta importancia ya que contribuyen a la solución de problemas puntuales de regadíos o abastecimientos a núcleos urbanos.

Los materiales del complejo Colmenar-Periana en su conjunto tienen baja permeabilidad por lo que no están incluidos en los esquemas clásicos de acuífero establecidos y por lo tanto no se han realizado sobre los mismos investigaciones hidrogeológicas clásicas, al ser considerado el conjunto como impermeable. Unicamente la presencia de niveles

areniscosos, mas competentes, fracturados y estratificados, permiten alguna circulación de agua.

Es en el contacto entre el "klippe" areniscoso y la serie de arcillas y areniscas donde se encontraba el antiguo manantial. El pozo excavado con posterioridad probablemente alcanza algún nivel de areniscas del tramo inferior.

La alimentación de los niveles permeables puede proceder de la infiltración de la lluvia caída sobre los afloramientos, del retorno de las aguas de riego y de los aportes de los cursos superficiales al pasar sobre los afloramientos areniscosos; esta alimentación, sin posibilidades de evaluación, es mas bien escasa.

El pozo de Almanzora, tiene un caudal pobre, que posiblemente no llega a 1 l/seg. La calidad ferruginosa de sus aguas puede ser debida al lavado de los niveles de areniscas los cuales tienen costras y nodulos de contenido férrico.

Las areniscas cuarcíticas del complejo "Colmenar-Periana" son poco solubles y además la circulación es somera, no alcanzando grandes profundidades, por lo que son aguas poco cargadas en sales.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua sulfatada sódica-cálcica, de pH 7,7 y una conductividad de 2.100 μ S/cm. Se trata de una muestra con un importante contenido en sulfatos (718 mg/l), y una fórmula catiónica en la que existe un predominio neto del sodio sobre los restantes cationes (10,7 meq/l Na⁺ frente a 4,9 de Ca²⁺ y 2,9 de Mg²⁺).

Si bien el manantial -actualmente seco- adyacente al pozo está catalogado como ferruginoso, el análisis de este último tiene un contenido de hierro de apenas 0,05 mg/l, por lo que no puede asignársele dicho carácter. No obstante hay que señalar cierta presencia de Mn (0,06 mg/l) y Pb (0,08 mg/l).

Los diagramas de saturación mineral denotan la ausencia de un equilibrio bien definido para las especies minerales consideradas. Como refleja la fig. 1, las gráficas correspondientes al cuarzo y formas carbonatadas presentan condiciones de sobresaturación para la muestra en cuestión. En el caso del yeso y la anhidrita se observa un estado de subsaturación, si bien el punto se halla próximo a la curva que representa la condición de equilibrio. En estas circunstancias y considerando el contenido en sulfatos, sodio y calcio de la muestra, cabe suponer la presencia de materiales evaporíticos en contacto con el agua, que según la descripción geológica precedente estarían asociados a algunos de los minerales del complejo terciario de Colmenar-Periana.

La ausencia de análisis previos al que aquí se presenta, hace inviable el estudio de la evolución temporal del agua.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un perímetro de protección para el pozo de Almanzora que está condicionado a la morfología del curso de agua superficial del arroyo del Marrano del cual podrían recibir las aguas subterráneas algún aporte de las superficiales y éstas recogen los vertidos del poblado de "La Muela" los cuales se podrían derivar hacia el arroyo de la Zorra, situado al Este de la citada cortijada.

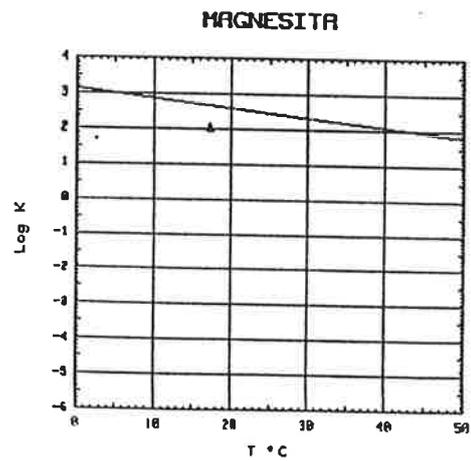
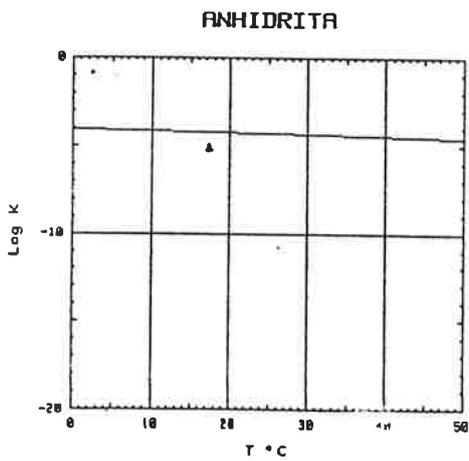
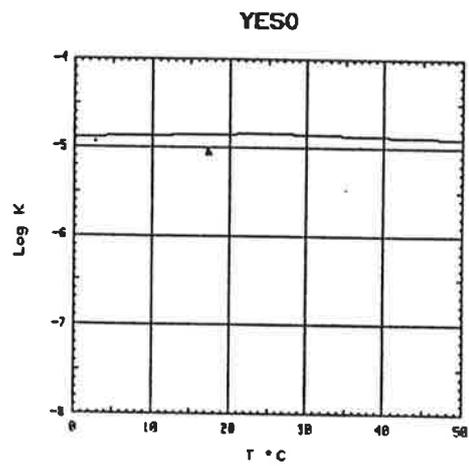
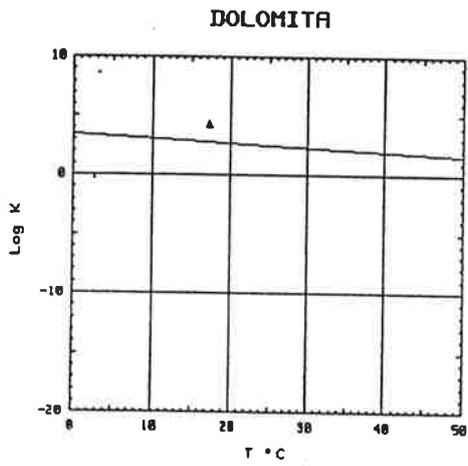
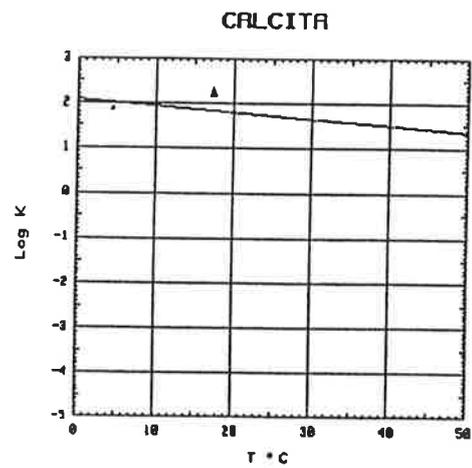
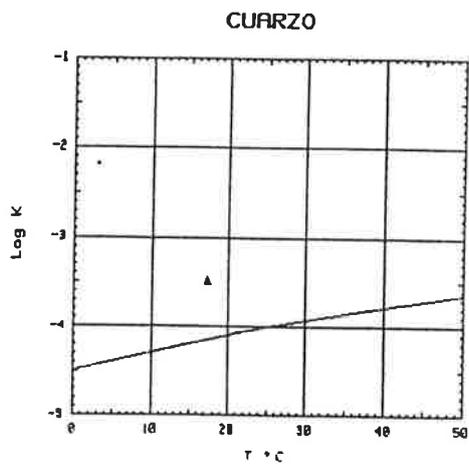


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION POZO DE ALMANZORA

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: POZO DE ALMANZORA
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 17.3 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 2100
 pH a 17°C: 7.43 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 790
 pH a 18°C: 7.70 Eh campo (mV): -53

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	347.00	6.015	6.015	23.34
CO3=	-	-	-	-
SO4=	718.00	7.474	14.949	58.02
Cl-	167.00	4.711	4.711	18.28
F-	<5.0E-1	.026	.026	.10
NO3-	4.00	.065	.065	.25
SiO2(H4SiO4)	23.8	.396	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.020	0.000	.001	0.00
TOTAL.....	1280.330	18.688	25.767	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	246.00	10.701	10.701	40.06
K+	8.00	.205	.205	.77
Ca++	196.00	4.890	9.780	36.61
Mg++	72.00	2.961	5.923	22.17
Fe++	.050	.001	.002	.01
Li+	.14	.020	.020	.08
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.21
NH4+	.020	.001	.001	0.00
Mn++	.610	.011	.022	.08
Pb	.1	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL.....	523.500	18.811	26.713	

FORMULA ANIONICA : SO4= >CO3=+HCO3- >Cl- >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Na+ >Ca++ >Mg++ >K+

CLASIFICACION: SULFATADA --- SODICA CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.615	Cl/Na =	.440	(SO4*Ca) ^{1/2} =	12.092
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.383	Cl/(Na+K) =	.432	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.950
((CO3H) ² *Ca) ^{1/3} =	7.073	SO4/Ca =	1.528	Mg/Ca =	.606
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.335	SO4/(Ca+Mg) =	.952	Cl/CO3H =	.783

ARCHIVO EN DISCO: MMM31 (AMA5-31)

	ppm
R.S. 110°C	1916
D.Q.O.	0,7
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,017
As	-
Se	-
Hg	-

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

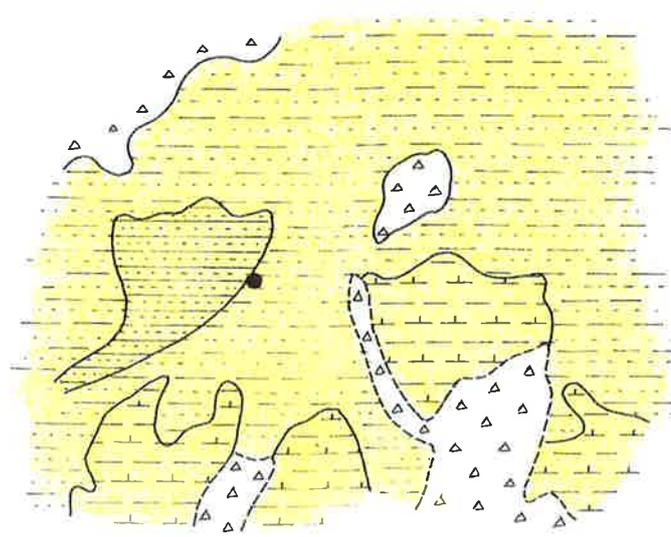
- RELACION POR PROVINCIAS DE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES DE ESPAÑA. Instituto Geológico y Minero de España, 1913.
- MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. Escala 1:50.000. Hoja 18-43 (1040) Zafarraya. MAGNA-IGME, 1979.
- INFORME SOBRE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES, MINERO-INDUSTRIALES Y DE BEBIDA ENVASADAS EXISTENTES EN ESPAÑA. Estudio preliminar. IGME, 1986.

ALMANZORA (PERIANA)

PLANO GEOLOGICO

395.000

397.000



4.089.000

4.087.000



Brechas y travertinos.....CUATERNARIO

COMPLEJO COLMENAR-PERIANA



Arcillas y areniscas..... MIOCENO INF.
Areniscas..... MIOCENO INF.



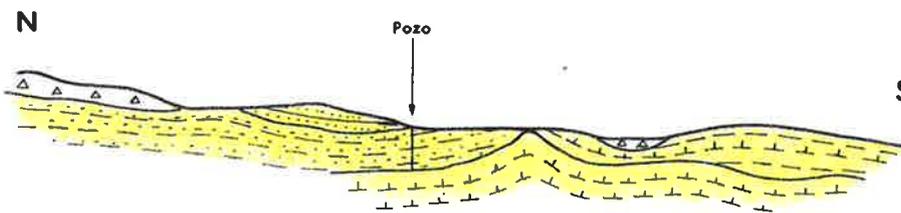
Arcillas y margas rojas..... MIOCENO INF.



Margas..... TERCARIO INDIFERENCIADO

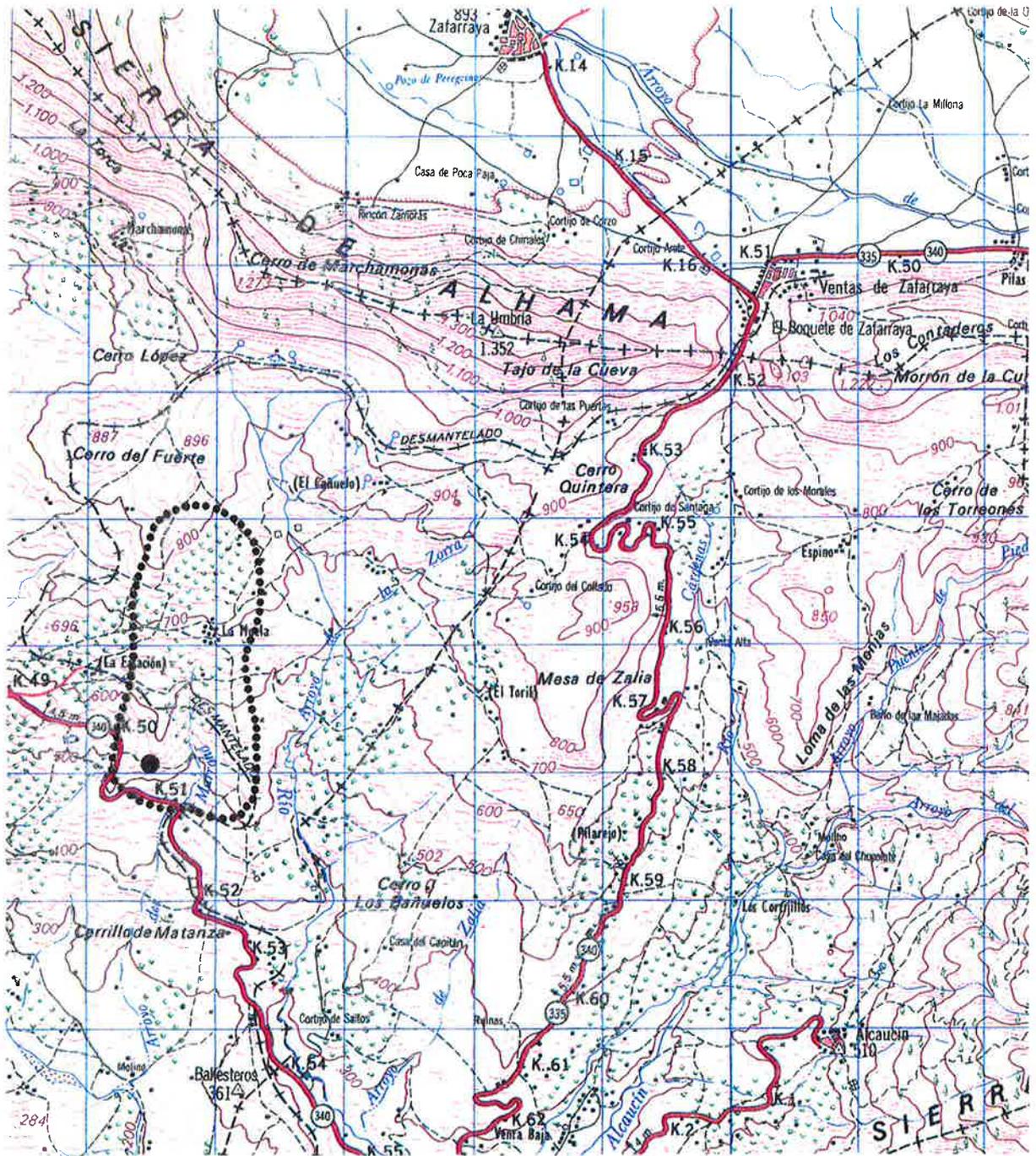
ESCALA-1:50.000

CORTE GEOLOGICO



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

ALMANZORA



ESCALA - 1:50.000

MANANTIAL FUENTE DE LOS BAÑOS DE VILO (PERIANA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Se encuentra situado en el paraje denominado "Baños de Vilo" del término municipal de Periana y a unos 200 metros de la carretera comarcal 340 que conduce de Periana a Colmenar. A unos 5 km de la primera población se encuentra el camino de acceso al manantial.

Desde Málaga se llega por la carretera nacional 340 hasta Torre del Mar, desde donde se toma en carretera nacional 335 hasta Puente de Solsia, desde donde se accede a la comarcal 340. También se puede llegar desde Málaga por la nacional 345 hasta Colmenar, con un recorrido por paisajes pintorescos, y desde Colmenar tomar la carretera local 340 en dirección a Periana.

Se sitúa el manantial en la hoja 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional nº 17-43 (1039) Colmenar. Son sus coordenadas UTM: X = 392700 e Y = 4090200 y la cota 557 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Con el nombre de "Baños de Vilo" se conocen unas instalaciones constituídas por una galería que recoge las aguas de la Fuente de los Baños de Vilo, situadas en la margen de-

recha del Arroyo de Vilo y cuyo escaso caudal vierte a una antigua bañera y de aquí al arroyo de Vilo.

Estos Baños son conocidos desde muy antiguo citándose en varias publicaciones del siglo pasado. Así en el Mapa de Establecimiento (Balneario) oficiales (declarados de utilidad pública) según la Estadística Oficial del Ministerio de la Gobernación. Dirección General de Sanidad de 1870 y cuya fuente procede de la Hidrología Hídrica Española de Marcial Taboada (1870), se cita un establecimiento denominado Vilo o Rosa situándolo en la provincia de Málaga.

En 1887, Enrique Doz y Gómez y Arturo Builla describen la Fuente de Vilo o Rozas en el partido de Colmenar y al NO de Periana. Fuente cuyas aguas surgen con una temperatura de 19-20°C y un caudal de 6 litros/minuto. Definen éstas como de olor y sabor hepático y las consideran como sulfuradas cálcicas, según noticias anteriores, y enumeran sus propiedades como etiocráticas, antiherpéticas y neutralizantes de la sífilis, así como estimulantes utero-ovaricas y nosopoiéticas.

En la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" realizada por el Instituto Geológico de España en 1913, se citan los Baños de Vilo o Rozas como aguas sulfurosas cálcicas con un caudal de 6 litros/minuto. Cita tres manantiales: Fte. de los Baños o del Vilo, de las Majadas y Almanzora; las dos primeras con aguas sulfuradas cálcicas y la tercera ferruginosa bicarbonatada.

También es citada esta Fuente en la "Relación de los manantiales minero-medicinales de España" IGME 1947.

En 1974 (12-3) ENADIMSA inventaria esta fuente dentro de la Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Sur (Sector

Occidental) promovido por el IGME dentro del Plan de Investigación de las Aguas Subterráneas (PIAS). Se definen estas aguas como sulfurosas con temperatura de 19°C y un caudal de 3,6 m³/hora. (3-12-74)

También en 1974 (3-10) en el inventario de geotermia realizado por ENADIMSA, para el IGME, se describe este manantial, que emerge con una temperatura de 21,5°C y un caudal aforado de 12 litros/minuto (3-10-74). Se observa desprendimiento de burbujas por lo que se analiza el agua dando unos resultados de 200 ppm de H₂S, 98,2% de gas nitrogenado, 570 ppm de He y 4.160 ppm de metano siendo los contenidos de O₂ y CO₂ bajos.

En el informe "Prospección geotérmica preliminar de Andalucía Occidental" IGME 1983, figuran los datos analíticos de las aguas de Baños de Vilo así como una descripción de los mismos.

La última cita conocida de este manantial figura en el "Informe sobre las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España". Estudio Preliminar IGME 1986. En este informe se clasifican las aguas como sulfhídricas cálcicas para uso tópico.

En la actualidad las aguas de la Fuente de Baños de Vilo, con un caudal de 0,3 l/seg (7-3-90) no son empleadas, vertiendo su caudal al arroyo de Vilo y presentan un fuerte olor a sulfhídrico.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El área donde se ubica el manantial pertenece al Dominio Subbético, constituido por rocas carbonatadas que dan

lugar a los relieves mas acusados de la región, abarca materiales con edades comprendidas entre el Triásico y el Mioceno inferior.

Dentro del Dominio Subbético la emergencia se encuentra en el extremo SE del anticlinal de Gallo-Vilo, el cual es vergente al SO y conforma la Unidad del mismo nombre. El afloramiento del que emerge el manantial se encuentra "aislado" de la estructura general por formaciones de la Unidad de Colmenar entre las que aflora en forma de ventana tectónica.

Las litologías y sus edades de las distintas unidades se describen someramente a continuación:

- UNIDAD DE GALLO VILO

Está formada por dolomías y niveles detríticos rojos de edad Triásico-Jurásica, ocupan el núcleo del anticlinal. Las dolomías son generalmente microcristalinas, grises y pueden ser masivas o tableadas. En esta serie son innumerables las intercalaciones detríticas. Los niveles detríticos están formados por arcillas rojas, pudingas y areniscas.

Es probable que bajo esta serie se encuentren los materiales del Triásico (Keuper).

Sobre la serie anterior se encuentra un conjunto de calizas microcristalinas y calizas oolíticas, de edad Liásico-Dogger, que presenta una intercalación de margas abigarradas. La potencia de la serie se estima en 220 metros.

En el extremo NO del anticlinal de Gallo-Vilo afloran unos

100 metros de calizas con nódulos de sílex pertenecientes al Triásico superior.

- UNIDAD DE COLMENAR

Bajo esta denominación se conoce todo el conjunto de materiales margosos con klipper sedimentarios que ocupan toda la depresión de Colmenar.

En el área del manantial afloran margas rojas y verdes con delgadas intercalaciones de calizas y areniscas. Su potencia se estima en 700 m, y su edad comprende desde el Oligoceno al Mioceno.

Sobre las anteriores margas, y de edad Miocena, se encuentra un potente conjunto de margas negras con areniscas que dan la morfología alomada de la depresión de Colmenar y destacan por la coloración ocre amarillenta debida a la alteración.

El Cuaternario se encuentra escasamente aflorante y en la zona está representado por coladas de soliflucción y conos de deyección.

2.1.- TECTONICA

La Unidad de Gallo Vilo corresponde a un anticlinal orientado NO-SE y vergente al SO. En el núcleo aparece una tectónica de fracturación transversal y longitudinal que hace perder toda la continuidad de los pliegues.

La red de fracturación es especialmente densa en el sector central con claro predominio de la transversal sobre la longitudinal.

La vergencia de la estructura nunca llega a dar inversiones, a lo sumo buzamientos verticales.

Todo el conjunto cabalga a los materiales carbonatados de la unidad Ronda-Torcal situados al SO del anticlinal.

En la Unidad de Colmenar los materiales margosos están plegados, las intercalaciones de areniscas son el único indicador de la estructura, de ellas se deduce un plegamiento laxo, vergente o no, con buzamientos de unos 30°.

Entre las dos formaciones margosas existen frecuentes deslizamientos, siendo sus contactos mecánicos.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial de la Fuente de Baños de Vilo está incorporada al sistema acuífero nº 40-E, Mesozoico calizo-dolomítico de la Sierra Gorda.

La surgencia de los Baños de Vilo, constituye la manifestación de un acuífero confinado en la unidad de Gallo-Vilo.

Las aguas recogidas en el área del anticlinal se infiltran hasta niveles impermeables, probablemente el Keuper, mas profundos que aquél en que se sitúa la surgencia. Estas aguas emergen debido a una circulación ascendente a lo largo del contacto impermeable hasta dar lugar a la surgencia. La constancia de los caudales así como la temperatura del agua, constante a lo largo del tiempo, y la facies de la misma avallan este fenómeno ya que si la alimentación procediera de la

infiltración de la lluvia sobre el pequeño afloramiento dolomítico, los caudales del manantial sufrirían fluctuaciones extremas a tenor del régimen pluviométrico y no estaría justificado su termalismo ni la facies de las aguas.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Surgencia de carácter sulfatado cálcico-magnésico, con una conductividad de $1.080 \mu\text{S}/\text{cm}$, $\text{pH}_{\text{campo}} = 7,38$ y $19,3^\circ\text{C}$. Se observa desprendimiento de H_2S , con un potencial redox muy negativo: -328 mV .

La influencia de facies evaporíticas se manifiesta básicamente a través del contenido de SO_4^- y Ca^{2+} de la muestra, 401 y $133 \text{ mg}/\text{l}$ respectivamente. Los diagramas de saturación (fig. 1) indican que la muestra se encuentra equilibrada en medio carbonatado, y subsaturada respecto a yeso y anhídrita. Se trata, pues de aguas de origen mixto -acuífero carbonatado con influencia evaporítica-, que como en multitud de casos semejantes, presenta un valor unitario del índice $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{=} + \text{SO}_4^- / \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$.

Este conjunto de características confirma la tesis expuesta en el apartado de hidrogeología, acerca de que la alimentación no se limita al pequeño afloramiento calizo-dolomítico próximo al manantial. La constancia de caudal allí apuntada, coincide a su vez con una notable estabilidad temporal en la composición de la muestra, claramente evidenciada en el diagrama de Schoeller de la fig. 2.

El agua presenta un importante contenido en flúor: $2,5 \text{ mg}/\text{l}$. Destaca asimismo la concentración de litio y arsénico: 130 y $30 \mu\text{g}/\text{l}$ respectivamente.

El análisis del gas indica que el nitrógeno es la especie predominante, con un 97%V. Dicha concentración así como el bajo contenido de oxígeno -1,35%- sugieren que probablemente se trata de aire atmosférico asociado al agua de recarga, que pierde una fracción importante del oxígeno por interacción con el medio subterráneo, enriqueciéndose a su vez en otros gases como el helio, metano y dióxido de carbono. La determinación de H₂S en la muestra de gas realizada in situ indica un contenido en este gas de 300 ppm, probablemente de origen bacteriano.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

No conociendo exactamente el origen de agua de Vilo, en principio se propone un perímetro de protección para este manantial que ocupa la cuenca alta del arroyo de Vilo y el total del afloramiento dolomítico del que emerge.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- ESTABLECIMIENTO-BALNEARIO, OFICIALES DECLARADOS DE UTILIDAD PUBLICA. Ministerio de la Gobernación, 1970.
- DESCRIPCION DE BALNEARIOS. Enrique Doz y Arturo Builla, 1987.
- RELACION POR PROVINCIAS DE LAS AGUAS MINERO MEDICINALES DE ESPAÑA. Instituto Geológico y Minero de España, 1913.
- RELACION DE LOS MANANTIALES MINERO-MEDICINALES DE ESPAÑA. IGME, 1947.
- INVENTARIO DE RECURSOS GEOTERMICOS EN MALAGA. ADARO, 1974.

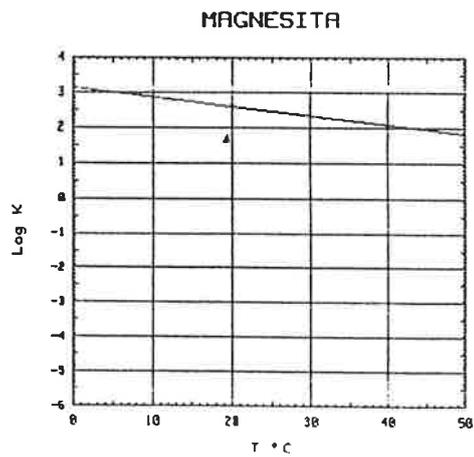
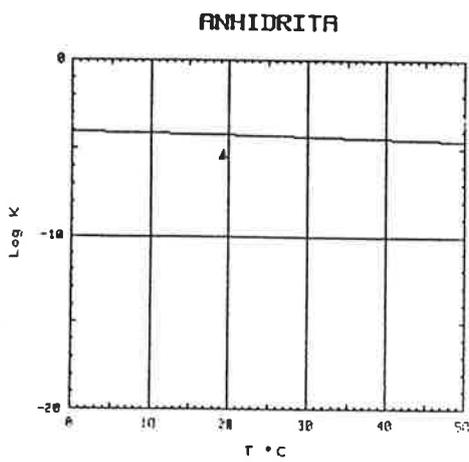
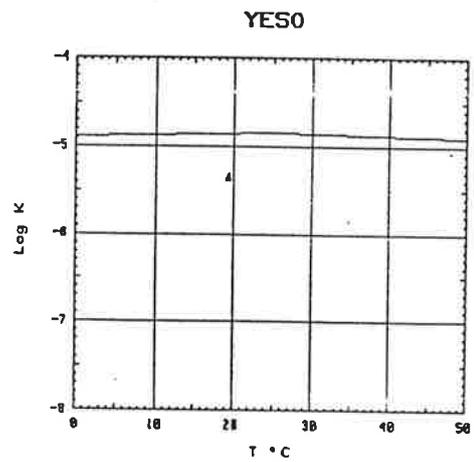
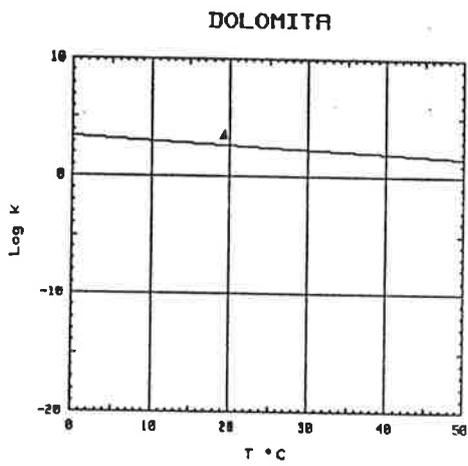
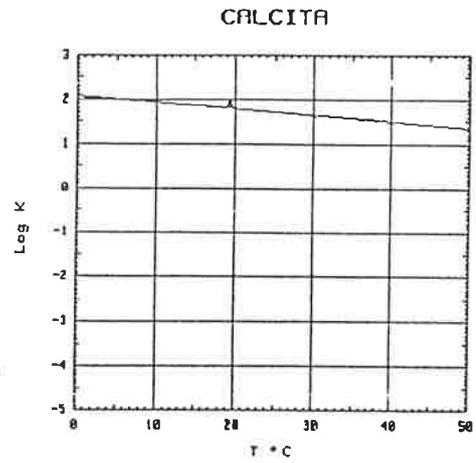
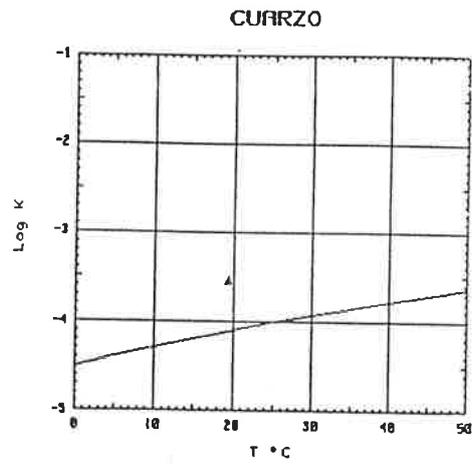
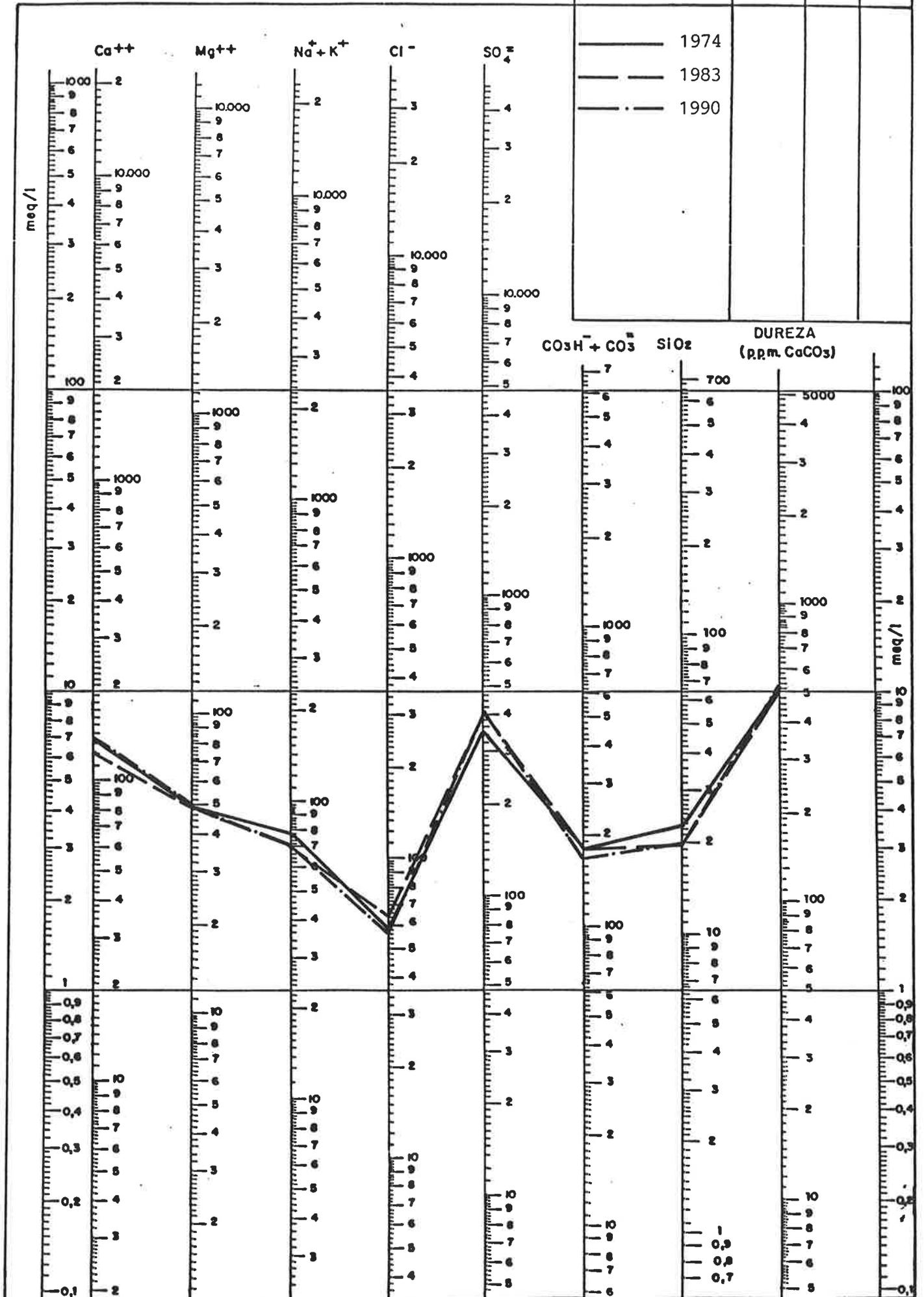


FIG. 1 .- DIAGRAMAS DE SATURACION FUENTE DE LOS BAÑOS DE VILO

FIG. 2.- FUENTE DE LOS BAÑOS DE VILO

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
—			
- · -			



ANALISIS QUIMICO

DESIGNACION: MANANTIAL DE FUENTE DE LOS BAÑOS DE VILO
 PEBIA :

TEMPERATURA (°C): 19.3 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1080
 pH a 19°C: 7.38 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 537
 pH a 18°C: 7.60 Eh campo (mV): -328

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	174.00	2.852	2.852	22.02
CO3=	-	-	-	-
SO4=	401.00	4.174	8.349	64.47
Cl-	57.00	1.608	1.608	12.42
F-	2.500	.132	.132	1.02
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.06
SiO2(H4SiO4)	20.3	.338	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.050	.001	.002	.01
TOTAL....	655.360	9.112	12.950	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	64.00	2.784	2.784	20.38
K+	5.00	.128	.128	.94
Ca++	133.00	3.318	6.637	48.59
Mg++	49.00	2.015	4.031	29.51
Fe++	.050	.001	.002	.01
Li+	.13	.019	.019	.14
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.41
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.009	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	251.809	8.286	13.659	

FORMULA ANIONICA : SO4= >CO3=+HCO3- >Cl- >F-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >K+

CLASIFICACION: SULFATADA --- CALCICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.430	Cl/Na =	.578	(SO4*Ca)^1/2 =	7.444
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.267	Cl/(Na+K) =	.552	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.043
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	3.779	SO4/Ca =	1.258	Mg/Ca =	.607
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.050	SO4/(Ca+Mg) =	.783	Cl/CO3H =	.564

ARCHIVO EN DISCO: MMMS (AMA5-05)

	ppm
R.S. 110°C	936
D.Q.O.	0,5
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,014
As	0,030
Se	-
Hg	-



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO - C.S.I.C.
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AMBIENTAL
JORGE GIRONA SALGADO, 18-26 08034 BARCELONA
TELÉFONOS 204 06 00 - 205 00 63 TELEX: 97977

ANALISIS DE GASES

MUESTRA: AMA5-5

	<u>%V</u>
He	0,0860
H ₂	<0,0010
O ₂	1,35
N ₂	97
CH ₄	0,64
CO ₂	0,69

H₂S(campo): 300 ppm.

- MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. ESCALA 1:50.000 HOJA 14-43(1039)
COLMENAR. MAGNA-IGME, 1974.

- PROSPECCION GEOTERMICA PRELIMINAR DE ANDALUCIA OCCIDENTAL.
IGME, 1983.

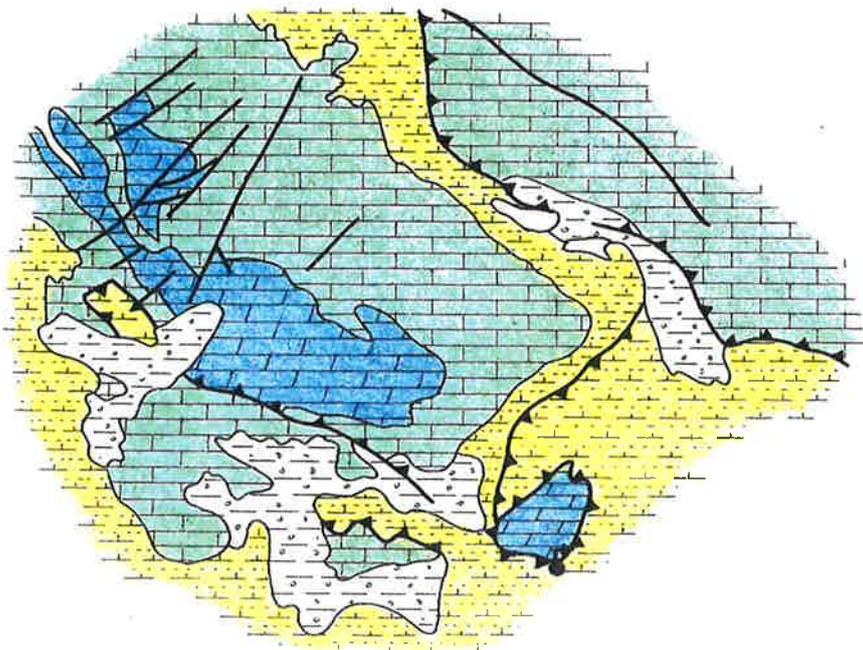
- INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA DE LAS CUENCAS SUR DE ESPAÑA
(SECTOR OCCIDENTAL). Informe técnico nº 9. Sistema acuífero
40-E. IGME, 1983.

BAÑOS DE VILO (PERIANA)

PLANO GEOLOGICO

391.000

394.000



4.093.000
4.090.000

ESCALA-1:50.000



Gravas y arcillas..... CUATERNARIO

UNIDAD DE COLMENAR



Margas y areniscas.....TERCIARIO

SUBBETICO



Calizas y calizas con sílex...LIASICO



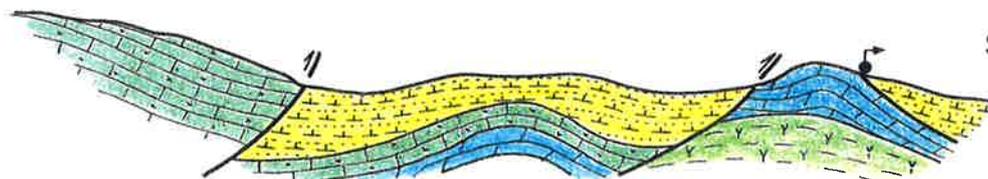
Calizas y dolomias..... TRIASICO SUP. LIAS INF.



Arcillas - yesos..... TRIASICO-KEUPER

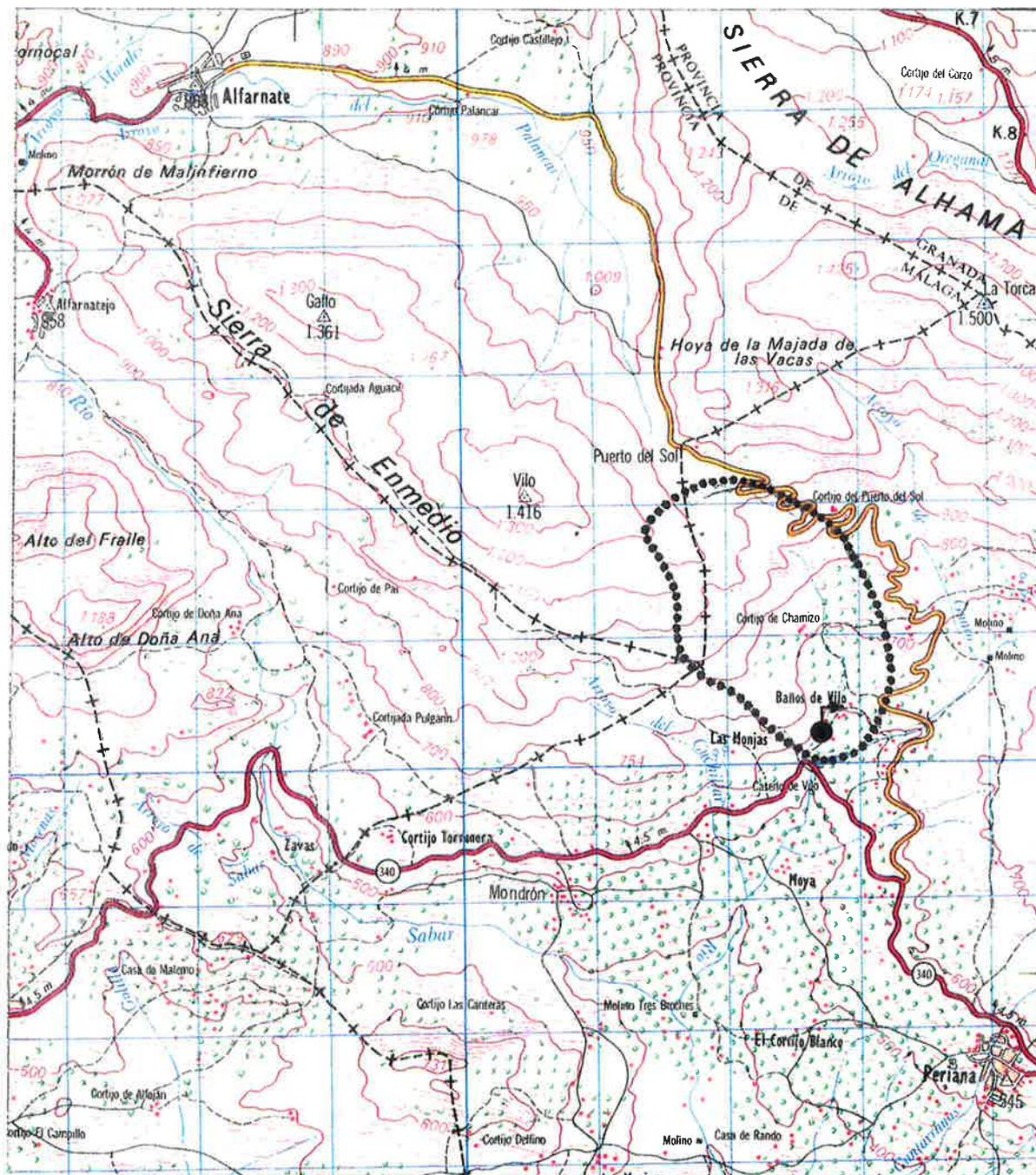
CORTE GEOLOGICO

N



S

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION BAÑOS DE VILO



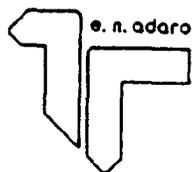
ESCALA 1:50.000

CONVENIO MARCO DE ASISTENCIA TECNICA ENTRE EL INSTITUTO TECNOLOGICO
GEOMINERO DE ESPAÑA Y LA CONSEJERIA DE ECONOMIA Y HACIENDA
DE LA JUNTA DE ANDALUCIA

EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DE LAS
AGUAS MINERALES EN LA COMUNIDAD
AUTONOMA DE ANDALUCIA

ESTUDIO DE DETALLE DE LA PROVINCIA DE MALAGA
TOMO 4

(CONTINUACION)



PRIMERA FASE

1.990-1.991

35447

I N D I C E

	<u>Págs.</u>
- <u>INTRODUCCION</u>	1
- <u>MANANTIAL BAÑOS DE LAS MAJADAS (ALCAUCIN)</u>	5
- <u>MANANTIAL BAÑOS DEL PUERTO (ALHAURIN)</u>	18
- <u>MANANTIAL CORTIJO DEL SULTAN (ALMOGIA)</u>	37
- <u>MANANTIAL CORTIJO LA HEDIONDA (ALORA)</u>	50
- <u>MANANTIAL BAÑOS DE ARDALES (ARDALES)</u>	64
- <u>MANANTIAL FUENTE DE LA CRUZ (BENAMOCARRA)</u>	79
- <u>MANANTIAL BAÑOS DE CARRATRACA (CARRATRACA)</u>	92
- <u>MANANTIAL EL RELUMBROSO (CARTAMA)</u>	110
- <u>MANANTIAL FUENTE EL CANO (CARTAMA)</u>	125
- <u>MANANTIAL FUENTE DE LA HIGUERA (CASARABONELA)</u>	137
- <u>MANANTIAL FUENTE SANA (COMARES)</u>	154
- <u>MANANTIAL BAÑOS DEL DUQUE (CASARES)</u>	167
- <u>MANANTIAL EL MADROÑO (MALAGA)</u>	184

	<u>Págs.</u>
- <u>MANANTIAL FUENTE ALEGRE (MALAGA)</u>	197
- <u>MANANTIAL EL QUEJIGO (MIJAS)</u>	213
- <u>BAÑOS DEL ROSARIO O LA HEDIONDA (CASARES)</u>	227
- <u>MANANTIAL DE ALMANZORA (PERIANA)</u>	243
- <u>MANANTIAL FUENTE DE LOS BAÑOS DE VILO (PERIANA)</u> ...	255
- <u>MANANTIAL FUENTE HEDIONDA (RONDA)</u>	271
- <u>FUENTE AMARGOSA (TOLOX)</u>	285
- <u>MANANTIAL FUENTE MINA (CASARABONELA)</u>	307
- <u>MANANTIAL BAÑOS DE LA TOSQUILLA (VILLANUEVA DEL RO-</u> <u>SARIO)</u>	326
- <u>MANANTIAL PUERTO SOL DE LA SIERRA (MANALBA - MALAGA)</u>	338
- <u>MANANTIAL FUENTE PEÑA (MIJAS)</u>	354
- <u>FUENTE RIO HORCAJOS (TOLOX)</u>	373
- <u>MANANTIAL CORTIJO DE CAPARROS (VELEZ MALAGA)</u>	390
- <u>MANANTIAL DE LA YEDRA (ANTEQUERA)</u>	402
- <u>SONDEOS MARQUES DEL DUERO (MARBELLA)</u>	415
- <u>MANANTIAL NACIMIENTO RIO SALADO (ALMARGEN)</u>	432

	<u>Págs.</u>
- <u>MANANTIAL DE TORROX (TEBA)</u>	443
- <u>MANANTIAL DE FUENCALIENTE (CAÑETE LA REAL)</u>	457
- <u>VALLE DE NIZA (VELEZ MALAGA)</u>	469
- <u>MONTE DEL DUQUE (MANANTIALES EL SAUCILLO Y EL PLANTANILLO) (CASARES)</u>	483
- <u>MANANTIAL MONTESOL "LAS ALBERQUILLAS" (NERJA)</u>	502
- <u>MANANTIAL LOS REMATES (MALAGA)</u>	515
- <u>MANANTIAL EL CERCADO (BENAHAVIS)</u>	527

MANANTIAL FUENTE HEDIONDA (RONDA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Fuente Hedionda se encuentra situada al Norte del paraje denominado "El Llano de la Cruz", cerca del límite de los términos municipales de Ronda y Arriate y dentro del primero de ellos. Está en la margen izquierda del Arroyo del Espejo próximo a la desembocadura de éste en el río Guadalcobacin, en el punto kilométrico 80,750 del Ferrocarril a Algeciras.

Este punto dista de la población de Ronda unos 4 km en línea recta y de la de Arriate 2 km. Se accede al mismo, desde Ronda, por la carretera comarcal 339 hasta el punto kilométrico 111, desde donde se toma una carretera local que conduce al Cortijo de los Frailes. Antes de llegar al río Guadalcobacin se toma un camino, a la derecha de la carretera local, que conduce directamente al manantial.

Este punto se encuentra ubicado en el Mapa Topográfico Nacional escala 1:50.000, 15-44(1051) Ronda con coordenadas UTM: X = 308050 e Y = 4072825, siendo su cota de 540 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Bajo el nombre de Fuente Hedionda o "Baños de la Torre

en las Huertas del Guadalcobacin" se conoce una galería, excavada en las calcarenitas miocenas rodeada de una construcción, en ruinas, de origen desconocido, posiblemente romano, que acogía una casa de baños.

Historicamente las aguas procedentes de esta galería se han considerado como aguas minero-medicinales.

Los primeros datos conocidos, oficialmente, de esta fuente se encuentran en la "Relación por Provincias de las Aguas Minero-Medicinales de España", realizado por el Instituto Geológico y Minero de España en 1913; en esta relación se denomina la fuente como "Hedionda de las Monjas" y define sus aguas como sulfurosas frías.

En 1947, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), publica un Mapa de síntesis geológica y memoria en el que figura una relación de los manantiales minero-medicinales de España, en la cual aparece esta fuente definiéndose sus aguas también como sulfurosas frías.

La siguiente referencia a este manantial se obtiene en 1974, cuando se realiza el inventario de puntos de agua para la Investigación Hidrogeológica de las Cuencas del Sur (Sector Occidental).

Posteriormente, en 1986, vuelve a figurar Fuente Hedionda en el informe publicado por el IGME sobre "Las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España". En este Estudio preliminar se definen las aguas como sulfhídricas para uso tóxico.

En la actualidad (1990) la galería tiene un caudal inapreciable menor de 0,1 l/seg, no siendo empleadas por el

actual propietario, D. Salvador Melchor Conde, para ningún uso.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El área en la que se encuentra el manantial de Fuente Hedionda, pertenece a la cuenca de Ronda la cual constituye por si sola una unidad fisiográfica y geológica postorogénica e individualizada dentro de las Unidades Béticas.

La topografía de la cuenca se caracteriza por la presencia de lomas suaves y depresiones con una altitud media de 650 m.s.n.m.

En la Depresión de Ronda y dentro de la zona en la que se encuentra enclavado el manantial se han definido las formaciones de Tajo, Setenil y La Mina las cuales son en parte o en su totalidad isocronas entre sí, ya que corresponden a distintos lugares y facies sedimentarias dentro de la cuenca en un mismo momento.

A continuación se describen someramente estas formaciones:

- **Formación Tajo:** Está constituida por un grueso paquete de conglomerados, englobados en una matriz detrítica, existiendo un paso gradual, de muro a techo, en el tamaño de los clastos, en la base llegan a medir hasta 50 cm de diámetro. La naturaleza de los cantos es de procedencia diversa, variando de calizas dolomíticas a areniscosas. La potencia de esta formación, que se acuña hacia el Sur, es de 150 m, y descansa discordante sobre las margas del Flysch Oligocénico. Afloran en las cercanías de Ronda.

- **Formación Setenil:** Esta reposa concordantemente sobre la F.Tajo y está constituida por tres tramos bien diferenciados.

. Un tramo inferior compuesto por arenas blanquecinas entre las que se intercalan niveles grisáceos.

. Sobre el anterior descansa un tramo calcarenítico homogéneo muy compacto, que da lugar a una topografía abrupta.

. Finalmente el tramo superior está compuesto por arenas bioclásticas con intercalaciones de niveles conglomeráticos de cantos pequeños.

La potencia de todo el conjunto se estima en 120 metros.

- **Formación La Mina:** Está representada por arcillas margosas y limos con gasterópodos. Interditan con los diferentes miembros de la F.Setenil e incluso existen pasos laterales de alguno de sus niveles a los episodios de biocalcarenititas. Su potencia es superior a los 400 metros.

La edad de estas formaciones corresponde a un Mioceno comprendido entre el Tortoniense y Mesiniense.

- **Cuaternario:** Los materiales representativos del cuaternario, se encuentran escasamente representados estando limitados a algunos conos de deyección y deslizamientos de laderas.

2.1.- TECTONICA

La cuenca de Ronda aparece afectada por una tectónica distensiva con un juego de bloques que la han configurado

como una zona subsidente rodeada de umbrales montañosos. Fallas normales y pliegues de amplitud kilométrica de adaptación al zócalo caracterizan la cuenca, dando lugar a un relieve de tipo conforme.

Es también destacable la existencia de movimientos halocinéticos del Keuper subyacente que producen ondulaciones en el Mioceno.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial de Fuente Hedionda, se encuentra situado en el denominado Sistema Acuífero nº 35 (Detrítico de Ronda), el cual es un complejo hidrogeológico constituido por numerosos acuíferos detríticos superpuestos, cuyas dimensiones son generalmente pequeñas y sus relaciones hidrogeológicas muy variadas debido a la heterogeneidad litológica. Actúa todo el conjunto como un acuífero multicapa.

Al ser un acuífero multicapa en el que existen en algunos puntos una serie alternante de calcarenitas y términos margosos que son erosionados por la red fluvial, origina una serie de pequeñas surgencias entre las que figura la de Fuente Hedionda, cuyo caudal de emergencia es menor de 0,1 l/seg (1990). A 300 metros de este punto existe un sondeo surgente realizado en 1989 con un caudal actual de 1,5 a 2 l/seg. La profundidad es de 36 m, profundidad de la que emergió el agua, la cual también tiene olor a sulfhídrico

La alimentación del Sistema "Detrítico de Ronda" se realiza por la infiltración del agua procedente de la lluvia y por alimentación lateral de las Unidades de Ronda y Cañete.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua clorurada-sulfatada sódica de mineralización muy elevada (4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y R.S. = 3,514 g/l), con desprendimiento de sulfhídrico asociado a actividad bacteriana y a un valor del potencial redox de -278 mV.

Obviamente estas características indican que la génesis de la gua está inequívocamente ligada a procesos de disolución de facies evaporíticas. Los diagramas de saturación de la fig. 1 ponen de manifiesto una situación próxima a la del equilibrio respecto a yeso y magnesita y de subsaturación respecto a anhidrita, mientras que el agua se encuentra sobresaturada en calcita y dolomita. La presencia de bacterias sulfatorreductoras es relativamente frecuente en aguas asociadas a yesos (834 mg/l $\text{SO}_4^{=}$).

Entre los compuestos minoritarios y elementos traza destacan los contenidos de flúor y litio de la muestra: 1,9 y 0,61 mg/l respectivamente (ambos suelen ser más abundantes en aguas relacionadas con evaporitas que en acuíferos carbonatados), así como las concentraciones de los siguientes elementos:

Fe	70 $\mu\text{g}/\text{l}$
Mn	70 "
Pb	40 "
Cr	30 "

Sólamete se dispone de una análisis de este manantial (1990), por lo que no resulta posible estudiar su evolución temporal.

En lo que respecta a los gases asociados a la surgencia, no fue posible recoger muestra alguna debido a que el manantial se encontraba totalmente seco en el momento de la visita. Según lo indicado por algunos agricultores de la zona, ello es consecuencia de la reciente perforación de pozos en el entorno. Precisamente junto al camino que conduce al manantial existe un sondeo surgente (AMA5-34A) que, al igual que este último, presenta un intensivo desprendimiento de H_2S . Por su proximidad a Fuente Hedionda y puesto que ésta se encontraba seca, se consideró oportuno proceder al muestreo de gases en este nuevo punto.

El análisis de la muestra recogida pone de manifiesto que la especie predominante es el nitrógeno (69%), si bien es importante destacar el elevado contenido de metano de la muestra: 29%V. Asimismo el análisis realizado in situ indica una concentración elevada de H_2S (900 ppm), atribuible a procesos reductores de origen bacteriano. Cabe la posibilidad de que la génesis del CH_4 pudiera también estar relacionada con fenómenos de similar naturaleza.

Las restantes especies analizadas presentan contenidos bajos. En el caso del oxígeno resulta sin duda previsible, dado el valor negativo del potencial redox.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un perímetro de protección para el manantial de Fuente Hedionda el cual viene condicionado por la distribución y morfología de los cursos de agua de la red superficial que pueden incidir directamente en la calimentación del manantial, que en este caso ocupa la cuenca del Arroyo del Espejo.

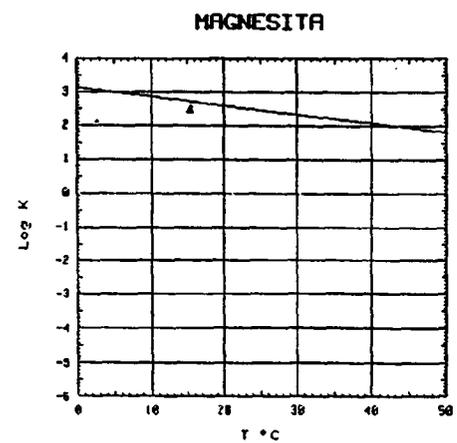
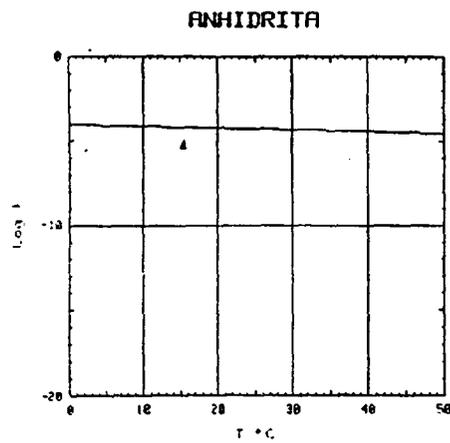
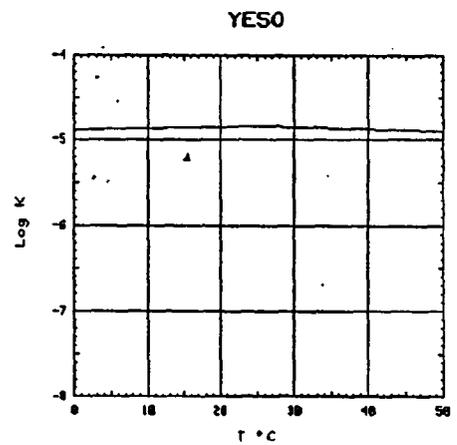
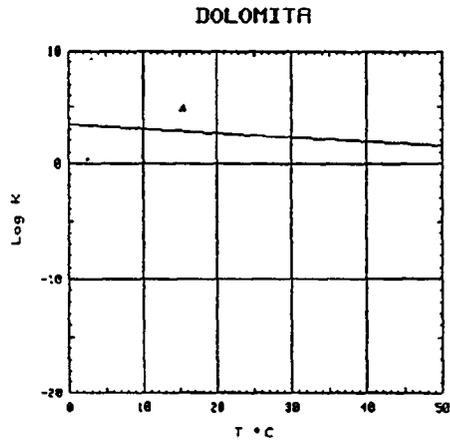
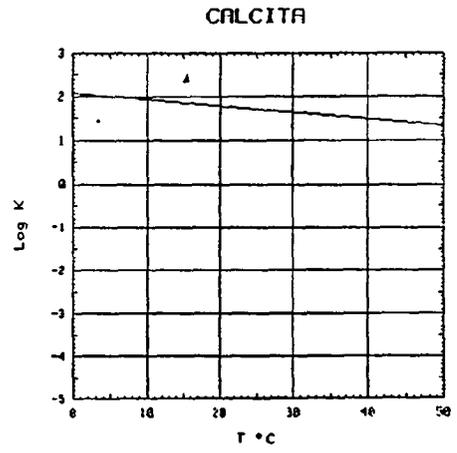
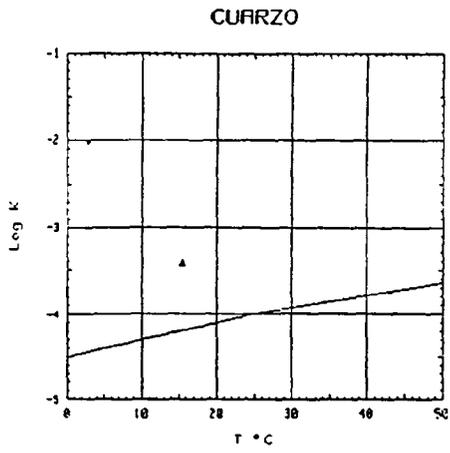


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL DE FUENTE HEDIONDA (RONDA)

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: MANANTIAL DE FUENTE HEDIONDA (RONDA)
 FECHA: _____

TEMPERATURA (°C): 15.4 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 4000
 pH a 15°C: 7.89 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 763
 pH a 10°C: 6.90 Eh campo (mV): -278

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	231.00	3.786	3.786	9.36
CO3=	-	-	-	-
SO4=	834.00	8.682	17.364	42.91
Cl-	674.00	19.014	19.014	46.98
F-	1.900	.100	.100	.25
NO3-	12.00	.194	.194	.48
SiO2(H4SiO4)	29.1	.484	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.370	.004	.012	.03
TOTAL....	1782.380	32.263	40.469	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	645.00	28.058	28.058	64.03
K+	18.00	.460	.460	1.05
Ca++	142.00	3.543	7.086	16.17
Mg++	98.00	4.031	8.061	18.40
Fe++	.070	.001	.003	.01
Li+	.61	.088	.088	.20
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.13
NH4+	.020	.001	.001	0.00
Mn++	.070	.001	.003	.01
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	904.410	36.203	43.818	

FORMULA ANIONICA : Cl- >SO4= >CO3=+HCO3- >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Na+ >Mg++ >Ca++ >K+

CLASIFICACION: CLORURADA SULFATADA --- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca = .534 Cl/Na = .678 (SO4*Ca)^{1/2} = 11.092
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .250 Cl/(Na+K) = .667 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.022
 ((CO3H)²*Ca)^{1/3} = 4.666 SO4/Ca = 2.451 Mg/Ca = 1.138
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.396 SO4/(Ca+Mg) = 1.146 Cl/CO3H = 5.022

ARCHIVO EN DISCO: MMM34 (AMA5-34)

	ppm
R.S. 110°C	3514
D.Q.O.	3,3
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,030
As	-
Se	-
Hg	-



ANALISIS DE GASES

MUESTRA: AMA5-34A

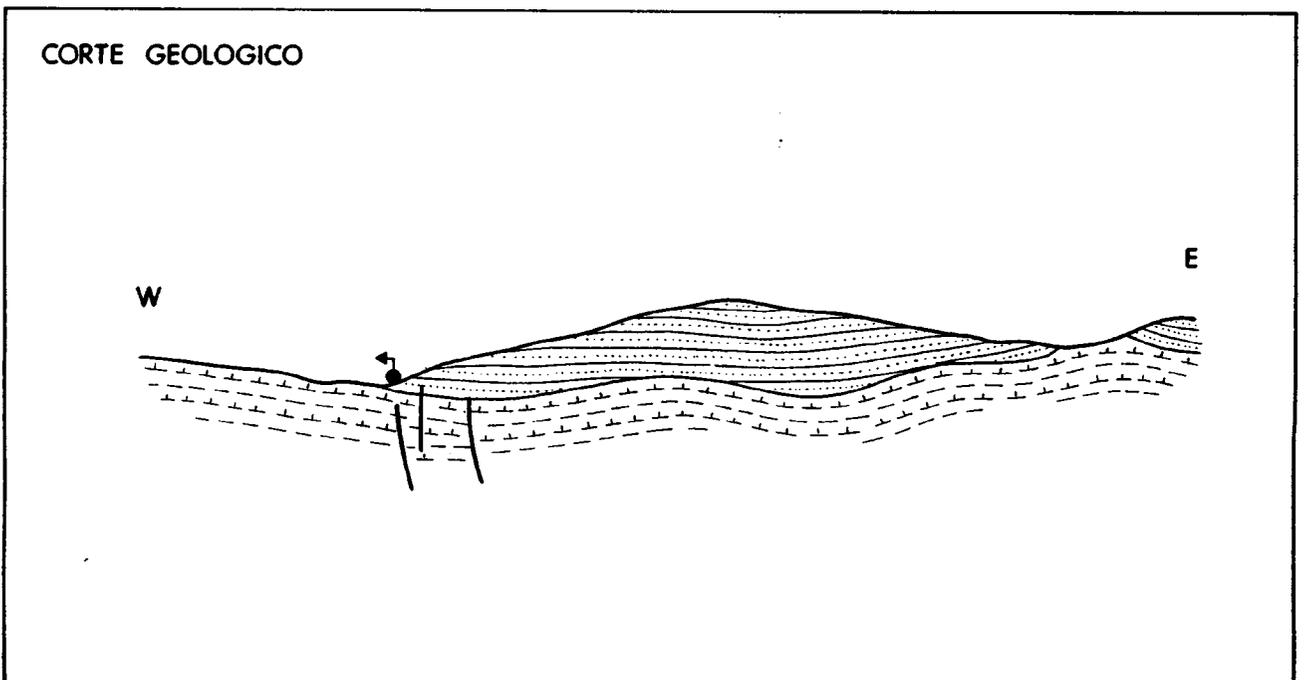
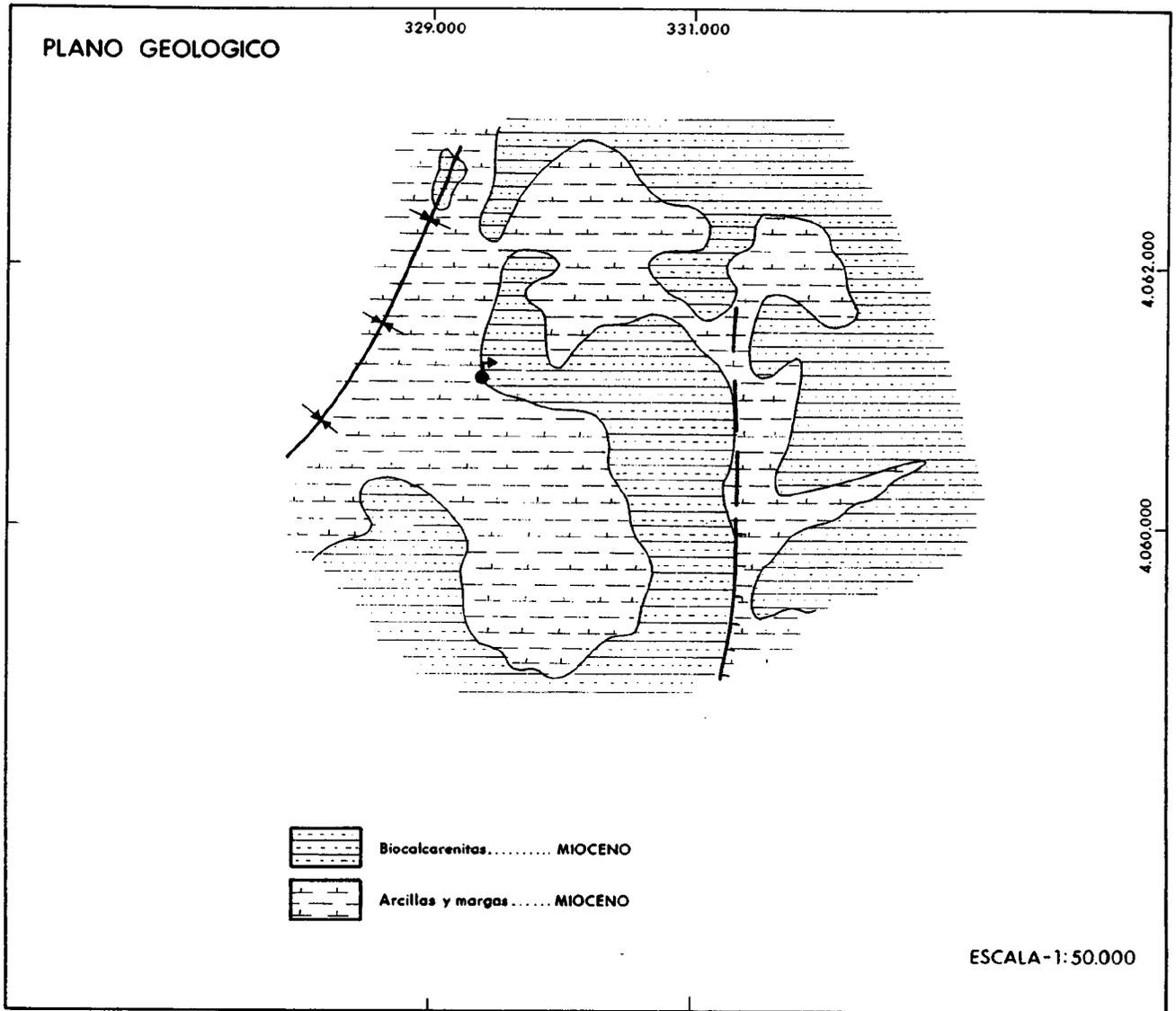
	<u>%V</u>
He	0,015
H ₂	0,0010
O ₂	0,69
N ₂	69
CH ₄	29
CO ₂	1,2

H₂S(campo): 900 ppm.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- RELACION POR PROVINCIAS DE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES DE ESPAÑA. Instituto Geológico de España, 1913.
- RELACION DE LOS MANANTIALES MINERO-MEDICINALES DE ESPAÑA. IGME, 1947.
- INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA DE LA CUENCA SUR DE ESPAÑA (SECTOR OCCIDENTAL). Informe Técnico nº 4 Sistemas Acuíferos 35 y 36. IGME, 1983.
- ESTUDIO HIDROGEOLOGICO EN EL TERMINO DE RONDA (MALAGA). Para el abastecimiento de las Pedanías de La Cimada, Los Pensos y Puerto Sauco. Nota Técnica 236. IGME, 1984.
- MEMORIA Y HOJA HIDROGEOLOGICA, a escala 1:50.000 nº 15-44 (1051) Ronda. MAGNA-ITGE. Sin publicar.
- LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES, MINERO-INDUSTRIALES Y DE BEBIDAS ENVASADAS EXISTENTES EN ESPAÑA. Estudio preliminar. IGME, 1986.

FUENTE HEDIONDA (RONDA)



FUENTE AMARGOSA (TOLOX)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Fuente Amargosa se encuentra en la estribación oriental de la Sierra de Tolox y junto al cauce del río de los Caballos por su margen izquierda (afluente del río Grande), al Sur del núcleo de Tolox del que sólo lo separan unos 700 metros.

Junto al manantial se construyó el Balneario, el cual goza de una gran tradición para toma de aguas en sus distintas aplicaciones, no sólo en la provincia de Málaga, sino a nivel peninsular. Dista este balneario unos 50 km desde Málaga, pasando por Coin o Alozaina.

Se localiza dentro de la hoja topográfica nº 15-44 de Ronda, a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 329.400 e Y = 4.061.200, siendo su cota de 380 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Desde tiempo inmemorial se conocían en el término municipal de Tolox una serie de fuentes y manantiales conocidos con el nombre de "amargosas" debido al sabor especial de las mismas, y que eran utilizadas por los vecinos de Tolox para curar un sinfin de afecciones en forma totalmente empírica en ingestión y baños.

Fue D. José García Rey, natural de Tolox, farmacéutico, quien fijó su atención en estas propiedades y dió principio a un estudio científico del manantial de "Fuente Amargosa". Realizó los necesarios trabajos para la captación del agua mineral e incluso la analizó el mismo, catalogándola con el abigarrado nombre de aguas alcalino-bromuradas, amonico-sulfuradas, crenato ferromagnesianas. Posteriormente en 1867 se construyó un modesto establecimiento de baños para comodidad de los concurrentes que comenzaron a venir de las provincias limítrofes, con tal éxito, que cuatro años después fueron declaradas dichas aguas de utilidad pública por Real Orden de 11 de Mayo de 1871.

En 1890 realizó un nuevo análisis no sólo del agua sino del gas que se desprende de ella, D. Laureano Calderón Aruna, Catedrático de la Universidad de Madrid, demostrándose que era nitrógeno. A partir de este descubrimiento comenzó a perfilarse una de las especialidades de estas aguas, las enfermedades del aparato respiratorio en inhalaciones.

En 1906 una enorme tormenta arrasó el edificio del Balneario, que hubo necesidad de construir de nuevo, añadiéndole posteriormente un nuevo piso.

En los últimos años se han llevado a cabo una serie de reformas, tanto en sala de inhalaciones, baños, hotel balneario, encaminados a consolidar y dotar al balneario de una mayor comodidad.

Con motivo de la celebración del centenario de su fundación (1867-1967) el Dr.D. José M^a Campos Manso médico-director del Balneario escribió un boletín informativo del Balneario, donde detalla su historia, análisis químicos y principalmente las indicaciones o aplicaciones de Fuente Amargosa.

sa, entre las que destaca enfermedades de vías respiratorias, vías urinarias y alteraciones de la nutrición.

Este manantial ya venía incluido en la relación de Establecimientos Balnearios Oficiales, declarados de utilidad pública en 1870, y posteriormente también es publicado en la Gaceta de Madrid de 26 de Abril de 1928. El Instituto Geológico y Minero, igualmente la publica en su relación de balnearios y puntos de agua minero-medicinal de 1913; 1947 y 1986. Se incluye también en el inventario de puntos geotérmicos del ITGE en 1974, en la provincia de Málaga.

En el libro "Elementos de Hidrología Médica" de Enrique Doz Gómez y Arturo Builla Alegre de 1887, describe el manantial de Fuente Amargosa. Cita dos manantiales, explotándose sólo el anterior "El agua es clara y transparente, enturbiándose en contacto con el aire". Su temperatura es de 21°C y escaso caudal. La instalación es mala, usándose en bebida y baño y chorros de escasa presión. La temporada es de 15 de Junio a 30 de Septiembre".

En un informe de la Sección de Minas, fechado en Granada (junio, 1967), sobre la visita de Policía Minera girada al Balneario, entre otros puntos incluye un análisis de gases desprendidos conteniendo 92,95% de N, 6,45% de O y 0,60% de CO₂, y las aguas contienen por litro 18 cm³ de N y 0,6 cm³ de CO₂, estando clasificadas en el grupo especial de nitrogenadas-radioactivas. La temperatura es de 21°C y su caudal de 1 m³/h (17 l/m). También se refleja que no hay constancia en esa Jefatura, acerca del expediente de declaración de Utilidad Pública, ni constancia de Perímetro de Protección, ni de si lo fueron como minero-medicinal.

En el Noticiario Turístico, suplemento nº 245-1968 de Balnearios y Aguas Minerales Naturales de España, cita entre otras a Fuente Amargosa de Tolox, donde resume:

- aguas: nitrogenadas muy radioactivas, oligometálicas, con desprendimiento de gases y emanaciones radioactivas,
- aforo: 17 l/minuto y temperatura de 21°C,
- indicaciones: asma, bronquitis, catarros, riñón, diuresis, etc.,
- uso: inhalaciones y bebida.

Actualmente el manantial se halla completamente cubierto por un depósito de obra, desde el que se canaliza el agua hasta el balneario. Junto a la salida de dicho depósito existe un sifón que tiene por objeto provocar la desgasificación del agua. El gas es transportado a unos depósitos donde se almacena para su posterior empleo en inhalaciones.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el manantial de Fuente Amargosa se encuentra enclavado en la estribación más oriental del gran macizo de rocas ultrabásicas que forman Sierra Bermeja, aquí representado en la Sierra de Tolox, y que en su entorno más próximo está bordeado al Este por el Complejo Malaguide y por la formación tecto-sedimentaria postburdigaliense, mientras que al Norte y Oeste lo ocupa la

Unidad de Yunquera del Complejo Alpujárride y Unidad de las Nieves del Complejo Dorsaliano.

El Macizo ultramáfico de Sierra de Tolox ocupa una extensión aproximada a los 30 km², aunque hacia el Sur no pierde su continuidad hacia Sierra Bermeja. La composición fundamental corresponde a la variedad de Lerzholitas con diferentes facies ordenadas especialmente. Contiene, en bajo porcentaje, mafitas interpretadas como residuales en el proceso de fusión parcial de las peridotitas (ORATA, 1980). En el entorno de Tolox y mas al Sur, se han diferenciado unas rocas compactas acidas de composición granodiorítica y textura granoblastica, con limitado desarrollo de una esquistosidad poco penetrativa y tonalidades pardas mas o menos claras. Aparecen en el seno de la peridotita con contactos al parecer mecanizados.

Los autores de la escuela de la Universidad de Granada, incluyen a la roca peridotítica como una unidad dentro del Complejo Alpujárride, y la denominan Unidad de Los Reales.

La Unidad de La Yunquera, del Complejo Alpujárride, comprende un tramo basal de micasquistos y gneises magmáticos, de edad presumiblemente paleozoica, que descansa mediante superficie de corrimiento sobre los materiales menos metamórficos asociados a la Unidad de Las Nieves. El tramo intermedio lo constituye un grueso paquete de mármoles dolomíticos, de alrededor de 700 m de potencia. Se le atribuye una edad paleozoica y el tramo superior está formado por una alternancia con todos los términos transicionales entre rocas carbonatadas y rocas detríticas, que muestran un metamorfismo de grado bajo (mármoles, calizas, calcoesquistos, micasquis-

tos, filitas y cuarcitas). A techo de la Unidad aparece la llamada Brecha del Jarro.

El Complejo Malaguide, es la última unidad bética alóctona existente en la zona. Se sitúa sobre el Complejo Alpujarride o sobre el macizo peridotítico. En conjunto presenta una sucesión pelítica-detrítica de filitas, pizarras y grauvacas con pasadas calcáreas de edad paleozoica. Culmina la serie, una formación de carácter continental, constituida por conglomerados, areniscas y pizarras de colores rojizos, con una facies próxima a la del Trias Germánico Inferior, y da paso a las dolomías que constituyen el techo malaguide, formando un episodio marino transgresivo sobre la facies continental.

La Unidad de Las Nieves, corresponde al Complejo Dor-saliano, y en conjunto comprende cinco términos litológicos:

- dolomías y mármoles dolomíticos, que alcanzan espesores superiores a 1.000 metros,
- alternancias de calizas y dolomías margosas, mármoles calizo-dolomíticos y calcosquistos, con espesores variables hasta de 200 metros,
- calizas con sílex y calcoesquistos con nódulos de cuarzo, cuya potencia varía entre 50 y 150 m,
- calizas y margocalizas esquistosas y nodulosas, radiolaritas, alcanzando en total una potencia máxima de unos 50 m.

La edad para todo el conjunto descrito comprende el Trias y el Jurásico. Culmina la Unidad con la llamada Brecha

de la Nava, de edad Oligoceno-Mioceno y su potencia alcanza los 100 metros.

El Neonumidico fue definido por J.Bourgois (1978) como una formación arcillo-areniscosa de Klippes sedimentarios y consiste esencialmente en una "melange tectonique" donde se encuentran dispersos dentro de una matriz arcillosa, materiales cuyas edades varían desde el Jurásico al Aquitaniense.

2.1.- TECTONICA

Siguiendo a la escuela de la Universidad de Granada, en el área de Ronda se han diferenciado tres unidades alpujárrides, según su posición geométrica de abajo arriba: Unidad de Yunquera, Unidad de los Reales (Tolox) y Unidad del Saucillo. La más compleja en cuanto a sucesión es la Unidad de Yunquera, pues de la Unidad de los Reales, en su gran afloramiento, al Oeste de Tolox, únicamente existen las peridotitas basales, junto con diferenciados acidos.

El Complejo Malaguide en el sector de Alozaina-Tolox se superpone a las peridotitas de la Unidad de los Reales. A veces se observan dos unidades malaguides superpuestas.

En el Complejo Dorsaliano se distinguen dos grupos de unidades. En el grupo I se distinguen las unidades de Enamorados, Cabrilla y Almola y en el grupo II las unidades de Las Nieves y del Picacho. Estas dos unidades poseen sus sucesiones repetidas por la existencia de sendos sinclinales tumbados.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Son numerosos los puntos de agua, en general de peque-

ño caudal que se manifiestan a lo largo del contacto entre la roca peridotítica y en este caso con el paleozoico del Complejo Malaguide que actúa de roca de caja, y entre los que se encuentran la mayor parte de los manantiales de los alrededores de Tolox (Fuente Amargosa y Río Horcajos).

La roca peridotítica y en general las rocas plutónicas por su textura presenta una escasa permeabilidad, a veces prácticamente nula cuando se presenta como una roca compacta y sin alterar, incapaz entonces de formar un acuífero. Solamente si posteriormente actúan sobre ésta, fenómenos de tipo secundario, tales como desarrollo de zonas de alteración (p.e. fluídos hidrotermales, etc.), red de diaclasas, zonas de milonitización y fracturación, pueden generar el desarrollo de "acuíferos" o mas bien zonas de acumulación o vías de circulación de agua.

El principal recurso de los afloramientos peridotíticos lo constituye el agua de lluvia que al circular sobre su superficie, puede encontrar zonas mas abiertas (redes de diaclasas, fracturas, discontinuidades, etc.) infiltrándose hacia zonas más profundas hasta encontrar zonas más cerradas impidiendo su paso tanto lateral como verticalmente y si las condiciones topográficas son favorables, puede permitir su alumbramiento hacia el exterior. El hecho a veces frecuente de observar la presencia de gas en el manantial, en principio se puede deber a una comunicación a mayor profundidad, posiblemente a través de una fractura o zona de fractura.

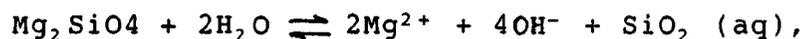
El manantial de Fuente Amargosa, tiene una captación a través de una galería de 20 metros que termina en un pequeño pozo de 1 metro de profundidad, al pie del cerro denominado Barrancas del Colmenar. El agua es completamente transparente sin color ni olor con desprendimiento de abundantes burbujas

gaseosas y de sabor agradable. Otra característica de esta manifestación es la intensa precipitación de carbonato cálcico, tapando la salida de agua de la conducción al balneario (según el encargado son precisas dos limpiezas en los tres meses de verano que permanece abierto el balneario. El caudal medido el 13-11-1974 fue de 10 l/m.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

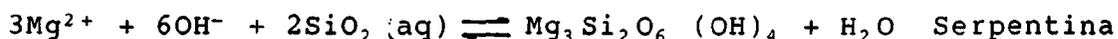
Agua de carácter básico ($\text{pH}_{\text{campo}} = 9,67$), bicarbonatada magnésica y de baja conductividad ($352 \mu\text{S/cm}$). Este manantial se encuentra situado aproximadamente 1.200 m, al Sur de la fuente Río Horcajos, hallándose ambos asociados al macizo ultramáfico de la Sierra de Tolox. Este paralelismo geológico contrasta con una clara disimilitud hidroquímica, que se hace evidente en el diagrama de Schoeller-Berkaloff de la fig. 1.

La justificación a esta diferente tipología de aguas en un medio aparentemente similar, radica en el tiempo de tránsito del agua. Partiendo del hecho de que, en líneas generales, los minerales que forman las rocas ultramáficas poseen una reactividad apreciable, en el caso de la fuente Río Horcajos, el tiempo de contacto agua-roca es suficiente como para que se den reacciones de hidrólisis del tipo:



que serían las responsables de la elevación del pH. Asimismo, los bajos contenidos de Mg^{2+} y SiO_2 de este manantial, así como el estado de sobresaturación respecto a minerales secundarios como serpentina o brucita, son indicativos de que también llegan a darse reacciones de formación de estos últimos:





Sin embargo, en el caso del manantial Fuente Amargosa el tiempo de tránsito no es suficiente como para que dichos procesos alcancen tal grado de desarrollo. Su carácter magnético evidencia que los procesos de alteración de los minerales ferromagnesianos se están produciendo (recuérdese su reactividad antes apuntada), y en consecuencia el pH (9,679 también se eleva si bien en menor medida que en el caso de Río Horcajos; en este último, el CO_2 presente en el agua de recarga se consume en gran medida en la precipitación de carbonatos (ausencia de HCO_3^- en la muestra), lo que no ocurre en Fuente Amargosa ($\text{HCO}_3^- = 110 \text{ mg/l}$).

Según se aprecia en la fig. 2 (muestra \diamond), el exceso de sílice aportado por los procesos de alteración mineral¹, se traduce en una situación de sobresaturación respecto a esta especie mineral. Asimismo, para la condiciones de pH del agua ésta aparece sobresaturada en carbonatos (calcita y magnesita). Las restantes muestras representadas en los diagramas corresponden en todos los casos a surgencias asociadas, en mayor o menor medida, a rocas ultrabásicas.

La fig. 3 recoge una serie de diagramas de saturación correspondientes a sendos minerales asociados a rocas ultrabásicas, según los cuales el agua se hallaría en equilibrio con forsterita, subsaturada en brucita y sobresaturada en los restantes minerales. En esta figura y a través de los diferentes diagramas, se aprecian con claridad dos tipologías de

¹ 22 mg/l, concentración superior a la que cabría esperar para un agua fría -20°C - de circulación somera.

aguas asociadas a macizos ultramáficos: a) cloruradas sódicas, de pH muy elevado (>11) y pobres en SiO_2 y Mg^{2+} (∇ , \square , y \blacksquare , \blacklozenge) y b) bicarbonatadas magnésicas, de pH moderadamente básico (8-9,5) y ricas en SiO_2 y Mg^{2+} . En principio el primer grupo corresponde a aguas que han propiciado reacciones de formación de minerales secundarios del tipo de las descritas anteriormente (serpentinización, p.ej.), mientras que en el segundo predominarían los procesos de hidrólisis mineral. La muestra en cuestión () ocupa una posición de transición entre ambos grupos en la mayor parte de los diagramas.

La fig. 4 refleja sobre un diagrama de Schoeller los análisis del manantial correspondientes a los años 74, 82, 83 y 90, apreciándose discrepancias evidentes cuyo origen podría hallarse en las variaciones estacionales propias de las surgencias de circulación somera. No obstante esta hipótesis no puede ser confirmada con datos de caudal, al no hallarse éstos disponibles. Por otra parte, cabe también la posibilidad de que tales variaciones sean producto de procesos de mezcla con aguas procedentes de los mármoles dolomíticos del Complejo Alpujárride, si bien el bajo nivel de mineralización parece apuntar hacia la primera de las hipótesis expuestas.

El muestreo de gases presentó en este caso algunas peculiaridades. La existencia de una conducción desde el manantial hasta las instalaciones del Balneario destinado al transporte del gas (teóricamente se trata de un circuito hermético), aconsejó intentar el muestreo en dicha conducción. El primer punto accesible se encontraba en su entrada al propio edificio del Balneario, si bien fue necesario desmontar un tramo de tubería. La muestra (AMA5-24A) se recogió tras un prolongado período de bombeo del gas, a fin de limpiar la tubería de la posible presencia de aire. No obstante, ante la incertidumbre respecto a la fiabilidad de esta muestra (la

medida de CO_2 , in situ indica solamente trazas de este gas), aconsejó buscar un medio para muestrear en la propia surgencia, totalmente cubierta por una cúpula. Para ello fue necesario perforar un pequeño orificio en una trampilla sellada con cemento, a fin de acceder al agua y realizar una extracción de gas disuelto, el cuál resultó notablemente escaso (AMA5-24B).

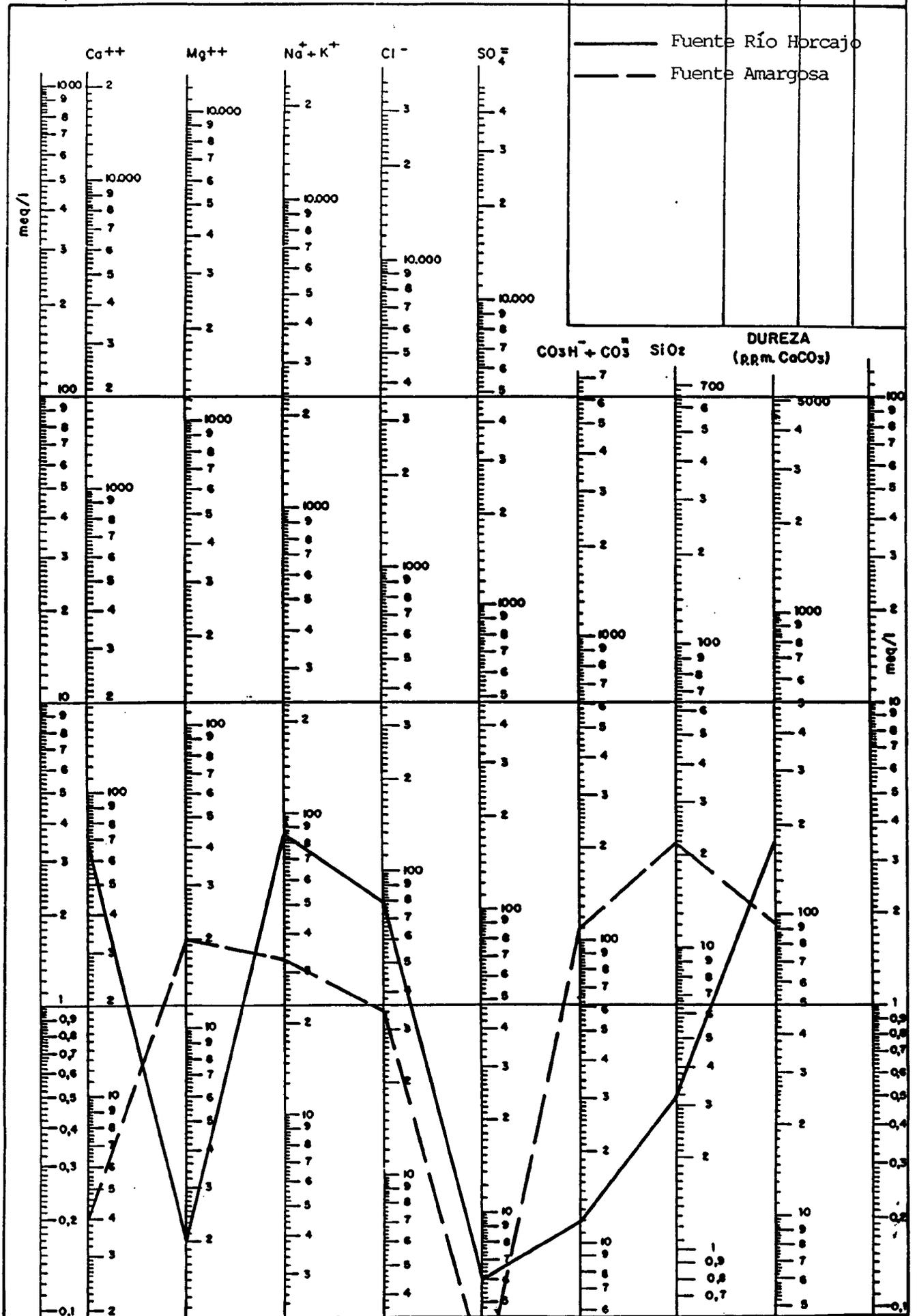
El resultado del análisis confirma la sospecha respecto a la muestra tomada en la tubería (AMA5-24A), puesto que se trata de aire atmosférico. Por el contrario la recogida en el manantial corresponde a un gas predominantemente nitrogenado (89%), pero con un contenido de oxígeno apreciable que alcanza un 8,2%. La imposibilidad de apreciar visualmente las características de surgencia, impiden reconocer si puede existir estacamiento y/o aireación del manantial que justifiquen este valor. No obstante, aun suponiendo que exista contaminación por aire, el contenido de H_2 y CH_4 (0,33 y 2,2% respectivamente) indica que existe una componente endógena en el gas. No se aprecian indicios de H_2S .

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el manantial de Fuente Amargosa que vendría condicionada a la zona de contacto de la roca ultrabásica con la serie paleozoica maláquide y a la distribución de los cursos de agua superficial que discurren en la peridotita, que incidirán de una manera prioritaria en la alimentación del manantial y según se muestra en la figura se ha pretendido envolver parte del afloramiento peridotítico y la zona de contacto con los materiales maláquides más próximos al manantial.

FIG. 1.- FUENTE AMARGOSA

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—	Fuente Río Horcajo		
- - -	Fuente Amargosa		



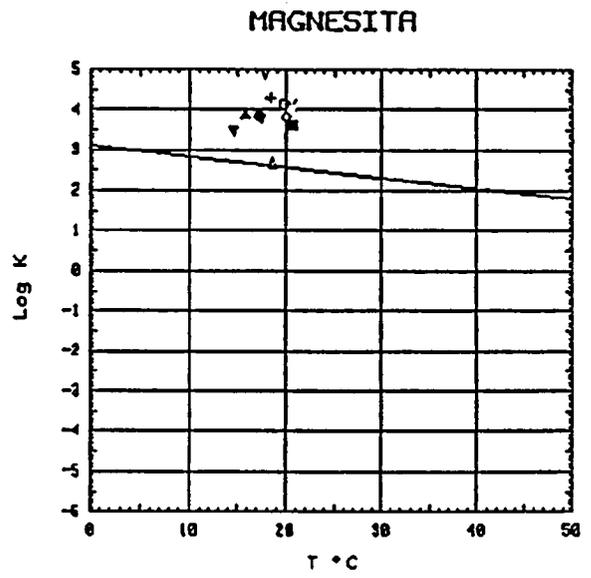
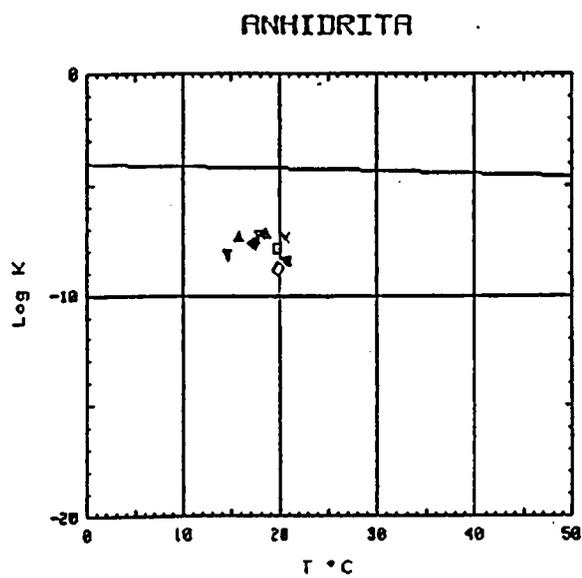
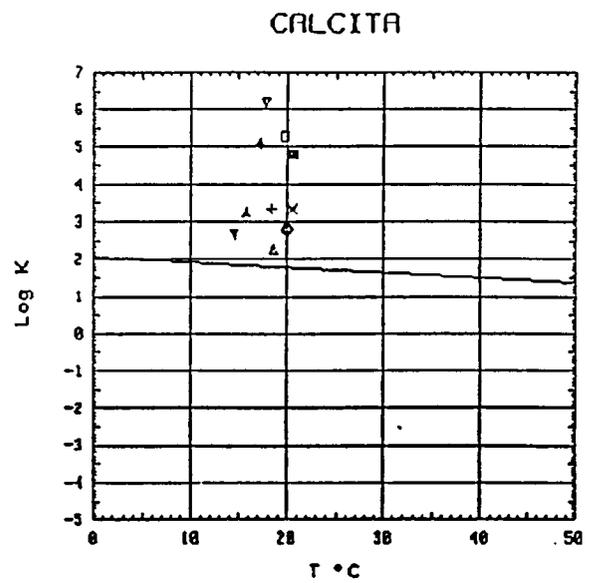
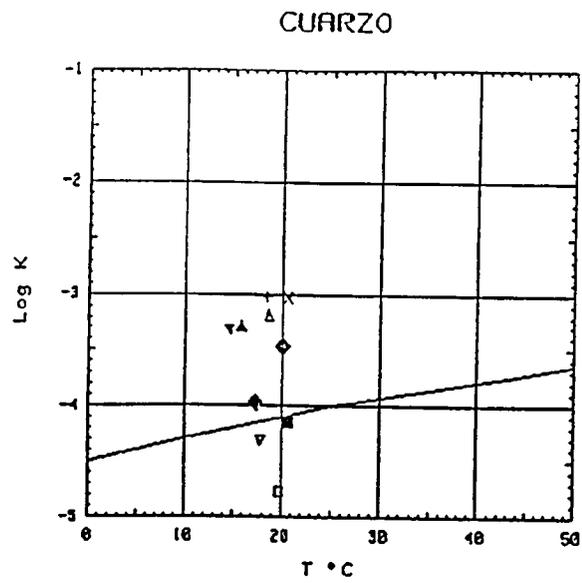


FIG. 2 .- DIAGRAMAS DE SATURACION FUENTE AMARGOSA (◇)

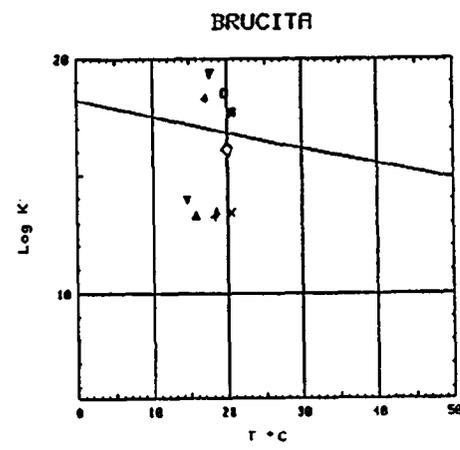
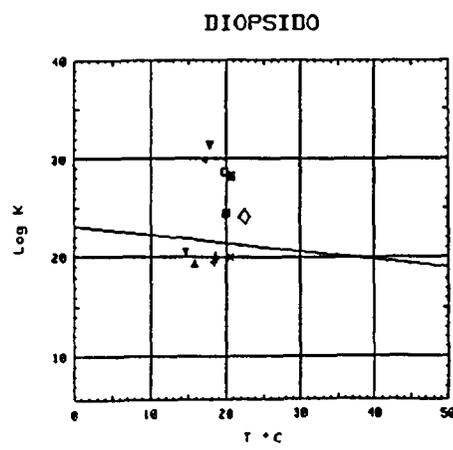
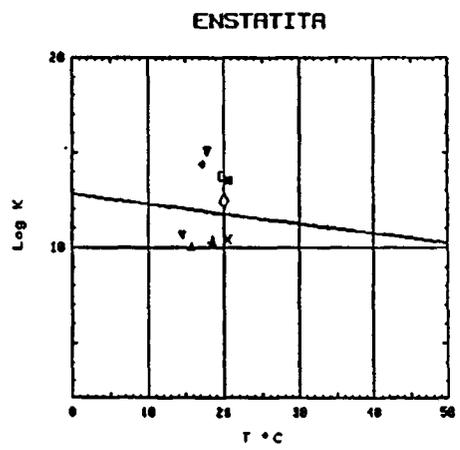
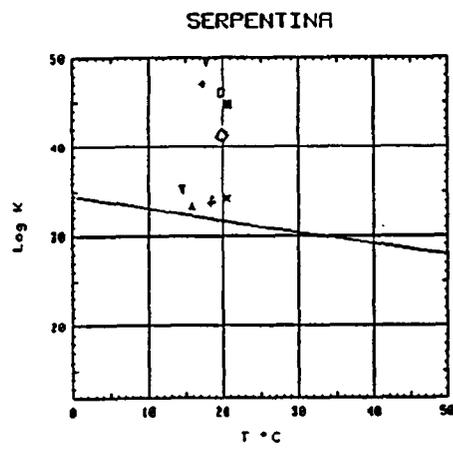
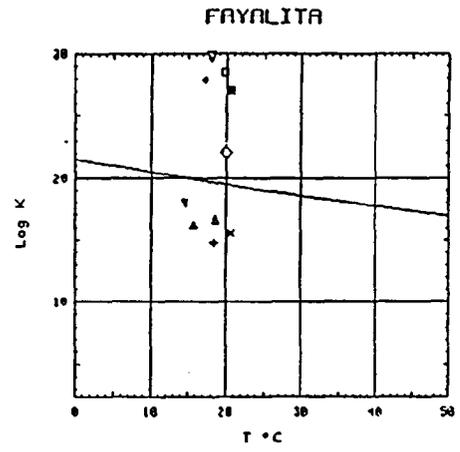
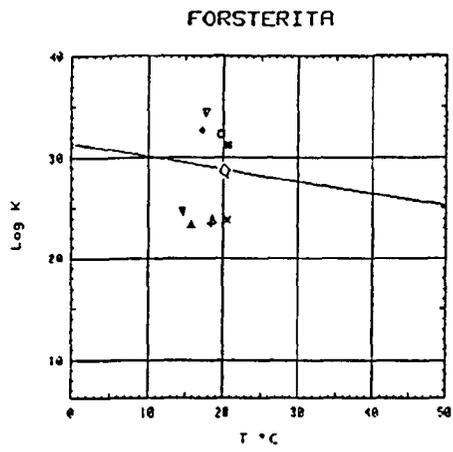
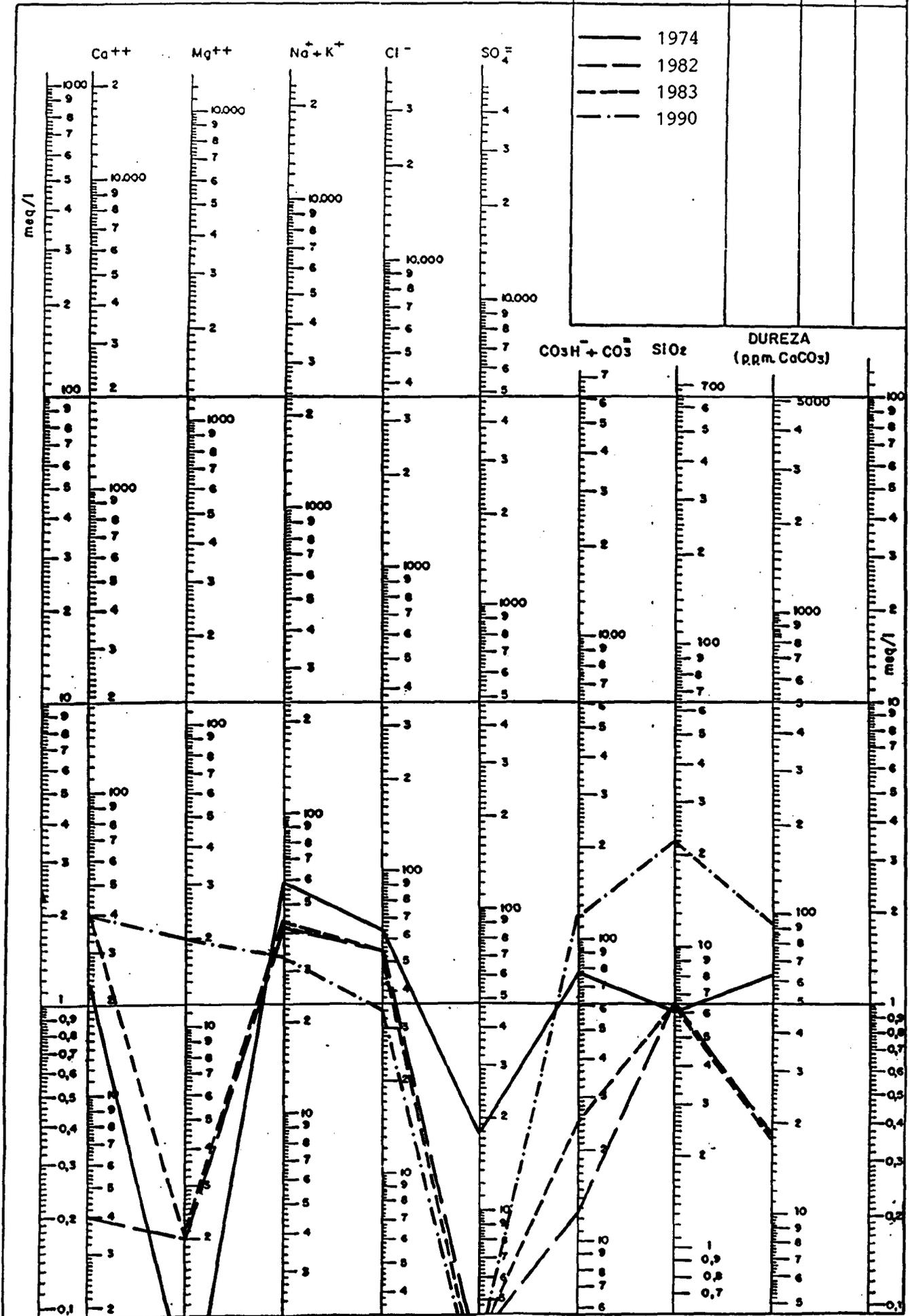


FIG. 3 .- DIAGRAMAS DE SATURACION FUENTE AMARGOSA (◇)

FIG. 4.- FUENTE AMARGOSA (TOLOX)

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
— — —			
- - - -			
- · - · -			



ANÁLISIS QUÍMICO

IDENTIFICACION: FUENTE AMARGOSA

TEMPERATURA (°C): 20.0 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 352
 pH a 20°C: 9.67 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 93
 pH a 18°C: 9.30 Eh campo (mV): 207

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	110.00	1.803	1.803	54.19
CO3=	14.00	.233	.467	14.03
SO4=	3.00	.031	.062	1.88
Cl-	34.00	.959	.959	28.83
F-	<5.0E-1	.026	.026	.79
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.24
SiO2 (H4SiO4)	22.0	.366	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	.040	0.000	.001	.04
TOTAL...	184.050	3.428	3.327	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	29.00	1.262	1.262	38.50
K+	4.00	.102	.102	3.12
Ca++	4.00	.100	.200	6.09
Mg++	20.00	.823	1.645	50.20
Fe++	.020	0.000	.001	.02
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.22
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.70
NH4+	.030	.002	.002	.05
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	.01
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.05
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.05
TOTAL...	57.715	2.316	3.277	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >Cl- >SO4= >F-
 FORMULA CATIONICA: Mg++ >Na+ >Ca++ >K+

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- MAGNESICA

$\frac{HCO_3^-}{Ca} = 11.370$ $\frac{Cl}{Na} = .769$ $\frac{(SO_4+Ca)^{1/2}}{Ca} = .112$
 $\frac{HCO_3^-}{(Ca+Mg)} = 1.230$ $\frac{Cl}{(Na+K)} = .703$ $\frac{(Cl+SO_4)}{(Ca+K+Na)} = .653$
 $\frac{(HCO_3^-)^{1/2} * Ca}{(Ca+Mg)} = .866$ $\frac{SO_4}{Ca} = .313$ $\frac{Mg}{Ca} = 5.242$
 $\frac{(HCO_3^-+SO_4)}{(Ca+Mg)} = 1.264$ $\frac{SO_4}{(Ca+Mg)} = .034$ $\frac{Cl}{Ca} = .532$

ARCHIVO EN DISCO: HMM24 (AMA5-24)

	ppm
R.S. 110°C	216
D.Q.O.	0,6
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,006
As	-
Se	-
Hg	-



ANALISIS DE GASES

MUESTRA: AMA5-24

	<u>Muestra A</u>	<u>Muestra B</u>
	<u>%V</u>	<u>%V</u>
He	<0,0010	<0,0010
H ₂	<0,0010	0,33
O ₂	21	8,2
N ₂	79	89
CH ₄	<0,0010	2,2
CO ₂	0,03	0,04

H₂S(campo): No se aprecia

6.- BIBLIOGRAFIA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 n 1051 (Ronda).
MAGNA-ITGE.

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 1065
(Marbella). MAGNA-ITGE.

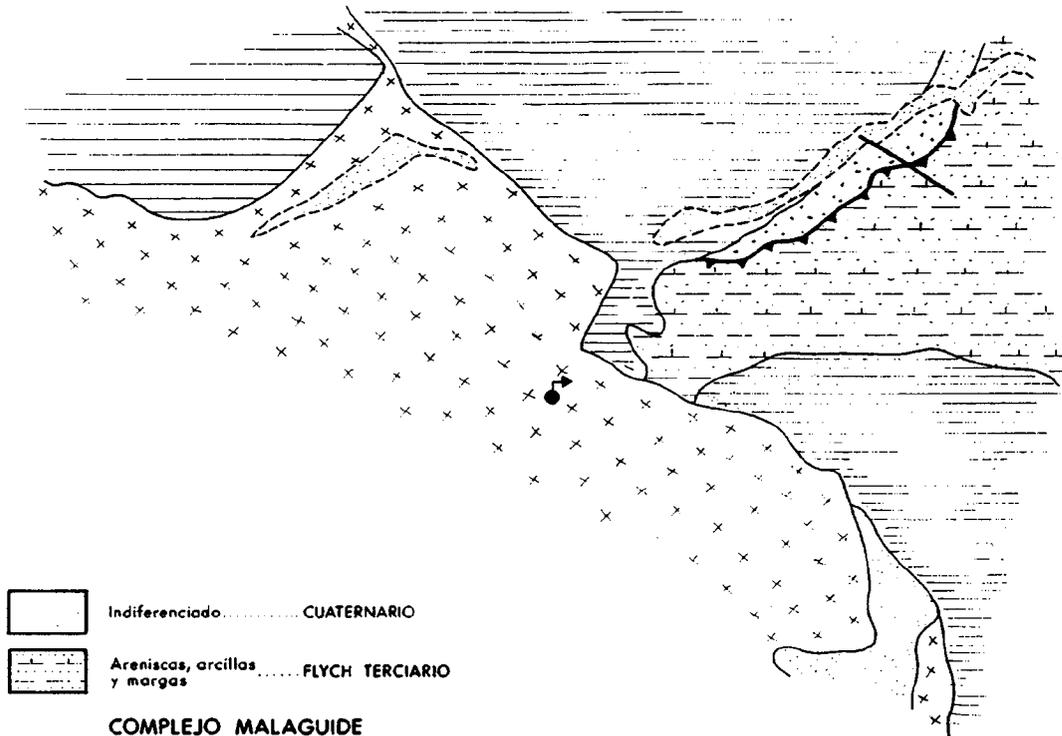
- BALNEARIO DE TOLOX. En su Centenario (1867-1967) por Dr.
José María Campos Manso.

FUENTE AMARGOSA (TOLOX)

PLANO GEOLOGICO

329.000

331.000



Indiferenciado..... CUATERNARIO

Areniscas, arcillas y margas..... TERCARIO

COMPLEJO MALAGUIDE

Areniscas..... TERCARIO

Pizarras, grauwacas, etc. PALEOZOICO

UNIDAD NIEVES

Dolomias y mármoles.... TRIAS

COMPLEJO ALPUJARRIDE

Mármoles dolomíticos.... PALEOZOICO

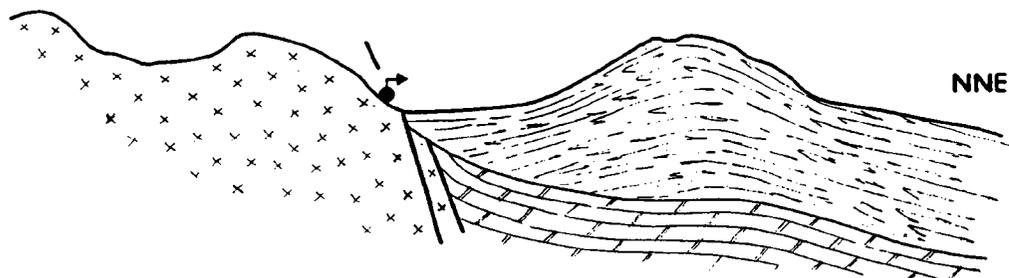
COMPLEJO ULTRAMAFICO

Peridotitas

ESCALA - 1: 50.000

CORTE GEOLOGICO

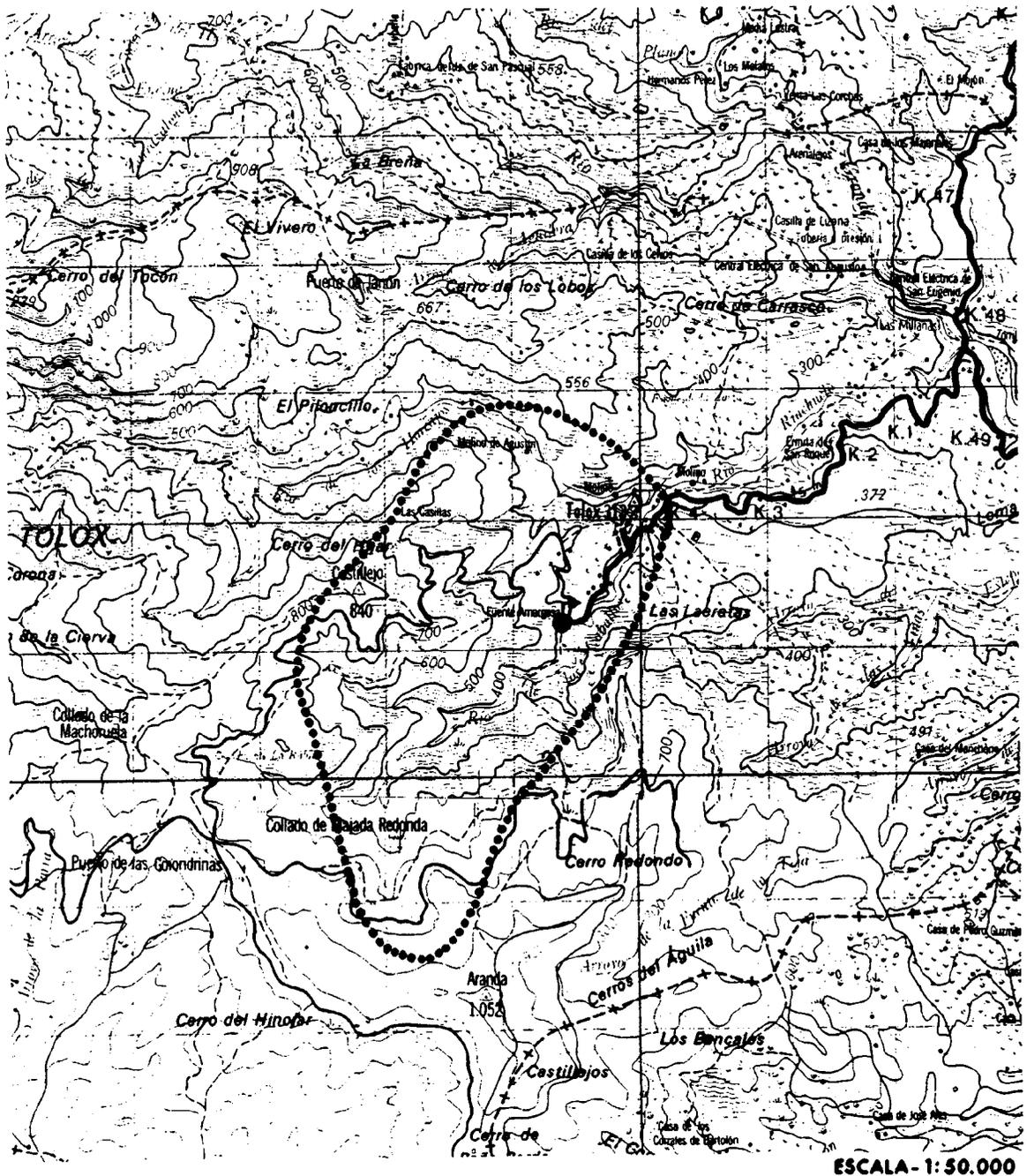
SSW



NNE

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

FUENTE AMARGOSA



MANANTIAL FUENTE MINA (CASARABONELA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Fuente Mina, se localiza en la estribación Suroriental de Sierra Bonela, y se ubica en la finca denominada "El Higueral" (Cuartones de Rochila) margen derecha del arroyo de La Hedionda. Antiguamente se llamaba también Fuente de La Higuera, término municipal de Casarabonela.

Su acceso se puede realizar a través de la carretera de Alozaina a Casarabonela, y a la altura del km 5,5 (donde se ubica la antigua planta de embotellado) parte un carril de 1 km de recorrido aproximadamente hasta el manantial. La distancia a Casarabonela es de unos 5 km.

Se ubica en la hoja topográfica nº 16-44 de Alora, a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 335400 e Y = 4070025, siendo su cota de 450 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Bajo el nombre de manantial de "Fuente Mina" se recoge a una serie de captaciones que se han ido realizando en el tiempo, fundamentalmente galerías y posteriormente sondeos, todas emplazadas alrededor del antiguo manantial llamado Fuente de La Higuera. De todas las obras de captación efectuadas y de las que se conservan testigos, tales como restos

de canalizaciones de cerámica, junto a un antiguo cortijo, actualmente en ruinas tendidos de tubería de goma abandonadas, bocas de galería a distinta cota, sondeos de investigación, se conserva una galería emboquillada en el barranco de La Hedionda y un sondeo instalado por encima de la galería. Todo este grupo de captaciones iban enfocadas a la alimentación de la planta de envasado de agua, que se encuentra unos 150 metros mas bajas y a una distancia próxima a 1.500 metros, junto a la carretera de Alozaina a Casarabonela, y que hoy está completamente abandonada, dejando de funcionar entre 1975 y 1980, por agotamiento del manantial.

De acuerdo con la legislación específica minera, Martín Muñoz, S.A. solicitó el 22 de Mayo de 1969 la declaración del carácter minero-medicinal de las aguas del manantial denominado "Fuente Mina", perteneciente a la Concesión de Explotación Directa de once pertenencias nombrado "Fuente Mina" nº 6162, del término municipal de Casarabonela, solicitado el 14 de Mayo de 1969.

Efectuada la toma de muestras del referido manantial por el personal técnico de la Sección de Minas y analizadas por el IGME, fueron declaradas como minero-medicinales por la D.G.Minas en fecha 27 de julio de 1970 y de fecha de 20 de septiembre de 1973 se le concede la Concesión de Explotación.

En 1978, hay un cambio de titularidad, a favor de D. Rafael García Cervantes, según escrito de la Sección de Minas de fecha 11 de Septiembre 1978, y en 1984 caduca la Concesión de Explotación de Fuente Mina por paralización de trabajos. Paralelamente informa favorablemente la Delegación Provincial la solicitud del Sr. García Cervantes para el aprovechamiento de las aguas de Fuente Mina, estando actualmente pendiente la solicitud definitiva del polígono de protección.

En la relación de puntos de Agua Minero-Medicinal del Instituto Geológico de España de 1913, se cita en Casarabonella dos manantiales denominados: Fuente de Agua Hedionda y El Nacimiento, posiblemente el primero se refiere al actual manantial de Fuente Mina, por su ubicación en el arroyo de La Hedionda.

Este punto se recoge en el inventario de puntos de agua realizado por el ITGE, en 1974 en la provincia de Málaga.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el manantial de Fuente Mina se encuentra enclavado en la zona de contacto, entre la Unidad de las Nieves (Complejo Dorsaliano) y los complejos Alpujárrides y Malaguides (Bético Interno).

UNIDAD DE LAS NIEVES

La descripción de los distintos tramos de la Unidad de las Nieves, que constituye la serie representada en el ámbito del manantial, así como la de otras series que rodean su entorno, se detallan como sigue:

- Dolomías basales: Constituye una potente formación de dolomías masivas, poco estratificadas, aunque localmente pueden presentarse tableadas. Su color es gris ceniza, de grano fino presentando una brechificación cementada muy característica. Su potencia es variable desde 1.000 metros, hasta laminarse reduciéndose a espesores menores de 100 metros. Se le atribuye una edad triásica.

- Calizas negras tableadas. Sobre las dolomias basales se superpone una compleja formación de calizas negras tableadas, presentan abundantes filoncillos de calcita blanca removilizada, los estratos oscilan entre 20 y 60 cm de potencia, existiendo algunas intercalaciones margosas. En muchos niveles existen nódulos lenticulares de sílice y carbonato. La potencia muestra variaciones, desde 150 a 300 m y su edad se le atribuye al Lias Inferior.

- Calizas blanco-azules cristalinas. Por encima de las calizas tableadas se encuentra, en concordancia, una formación de calizas blanco-azules de grano fino y de aspecto muy cristalino, casi marmóreas. Aparecen en bancos de 1 a 5 metros de potencia, destacando como relieves de fuerte control estructural, contrariamente a la formación anterior. La potencia total no se puede medir ya que esta serie aparece laminada por una importante falla que la pone en contacto con los gneises alpujárrides. Se puede hablar de una potencia mínima de 100 metros.

- Brecha de la Nava. Definida por Dürr, con este nombre se conoce una formación situada por encima de la serie anterior y discordante sobre ella. Se trata de una formación azoica que pese a su carácter postorogénico parece circunscribirse curiosamente a la Unidad de las Nieves. Se compone de una masa dolomítica (carniolas) y una brecha sedimentaria poligénica. Su edad parece atribuirse al Terciario Medio.

COMPLEJO ALPUJARRIDE

El Complejo Alpujárride en este sector consta de una

serie con metamorfismo creciente hacia abajo hasta alcanzar los gneises de alto grado.

Se mencionan solamente las distintas variaciones petrográficas, desde los tramos terminales de la serie representados por esquistos y cuarcitas, esquistos andalucíticos, hasta gneises bandeados con feldespato, cuarzo y mica, gneises bandeados con granate y gneises de tipo granitoide, representando facies de borde de los macizos peridotíticos.

Intercalados en la serie de gneises bandeados se encuentran esporádicamente (localmente en las inmediaciones de Casarabonela) niveles de mármoles dolomíticos. Estos mármoles de grano grueso, presentan fajeados azules y micro-plegues, con estructura lentejonar.

Muy probablemente las series alpujárrides abarcan un período Paleozoico o incluso mas antiguo.

COMPLEJO MALAGUIDE

Constituye la unidad mas alta tectónicamente dentro de la Zona Interna y se superpone a los materiales alpujárrides. Consta de una potente serie de unos 1.000 metros de espesor, formada por materiales paleozoicos y mesozoicos. En la base están representados por una serie de filitas y esquistos, siguiendo hacia techo la formación de calizas "alabeadas", grauvacas, esquistos y conglomerados. Al Permotrias pertenece la formación de areniscas y margas rojas con yesos, y al Trias se le atribuye todas las formaciones carbonatadas que coronan los afloramientos de areniscas rojas.

En los alrededores de Casarabonela predomina la formación silúrica de "calizas alabeadas".

FACIES FLYSCH

Cerca de Casarabonela y a cotas que no superan los 600 metros están representados materiales pertenecientes a la llamada Unidad del Aljibe, formados por areniscas, margas y arcillas. La arenisca tiene un contenido en cuarzo de hasta el 95%, en conjunto indican un depósito marino con corrientes de turbidez. Se ha datado como Eoceno-Oligoceno.

DEPOSITOS CUATERNARIOS

Principalmente están representados los depósitos de travertinos y tobas y los piedemonte con costra calcárea.

En el borde de la tierra carbonatada existe un desarrollado depósito de travertino y toba. Se trata de acumulaciones de tobas calizas situadas a pie de manantial, normalmente en surgencias carsticas, allí donde la brusca disminución de la presión de CO₂ determina la precipitación rápida del carbonato cálcico.

ROCAS ULTRABASICAS

Son frecuentes los afloramientos de peridotitas en el entorno de Casarabonela. Se distinguen diferentes tipos de peridotitas y serpentinitas. Las segundas se produjeron por transformación de las primeras. Se trata de cuerpos intrusivos de componente vertical, localizados en los contactos verticales o subverticales de todos los afloramientos de peridotitas y aureolas metamórficas. Estos asomos peridotíticos aquí van asociados a la falla de carácter regional de Casarabonela de dirección NNE-SSO.

2.1.- TECTONICA

La Unidad de las Nieves es un conjunto probablemente alóctono que se ha colocado posteriormente al Flysch al que cabalga y cuya edad es paleógena.

Estructuralmente la Sierra de Casarabonela es un pliegue en rodilla de dirección NNE-SSO y con vergencia hacia el Este. La serie en la parte occidental se muestra casi horizontal que se va inclinando hacia el Este hasta alcanzar los 60° de buzamiento.

En la Sierra de Casarabonela se desarrolla un sistema de fracturas transversales a la estructura de plegamiento que llega a seccionar la unidad en tramos longitudinales. La falla transversal al Sur de Casarabonela pone en contacto los materiales alpujárrides con la Unidad de Las Nieves y el Complejo Malaguide.

La fractura principal es, no obstante, de tipo longitudinal a la estructura (falla de Casarabonela). Su dirección NNE-SSO es sensiblemente paralela a la dirección del pliegue y que presenta las siguientes características:

- Es una falla normal de gran buzamiento y de importancia regional con varias actuaciones en el tiempo.
- Presenta una intensa zona de brechificación.
- A lo largo de ella y de manera discontinua existen en el plano de falla, cuerpos lenticulares de peridotita y serpentinita fuertemente triturados.

Se encuentra parcialmente fosilizada por una formación atribuible al Pliocuaternario.

Finalmente hay que mencionar dos familias de flexiones postumiocenas que presentan respectivamente direcciones S y OSO-ENE.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Desde el punto de vista hidrogeológico el manantial de Fuente Mina se encuentra en la Unidad de Yunquera-Nieves, siendo la mas meridional del conjunto de unidades hidrográficas que constituye el Sistema Acuífero Mesozoico calizo-dolomítico de la Serranía de Ronda.

Esta Unidad se asienta sobre los materiales carbonatados, fundamentalmente de la "dorsal bética" y aflora en una franja estrecha y alargada en sentido SO-NE que ocupa una superficie de unos 170 km² sobre las Sierras de Las Nieves, Tolox, Yunquera Cabrillas, Prieta y Alcaparain.

Está constituida por mas de 1.000 metros de materiales carbonatados de edad triásica y liásica que son cabalgados por su borde meridional por formaciones impermeables paleozoicas alpujarides y malaguides, mientras que en su borde septentrional cabalga sobre los materiales cretaceos y terciarios, también impermeables. En estos bordes, especialmente en el meridional, es drenada por los manantiales que constituyen sus puntos de salida.

Esta Unidad se divide en tres sectores reflejando aquí solamente el sector Norte que sólo constituyen las Sierras de Alcaparain, Bonela, Prieta y Cabrilla. De todas ellas la Uni-

dad carbonatada de Sierra Bonela y Prieta, parece, a juzgar por los datos de campo, que forma un acuífero, si bien las bruscas diferencias medidas en la cota del plano del agua en los manantiales, hacen pensar en una cierta compartimentación.

En el entorno del núcleo de Casarabonela, un retazo de mármoles y gneises alpujárrides se superponen a las unidades carbonatadas del núcleo de la Sierra estando conectadas hidráulicamente entre sí. El límite hidrogeológico en este sector viene impuesto por la falla de borde de ámbito regional, desde Alozaina a Casarabonela e inmediaciones de Carratraca. Es una fractura normal de fuerte buzamiento y con varias actuaciones en el tiempo, lo que ha originado una intensa zona de brechificación.

La formación caliza de Sierra Bonela presenta un desarrollado carst donde en épocas de intensa pluviometría, el acuífero se recarga siendo insuficiente la capacidad de las galerías para drenarlo, el nivel piezométrico se eleva dando origen a salidas con caudales instantáneos superiores a 100 l/s, como ocurre con la galería de la Fuente de la Quebrada, encontrándose el nivel libre de agua a 18 metros de profundidad. Por otro lado, destaquemos también las potentes formaciones de travertinos que existen en las inmediaciones de Casarabonela, hecho indicativo de que en épocas pasadas debieron producirse importantes salidas de agua.

La galería actual de Fuente Mina, emboquillada en esquistos en el mismo barranco de La Hedionda, tiene una dirección aproximada E-O, y posiblemente llegue a tocar la roca básica asociada a la falla de Casarabonela está cerrada y entubada por tubería de goma hasta el depósito de la antigua planta. En el mismo barranco aguas arriba existen restos de

otras captaciones a cota más alta. El caudal medido (23 de Mayo de 1990) es de 1,2 l/s.

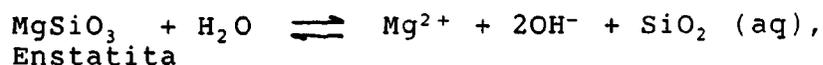
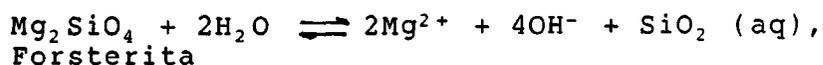
En las inmediaciones de la galería existe un grupo de sondeos de investigación de pequeño diámetro. Un sondeo se encuentra a 100 metros de la galería y está instalado. Tiene una profundidad de 80 metros, con un caudal aproximado de 1 l/s y al bombear afecta a la galería. El resto del grupo de sondeos alcanzan sólo profundidades del orden de 40 metros.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada magnésica de mineralización moderada-baja (442 μ S/cm), $pH_{campo} = 8,18$ y $18,6^{\circ}C$.

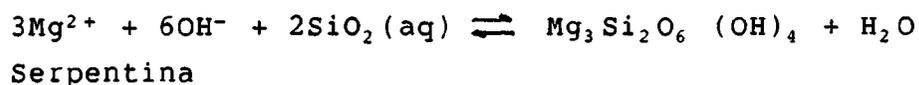
Según indica la descripción hidrogeológica, la surgencia se encuentra asociada a las calizas de la Unidad Yunque-ra-Nieves. Esta situación justifica el contenido de bicarbonatos de la muestra -329 mg/l, y de hecho el diagrama de saturación de la fig. 1 indica que el agua se encuentra próxima al equilibrio con calcita (símbolo). Sin embargo, los elevados contenidos de magnesio (49 mg/l) y especialmente de SiO_2 (42 mg/l) no son propios de dicha litología, sino que por el contrario constituyen un indicio de la influencia de las rocas ultrabásicas próximas.

La presencia de ambas especies es consecuencia de los procesos de hidrólisis de los minerales -generalmente ferromagnesianos- presentes en las peridotitas.



En el caso de la sílice, estos procesos serían los responsables de la saturación respecto a esta especie que se aprecia en la fig. 1. Asimismo, la formación de radicales hidróxilo justifica el pH alcalino característico de las aguas relacionadas con este tipo de materiales.

La fig. 2 refleja los diagramas de saturación respecto a una serie de minerales comunes en las rocas ultrabásicas, donde la surgencia en cuestión (Δ) se representa junto con otro grupo de manantiales asociados a esta misma litología. En todos los diagramas aparece un grupo bien diferenciado de cuatro muestras (∇ , \square , \blacklozenge , \blacksquare), que corresponde a las aguas con menor influencia de materiales ajenos a las peridotitas (pH > 11 en todas ellas). El resto son surgencias a las que se atribuye una influencia mixta, entre las que se encuentra el manantial de Fuente Mina. Para este último el agua aparece subsaturada para todos los minerales representados excepto para la serpentina, respecto al cual existe sobresaturación. La formación de este mineral secundario tiene lugar precisamente a partir de los productos de las reacciones de hidrólisis del tipo antes indicado:



El diagrama de Schoeller-Berkaloff (fig. 3) refleja los perfiles correspondientes a análisis químicos de los años 1968, 1969 y 1990. La variabilidad temporal resulta notable para la mayor parte de los parámetros, probablemente como consecuencia del amplio número de galerías, sondeos, etc, que alimentan la planta embotelladora donde fue recogida la muestra.

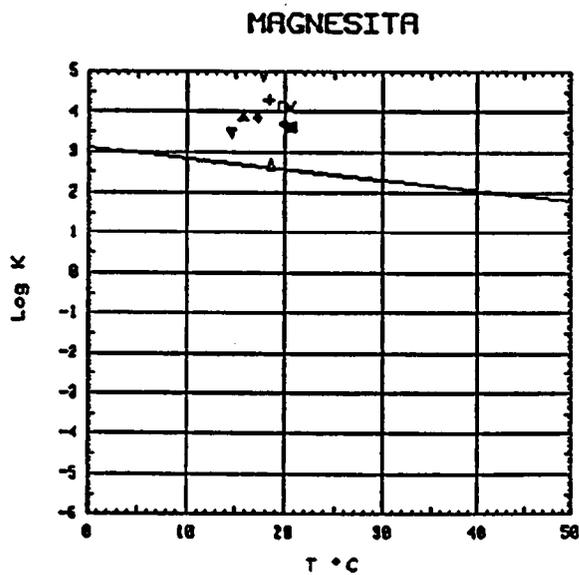
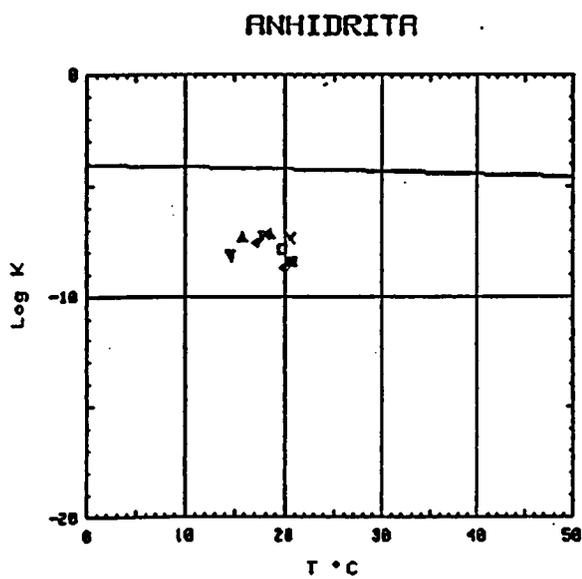
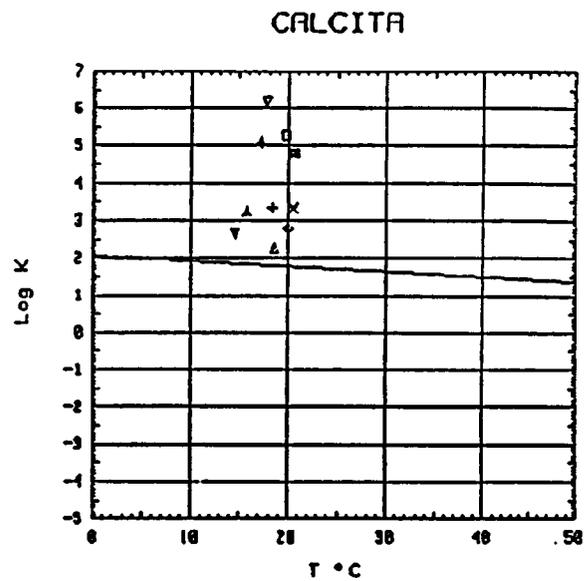
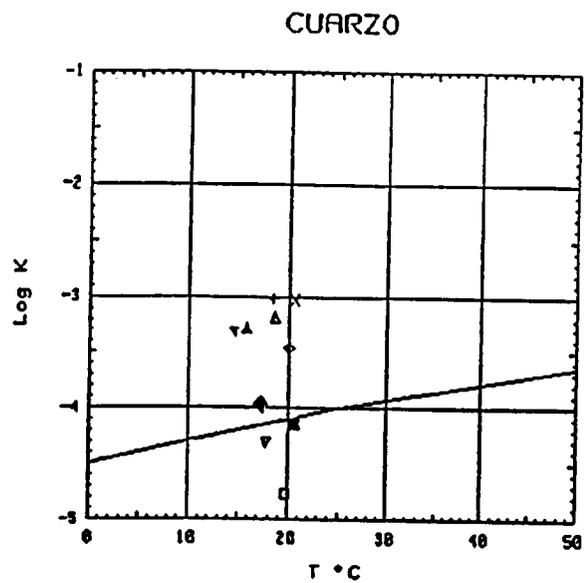


FIG. 4.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL FUENTE MINA (Δ)

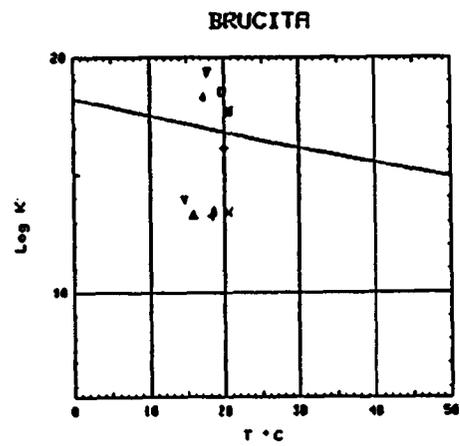
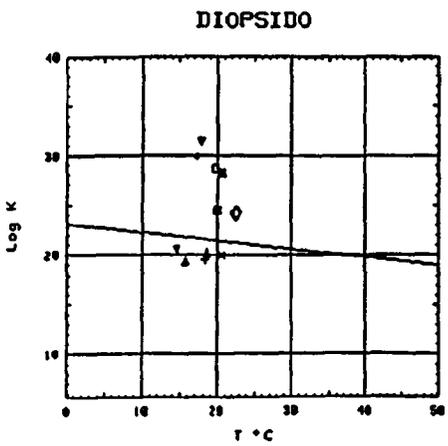
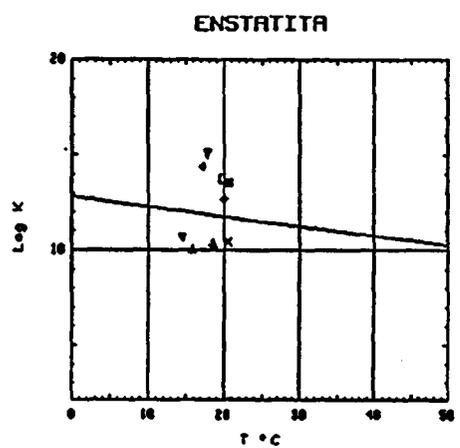
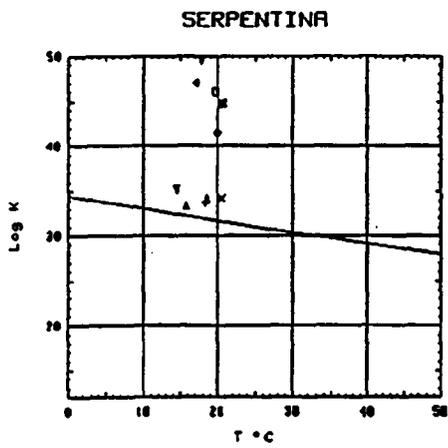
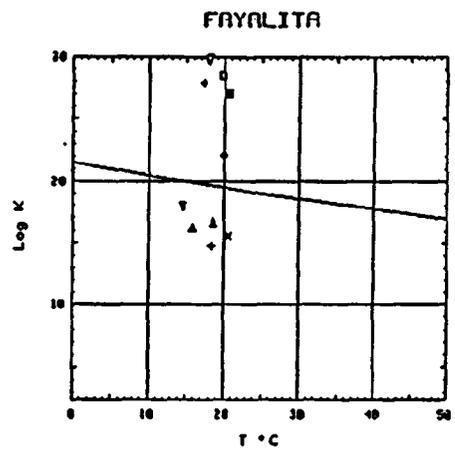
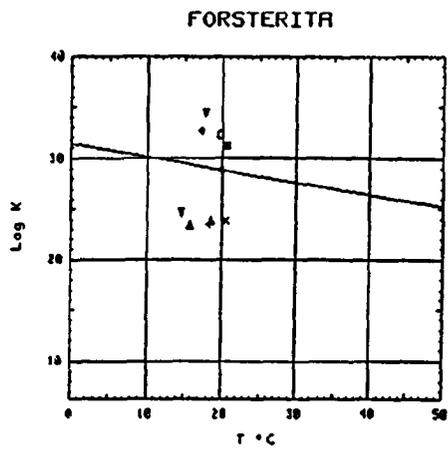
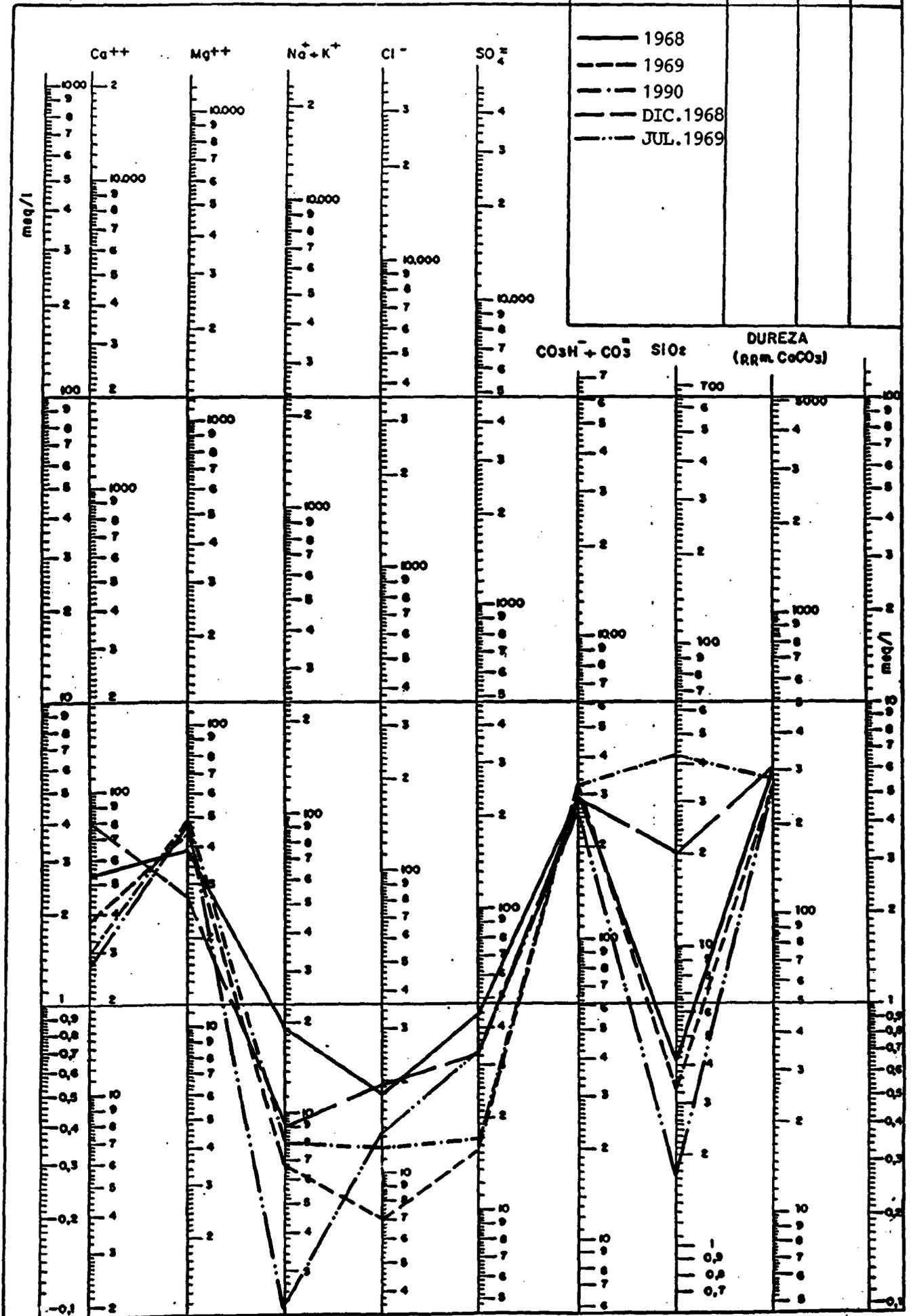


FIG. 2.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL FUENTE MINA (Δ)

FIG. .- MANANTIAL FUENTE MINA

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
- - -			
- · - ·			
—			
- · - ·			



ANÁLISIS QUÍMICO

DESIGNACIÓN: FUENTE MINA
FECHA :

TEMPERATURA (°C):	18.6	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	442
pH a 18°C:	8.18	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	279
pH a 18°C:	8.00	Eh campo (mV):	294

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	329.00	5.392	5.392	86.85
CO3=	-	-	-	-
SO4=	17.00	.177	.354	5.70
Cl-	12.00	.339	.339	5.45
F-	<5.0E-1	.026	.026	.42
NO3-	6.00	.097	.097	1.56
SiO2 (H4SiO4)	43.0	.716	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.020	0.000	.001	.01
TOTAL....	407.530	6.747	6.209	-

CACIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	7.00	.305	.305	5.14
K+	1.00	.026	.026	.43
Ca++	30.00	.749	1.497	25.26
Mg++	49.00	2.015	4.031	68.02
Fe++	.030	.001	.001	.02
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.12
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.94
NH4+	.010	.001	.001	.01
Mn++	.014	0.000	.001	.01
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.03
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL....	87.714	3.123	5.926	-

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >SO4= >Cl- >NO3-
FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca = 3.602	Cl/Na = 1.112	(SO4*Ca)^1/2 = .728
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .975	Cl/(Na+K) = 1.026	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .379
((CO3H)^2*Ca)^1/3 = 3.518	SO4/Ca = .236	Mg/Ca = 2.693
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.040	SO4/(Ca+Mg) = .064	Cl/CO3H = .063

ARCHIVO EN DISCO: MNM22 (AMA5-22)

	ppm
R.S. 110°C	337
D.Q.O.	0,5
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,029
As	-
Se	-
Hg	-

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

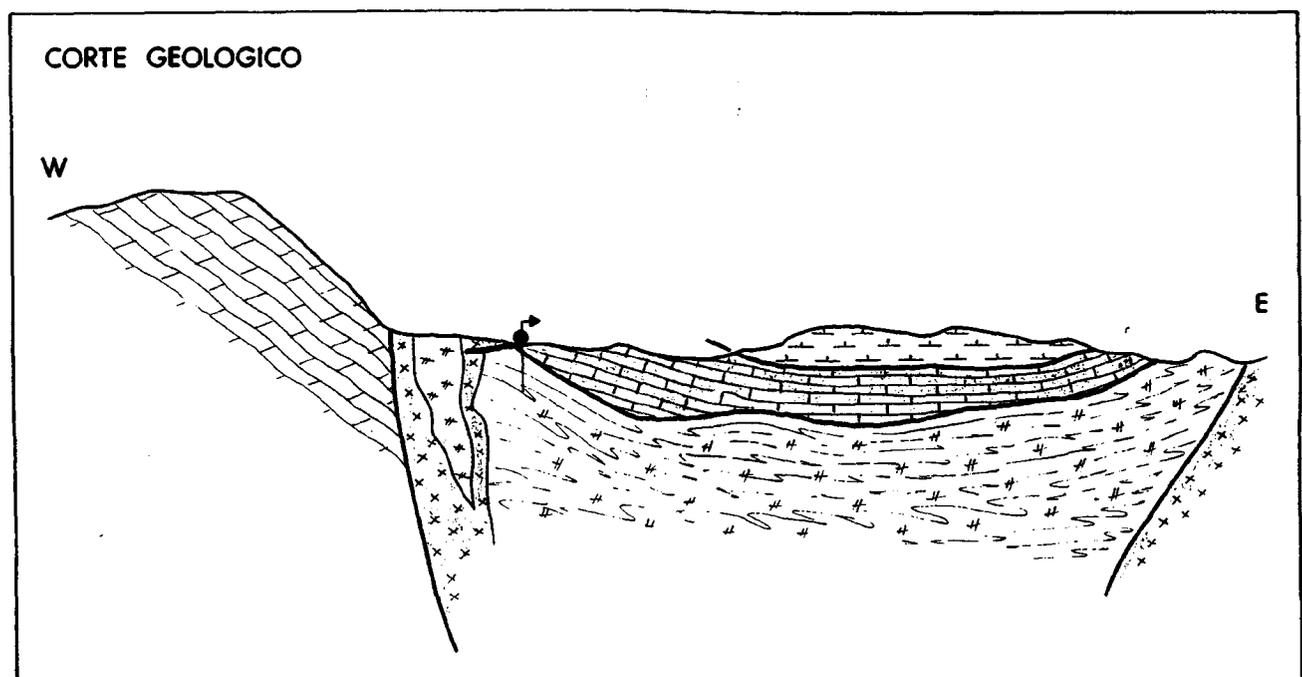
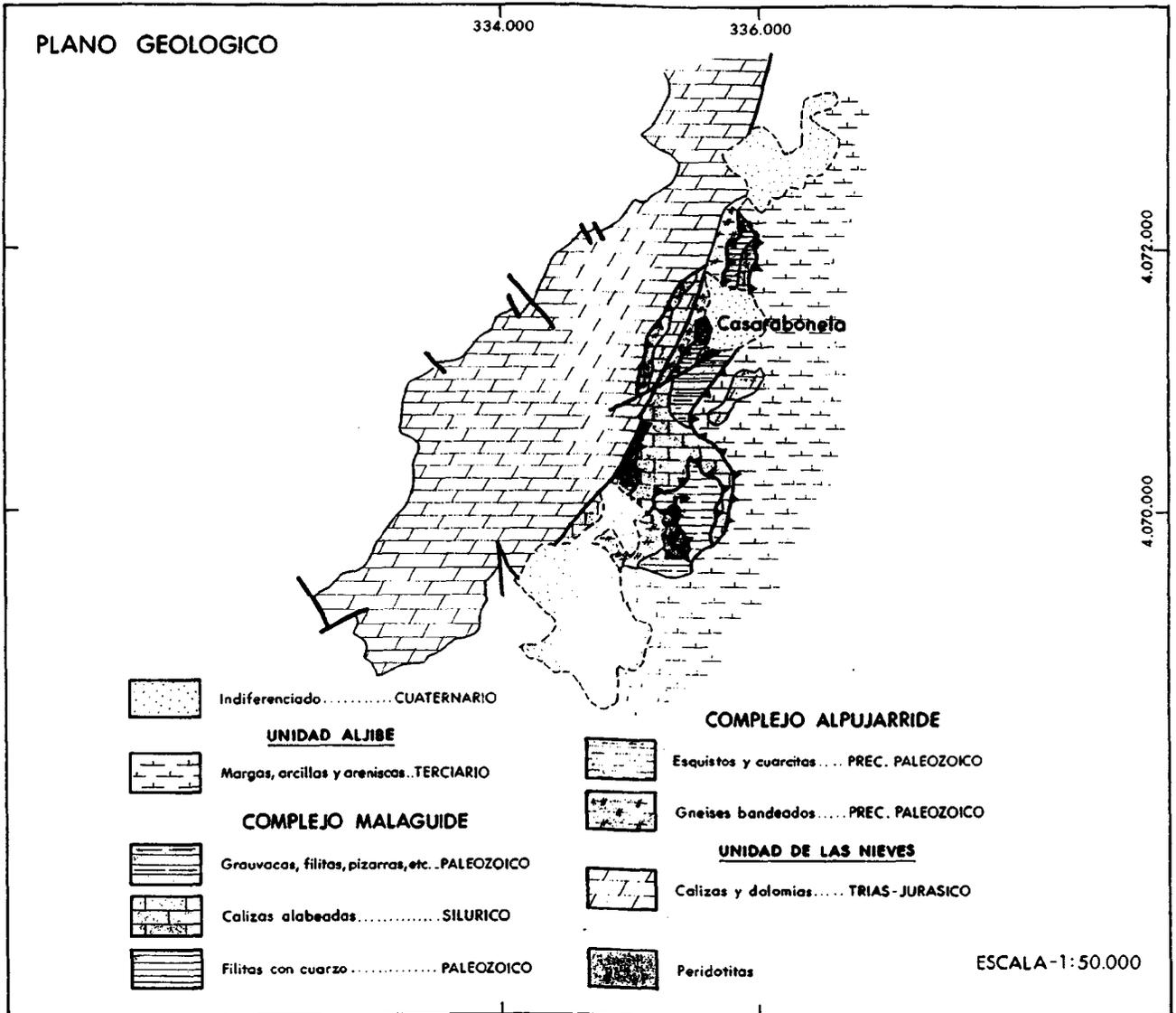
De acuerdo con los criterios expuestos se propone como área de protección un entorno delimitado al Oeste por la falla de Casarabonela de dirección NNE-SSO, vía de circulación del flujo subterráneo en este sector, encerrando además el grupo de asomos peridotíticos hacia el Este, en uno de cuyos contactos con la serie paleozoica se encuentra el manantial y que posiblemente a través de una circulación de tipo vertical puedan estar conectados.

En cuanto al aspecto de la calidad, cualquier actividad contaminante que pudiera tener relación con el área de alimentación, es susceptible de alterar la calidad de agua de la surgencia de aquí que en esta propuesta se encierre también a los cursos de agua superficiales desde cabecera que puedan afectar al manantial.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- INFORME DE CALIDAD DEL MANANTIAL FUENTE MINA, CASARABONELA (MALAGA). Universidad de Madrid, 1969.
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 16-44 de ALORA. MAGNA-ITGE.

FUENTE MINA (CASARABONELA)



MANANTIAL BAÑOS DE LA TOSQUILLA (VILLANUEVA DEL ROSARIO)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Los Baños de la Tosquilla se encuentran enclavados en la cortijada del mismo nombre, en el paraje denominado El Bosque, del término municipal de Villanueva del Rosario. Se sitúan en la margen derecha del río Guadalhorce y muy próximos a su cauce. Dista aproximadamente 45 kilómetros de Málaga y 25 km de Antequera.

Desde Málaga se llega a los Baños por la Carretera Nacional 321, hasta el Puerto de las Pedrizas desde donde se toma la carretera local que conduce a Villanueva del Rosario. Desde esta población parte un camino, paralelo al río Guadalhorce, que lleva hasta la cortijada en la que se encuentran los "Baños de la Tosquilla".

Se ubican en la hoja del Mapa Topográfico Nacional, escala 1:50.000, nº 17-42 (1024) Archidona, son sus coordenadas UTM: X = 373700 e Y = 4097800 y su cota es de 660 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

En la actualidad los caudales de los Baños son únicamente aprovechados por la única persona que vive en la zona para el riego de un pequeño huerto.

Según parece las aguas ya fueron aprovechadas por los romanos. Estas desde tiempos inmemorables tenían fama por sus cualidades curativas, sobre todo, para afecciones de la piel.

El primer testimonio escrito, conocido, de los "Baños de la Tosquilla" aparece en la "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España", realizado por el Instituto Geológico y Minero de España en 1913. En este trabajo dan las aguas como sulfurosas, emergentes en el Eoceno.

En la "Relación de los manantiales minero-medicinales de España" editada por el IGME en 1947 vuelven a aparecer los Baños de Villanueva del Rosario o Baños de la Tosquilla.

El IGME en 1986 edita el "Informe sobre las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas existentes en España. Estudio preliminar". En este informe se citan los Baños de la Tosquilla no figurando las facies de las aguas.

Finalmente en el diario malagueño "Sur" de fecha 27-10-87, figura un artículo promoviendo la puesta en funcionamiento de "Los Baños de la Tosquilla". En este artículo F.J.Alvarez analiza someramente la situación actual de las instalaciones, la infraestructura, accesos y electricidad y la ventaja que reportaría para la zona poner estos "Baños" en funcionamiento.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico las facies circundantes al manantial pertenecen al dominio Subbético y dentro del mismo al Subbético Medio Meridional, denominado Complejo de la Alta Cadena.

El "Trias de Antequera" también se encuentra representado, no es una formación sedimentaria sino tectónica compuesta muy mayoritariamente de materiales triásicos, entre los que se encuentran bloques de edad anterior y posterior al Trias.

Esquemáticamente se han diferenciado los siguientes términos de muro a techo:

- Trias de Antequera. En la mayor parte de afloramientos las facies triásicas aparecen en estado caótico o en estructuras tabulares.

Los materiales que forman este Trias son yesos de tonos blanquecinos con intercalaciones salinas decimétricas de tonos grises. Suprayacente a los yesos se encuentran arcillas versicolores en las que predominan los rojos y amarillos. Este conjunto detrítico-evaporítico es de facies Keuper. Englobados en él se encuentran bloques de areniscas rojas y calizas y dolomías gris oscuras.

- En el complejo de la Alta Cadena (Subbético Medio Meridional) se encuentran representadas facies desde el Trias al Mioceno. En las proximidades del manantial afloran:

- . Al Este y Oeste aparecen calizas grises, margas y margocalizas, calizas nodulosas rojas y calcarenitas con silex que representan al Jurásico Superior. Al Suroeste, estribaciones de las Sierras del Torcal, afloran estas mismas facies.

- . El Cretácico está constituido por margas y margocalizas blancas y arcillas verdes.

- . Sobre el Trías de Antequera y el Mesozoico se encuentra depositada, discordante, una facies tipo flysch muy similar al existente en el Campo de Gibraltar. La edad es Paleógeno-Mioceno inferior y su litología es de areniscas micáceas con intercalaciones arcillosas y arcillas rojas y verdes que hacia el techo pasan a un flysch calcarenítico-arcilloso rojizo.
- Las formaciones postorogénicas o post-mantos únicamente están representadas por el Cuaternario el cual aparece en formaciones de Aluvial, Terrazas y Cono Aluvial. La litología es de arenas, arcillas y cantos. En la zona sus afloramientos están restringidos al valle del río Guadalhorce y a los de sus afluentes.

2.1.- TECTONICA

Dentro de la estructura de mantos, el Trías de Antequera se considera como un nivel de despegue, que ha sufrido grandes compresiones tangenciales. La presencia de bloques exóticos son considerados como procedentes de unidades internas. Para algunos autores este Trías se ha emplazado cabalgando hacia el Norte siguiendo su deformación, una vez instalado, hasta los movimientos tardíos más recientes.

Todas estas deformaciones en mantos más las existentes en el complejo de la Alta Cadena, escamas y mantos se han estado produciendo hasta el Burdigaliense.

Posteriormente al Burdigaliense han continuado los movimientos tectónicos cuya característica estructural es la fracturación que llega a afectar a algunos depósitos recientes. Otra característica es la halocinesis y diapirismo triá-

sico que afecta a las facies suprayacentes incluidos los materiales post-mantos.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Desde el punto de vista hidrogeológico el Trias ha sido considerado tradicionalmente como un nivel impermeable, límite lateral o de base de muchos sistemas acuíferos dentro del dominio Bético Externo.

No obstante, existen en él facies detríticas carbonatadas y yesíferas las cuales son capaces de constituirse en acuíferos. Las dos primeras deben su permeabilidad al diaclasmamiento y carstificación. Debido al escaso desarrollo superficial de los afloramientos y el hecho de estar colgados su importancia hidrogeológica es escasa. Las surgencias que puedan existir dependen directamente de la pluviometría, teniendo éstas una respuesta rápida a la lluvia.

En las facies yesíferas la permeabilidad de las mismas se debe al desarrollo de un exocarst en los yesos, que a veces tiene gran importancia, como es el desarrollado en el "Trias de Antequera" en el que aparecen numerosas dolinas. Este fenómeno cárstico da lugar a numerosos manantiales de caudales constantes durante todo el año. Este es el caso de "Baños de la Tosquilla" que emerge en el contacto entre los yesos triásicos y las arcillas subyacentes.

Este tipo de manantiales, aún a pesar de la calidad de sus aguas, debido al contenido de sulfatos o cloruros, son empleados en solucionar problemas de tipo local, tales como riego, etc.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Surgencia de naturaleza sulfatada cálcica, $\text{pH}_{\text{campo}} = 7,16$, $18,4^{\circ}\text{C}$ y una conductividad de $1.365 \mu\text{S}/\text{cm}$.

En el apartado precedente se describe la clara relación genética del manantial con la facies yesífera del Keuper. La hidroquímica confirma plenamente esta tesis: el carácter sulfatado cálcico del manantial se corresponde, según los diagramas de saturación, con un equilibrio netamente definido respecto a yeso, tal como se refleja en la fig. 1. Asimismo se observa sobresaturación respecto a calcita y dolomita, y subsaturación en anhidrita. Por último, el índice $\text{SO}_4^{2-}/\text{Ca}^{2+}$ resulta igual a la unidad. Ciertamente no resulta demasiado frecuente entre las aguas mineromedicinales de la provincia relacionadas con evaporitas, una convergencia tan clara de diferentes factores hacia una génesis concreta; los yesos. Ello se corresponde con el modelo expuesto de formación karstificada de yesos triásicos actuando como almacén, con el manantial surgiendo a favor del contacto de la misma con las arcillas subyacentes.

En lo que respecta al análisis de elementos traza, cabe únicamente citar la presencia de Pb y As: 40 y $8 \mu\text{g}/\text{l}$ respectivamente.

No se dispone de análisis anteriores al que aquí se recoge, por lo que no resulta posible determinar la evolución temporal del agua.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El perímetro de protección que se propone no sólo estará condicionado a la distribución y morfología de los cur-

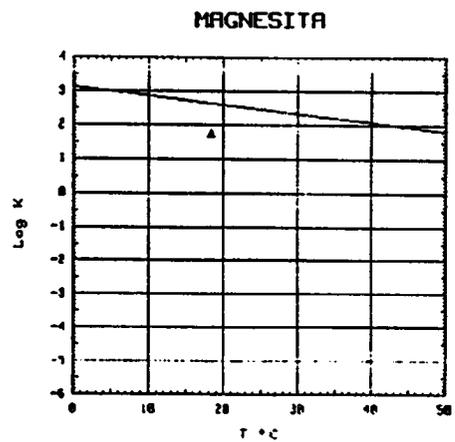
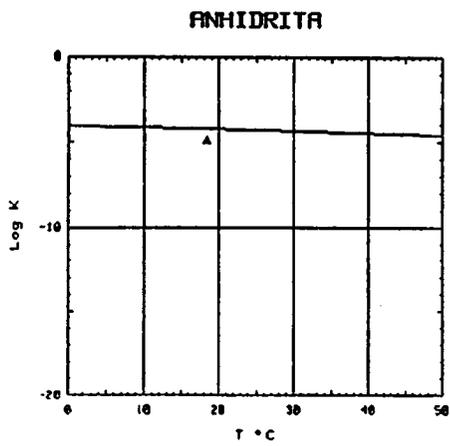
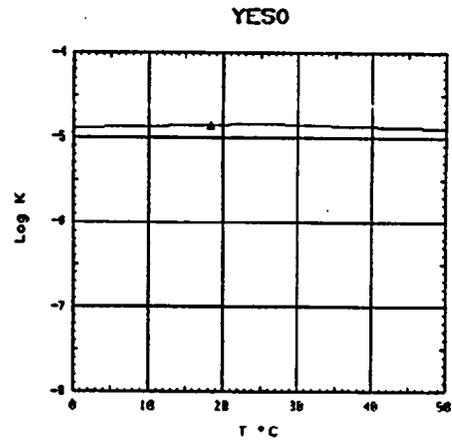
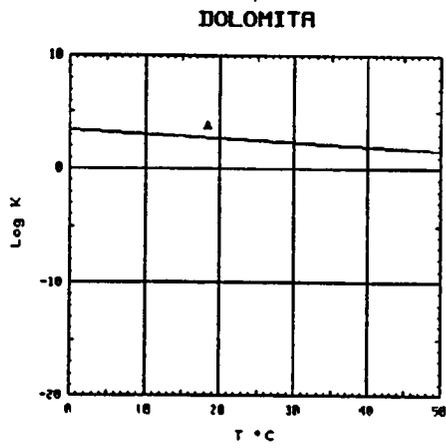
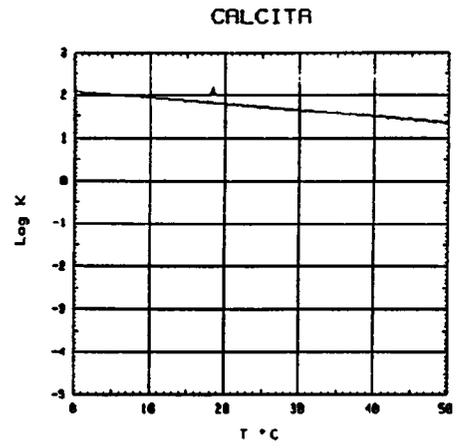
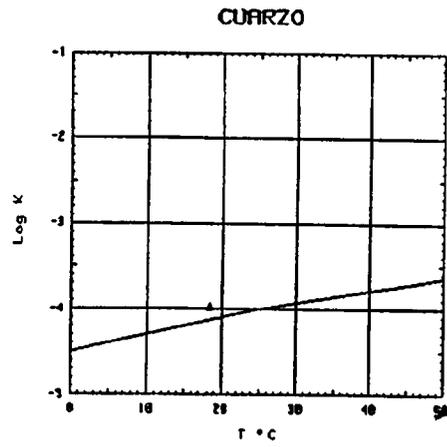


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION BAÑOS DE LA TOSQUILLA

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: BAÑOS DE LA TOSQUILLA
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 18.4 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1365
 pH a 18°C: 7.16 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 1065
 pH a 18°C: 7.30 Eh campo (mV): 201

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	312.00	5.114	5.114	24.50
CO3=	-	-	-	-
SO4=	718.00	7.474	14.949	71.61
Cl-	21.00	.592	.592	2.84
F-	<5.0E-1	.026	.026	.13
NO3-	12.00	.194	.194	.93
SiO2(H4SiO4)	7.7	.128	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.030	0.000	.001	0.00
TOTAL.....	1071.240	13.529	20.876	

CACIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	15.00	.653	.653	2.97
K+	1.00	.026	.026	.12
Ca++	296.00	7.385	14.770	67.34
Mg++	78.00	3.208	6.416	29.25
Fe++	.040	.001	.001	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.03
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.25
NH4+	.010	.001	.001	0.00
Mn++	.014	0.000	.001	0.00
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL.....	390.754	11.300	21.933	

FORMULA ANIONICA : SO4= >CO3+=HCO3- >Cl- >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: SULFATADA --- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.346	Cl/Na =	.908	(SO4*Ca)^1/2 =	14.859
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.241	Cl/(Na+K) =	.874	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.006
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	7.283	SO4/Ca =	1.012	Mg/Ca =	.434
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.947	SO4/(Ca+Mg) =	.706	Cl/CO3H =	.116

ARCHIVO EN DISCO: MMM7 (AMA5-07)

	ppm
R.S. 110°C	1100
D.Q.O.	0,6
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,012
As	0,008
Se	-
Hg	-

sos de agua que inciden sobre ellos, sino también a los afloramientos permeables mesozoicos (carbonatados) de los cuales puede recibir alguna alimentación al estar situados directamente sobre el Trías.

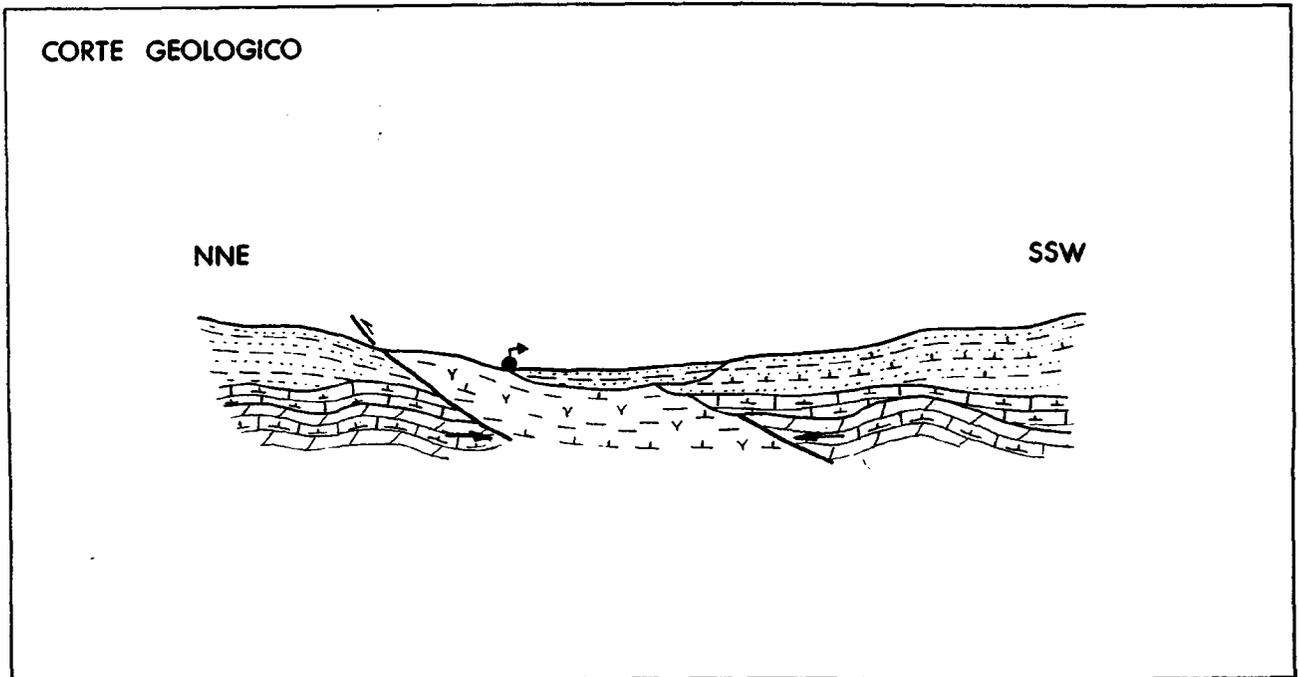
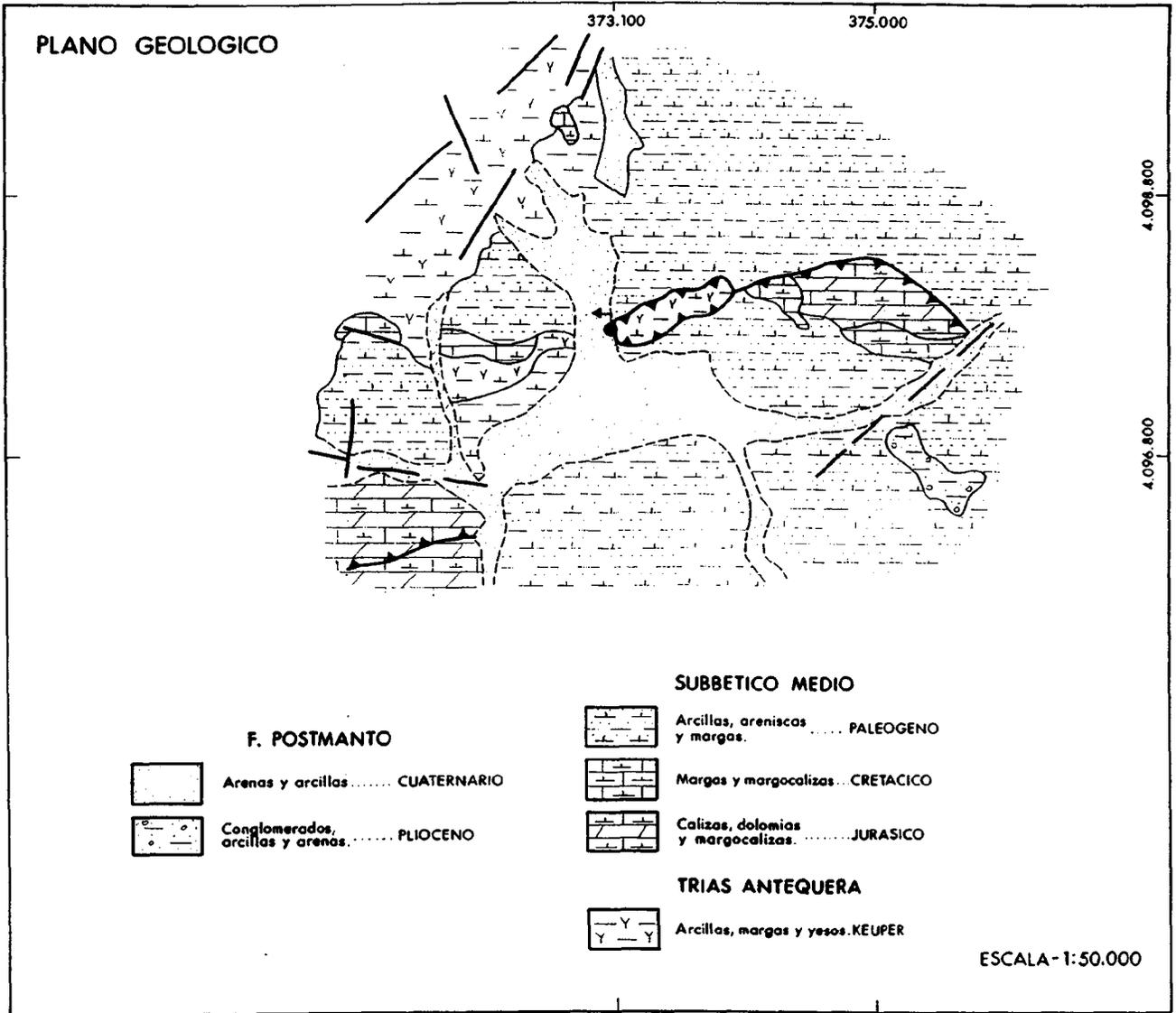
Se recomienda el control sanitario de las aguas residuales de los núcleos de población de Villanueva del Rosario y Villanueva del Trabuco, las cuales vierten al río Guadalhorce y podrían ser causa de algún tipo de contaminación debido al interés manifiesto por parte de las autoridades locales y provinciales para la instalación de un balneario en los Baños de la Tosquilla.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- RELACION POR PROVINCIAS DE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES DE ESPAÑA. Instituto Geológico y Minero de España, 1913.
- RELACION DE LOS MANANTIALES MINERO-MEDICINALES DE ESPAÑA. IGME, 1947.
- INFORME SOBRE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES, MINERO-INDUSTRIALES Y DE BEBIDA ENVASADA, EXISTENTES EN ESPAÑA. IGME, 1986.
- DIARIO "SUR". Málaga (27-10-87).
- MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. Escala 1:50.000 Hoja 17-42 (1024) (Archidona). Sin publicar. MAGNA-IGME.

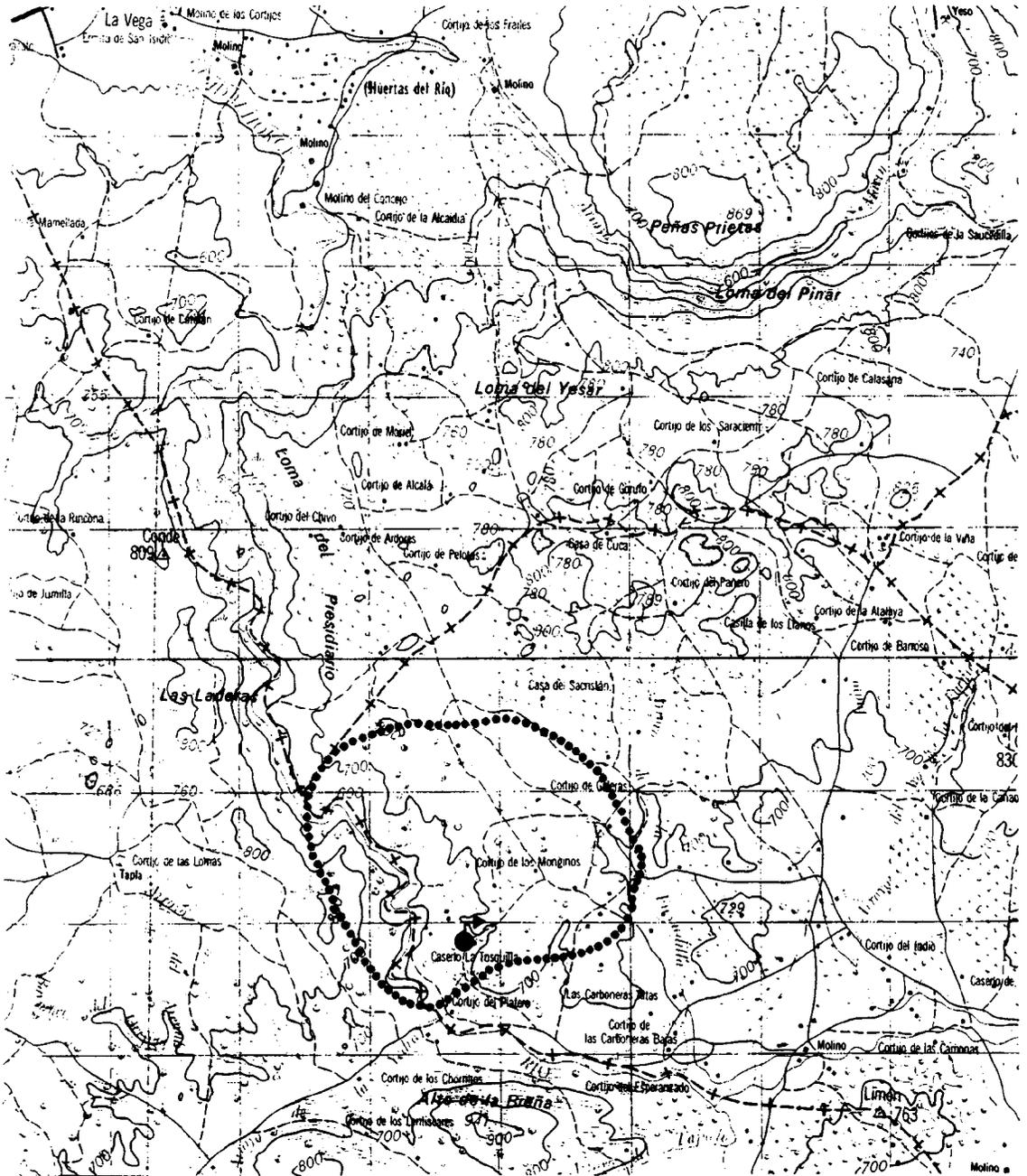
BAÑOS LA TOSQUILLA

(VVA. ROSARIO)



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

BAÑOS LA TOSQUILLA



ESCALA - 1 : 50.000

MANANTIAL PUERTO SOL DE LA SIERRA (MANALBA - MALAGA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de MANALBA se ubica en el paraje conocido como Puerto Sol de la Sierra, término municipal de Málaga. Su acceso se realiza a través de la carretera comarcal Málaga-Almojía, a la altura del km 566,400, quedando las instalaciones entre esta carretera y el río Campanillas. La distancia a la ciudad de Málaga es de unos 12 km.

Se localiza dentro de la hoja topográfica nº 17-44 de Málaga a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 366250 e Y = 4072825, siendo su cota de 90 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Aguas de Manalba, representa el nombre comercial de la explotación de las aguas minerales del manantial "Puerto Sol", y que en los últimos 20 años la titularidad ha pasado por varias empresas. Desde 1988 la propietaria de los terrenos, instalaciones de planta de envasado y pozos es de Distribuidora de Aguas, S.A. (DIASA), con sede en Madrid.

La anterior propietaria, Aguas Minero-Medicinales, S.A. (AMINESA) ostentaba la titularidad de la concesión de aguas minero-medicinal del manantial Puerto Sol otorgada por la Dirección General de Minas con fechas 9/12/1971. Ante el

cese de la explotación se considera la concesión citada como caducada (4 julio 1985), declarándose terreno franco y registrable en el BOE nº 12 de 18-2-1988. Por ello DIASA solicita de la Consejería de Fomento y Trabajo de la J.A. la nueva titularidad de la Concesión, al objeto de comercializar las aguas del manantial Puerto Sol con el mismo nombre anterior de Manalba, titularidad que le es concedida en escrito de 3-10-1988, bajo las siguientes condiciones:

- caudal máximo aprovechable de 46,25 l/s
- perímetro de protección de 15 Has, correspondiente a la antigua concesión
- duración de la autorización de 30 años prorrogables.

El primer informe sobre la calidad de las aguas del manantial Puerto Sol de la Sierra, se remonta a 1970, solicitado por AMINESA, y realizado por la Escuela de Bromatología de la Universidad de Madrid, por los profesores R. Casares y P. García Puertas. En ese mismo año esta empresa solicita la declaración de agua minero-medicinal (5-10-1970), adjuntando el correspondiente informe. Posteriormente en julio de 1976 la Sección de Minas de Málaga, emite un informe sobre la solicitud de declaración de aguas minero-medicinales "Puerta Sol de la Sierra 2ª", correspondiente a la realización de un segundo pozo.

En 1980, la titularidad de la concesión la adquiere Aguas Minerales de Málaga (AMINASA).

Finalmente, DIASA encarga al Gabinete Técnico-Minero MAYORAL de Málaga una memoria presupuesto titulada "Explotación de las Aguas Minero-Medicinales del Manantial

"Puerto Sol" y su comercialización con la denominación "Agua de Manalba", fechado el 4 de julio de 1988, cuyo objetivo era obtener la autorización de explotación, que como se comenta más arriba se adjudicó el 3 de octubre de 1988. Actualmente la planta de envasado se encuentra parada.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el área de estudio se encuentra enclavada dentro del grupo de materiales pertenecientes al Complejo Malaguide, atravesado de Norte a Sur por el río Campanillas, con desarrollo de importantes depósitos aluviales.

Dentro del Complejo Malaguide, se pueden separar dos conjuntos estratigráficos de categoría y evolución bien diferentes, uno inferior con metamorfismo regional débil con series datadas como paleozoicas y otro superior sin metamorfismo alguno que se apoya discordantemente sobre el anterior. A diferencia del primer conjunto, en éste existen numerosas dataciones que son tanto mas precisas cuanto mas modernos son los materiales.

El conjunto inferior consta de una serie fundamentalmente pelítica en la base que evoluciona en altura a una serie carbonatada y termina en una serie conglomerática y grauwáquica. Se han distinguido los siguientes tramos:

- Filitas inferiores, metareniscas y conglomerados de cuarzo.

En general se trata de series azoicas. Únicamente por su posición estratigráfica se le puede atribuir

una edad presilúrica. En cuanto a la potencia de esta serie, se tiene bastante imprecisión, ya que está limitada normalmente tanto a techo como a muro por contactos mecánicos, lo cual hace muy variable la potencia. No obstante, se puede hablar de una potencia mínima de 500 metros. Hay que destacar aquí la existencia de diques de diabasa, generalmente subverticales y de poca potencia.

- Calizas, filitas y grauvacas. Fundamentalmente se trata de una serie de calizas azules masivas y "calizas alabeadas", de carácter arrecifal, con intercalaciones de filitas y grauvacas. La potencia mínima es del orden de los 400 metros y la edad, establecida a partir de dataciones de conodontos es Silúrico-Devónico.
- Grauvacas, filitas y conglomerados poligénicos. Merecen citarse aquí los niveles calizos de Almogia, intercalados en estas formaciones (en estos niveles Kockel dató el tránsito Silúrico-Devónico). A toda esta formación se le atribuye una edad devono-carbonífero, y su potencia puede superar los 300 metros.
- Areniscas, conglomerados, arcillas y yesos (facies rojas). Pertenece esta formación a la llamada "cobertera malaguide" o tramo superior. Se trata de una facies roja de areniscas rojas con cuarzo, a veces de tonos crema o rosados, conglomerados silíceos, arcillas abigarradas rojas y verdosas y yesos blancos. La potencia es muy variable de unos puntos a otros, y puede alcanzar los 150 metros. Esta formación no ha revelado restos fósiles que precisen

una edad, sin embargo regionalmente se le asigna una edad permotriasica.

- Dolomías negras y grises. En general son de poca potencia de características masivas o tableadas. Hacia la base aparecen margas claras amarillentas. Su potencia no suele alcanzar los 100 metros, y su edad es Infralias.
- Calizas masivas blancas. Su potencia máxima alcanza los 70 metros y su edad es Dogger-Malm.
- Calizas rojas. Se le atribuye una edad Albense Cretaceo Superior.
- Calizas y margas. Bien sobre las calizas rojas o bien sobre las calizas jurásicas yace un conjunto datado como Eoceno, que culmina la serie malaguide. La potencia máxima visible es de 40 metros, pero el techo de la formación está erosionado.
- Depósitos aluviales. Se desarrollan en las ramblas que drenan los Montes de Málaga, y especialmente en el río Campanillas en su curso bajo y río Guadalhorce, alcanzando gran extensión y potencia, aunque el área de estudio prácticamente se ubica en el tramo alto del río Campanillas donde los depósitos aluviales alcanzan sólo algunos metros de espesor.

2.1.- TECTONICA

Tectónica. La complejidad estratigráfica del Complejo Malaguide es muy grande, y se ve además acentuada en su compresión por el intenso replegamiento y escamación de las se-

ries. Las series inferiores muestran un metamorfismo regional débil que va disminuyendo hacia arriba para desaparecer totalmente en la cobertera permotriásica.

Dentro del propio Malaguide existen además otras superficies tectónicas. Prácticamente cualquier cambio de litología a escala de formación se expresa aquí por contacto mecanizado. En el conjunto inferior (paleozoico) se conservan los tramos en su secuencia estratigráfica normal aunque separados por contactos mecanizados, pero en el conjunto permomesozoico la tectónica tangencial es mucho más manifiesta y se observan repeticiones de la serie.

Las deformaciones internas del Malaguide definen tres fases. Una primera responsable de la esquistosidad o pizarrosidad S_1 . Otra que produce pliegues isoclinales apretados, y una tercera fase responsable del alabeo de las calizas.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Los depósitos aluviales de materiales sueltos: gravas, arenas, limos y arcillas, formados a expensas de las formaciones malaguides que circundan al río Campanillas, constituyen el principal acuífero del área, de donde se alimentan las captaciones realizadas expresamente para la explotación de la planta de envasado. Estos depósitos cuaternarios en el citado río presentan a la altura de la Planta una anchura de unos 60-70 metros y un espesor máximo de 30-35 metros según la columna de 2 sondeos de investigación realizados sobre el cauce del río.

El río Campanillas tiene su nacimiento en el sector Sur de la Sierra del Torcal, presentando una cuenca de recep-

ción hasta la zona que nos ocupa, con una extensión superior a los 270 km²; atravesando desde su nacimiento formaciones del Complejo Malaguide. Por su margen izquierda recibe los aportes del arroyo Zapatero, presentando una pequeña cuenca de recepción, aproximadamente de 9 km².

El sistema de captación de aguas utilizado es el de pozos con galerías transversales, existiendo dos pozos en la margen izquierda del río Campanillas y a una distancia entre ellos de 35 metros.

El pozo nº 1, situado más al Norte, es un pozo circular de 27,69 m de profundidad y 1,5 m de diámetro exterior, revestido de ladrillo durante el tramo cuaternario en 16 m. El pozo dispone de 2 galerías excavadas a distinta profundidad. La primera trata de captar agua de escorrentía a través del arroyo Zapatero, está situada a 20 m de profundidad, y tiene una longitud de 30,5 m en dirección NE. La segunda galería está situada a 24,25 m de profundidad, su dirección es perpendicular al río Campanillas, atravesando su cauce con una longitud de 61,5 m. Esta galería tiene dos pequeños pozos de captación. Uno situado a los 31,8 m siendo su profundidad de 6,5 m y el segundo situado al final de la galería, y tiene 5,10 m de profundidad.

El pozo nº 2, es un pozo circular de 2 m de diámetro exterior y 21,30 m de profundidad, excavado en el aluvial, por lo que se revistió de ladrillo hueco, a partir de este punto el pozo continúa en esquistos hasta una profundidad de 33,4 m. Este pozo también dispone de 2 galerías de captación situadas a distintos niveles en dirección perpendicular al río. La galería superior está situada en la base del aluvial, captando el acuífero (21,3 m), y estando en contacto a muro con los esquistos, tiene una longitud de 15,7 m. La galería

inferior está excavada en los esquistos, su longitud total es de 192 m.

En Noviembre de 1980 se realiza un bombeo de ensayo en este segundo pozo, para ver los valores de transmisividad, caudal de explotación, etc, aunque los resultados obtenidos no fueron muy satisfactorios, según se refleja en el informe correspondiente, debido a fallos en el sistema de bombeo, equipo de medición, etc. Se partió de los siguientes parámetros cotas:

- boca pozo: nº 1: 45,29 (m.s.n.m.); nº 2: 45,10 (m.s.n.m.)
- nivel piezométrico: nº 1: 32,94 (m.s.n.m.); nº 2: 33,30 (m.s.n.m.)
- profundidad al agua: nº 1: 12,35 m; nº 2: 11,80 m.
- cota cauce río: 39,78 (m.s.n.m.)

Después de un bombeo continuo de 31,3 horas, con un caudal medio de 4,59 l/s el nivel dinámico descendió 16,7 m. Este caudal medio posiblemente esté calculado por exceso según el autor del informe.

Generalmente el acuífero aluvial suele ser muy vulnerable a los agentes contaminantes, como pueden ser vertidos de distinta naturaleza, instalaciones agropecuarias, residuos sólidos, etc. En estos tramos las aguas filtran con facilidad hasta los niveles más impermeables, paralelamente el cauce

permanece seco gran parte del año, siendo utilizado para actividades diversas y no autorizadas.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de conductividad moderada ($668 \mu\text{S}/\text{cm}$), $\text{pH}_{\text{campo}} = 7,76$ y naturaleza bicarbonatada cálcica-magnésica. Presenta asimismo contenidos apreciables de $\text{SO}_4^{=}$, Cl^- y alcalinos.

Según se aprecia en la fig. 1, los diagramas de saturación no reflejan en ningún caso una situación de equilibrio: el agua aparece sobresaturada en calcita, dolomita y cuarzo, y subsaturada en yeso, anhidrita y magnesita. Ello podría ser la consecuencia del carácter aluvial del acuífero, formado por materiales de naturaleza y granulometría diversas, y con una importante recarga procedente de la infiltración del río Campanillas.

Resulta de gran interés destacar el hecho de que, a pesar de la aparente heterogeneidad del medio, la evolución temporal del agua demuestra una notable estabilidad, tal como se aprecia en el diagrama de Schoeller de la fig. 2. Evidentemente esta característica favorece el uso del manantial como agua de envasado.

Si bien no se aprecian indicios de contaminación en el análisis realizado -minoritarios y traza presentan contenidos bajos-, es importante señalar que puesto que la recarga principal procede del agua del río, también puede producirse un aporte al acuífero aluvial de sustancias indeseables eventualmente transportadas por aquél, o bien depositadas sobre su cauce.

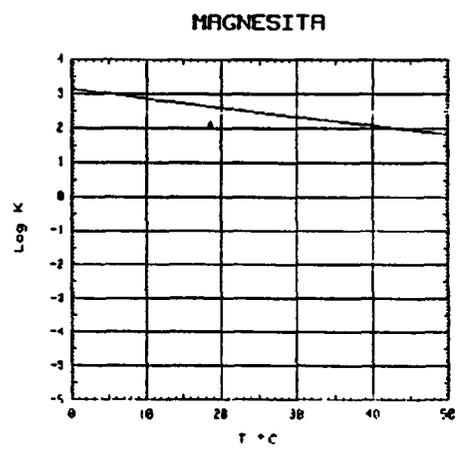
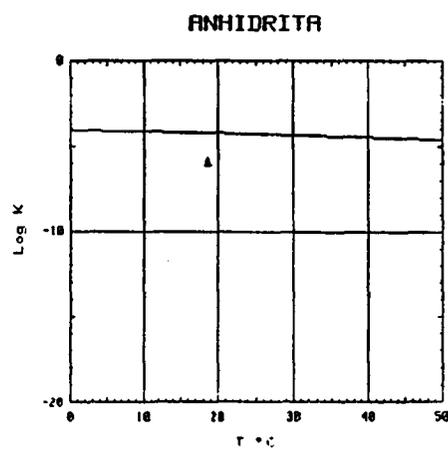
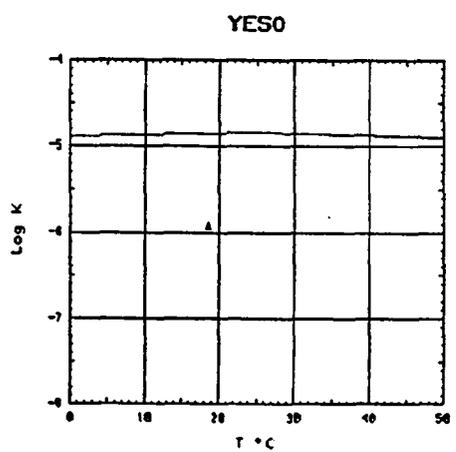
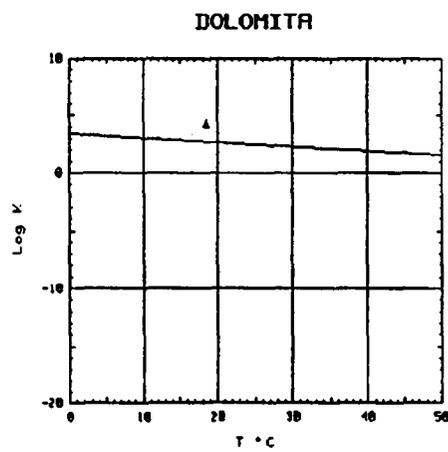
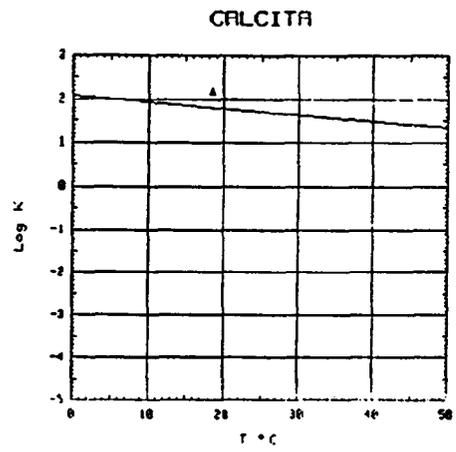
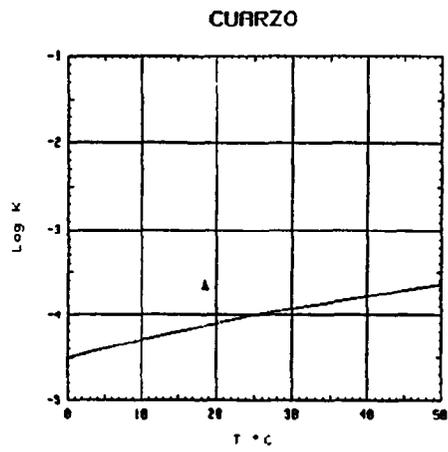
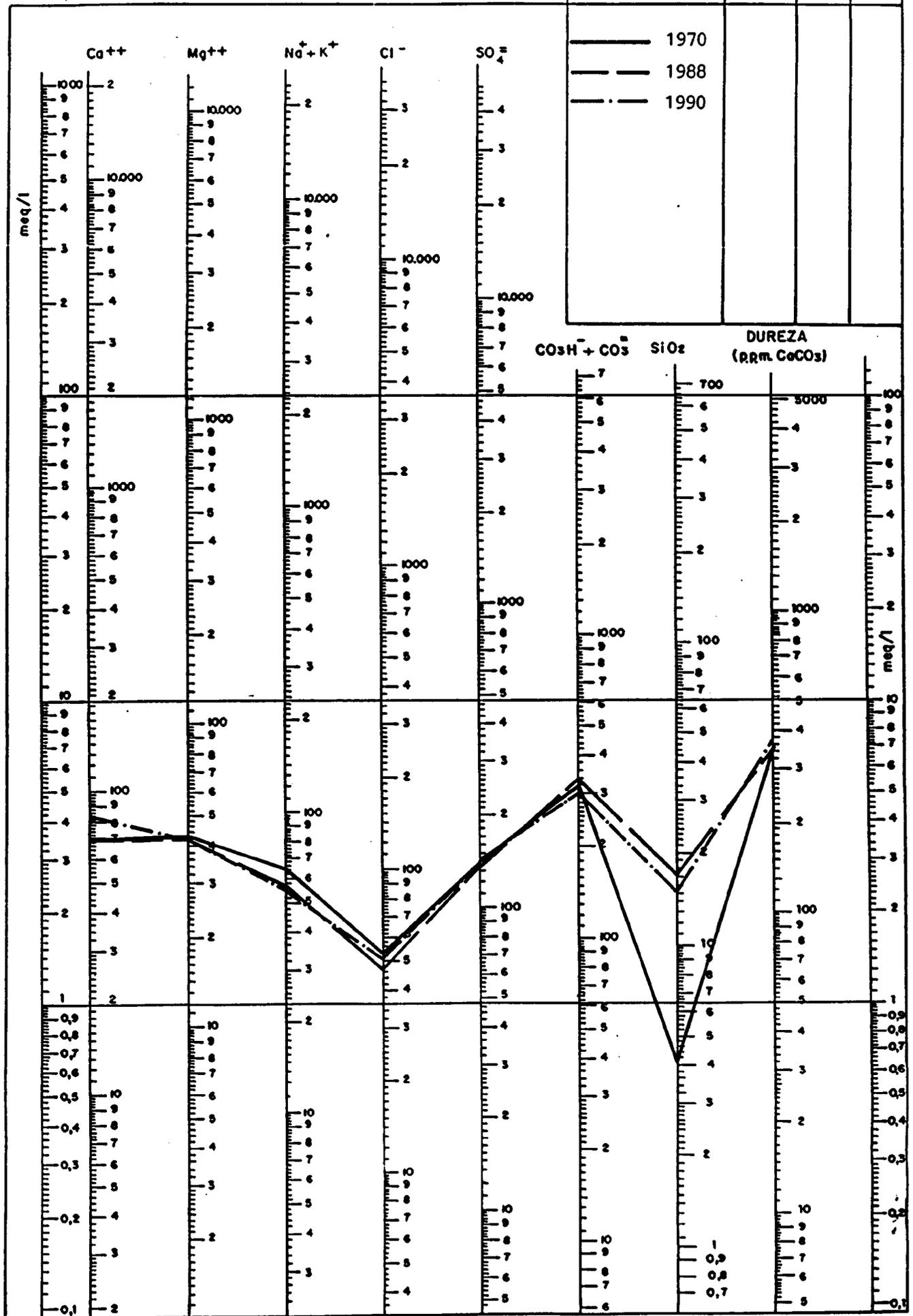


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL PUERTO SOL DE LA SIERRA

FIG. 2 .- MANANTIAL PUERTO SOL DE LA SIERRA

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
—			
- · -			



ANÁLISIS QUÍMICO
(Muestro: 100 ml de agua a 18°C, temperatura ambiente, en un envase de plástico, con un volumen de 100 ml de agua destilada)

IDENTIFICACION: **MANANTIAL PUERTO SOL DE LA SIERRA**
 PUNTO: _____

TEMPERATURA (°C): 18,6 CONDUCTIVIDAD (E-c. S/cm): 668
 pH a 18°C: 7,76 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 377
 pH a 25°C: 7,69 Eh campo (mV): 194

ANIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	303,00	4,966	4,966	52,73
CO3=	-	-	-	-
SO4=	138,00	1,437	2,873	30,50
Cl-	51,00	1,439	1,439	15,27
F-	<5,0E-1	,026	,026	,28
NO3-	7,00	,113	,113	1,20
SiO2 (H4SiO4)	15,4	,256	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1,0E-2	0,000	0,000	0,00
P2O5	,040	0,000	,001	,01
TOTAL....	514,950	8,233	9,419	

CACIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
Na+	54,00	2,349	2,349	23,61
K+	2,00	,051	,051	,51
Ca++	64,00	2,096	4,192	42,13
Mg++	40,00	1,645	3,290	33,07
Fe++	,020	0,000	,001	,01
Li+	<5,0E-2	,007	,007	,07
Al+++	<5,0E-1	,019	,056	,56
NH4+	,010	,001	,001	,01
Mn++	<5,0E-3	0,000	0,000	0,00
Pb	<1,0E-2	0,000	0,000	0,00
Zn++	,070	,001	,002	,02
Cu++	<5,0E-2	,001	,002	,02
TOTAL....	160,715	6,170	9,950	

FORMULA ANIONICA: CO3=+HCO3- >SO4= >Cl- >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA --- CALCICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1,185	Cl/Na =	,612	(SO4*Ca) ^{1/2} =	3,470
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	,664	Cl/(Na+K) =	,599	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	,654
((CO3H) ² *Ca) ^{1/3} =	4,693	SO4/Ca =	,685	Mg/Ca =	,785
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1,046	SO4/(Ca+Mg) =	,384	Cl/CO3H =	,290

ARCHIVO EN DISCO: MM19 (AMA5-09)

	ppm
R.S. 110°C	436
D.Q.O.	0,5
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,012
As	-
Se	-
Hg	-

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

La disposición del área de protección está enfocada principalmente a evitar la contaminación de las aguas a través del aluvial del río Campanillas, así como de los arroyos que vierten sus aguas a él y aunque el curso del río Campanillas, en principio tiene más de 20 km hasta cabecera, se ha creído oportuno, proteger un espacio de unos 5 km siguiendo la dirección del río.

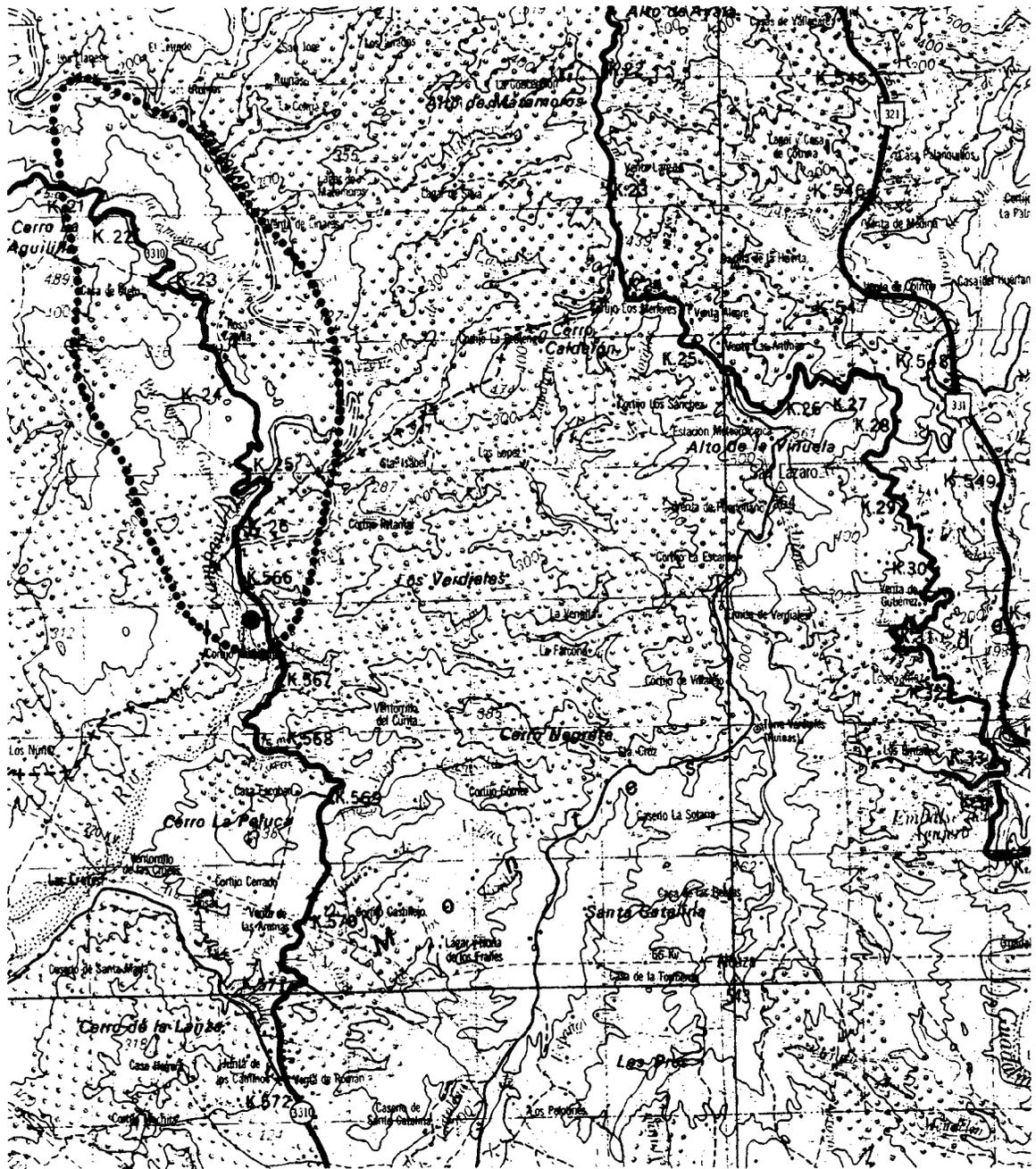
En este tramo también existe un afloramiento de calizas alabeadas silurica, capaz de drenar algún caudal hacia el río, así como las pequeñas filtraciones a través de las diaclasas en el resto de la formación malaguide.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 1053/67 (Málaga - Torremolinos). MAGNA-ITGE.
- INFORME SOBRE LA EXPLOTACION DE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES DEL MANANTIAL "PUERTO SOL" Y SU COMERCIALIZACION CON LA DENOMINACION "AGUAS MANALBA". DIASA, 1988.

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

PUERTO SOL-MANALBA



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL DE FUENTE PEÑA (MIJAS)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El denominado "manantial" de Fuente Peña se refiere a un sondeo ubicado en la falda Sur de la Sierra Blanca de Mijas. Está situado en el paraje de La Ermitica a unos 2 km del pueblo de Mijas, en dirección NE, y a unos 500 m al Norte del punto kilométrico 1,5 de la carretera que une Mijas con Benalmadena. Se encuentra emplazado en la explanada existente al pié de la Sierra, correspondiente a unas canteras de calizas y cuya explotación está abandonada actualmente.

Se accede al "manantial" desde el pueblo de Mijas por la carretera local MA-408 que comunica dicho pueblo con Benalmadena y una vez recorridos 1.400 metros, se toma en el cruce de la gasolinera, el Camino de Las Canteras. Es un camino asfaltado donde se recorren unos 500 metros hasta llegar al emplazamiento del sondeo y de la planta embotelladora recientemente instalada. La distancia a Málaga capital es de unos 30 km.

El punto se encuentra dentro de la Hoja Topográfica 1/50.000 nº 16-45 de Coin con coordenadas UTM: X = 355.320 e Y = 4052700, siendo su cota nivelada de 460 m.s.n.m

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El sondeo de Fuente Peña propiedad del Ayuntamiento de

Mijas, se encuentra inscrito en el Registro de Alumbramiento de la Sección de Minas de Málaga con el número 631 del referido municipio, y en torno al cual se crea la Sociedad "Aguas de Sierra de Mijas, S.A." pretendiendo el embotellado de sus aguas.

De acuerdo con ello se solicitó y se obtuvo con fecha 7 de Abril de 1988 la autorización del Ayuntamiento de Mijas, a fin de proceder a la declaración de la condición mineral del referido sondeo. Habiéndose acordado la participación del Ayuntamiento en la referida sociedad, como contrapartida a su utilización.

Con fecha 21 de junio de 1988, se inició ante esa Sección de Minas la declaración de la condición mineral, una vez autorizadas las obras, y concluidos los estudios correspondientes que indican la idoneidad de la calidad de dichas aguas por la Consejería de Sanidad y el ITGE (existe un análisis químico, emitido por este último Organismo de fecha 17 de febrero de 1988).

La Sociedad Agua de Mijas, S.A. posteriormente solicita la autorización de la Delegación Provincial de Fomento en carta de 25 de Abril de 1989 para la instalación de la correspondiente planta embotelladora, y el envasado inicial del agua como Agua Potable Preparada, bajo la marca de "FUENTE-PEÑA", presentando una memoria explicativa y documentación complementaria, adecuándose a la legislación vigente incluyendo la solicitud de un perímetro de protección, de unos 500 m de radio con centro en el sondeo. La producción máxima prevista, oscilará alrededor de los 15.000 litros/hora, globalizando todos los tipos de envasados.

Dicha solicitud es tramitada favorablemente por la Consejería de Fomento y Trabajo de la Junta de Andalucía, en donde en escrito de 10 de Mayo de 1989, emite una Autorización Provisional de la instalación de la Planta para aguas minero-medicinales y agua potable preparada.

A través de los distintos estudios realizados por la Universidad de Málaga de las aguas de este punto, se han extractado algunas de las principales acciones terapéuticas que poseen, entre otras su acción digestiva, acción diurética y depurativa. Desde el punto de vista químico se clasifica de facies bicarbonatada magnésico-cálcica de débil mineralización.

Aunque en el término de Mijas se citan varios manantiales de tipo ferruginoso en los archivos del ITGE de 1943 y 1947, este punto aparece en la relación de peticiones de declaración de agua minero medicinal en el archivo del ITGE en 1988.

El pozo de La Ermitica, fue realizado a partir de un sondeo de reconocimiento efectuado por el Ayuntamiento de Mijas en 1983, a una profundidad de 284 metros y diámetro de 200 mm, ensanchándose posteriormente a 300 mm ϕ hasta una profundidad de 184 metros.

Su caudal actual es de 3 litros/seg, en un principio su finalidad era el abastecimiento al núcleo de Mijas, pero dejó de utilizarse al perforar el Ayuntamiento nuevos pozos más cercanos a Mijas y con mayores caudales.

La planta de envasado comienza su producción principalmente en envases de 1,5 y 5 litros a partir del mes de

Agosto de 1989, cubriendo una amplia red de distribución en toda la Costa del Sol.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El sondeo de Fuente Peña, se ubica desde el punto de vista geológico en la denominada "Unidad de Blanca", cuya edad y correlación con otras unidades Béticas es debatida. Esta unidad podría ser asimilada al Trías Alpujárride que aflora al Este de Málaga o al Nevado Filábride, pero de cualquier manera constituye el autóctono relativo de este sector.

También están representados en el Sector, materiales correspondientes al Complejo Alpujárride, Maláquide y rocas ultrabásicas que se describirán resumidamente.

A grandes rasgos esta unidad consta de dos tramos carbonatados que si bien no presentan unas diferencias litológicas muy marcadas la posición tectónica de uno respecto al otro permite individualizarlos. De muro a techo son los siguientes:

- Mármoles azules tableados y sacaroideos

Este tramo queda bien caracterizado por su estructura tableada. El color característico es gris azulado, con fajeados blancos centimétricos y con abundantes niveles de anfibolitas concordantes con la estratificación. Hacia el techo aparecen lentejones de cuarcita rosada y gneis. La potencia es difícil de determinar, a causa del replegamiento y la laminación tectónica, pero se estima superior a los 300 metros. En las zonas de los barrancos más profundos aparecen mármoles sacaroideos muy deleznable asociados a gneises y anfibolitas.

- Mármoles masivos blancos

Constituyen el techo de la Unidad, aflorando en los sectores del borde del macizo de Sierra Blanca y en la mitad occidental de Sierra de Mijas. Este tramo está constituido por grandes bancos de espesor variable entre 1 y 5 metros. Es el tramo más resistente a la erosión y el responsable de los mayores relieves.

Dentro de este tramo aparecen lentejones de anfibolitas y gneises así como cuarcitas. La potencia total aparente del tramo supera los 1.000 metros pero es muy probable que esté exagerada a causa de un plegamiento de la serie.

El contacto entre las dos formaciones carbonatadas es de tipo mecánico y de gran envergadura.

La edad de la Unidad de Blanca no está definida, se le atribuye una edad triásica y se asimila al Complejo Nevado Filábride o Alpujárride según los investigadores.

El Complejo Alpujárride está representado por un conjunto metamórfico de filitas, esquistos y gneises con intercalaciones de cuarcitas y mármoles. Sobre esta serie se ha superpuesto parcialmente un metamorfismo de contacto, consecuencia de la intrusión de peridotitas, que la ha transformado en parte. La edad de estos materiales es paleozoica pudiendo incluir también al Precámbrico en determinados niveles de la serie, y descansa mediante una superficie de corrimiento sobre la Unidad anterior.

El Complejo Maláquide está representado por una sucesión pelítica-detritica de filitas, pizarras y grauvacas con eventuales pasadas calcáreas de edad paleozoica. El techo de

la serie es la típica facies de areniscas, conglomerados y arcillas de color rojo, coronadas localmente por calizas dolomitizadas, de edad Permotriás.

Esta unidad se sitúa, bien sobre el Complejo Alpujárride, o bien sobre las peridotitas.

El grupo de Rocas Ultrabásicas rodean al macizo carbonatado de la Unidad de Blanca, separando los dos núcleos principales de Sierra Blanca al Oeste y Sierra de Mijas al Este. En su mayor parte están constituídas por peridotitas.

Los bordes occidental y septentrional de Sierra de Mijas meridional de Sierra Blanca, están ocupados por material de edad Plioceno-Cuaternario, que presentan una litología muy variada con predominio de las facies detríticas, conglomerados, arenas y arcillas, que ocupan las áreas topográficamente más bajas de la zona.

2.1.- TECTONICA

El conjunto carbonatado se halla plegado constituyendo a grandes rasgos dos amplias estructuras anticlinales complejas en el detalle de su estructura interna y separadas por la masa de peridotitas antes aludida.

De un modo muy general estas sierras constituyen un núcleo carbonatado que aflora en ventana tectónica como subyacente de los materiales alpujárrides y maláquides que lo rodean por el Sur, Oeste y Noroeste; sólo en el borde Norte de la Sierra de Mijas los materiales terciarios de la depresión del Guadalhorce cubren el contacto de este macizo carbonatado impidiendo observar la relación que existe entre ellos y el relieve de Sierra de Cártama, atribuible a la misma uni-

dad litoestratigráfica pero cuya relación tectónica es poco conocida.

La estructura interna de Sierra Blanca y de Mijas está caracterizada por una tectónica de compresión que origina dos grandes estructuras a grandes rasgos anticlinales, que tienen lugar después de la superposición de los mantos de corrimiento presentes. Esta tectónica da lugar a importantes fracturas ortogonales con componente de desgarre considerable.

Por medio de geofísica se puso de manifiesto que ambos macizos están separados por una fosa limitada por fracturas de salto importante.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Desde el punto de vista hidrogeológico el pozo Fuente Peña, se sitúa dentro del sistema acuífero de Sierra Blanca - Sierra de Mijas, formado por los mármoles de los dos conjuntos descritos de la Unidad de Blanca, que vienen delimitados en su base por las anfibolitas y presumiblemente por peridotitas y en su techo por los materiales impermeables alpujárrides, maláquides o terciarios que rodean el macizo.

Las observaciones realizadas han permitido separar dentro de este sistema hidrogeológico una serie de compartimentos o bloques cuyos límites, morfología e interrelaciones son difíciles de establecer en el detalle debido a la compleja tectónica interna del macizo carbonatado. Cada uno de estos compartimentos se halla limitado por accidentes geológicos que pueden constituir barreras hidráulicas que los independicen, o al menos dificulten notablemente su conexión hidráulica dando lugar a "saltos" bruscos en la piezometría y a

comportamientos diferentes en cuanto a la evolución temporal de la misma.

En el macizo oriental de Sierra de Mijas un accidente transversal de dirección NO-SE localizado entre Mijas y Benalmádena separa del resto del sistema las zonas de Torremolinos, Alhaurín de la Torre y Benalmádena, situadas al Este de dicho accidente. En este conjunto la mayor parte de la superficie es ocupada por la zona de Torremolinos que queda separada, probablemente por un núcleo anticlinal de los materiales del substrato impermeable del acuífero, de la zona de Alhaurín de la Torre de dimensiones mucho más reducidas y por un contacto de manto de corrimiento de la zona de Benalmádena también de reducidas dimensiones.

Al Oeste del referido accidente, también posiblemente un núcleo anticlinal de las mismas características del anterior separa la pequeña zona de Mijas del resto del extremo occidental de Sierra de Mijas, que a través de la masa peridotítica que la separa del macizo occidental de Sierra Blanca se pone en conexión hidrogeológica con el extremo oriental de la misma constituyendo el más extenso de los "compartimentos" del sistema, la zona de Alhaurín el Grande-Coin.

Otro gran accidente tectónico de dirección N-S situado aproximadamente en el sector de Monda separa esta zona de la del extremo occidental de Sierra Blanca, que es la menos estudiada hasta ahora. Dentro de ella deben existir otros bloques cuya definición no se ha establecido por el momento.

En el mapa hidrogeológico adjunto se observa que el pozo de Fuente Peña está dentro de la denominada zona de Benalmádena, muy próximo a la zona de falla que la limita con el compartimento occidental de Mijas.

En la zona de Benalmádena, hasta época reciente existían numerosos manantiales que emergían a cotas comprendidas entre 200 y 240 m.s.n.m.. Los últimos de los que se tiene referencia directa han desaparecido coincidiendo con la puesta en explotación de los sondeos próximos. La evolución de la piezometría muestra una tendencia al descenso hasta 1983 y una recuperación a partir de entonces, aunque sin alcanzar la cota de los años anteriores a la sequía (1980).

En la zona de Mijas también existieron numerosos manantiales que han ido desapareciendo en el último período y cuya cota de emergencia se situaba alrededor de los 400 m.s.n.m. En la actualidad la descarga natural de esta zona se produce a través de galerías que facilitan el drenaje del acuífero al estar situadas a cota ligeramente más bajas que las de los antiguos manantiales. Todas ellas se agotan en los estiajes. Los piezómetros ponen de manifiesto un descenso progresivo y continuo hasta 1983, seguido de una recuperación rápida, no alcanzando las cotas de 1980.

La explotación por bombeo para el período 1989-90, ha alcanzado para Benalmádena 6.554 Dm³/a y para Mijas 1.302 Dm³/a, (ITGE 1980) incrementándose notablemente respecto a años anteriores, y los principales puntos de extracción en ambas zonas se reflejan en la siguiente relación.

<u>Nº registro</u>	<u>Uso</u>	<u>Nombre</u>	<u>Caudal</u>	<u>Municipio</u>
1645-3-185	A	Cañada Grajas	57	Mijas
1645-3-209	A	La Osunilla	28	Mijas
1645-3-210	A	La Morena	20-25	Mijas

<u>Nº registro</u>	<u>Uso</u>	<u>Nombre</u>	<u>Caudal</u>	<u>Municipio</u>
1645-4-207	A	Los Hoyos	45 l/s	Mijas
1645-4-047	A	Pozo D.Pedro 1	26,7	Benalmádena
1645-4-066	A	Castillejos 2	50 l/s	Benalmádena
1645-4-137	A	Pozo Abastec.	-	Benalmádena
1645-4-208	A	Castillejos 4	-	Benalmádena
1645-4-210	A	Arroyo 5	250 l/s	Benalmádena
1645-4-214	A	Castillejos 1	60 l/s	Benalmádena
1645-4-215	A	Castillejos 3	-	Benalmádena
1645-4-220	A	Arroyo 2	38,5	Benalmádena
1645-4-221	A	Arroyo 4	87,4	Benalmádena
1645-4-222	A	Tivoli 1	22,5	Benalmádena
1645-4-223	A	San Miguel 2	-	Benalmádena
1645-4-224	A	Pozo Abastec.	14 l/s	Benalmádena
1645-4-225	A	Pozo D.Pedro 2	15 l/s	Benalmádena

El sondeo de Fuente Peña (1645-3-0216), se encuentra situado al Norte de los pozos de La Osunilla y Cañada Graja, ambos abastecen al núcleo de Mijas. Tiene una cota de 460 m.s.n.m. y una profundidad de 280 m y 200 mm ϕ aunque posteriormente se ensancharon 180 metros a 300 mm ϕ , entubándose la parte ensanchada, según el siguiente esquema:

de 0 a 70 m tubería ciega
de 70 a 90 m filtro puentecillo
de 90 a 130 m tubería ranurada
de 130 a 180 m tubería ciega

colocándose la bomba a 140 metros de profundidad.

La perforación se realizó a rotopercusión cortando la serie de mármoles dolomitizados, encontrando tres "pasos" de

agua a través de fracturas a las profundidades de 73, 89 y 97 m respectivamente, quedando el nivel de agua a 71 metros de profundidad equivalente a una cota absoluta de ± 390 m.s.n.m. (1983). En la actualidad no se puede medir el nivel. Su caudal de explotación es de 3 l/s.

La determinación de balances hídricos independientes en cada una de las zonas diferenciadas presentan dificultades por la imprecisión de sus límites. Parece claro que los accidentes geológicos que podrían delimitar las distintas zonas definidas en función de la cota piezométrica no constituyen en su mayor parte barreras hidrogeológicas estancas permitiendo el flujo subterráneo a través de ellas y que este flujo se produce de modo general desde las zonas occidentales hacia las orientales, donde por otra parte tiene lugar la mayor parte de la explotación por bombeo.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

El agua es de carácter bicarbonatado magnésico y mineralización moderada-baja (582 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Las determinaciones en campo de pH y Eh alcanzan 7,47 y 129 mV respectivamente.

La naturaleza del agua y en particular su carácter magnésico, resultan coherentes con la presencia de formaciones carbonatadas (mármoles) dolomitizadas puesta de manifiesto en apartados precedentes. Sin embargo, los diagramas de saturación de la fig. 1 indican que el agua no llega a equilibrarse respecto a calcita y dolomita, manifestándose para las mismas una ligera sobresaturación. Por otra parte y como corresponde al carácter estrictamente carbonatado de los materiales en que se emplaza el sondeo, el contenido en Cl^- , SO_4^{2-} y alcalinos es bajo, observándose condiciones de subsaturación para el yeso y la anhidrita (se ha obviado la repre-

sentación del diagrama de saturación de la halita, puesto que es evidente que el agua ha de encontrarse subsaturada en este mineral). Respecto a la magnesita, la ligera sobresaturación observada es consecuencia del aporte de magnesio procedente de los materiales dolomíticos.

La concentración en los compuestos minoritarios y elementos traza analizados es baja, no habiéndose detectado indicios de contaminación en la muestra.

La evolución temporal del agua deducida a partir de los dos análisis químicos disponibles (ambos realizados por el ITGE en 1989 y 1991), se caracteriza por la existencia de variaciones que afectan principalmente al contenido en bicarbonatos, tal como se aprecia en el diagrama de Schoeller-Berkaloff de la fig. 2. Este comportamiento es coherente con la ausencia de equilibrio en medio carbonatado antes señalada.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Como se ha reflejado en el capítulo de hidrogeología existe una compartimentación en bloques del Macizo Carbonatado de Sierra de Mijas, debido principalmente a la estructura plegada y fracturación posterior, que se traducen en saltos en la piezometría del acuífero, no llegando a conocer de una manera exhaustiva la circulación subterránea y la interconexión entre bloques, por lo que en principio para el sondeo de Fuente Peña se podría definir un entorno limitado al Norte por el contacto mecanizado entre la serie carbonatada, mientras que hacia el Oeste, la falla de Mijas, podría marcar otro límite con un margen de seguridad, dentro del área de Mijas, quedando así definida un área englobando también a los cursos de agua superficiales que discurren en sus inmediaciones para evitar una posible contaminación de vertidos.

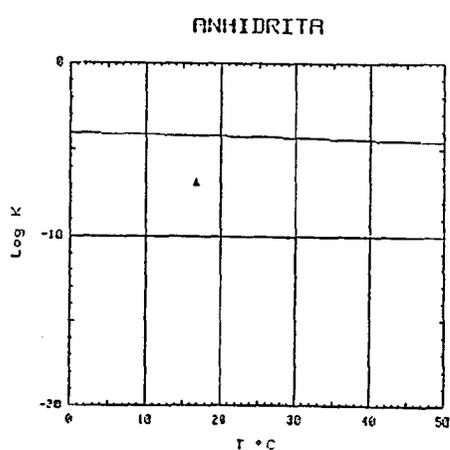
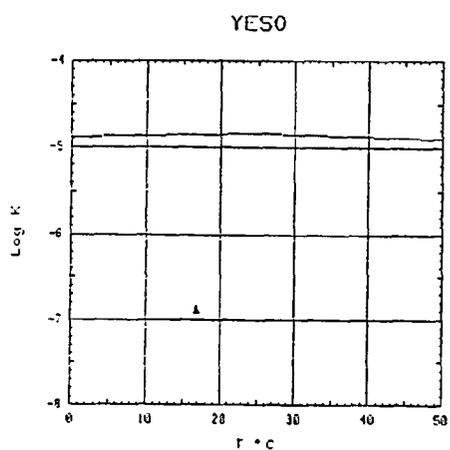
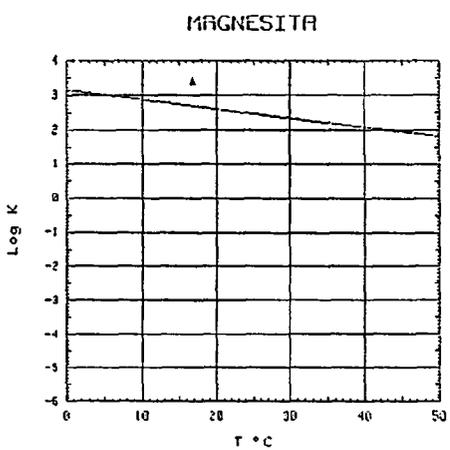
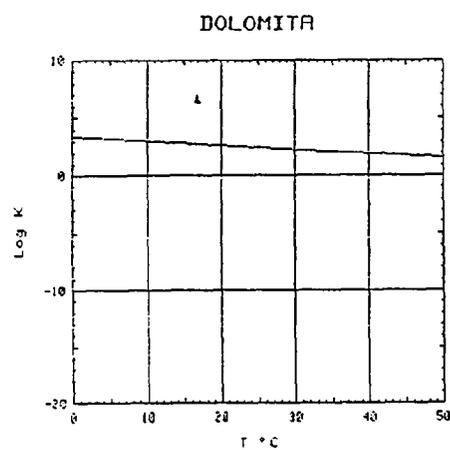
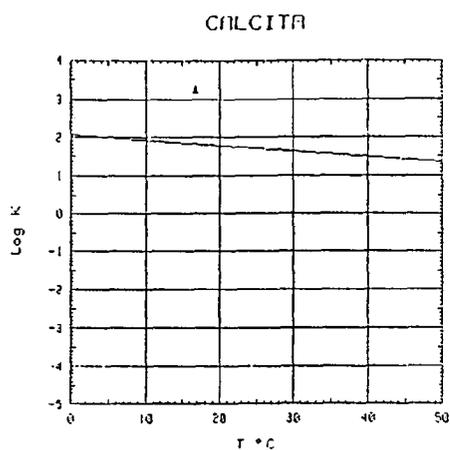
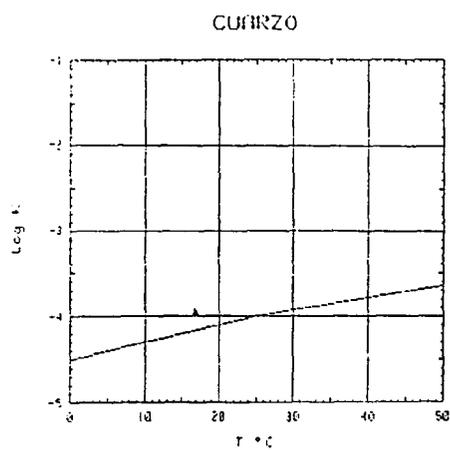
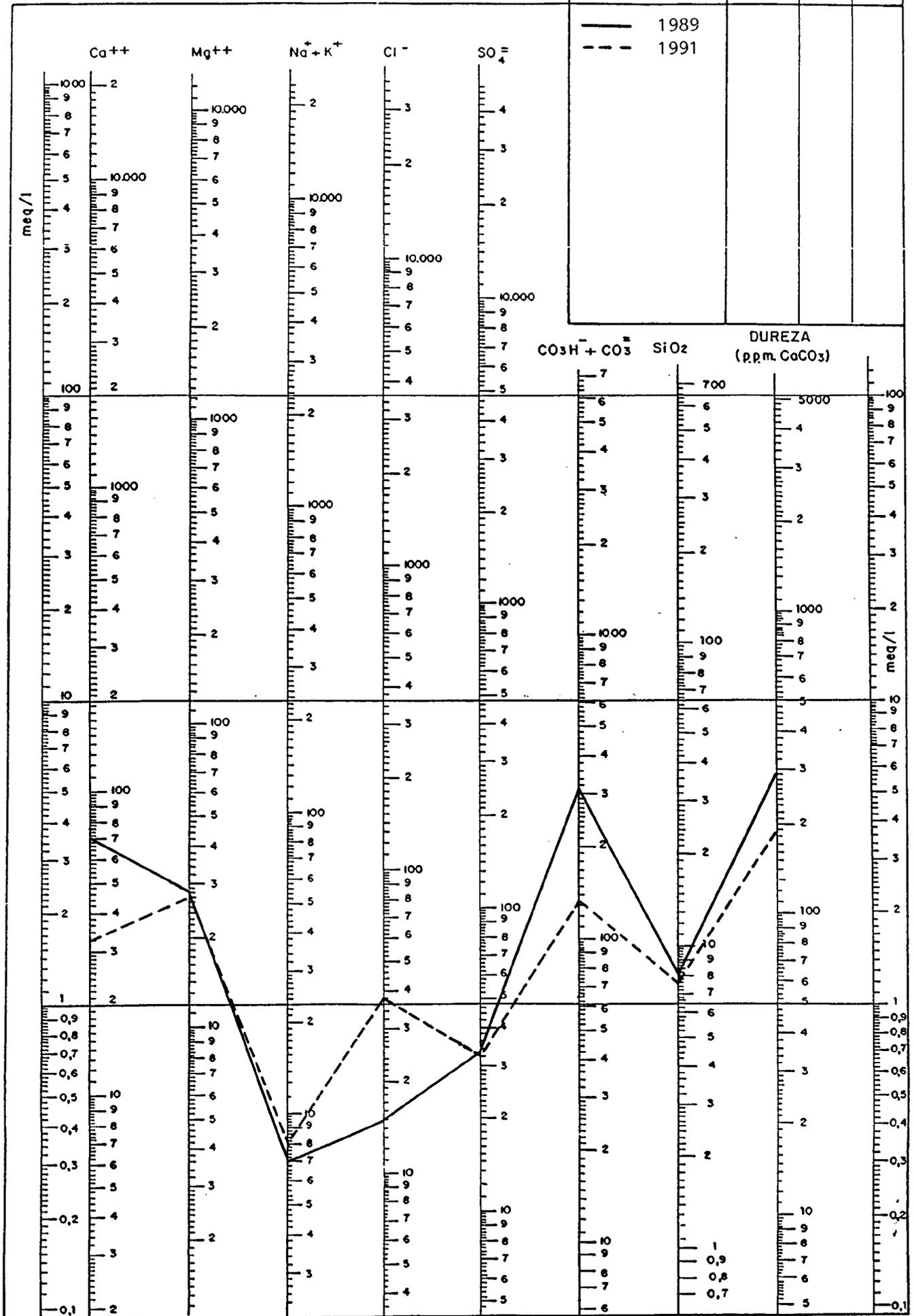


FIG. 1 .- DIAGRAMAS DE SATURACION DEL MANANTIAL FUENTE PEÑA

FIG. 2.- MANANTIAL DE FUENTE PEÑA

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—	1989		
- - -	1991		



ANÁLISIS QUÍMICO

DENOMINACION: MANANTIAL DE FUENTE PEÑA
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 16.8 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 582
 pH a 16°C: 7.47 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 193
 pH a 18°C: 8.50 Eh campo (mV): 129

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	121.00	1.983	1.983	47.23
CO3=	13.00	.217	.433	10.32
SO4=	32.00	.333	.666	15.87
Cl-	38.00	1.072	1.072	25.53
F-	<5.0E-1	.026	.026	.63
NO3-	1.00	.016	.016	.38
SiO2(H4SiO4)	7.5	.125	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.04
TOTAL....	213.060	3.773	4.199	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	7.00	.305	.305	7.22
K+	1.00	.026	.026	.61
Ca++	32.00	.798	1.597	37.88
Mg++	27.00	1.111	2.221	52.69
Fe++	.020	0.000	.001	.02
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.17
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.32
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.006	0.000	0.000	.01
Pb	0.048	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.04
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.04
TOTAL....	67.704	2.267	4.215	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >Cl- >SO4= >F-
 FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.513	Cl/Na =	3.520	(SO4*Ca)^1/2 =	1.031
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.633	Cl/(Na+K) =	3.248	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.902
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	1.845	SO4/Ca =	.417	Mg/Ca =	1.391
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.807	SO4/(Ca+Mg) =	.175	Cl/CO3H =	.541

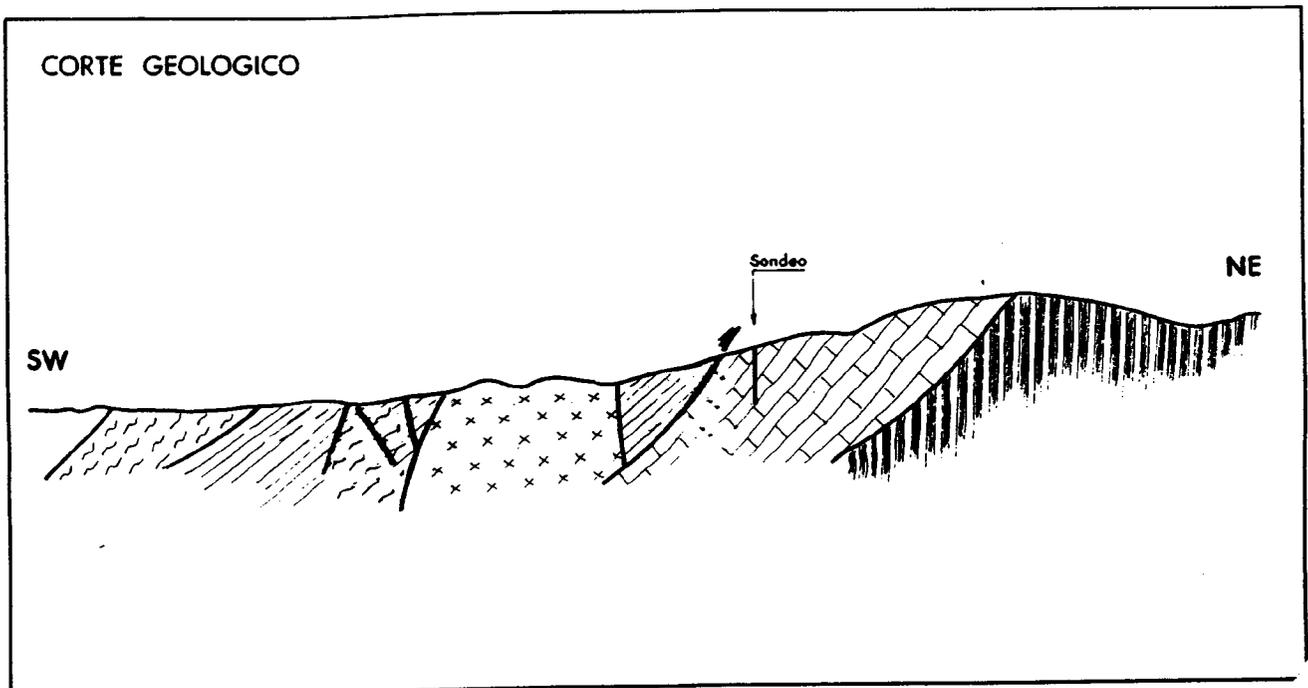
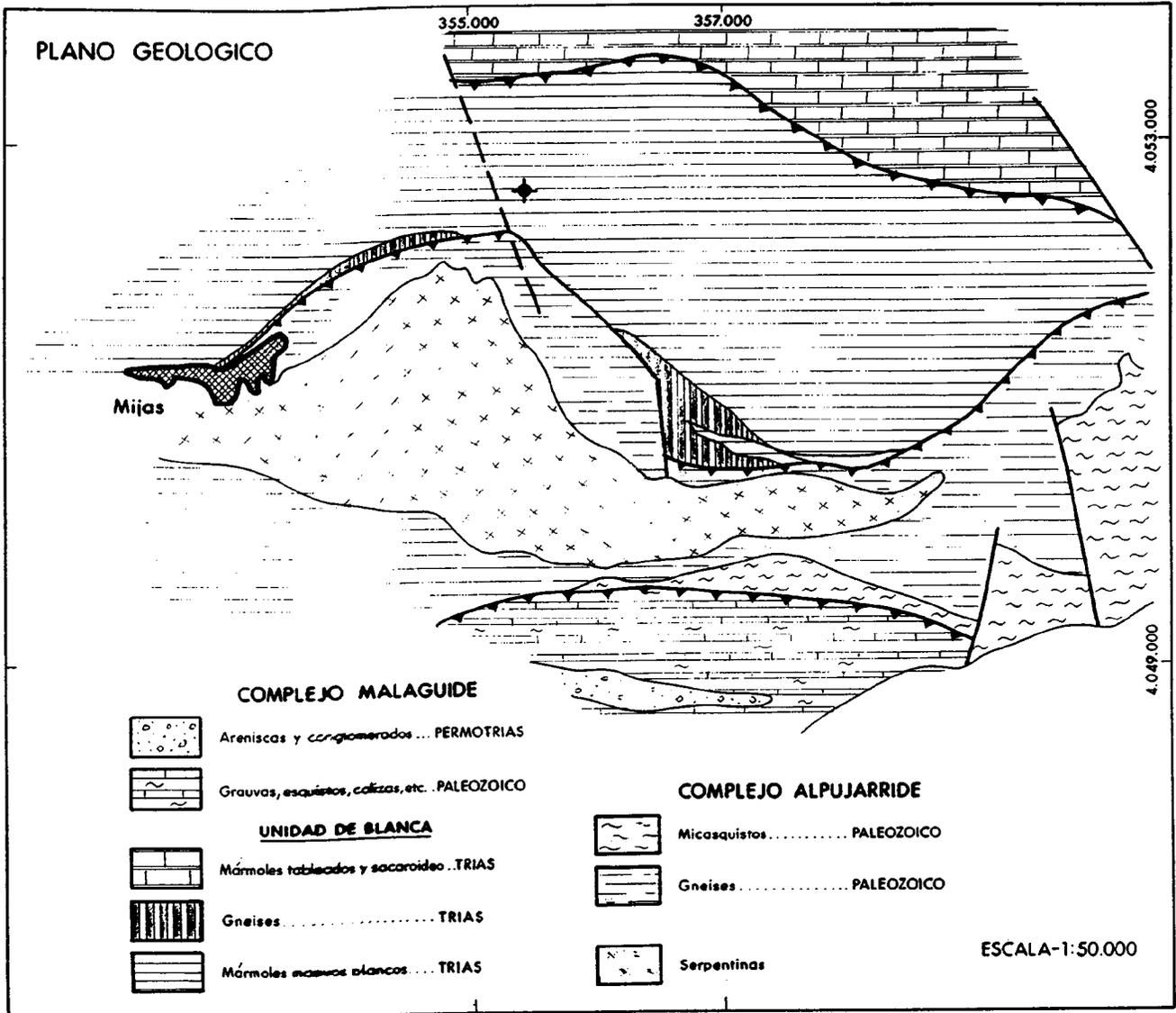
ARCHIVO EN DISCO: MMM36 (AMA5-36)

	ppm
R.S. 110°C	294
D.Q.O.	0,9
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

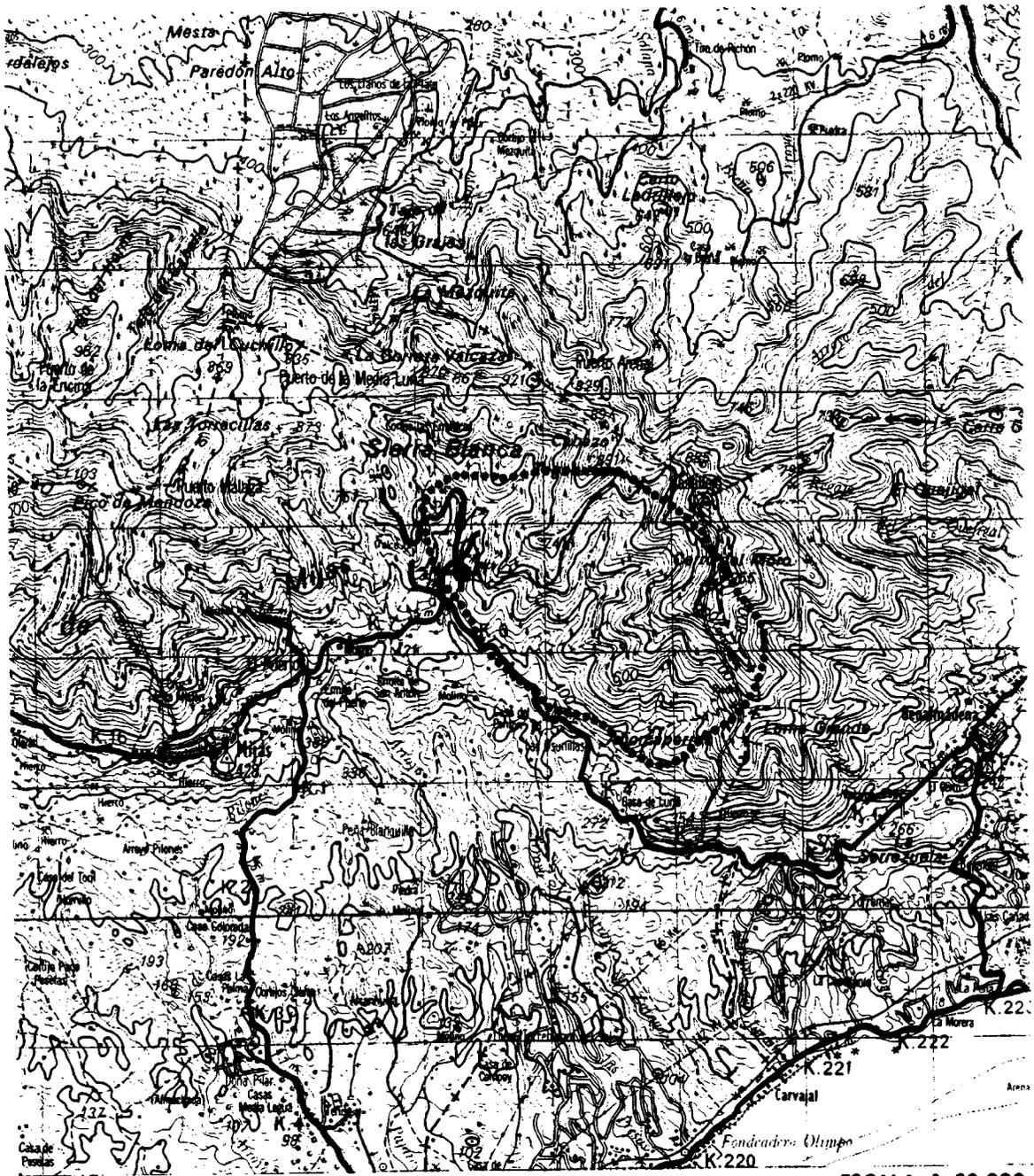
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 16-45 de Coin. MAGNA-ITGE
- PIAS. Estudio del Sistema Acuífero nº 38 Sierra Blanca - Sierra de Mijas. ITGE.
- EVOLUCION DE LA PIEZOMETRIA EN LOS ACUIFEROS DEL SECTOR OCCIDENTAL DE LA CUENCA SUR 1987-88 Y 1988-89. ITGE, NT_363.
- CONTROL DE LAS EXTRACCIONES DE AGUA POR BOMBEO EN EL ACUIFERO DE SIERRA DE MIJAS. (Años 1988-89 y 1989-90) ITGE.
- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS GENERALES DEL MACIZO CARBONATADO DE SIERRA BLANCA - SIERRA DE MIJAS (MALAGA). I Simposio Agua de Andalucía, 1981.
- HIDROGEOLOGIA Y UTILIZACION DEL AGUA DEL SISTEMA ACUIFERO DE SIERRA BLANCA - SIERRA DE MIJAS (MALAGA). II Simposio Aguas de Andalucía, 1986.
- PIEZOMETRIA Y REGIMEN DE DESCARGA DEL ACUIFERO CARBONATADO DE SIERRA BLANCA - SIERRA DE MIJAS (MALAGA). III Simposio de Hidrogeología, 1983.

FUENTE LA PEÑA (MIJAS)



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

FUENTE LA PEÑA



ESCALA - 1: 50.000

FUENTE RIO HORCAJOS (TOLOX)

manantial con el nombre de Alcornocalejo (por Surretalejo) y del tercero no se ha obtenido información.

Del punto que nos ocupa la única información histórica que se ha obtenido es un análisis para la campaña de geotermismo realizada en la provincia de Málaga por Adaro-IGME en 1974, y posteriormente se volvió a analizar en Octubre de 1982. Actualmente sólo se usa para bebida.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el manantial de Río Horcajos se encuentra enclavado en la estribación más oriental del gran macizo de rocas ultrabásicas que forman Sierra Bermeja, aquí representado en la Sierra de Tolox, y que en su entorno más próximo está bordeado al Este por el Complejo Malaguide y por la formación tecto-sedimentaria postburdigaliense, mientras que al Norte y Oeste lo ocupa la Unidad de Yunquera. del Complejo Alpujárride y Unidad de las Nieves del Complejo Dorsaliano.

El Macizo ultramáfico de Sierra de Tolox ocupa una extensión aproximada a los 30 km², aunque hacia el Sur no pierde su continuidad hacia Sierra Bermeja. La composición fundamental corresponde a la variedad de Lerzholitas con diferentes facies ordenadas especialmente. Contiene, en bajo porcentaje, mafitas interpretadas como residuales en el proceso de fusión parcial de las peridotitas (ORATA, 1980). En el entorno de Tolox y más al Sur, se han diferenciado unas rocas compactas ácidas de composición granodiorítica y textura grano blástica, con limitado desarrollo de una esquistosidad poco penetrativa y tonalidades pardas más o menos claras. Aparecen en el seno de la peridotita con contactos al parecer mecanizados.

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Río Horcajos, también se le llama "Fuente Amargosa", repitiendo el nombre del manantial que dio origen al Balneario. Se encuentra en el mismo cauce del río de los Horcajos, río que bordea el núcleo de Tolox por el Norte, y del que sólo le separa del manantial unos 500 metros aguas arriba.

Se localiza dentro de la hoja topográfica nº 15-44 de Ronda, a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 329.300 e Y = 4.062.350, siendo su cota de 300 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

En los alrededores de la Sierra de Tolox, se conocen muchos manantiales conocidos con el nombre genérico de "amargosa", debido al sabor especial de las mismas y que eran utilizadas por los vecinos de Tolox para curar una serie de afecciones principalmente en ingestión y baños. De todos ellos en la relación de puntos de Agua Minero-Medicinales de España, clasificados por provincias de 1913 del Instituto Geológico y Minero de España, vienen reflejados en el término de Tolox, 3 puntos: Gatuz, Surretalejo y Toronjilar, de los que sólo del primero se ha tenido alguna información, aunque actualmente es inaccesible, del segundo se ha localizado un

Los autores de la escuela de la Universidad de Granada, incluyen a la roca peridotítica como una unidad dentro del Complejo Alpujárride, y la denominan Unidad de Los Reales.

La Unidad de La Yunquera, del Complejo Alpujárride, comprende un tramo basal de micasquistos y gneises magmáticos, de edad presumiblemente paleozoica, que descansa mediante superficie de corrimiento sobre los materiales menos metamórficos asociados a la Unidad de Las Nieves. El tramo intermedio lo constituye un grueso paquete de mármoles dolomíticos, de alrededor de 700 m de potencia. Se le atribuye una edad paleozoica y el tramo superior está formado por una alternancia con todos los términos transicionales entre rocas carbonatadas y rocas detríticas, que muestran un metamorfismo de grado bajo (mármoles, calizas, calcoesquistos, micasquistos, filitas y cuarcitas). A techo de la Unidad aparece la llamada Brecha del Jarro.

El Complejo Malaguide, es la última unidad bética alóctona existente en la zona. Se sitúa sobre el Complejo Alpujárride o sobre el macizo peridotítico. En conjunto presenta una sucesión pelítica-detrítica de filitas, pizarras y grauvacas con pasadas calcáreas de edad paleozoica. Culmina la serie, una formación de carácter continental, constituida por conglomerados, areniscas y pizarras de colores rojizos, con una facies próxima a la del Trias Germánico Inferior, y da paso a las dolomías que constituyen el techo malaguide, formando un episodio marino transgresivo sobre la facies continental.

La Unidad de Las Nieves, corresponde al Complejo Dorsaliano, y en conjunto comprende cinco términos litológicos:

- dolomías y mármoles dolomíticos, que alcanzan espesores superiores a 1.000 metros,
- alternancias de calizas y dolomías margosas, mármoles calizo-dolomíticos y calcosquistos, con espesores variables hasta de 200 metros,
- calizas con sílex y calcosquistos con nódulos de cuarzo, cuya potencia varía entre 50 y 150 m,
- calizas y margocalizas esquistosas y nodulosas, radiolaritas, alcanzando en total una potencia máxima de unos 50 m.

La edad para todo el conjunto descrito comprende el Trias y el Jurásico. Culmina la Unidad con la llamada Brecha de la Nava, de edad Oligoceno-Mioceno y su potencia alcanza los 100 metros.

El Neonumidico fue definido por J.Bourgois (1978) como una formación arcillo-areniscosa de Keippes sedimentarios y consiste esencialmente en una "melange tectonique" donde se encuentran dispersos dentro de una matriz arcillosa, materiales cuyas edades varían desde el Jurásico al Aquitaniense.

2.1.- TECTONICA

Siguiendo a la escuela de la Universidad de Granada, en el área de Ronda se han diferenciado tres unidades alpujárrides, según su posición geométrica de abajo arriba: Unidad de Yunquera, Unidad de los Reales (Tolox) y Unidad del Saucillo. La más compleja en cuanto a sucesión es la Unidad de Yunquera, pues de la Unidad de los Reales, en su gran aflora-

miento, al Oeste de Tolox, únicamente existen las peridotitas basales, junto con diferenciados acidos.

El Complejo Malaguide en el sector de Alozaina Tolox se superpone a las peridotitas de la Unidad de los Reales. A veces se observan dos unidades malaguides superpuestas.

En el Complejo Dorsaliano se distinguen dos grupos de unidades. En el grupo I se distinguen las unidades de Enamorados, Cabrilla y Almola y en el grupo II las unidades de Las Nieves y del Picacho. Estas dos unidades poseen sus sucesiones repetidas por la existencia de sendos sinclinales tumbados.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Son numerosos los puntos de agua, en general de pequeño caudal que se manifiestan a lo largo del contacto entre la roca peridotítica y en este caso con el paleozoico del Complejo Malaguide que actúa de roca de caja, y entre los que se encuentran la mayor parte de los manantiales de los alrededores de Tolox (Fuente Amargosa y Río Horcajos).

La roca peridotítica y en general las rocas plutónicas por su textura presenta una escasa permeabilidad, a veces prácticamente nula cuando se presenta como una roca compacta y sin alterar, incapaz entonces de formar un acuífero. Solamente si posteriormente actúan sobre ésta, fenómenos de tipo secundario, tales como desarrollo de zonas de alteración (p.e. flúidos hidrotermales, etc.), red de diaclasas, zonas de milonitización y fracturación, pueden generar el desarrollo de "acuíferos" o mas bien zonas de acumulación o vías de circulación de agua.

El principal recurso de los afloramientos peridotíticos lo constituye el agua de lluvia que al circular sobre su superficie, puede encontrar zonas más abiertas (redes de diaclasas, fracturas, discontinuidades, etc.) infiltrándose hacia zonas más profundas hasta encontrar zonas más cerradas impidiendo su paso tanto lateral como verticalmente y si las condiciones topográficas son favorables, puede permitir su alumbramiento hacia el exterior. El hecho a veces frecuente de observar la presencia de gas en el manantial, en principio se puede deber a una comunicación a mayor profundidad, posiblemente a través de una fractura o zona de fractura.

El manantial del río Horcajos, tiene un caudal casi constante a lo largo del año de unos 2 l/min, teniendo en la salida una pileta y pequeña entubación hacia el exterior.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

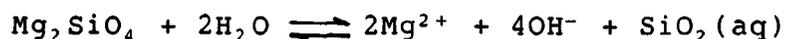
Agua de naturaleza clorurada sódica-cálcica, $\text{pH}_{\text{campo}} = 11,8$, carácter reductor ($E_h = -324 \text{ mV}$ y presencia de H_2S) y conductividad moderada ($871 \mu\text{S/cm}$).

Este manantial responde al modelo de surgencia asociada a rocas ultrabásicas, y más concretamente al grupo de las que presentan pH muy elevado además de otra serie de rasgos comunes tales como: bajo contenido en sílice, magnesio y sulfatos, y ausencia de bicarbonatos.

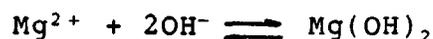
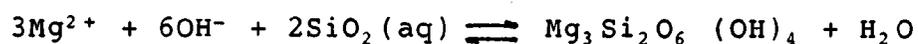
El carácter extremadamente básico del agua obviamente condicionada de forma decisiva el comportamiento en su seno de ciertos componentes, como es el caso, por ejemplo, del equilibrio entre las especies H_2CO_3 - HCO_3^- - $\text{CO}_3^{=}$. Los diagramas de

saturación de la fig.1 evidencian condiciones de sobresaturación para las formas carbonatadas calcita y magnesita, lo que supone su precipitación y consecuente salida de la solución de los correspondientes iones. Por otra parte se observa en la misma figura que el agua se encuentra subsaturada en cuarzo, lo que se justifica por el fuerte incremento de la solubilidad de este mineral que tiene lugar a partir de un pH aproximadamente de 9. También existe subsaturación respecto a anhidrita (la solubilidad del CaSO_4 es superior a la de MgCO_3 y CaCO_3).

La justificación a valores de pH tan elevados en aguas asociadas a peridotitas, se atribuye a los procesos de hidrólisis de los minerales ferromagnesianos que entran en su composición. En el caso, por ejemplo, de la forsterita se tiene:



A su vez, ello puede dar lugar a la formación de minerales secundarios como serpentina y brucita.



que implican un descenso en la concentración de SiO_2 y Mg^{2+} , que justificaría las bajas concentraciones de estas especies en la muestra analizada. En el caso de la sílice hay que recordar además su escaso contenido en las rocas ultrabásicas. La fig. 2 (punto) refleja que para los minerales antes citados así como para otros característicos de este tipo de rocas (enstatita, diópsido, forsterita-fayalita), existen condiciones de sobresaturación. Estas características son

comunes al grupo de muestras al que se hizo referencia en el comienzo de este apartado*.

El bajo contenido en sulfatos de la muestra -6 mg/l- ha de estar necesariamente relacionado con los fenómenos de reducción bacteriana que se manifiestan en el manantial, que dan lugar al desprendimiento de H^2S formado a partir del SO_4^- en solución.

El carácter clorurado sódico-cálcico del agua evidentemente tiene relación con el bajo contenido relativo de los demás iones. Ello no excluye sin embargo el hecho de que se trate de concentraciones de Cl^- , Na^+ y Ca^{2+} relativamente apreciables, en cuya génesis no debe descartarse la posible influencia de formaciones distintas al macizo ultrabásico (por ejemplo, aportes de calcio procedente de las dolomías alpujárrides).

Las determinaciones de metales pesados indican concentraciones bajas (a pH tan elevados como el de la muestra se encontrarían en forma de precipitados).

En lo que respecta a precedentes analíticos, el diagrama de Schoeller de la fig. 3 refleja los resultados de los análisis disponibles (1982 y 1990), en los que se aprecian escasas variaciones temporales que sólo afectan a los iones mayoritarios Cl^- y Ca^{2+} .

Finalmente hay que destacar la discrepancia hidroquímica existente entre los manantiales de Río Horcajos y el de

* La Hedionda (□), Baños del Puerto (■) y Baños del Duque (◆)

Fuente Amargosa (Balneario de Tolox), con una separación entre ambos de aproximadamente 1.200 m. Si bien las dos surgencias se hallan asociadas a rocas ultrabásicas, es probable que el tiempo de tránsito del agua sea diferente y en consecuencia, la composición no resulte la misma. El diagrama de Schoeller de la fig. 4 refleja esta falta de coincidencia.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el manantial de Río Horcajos que vendría condicionada a la zona de contacto de la roca ultrabásica con la serie paleozoica maláquide y a la distribución de los cursos de agua superficial que discurren en la peridotita, que incidirán de una manera prioritaria en la alimentación del manantial y según se muestra en la figura se ha pretendido envolver parte del afloramiento peridotítico y la zona de contacto con los materiales maláquides más próximos al manantial.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 1051 (Ronda). MAGNA-ITGE.

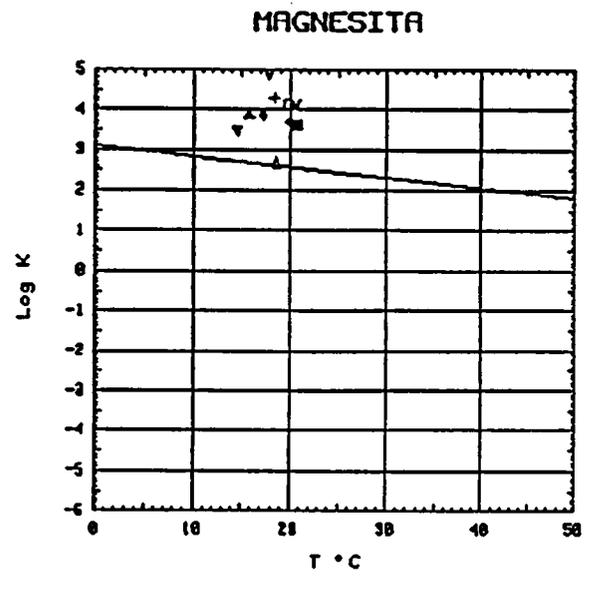
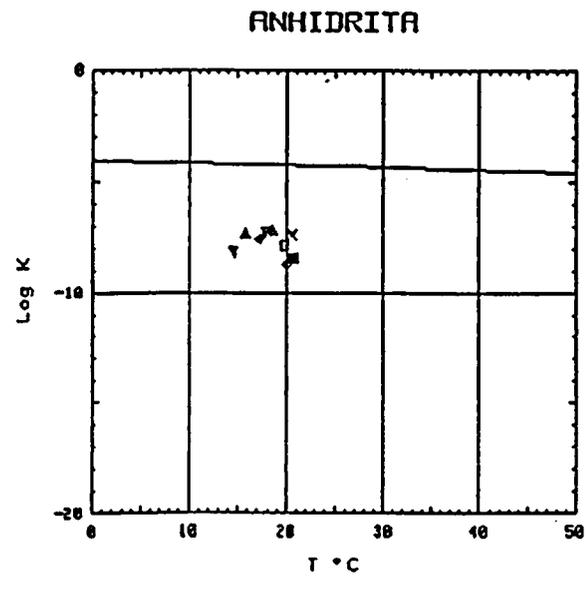
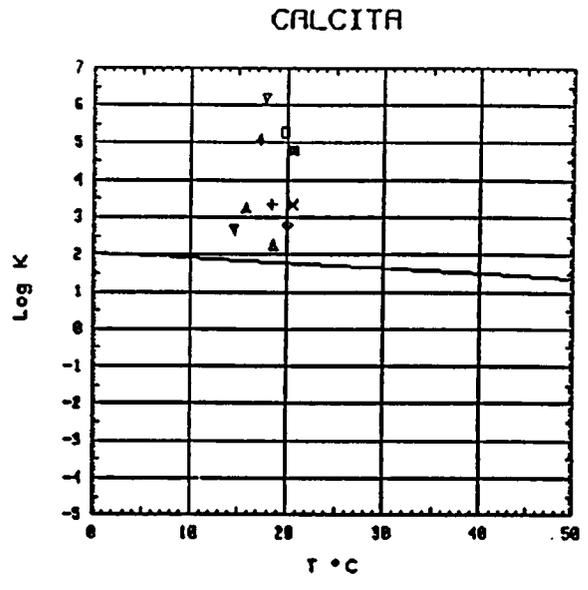
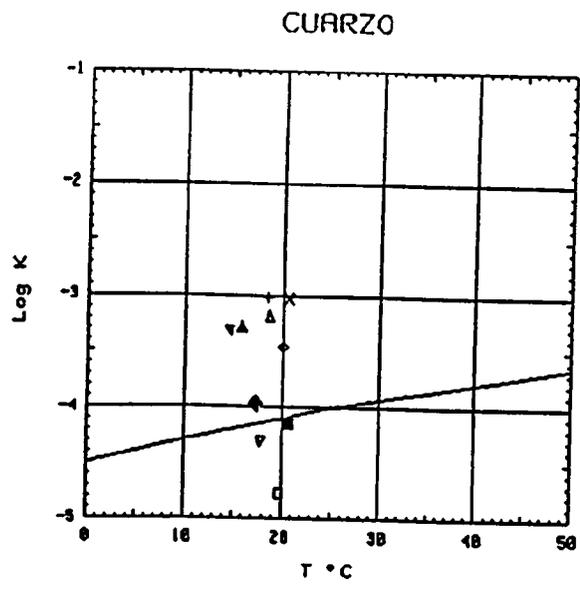


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION FUENTE RIO HORCAJOS (▽)

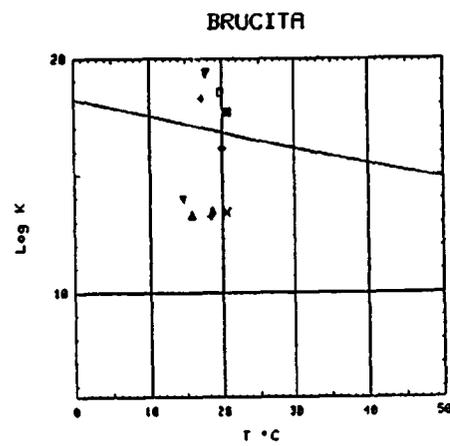
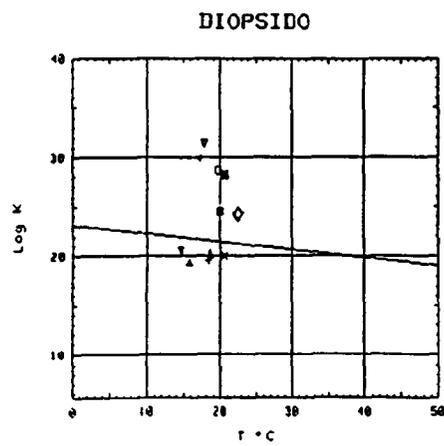
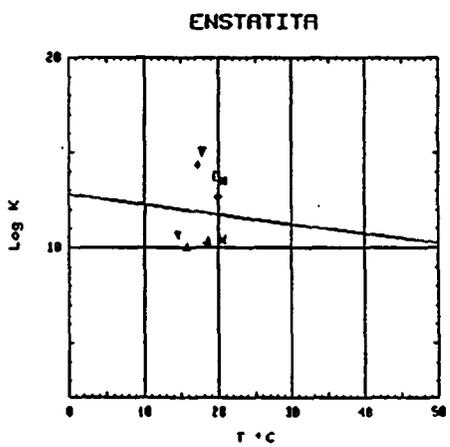
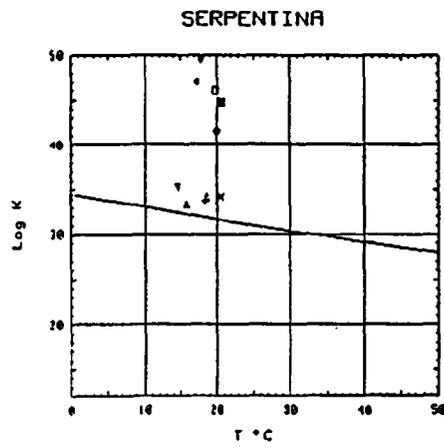
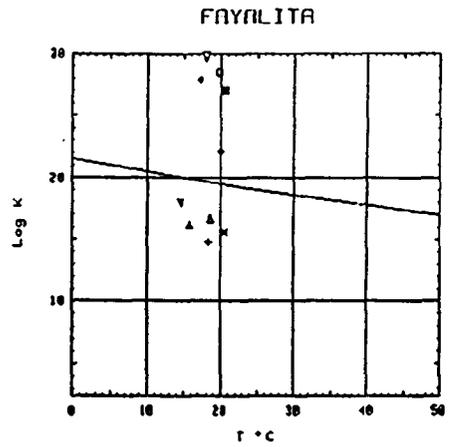
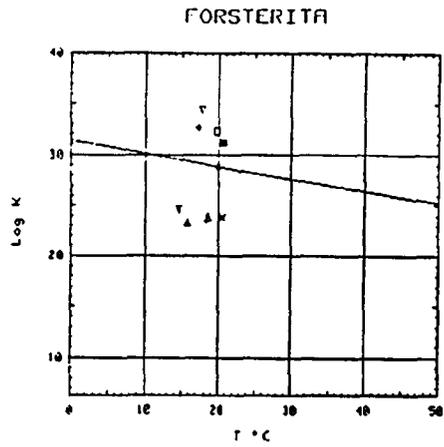


FIG. 2 .- DIAGRAMAS DE SATURACION FUENTE RIO HORCAJOS (▽)

FIG. 2.- FUENTE RIO HORCAJOS

LEYENDA

MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
— 1982			
- - - 1990			

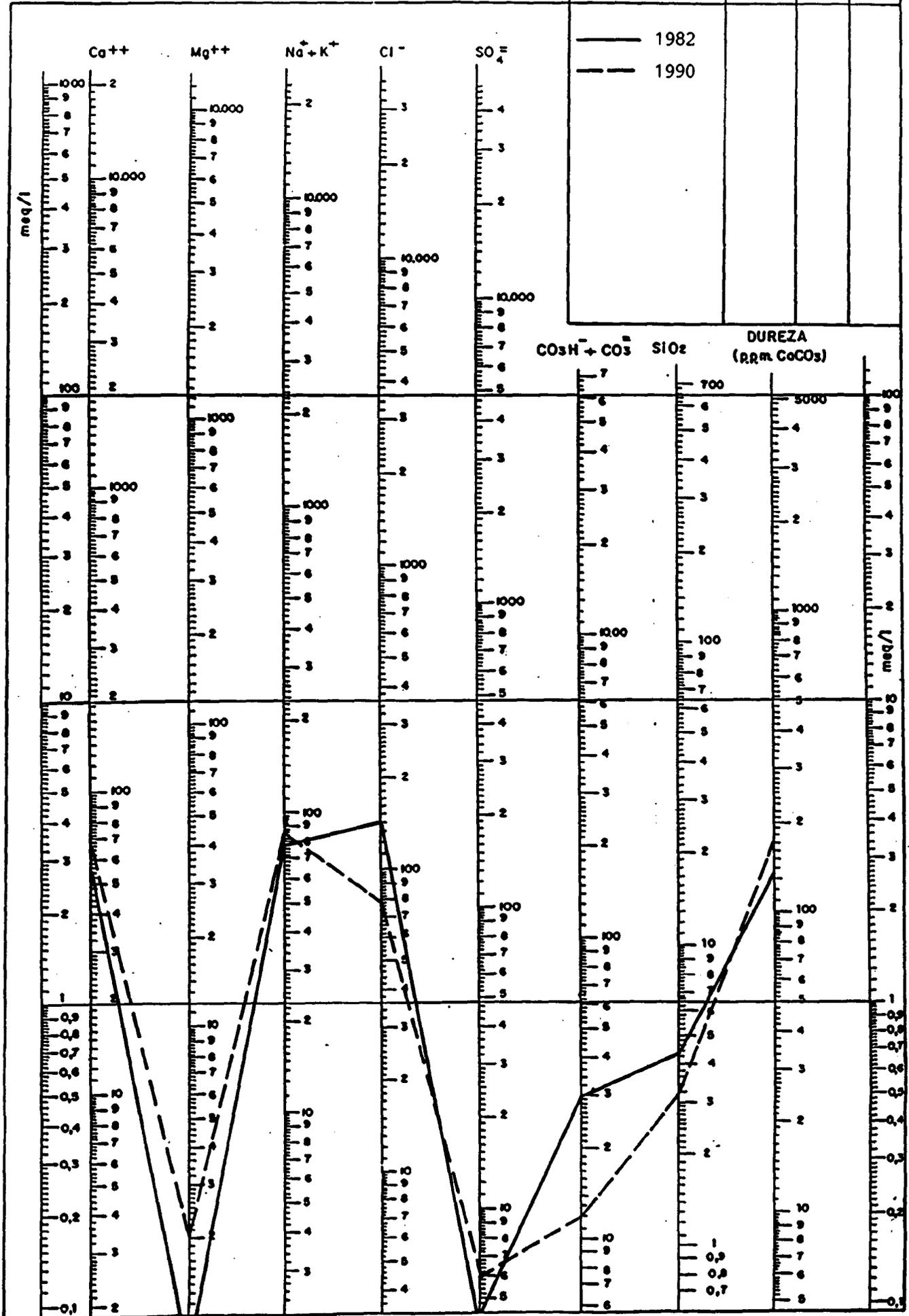
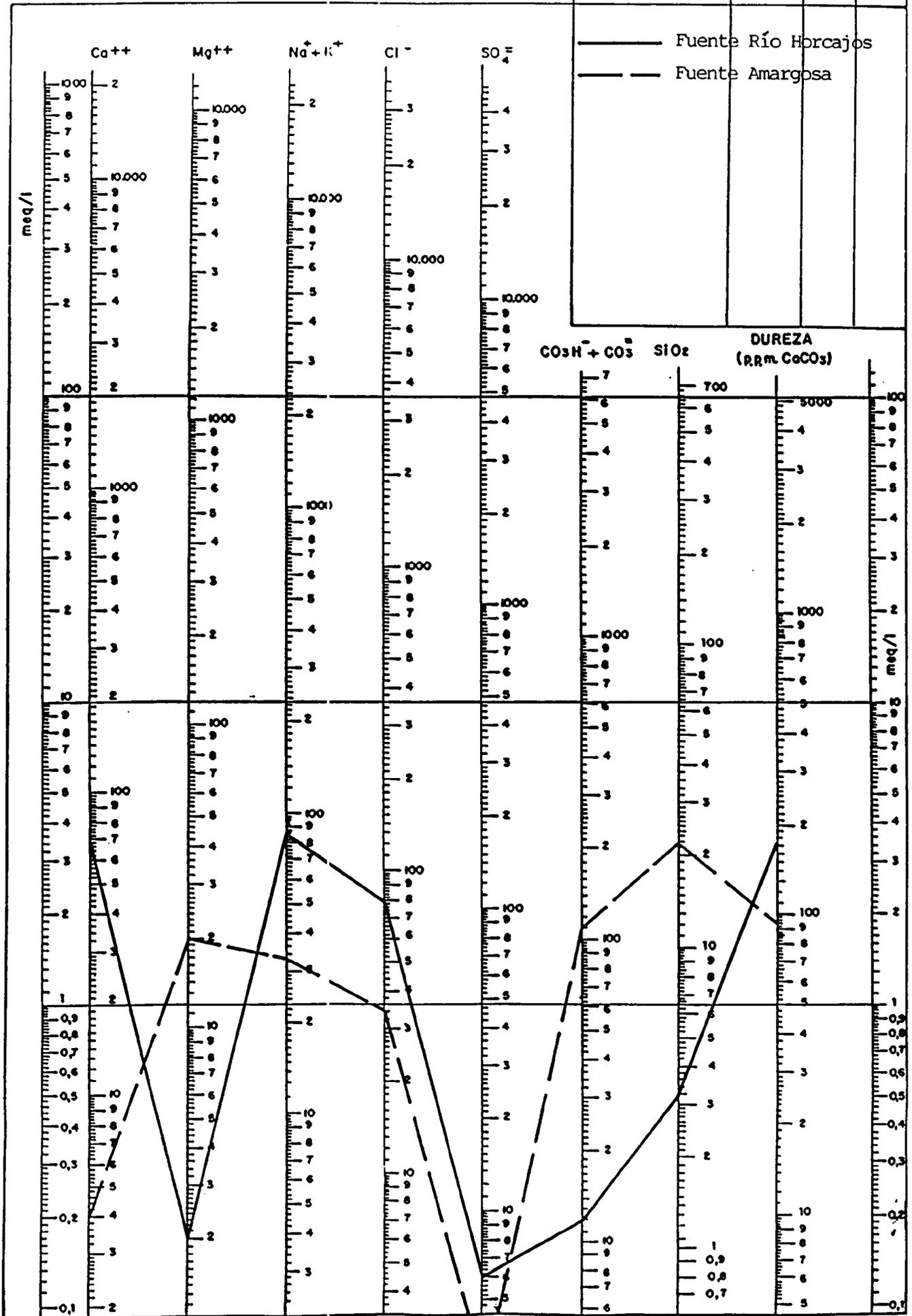


FIG. 4.- FUENTE RIO HORCAJOS

LEYENDA

MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			



ANÁLISIS QUÍMICO

IDENTIFICACION: FUENTE RIO HORCAJOS
FECHA:

TEMPERATURA (°C):	17.8	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	871
pH a 17°C:	11.79	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	176
pH a 18°C:	11.30	Eh campo (mV):	-324

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	-	-	-	-
CO3=	12.00	.200	.400	14.34
SO4=	6.00	.062	.125	4.48
Cl-	79.00	2.229	2.229	79.89
F-	<5.0E-1	.026	.026	.94
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.29
SiO2(H4SiO4)	3.2	.053	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	.050	.001	.002	.06
TOTAL....	101.260	2.579	2.790	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	78.00	3.393	3.393	47.11
K+	9.00	.230	.230	3.20
Ca++	67.00	1.672	3.343	46.42
Mg++	2.00	.082	.165	2.28
Fe++	.030	.001	.001	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.10
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.77
NH4+	.020	.001	.001	.02
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	.130	.002	.004	.06
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	156.795	5.407	7.202	

FORMULA ANIONICA : Cl- >CO3=+HCO3- >SO4= >F-
FORMULA CATIONICA: Na+ >Ca++ >K+ >Mg++

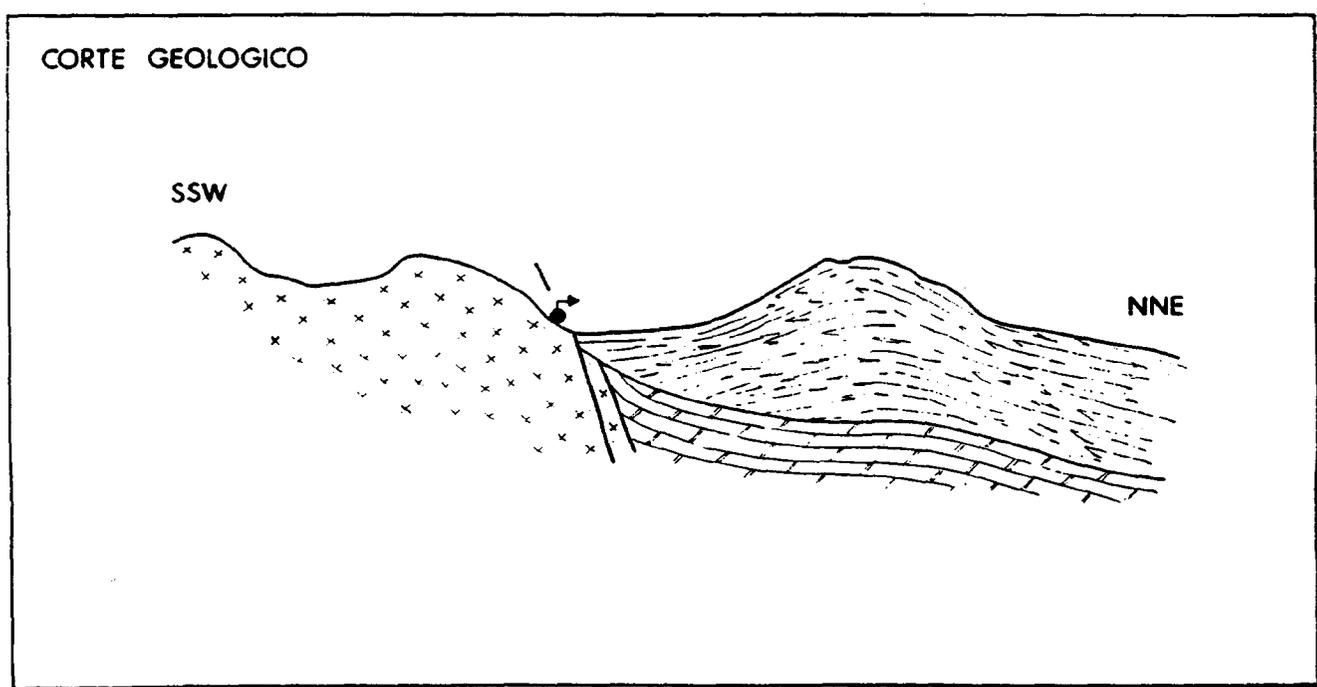
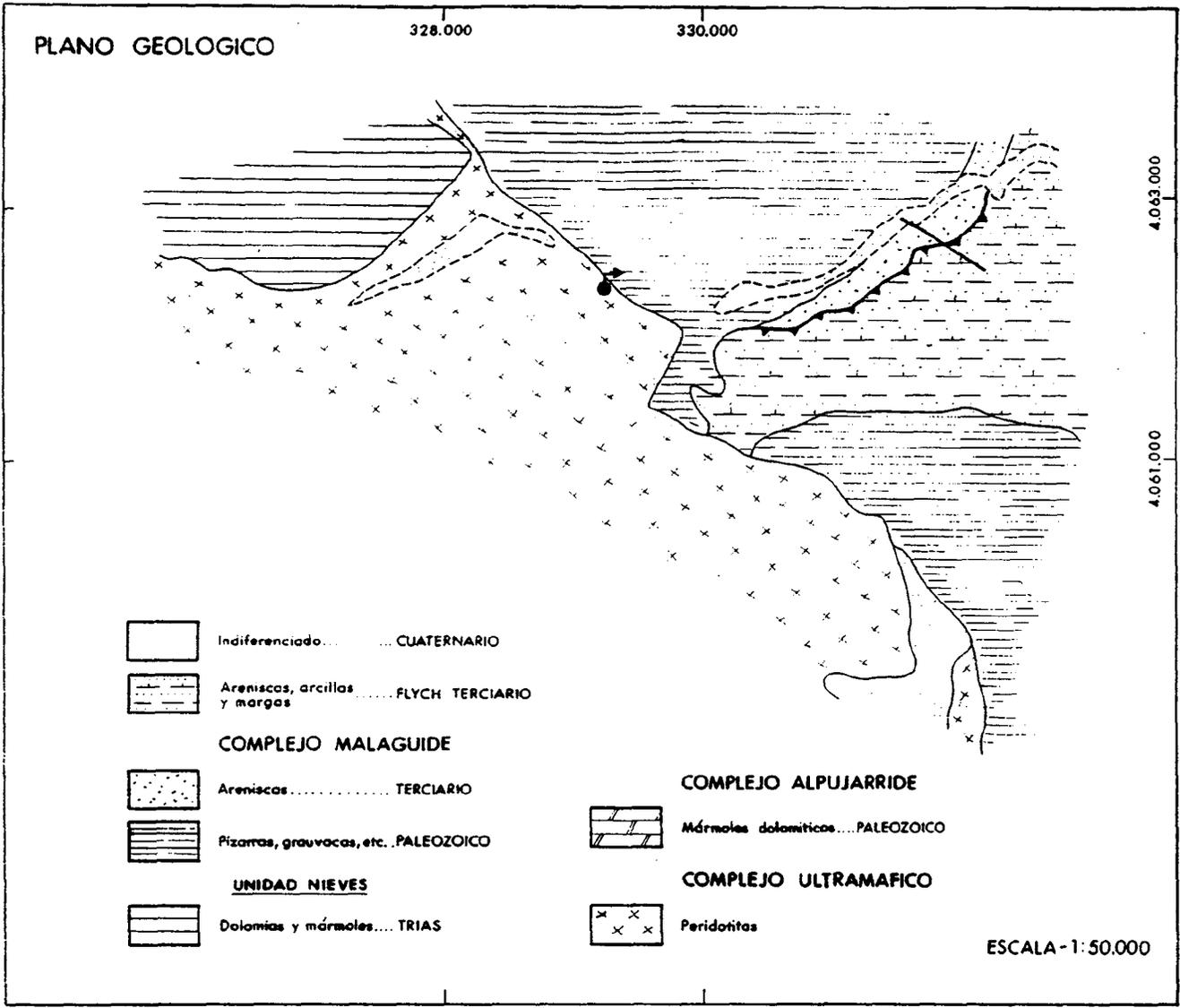
CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.120	Cl/Na =	.657	(SO4*Ca) ^{1/2} =	.646
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.114	Cl/(Na+K) =	.615	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.336
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.150	SO4/Ca =	.037	Mg/Ca =	.049
		SO4/(Ca+Mg) =	.036		

ARCHIVO EN DISCO: MMM23 (AMA5-23)

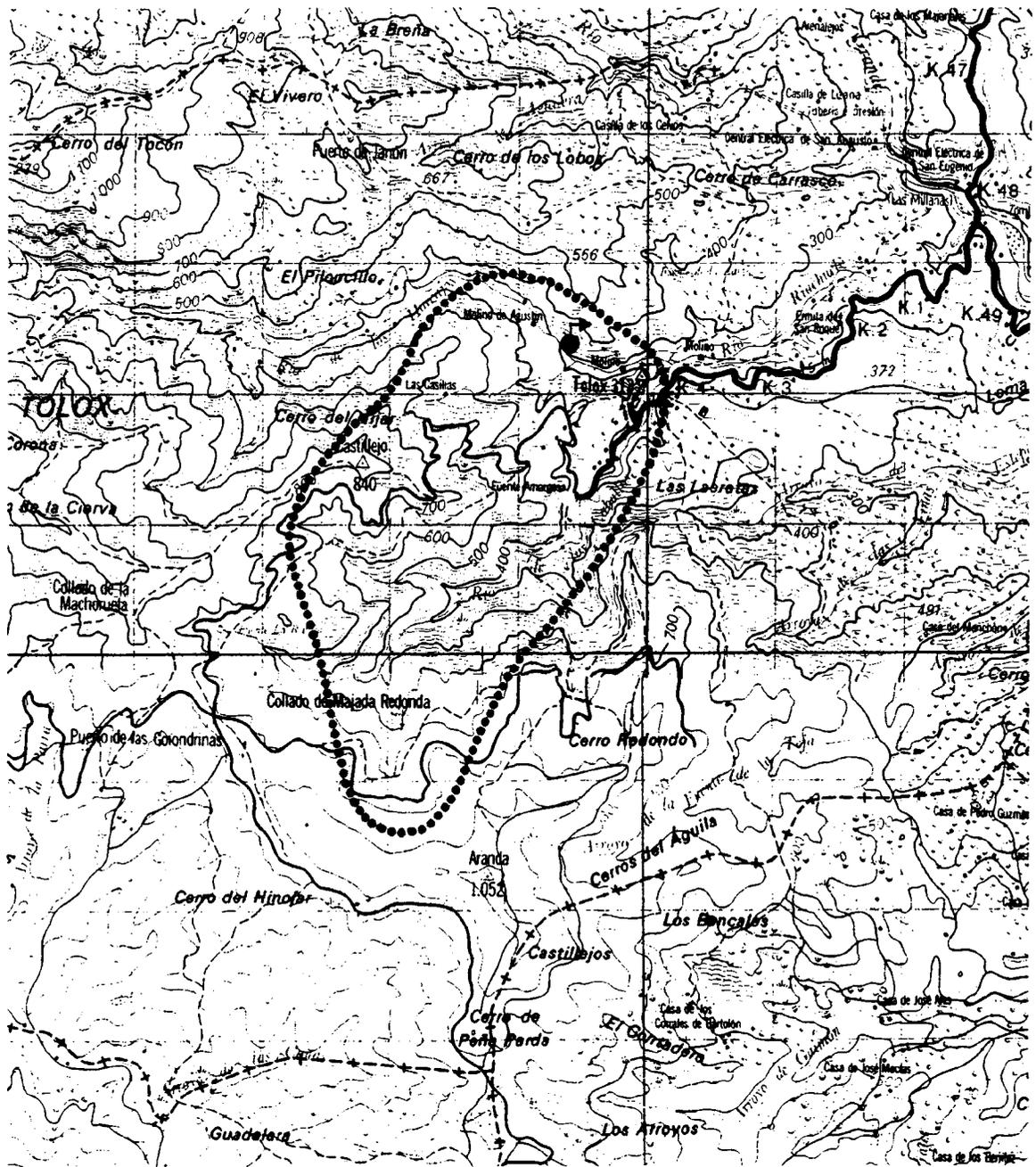
	ppm
R.S. 110°C	626
D.Q.O.	1,9
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,018
As	-
Se	-
Hg	-

FUENTE RIO HORCAJOS (TOLOX)



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

FUENTE RIO HORCAJOS



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL CORTIJO DE CAPARROS (VELEZ MALAGA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El "manantial" se encuentra enclavado en el Cortijo de Caparros, término municipal de Vélez Málaga y próximo al paraje "La Cañada del Capitán", junto al camino viejo de Málaga a Vélez Málaga en la margen derecha del río Vélez. Dista aproximadamente unos 30 km de Málaga, mientras que de la zona costera de Torre del Mar, sólo dista unos 6 km.

Su acceso se realiza desde la carretera local que bordea el río Vélez en su margen derecha, con desvío a la altura de El Capitán, recorriendo 2 km en una pista que sube hasta Iznate.

Se ubica dentro de la hoja topográfica nº 18-44 (Vélez-Málaga) a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 398900 e Y = 4068350, siendo su cota de 120 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Bajo el nombre de "manantial de Cortijo de Caparros" se engloba a un pozo de gran diámetro que abastece a una planta de agua envasada con el nombre de Aguas de Gonal, S.A.

En el archivo del ITGE, figura una petición de aprovechamiento del "manantial del Cortijo Caparros" en 1973.

Este manantial fue autorizado a nombre de D. Emilio González Pardo con la denominación de Agua Nevada, marca que fue denegada por el Registro de la Propiedad Industrial, por similitud con otra marca ya autorizada, sustituyéndose por la marca "GONAL". En escrito de fecha 6 de Octubre de 1975, la Dirección General de Minas, autoriza el envasado y explotación de agua potable del citado "manantial", y asimismo la Dirección General de Sanidad el día 15 de Marzo de 1977. Paralelamente se solicita un perímetro de protección de 6 cuadrículas mineras, reflejado en un informe firmado por el ingeniero de minas Rafael Campos Moreno en 1976, perímetro que fue aprobado y publicado en el Boletín Oficial de la provincia de Málaga de fecha 6 de marzo de 1977.

En aquellos años y concretamente el 24 de Noviembre de 1976 el Sr. González Pardo vende sus derechos de propiedad a Manantial del Sur, S.A. (MANASUR) según escritura pública, actual propietaria de la planta.

Recientemente, en una petición de modificación de la planta de envasado por MANASUR, la Consejería de Economía y Fomento de la Junta de Andalucía, autoriza con carácter provisional la instalación de la planta embotelladora, en escrito de fecha 6 de julio de 1987, y con carácter definitivo en escrito de fecha 24 de marzo de 1988. La planta se explota en el período de junio 1988 a octubre de 1989, quedando parada su producción a partir de esta fecha.

Según información oral de la Empresa, existen conversaciones para que la explotación pase a manos de los obreros de la planta, desconectándose MANASUR de tal labor.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el Cortijo de Caparros se enmarca dentro del dominio del Complejo Malaguide que representa el dominio más alto dentro de la diferenciación en el Sistema Bético (Nevado Filábride, Alpujárride y Malaguide), y que ocupa, una gran banda E-O en la mitad Sur de la provincia de Málaga. Conviene resaltar aquí, por su representatividad a escala regional, la presencia de una unidad llamada de Benamocarra, que se sitúa entre el Alpujárride y Malaguide y que su situación en uno u otro complejo es motivo de duda.

La complejidad estratigráfica que presenta el Malaguide es grande, y se ve además exacerbada en su comprensión por el intenso plegamiento de las series. Esquemáticamente se pueden separar dos conjuntos estratigráficos de categoría y evolución bien diferentes. Uno inferior con metamorfismo regional débil, con series dotadas como paleozoicas en las partes altas y otra superior sin metamorfismo alguno, que se apoya discordantemente sobre el anterior y que comprende una edad desde el Permotrias al Eoceno. Esquemáticamente se han diferenciado los siguientes términos de muro a techo:

- Filitas inferiores, metareniscas y conglomerados de cuarzo. Para el conjunto de esta formación se ha estimado una potencia de 500 m, está limitada por contactos mecánicos, lo cual hace variable su potencia, atribuyéndosele una edad presilúrica ya que se trata de una serie azoica. Hay que destacar en este paquete la existencia de numerosos diques de diabasas, generalmente subverticales y de escasa potencia.

- Calizas, filitas y grauvacas. Se trata de las llamadas calizas azules o calizas "alabeadas", con intercalaciones de filitas y areniscas. La potencia mínima es del orden de 400 metros y su edad ha sido determinada a partir de los conodontos en niveles carbonatados superiores. En conjunto se le atribuye a toda la formación una edad silúrica. Son menos frecuentes aquí los diques de diabasas.
- Grauvacas, filitas y conglomerados poligénicos. Esta serie de conglomerados o sus equivalentes, fueron descritos por Blumenthal con el nombre de "conglomerado de Marbella" y que generalmente ocupa una posición hacia el techo. Se estima al menos una potencia mínima de 300 m y su edad abarca desde el Devónico al Carbonífero.

Conjunto Superior

- Areniscas, conglomerados, arcillas y yesos. Representan a facies de carácter marcadamente continental de tonos muy rojos. La potencia en todo el conjunto es muy variable y puede alcanzar los 150 m y se le atribuye una edad permotriásica.
- Dolomías y calizas blancas. En conjunto alcanzan espesores que pueden sobrepasar los 100 metros y la edad comprende desde el Lías al Cretáceo.
- Calizas y margas. Corresponden al Eoceno y su potencia máxima es de unos 50 metros.

Al SO de Vélez Málaga el Complejo Maláquide comprende dos unidades, la más septentrional es la Unidad

de Iznate, constituída exclusivamente por materiales esquistosos atribuibles al Silúrico y la más meridional Unidad de Almayate con una sucesión más completa.

- Esquistos de la Unidad de Benamocarra

Esta unidad aflora extensamente en el área de Vélez Málaga, formada por micasquistos y cuarzo-esquistos azulados y grises muy oscuros, encajando en la serie abundantes diques de rocas maficas muy alteradas.

Algunos autores consideran que la Unidad de Benamocarra podría ser un elemento más alto dentro del Complejo Alpujárride, con un menor grado de metamorfismo. Su edad se atribuye al Paleozoico.

Los sedimentos postmanto, atribuídos al Mioceno y Plioceno están representados por una serie de afloramientos que se sitúan en la llanura costera rellenando la Hoya de Málaga. Son sedimentos marinos con abundante fauna de edad Andaluciense-Plioceno. Litológicamente se pueden distinguir arcillas y/o margas, arenas y conglomerados. Las arcillas se sitúan en la base y las areniscas a techo, mientras que los conglomerados es una facies típica de borde.

Finalmente el Cuaternario que está ampliamente desarrollado en la llamada Hoya de Málaga, por su origen se distinguen cuaternarios marinos y continentales, destacando los depósitos aluviales que se desarrollan en las ramblas que drenan los Montes de Málaga y especialmente en el bajo Guadalhorce.

2.1.- TECTONICA

El apilamiento de mantos de corrimiento constituye el edificio estructural del dominio bético, Complejo Nevado-Filábride, Alpujárride y Maláquide, a escala regional. Dentro del Complejo Maláquide, existen además otras superficies tectónicas, prácticamente cualquier cambio de litología a la escala de formación se expresa aquí por contacto mecánico.

Las deformaciones internas del Maláquide definen tres fases: Una primera responsable de esquistosidad o pizarrosidad S_1 más potente. Otra que produce pliegues isoclinales apretados siendo paralelos a S_1 , se observan fundamentalmente en las calizas alabeadas. Finalmente una tercera fase responsable del alabeo de las calizas.

Existen datos que evidencian que la actividad tectónica ha proseguido después del apilamiento de mantos, reflejados en los siguientes hechos: superficies tectónicas que individualizan los mantos y escamas se encuentran plegadas, definición de un plegamento de gran radio de dirección N-S, presencia de series pliocenas marinas a cotas muy diversas (hasta 100 m) con buzamiento constante al Sur y finalmente las playas antiguas señalan que la línea de costa ha sufrido variaciones verticales según curvaturas de gran radio.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

En los materiales paleozoicos maláquides, son frecuentes las manifestaciones de manantiales de débiles caudales, o de pozos generalmente de poca profundidad, como el que aquí nos ocupa, y que a nivel local pueden tener su importancia y solucionar más de un problema de abastecimiento o de regadío, pero sin embargo, en un principio se escapan del esquema clá-

sico del modelo de acuífero establecido, bien en la provincia de Málaga, o en otras limítrofes. Se trata de materiales que en conjunto se comportan como materiales de baja permeabilidad, por ser series "apizarradas" no dejando almacenar agua en su contexto, solamente la presencia de niveles calizos, lentejones cuarcíticos, diques de cuarzo o de diabasa, aparte de una mayor fracturación, diaclasamiento o alteración de estas series, permiten la circulación de agua según unas direcciones preferentes originando estos tipos de surgencias o captaciones.

Por otro lado el desarrollo de suelos sobre la superficie, de estas series pizarrosas, y la acumulación de materiales sueltos en el fondo de valles pueden originar reservas de mayor o menor magnitud, dando lugar a pequeños acuíferos que pueden ser captados en los puntos de más baja cota, dependiendo además de su cuenca de recepción.

La presencia además de numerosas redes de diques, sobre todo en las series basales del Complejo Maláquide, con delgadas zonas de alteración en la pared con la roca de caja facilitan la circulación del agua subterránea hacia zona más bajas, tanto lateral como verticalmente.

El pozo que alimenta la planta tiene una profundidad de 16 metros y un diámetro de 2,5 m. El único dato que se tiene del caudal, fue realizado por Jefatura de Minas en 1973 y arrojó un caudal de 2,27 l/s y al igual que ocurre en el Valle de Niza, se encuentra enmarcado dentro de la serie de pizarras y grauvacas paleozoicas con diques de diabasa que cruzan la serie.

El hecho de circular el agua a través de materiales poco solubles origina aguas poco cargadas en sales, ya que

además la circulación de las mismas es somera, no alcanzando grandes profundidades, por lo que en principio se trata de aguas de conductividades bajas.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

El agua presenta conductividad moderada-baja (550 $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH = 7,71 y un carácter bicarbonatado sódico-cálcico.

Ninguno de los diagramas de saturación recogidos en la fig.1 refleja situación de equilibrio. El agua se encuentra sobresaturada en cuarzo y dolomita, y subsaturada en yeso, anhidrita y magnesita. Solamente la calcita se aproxima a dicha situación. Estas características probablemente están relacionadas con la naturaleza somera del manantial.

El carácter sódico del agua no responde al modelo habitual de disolución de facies evaporíticas, puesto que las concentraciones de Cl^- , Ca^{2+} y SO_4^{2-} se mantienen en niveles moderados. Por otra parte hay que destacar la presencia de nitratos -18 mg/l-, indicio de que el manantial se encuentra afectado en cierta medida por procesos de contaminación de origen superficial. Destacan asimismo los contenidos de flúor (1 mg/l) y especialmente de cromo -109 $\mu\text{g}/\text{l}$ -. Este último excede la concentración máxima admisible para un agua de bebida (50 $\mu\text{g}/\text{l}$), lo que supone su inhabilitación como tal.

La ausencia de análisis previos al que aquí se presenta, hace inviable de la evolución temporal del agua.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el pozo de Cortijo Caparrós que vendría condicionada a la distribución y

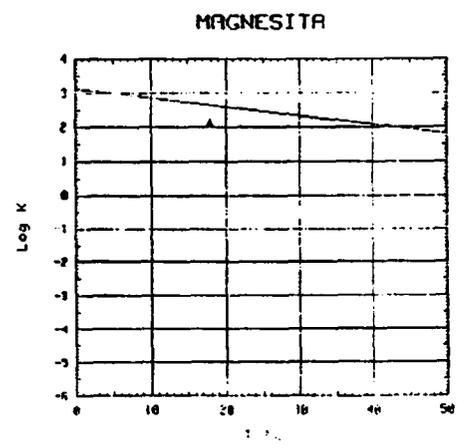
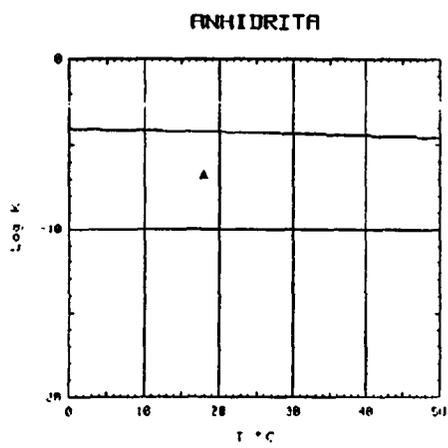
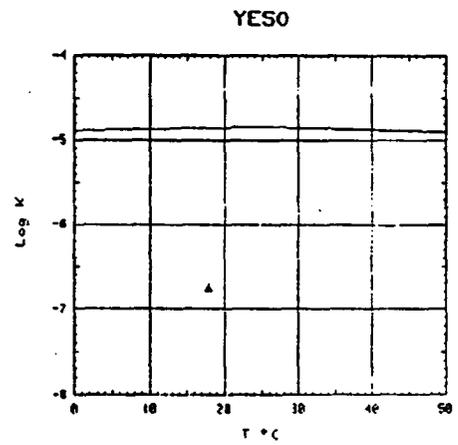
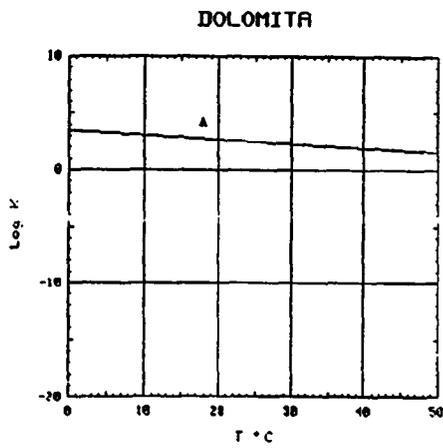
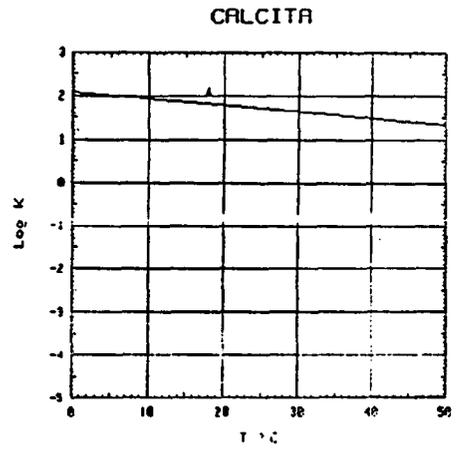
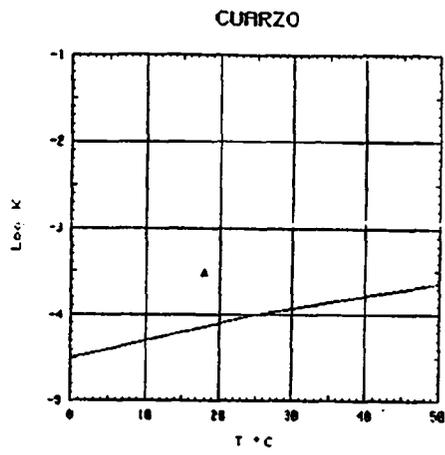


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL CORTIJO DE CAPARROS

ANÁLISIS QUÍMICO

IDENTIFICACIÓN: **CORTIJO DE CAPARROS**
 FECHA: _____

TEMPERATURA (°C):	17.9	CONDUCTIVIDAD (2-6 S/cm):	350
pH a 17°C:	7.71	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	264
pH a 18°C:	7.70	En campo (mV):	200

ANIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	377.00	6.179	6.179	75.48
CO3=	-	-	-	-
SO4=	27.00	.281	.562	6.87
Cl-	39.00	1.100	1.100	13.44
F-	1.000	.053	.053	.64
NO3-	18.00	.290	.290	3.55
SiO2 (H4SiO4)	20.6	.343	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.040	0.000	.001	.02
TOTAL....	482.650	8.247	8.186	

CACIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
Na+	67.00	2.915	2.915	33.59
K+	2.00	.051	.051	.59
Ca++	57.00	1.422	2.844	32.79
Mg++	34.00	1.398	2.797	32.24
Fe++	.060	.001	.002	.02
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.08
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.64
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL.....	160.735	5.815	8.676	

FORMULA ANIONICA: CO3=HCO3- >Cl- >SO4= >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Na+ >Ca++ >Mg++ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATA -- SODICA CALCICA

CO3H/CO3/Ca =	2.173	Cl/Na =	.377	(SO4*Ca) ^1/2 =	1.264
CO3H/(CO3 + Ca+Mg) =	1.095	Cl/(Na+K) =	.371	(Cl+SO4) / (Ca+K+Na) =	.286
(CO3H) ^2*Ca) ^1/2 =	4.771	SO4/Ca =	.193	Mg/Ca =	.983
(CO3H+CO3+SO4) / (Ca+Mg) =	1.195	SO4 / (Ca+Mg) =	.100	Cl/CO3H =	.178

AGREGAR EL RESULTADO EN EL CASO (AMA5-04)

	<u>ppm</u>
R.S. 110°C	432
D.Q.O.	0,6
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,109
As	-
Se	-
Hg	-

morfología de los cursos de agua superficial que incidirán de una manera prioritaria en la alimentación de dicho pozo y según se muestra en la figura se ha pretendido envolver el entorno de los arroyos que desde cabecera discurren por los materiales esquistosos hasta el mar.

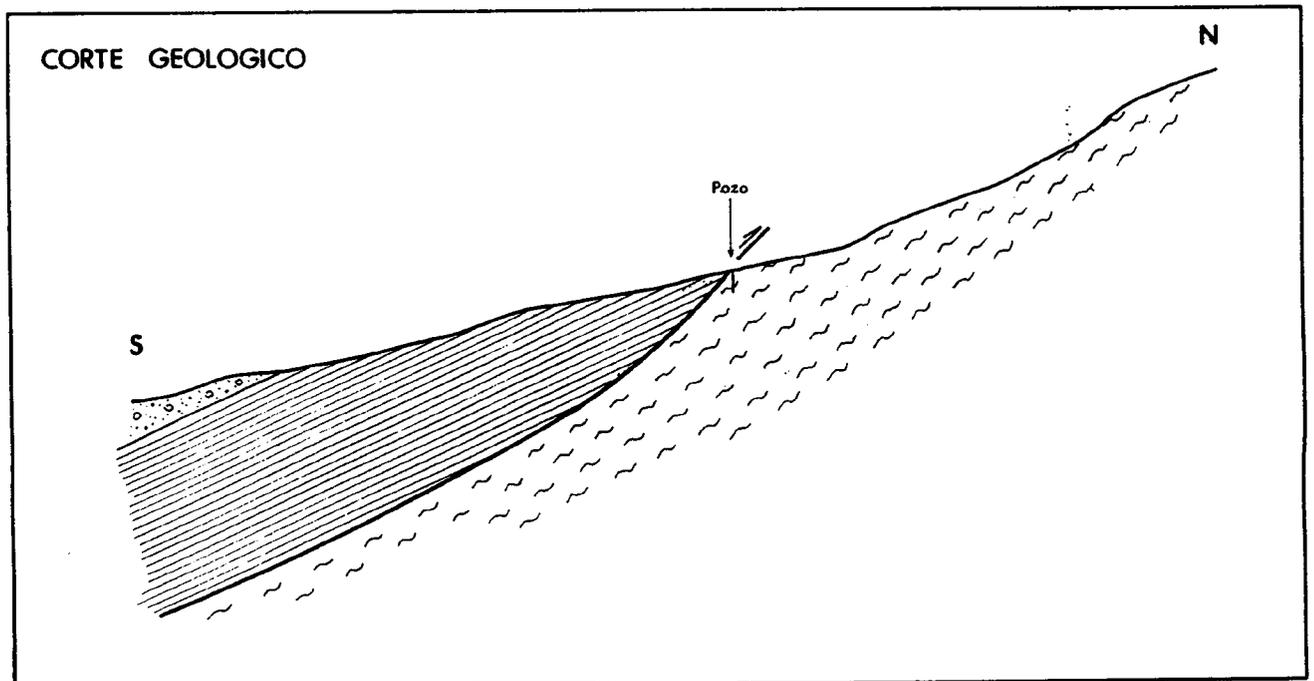
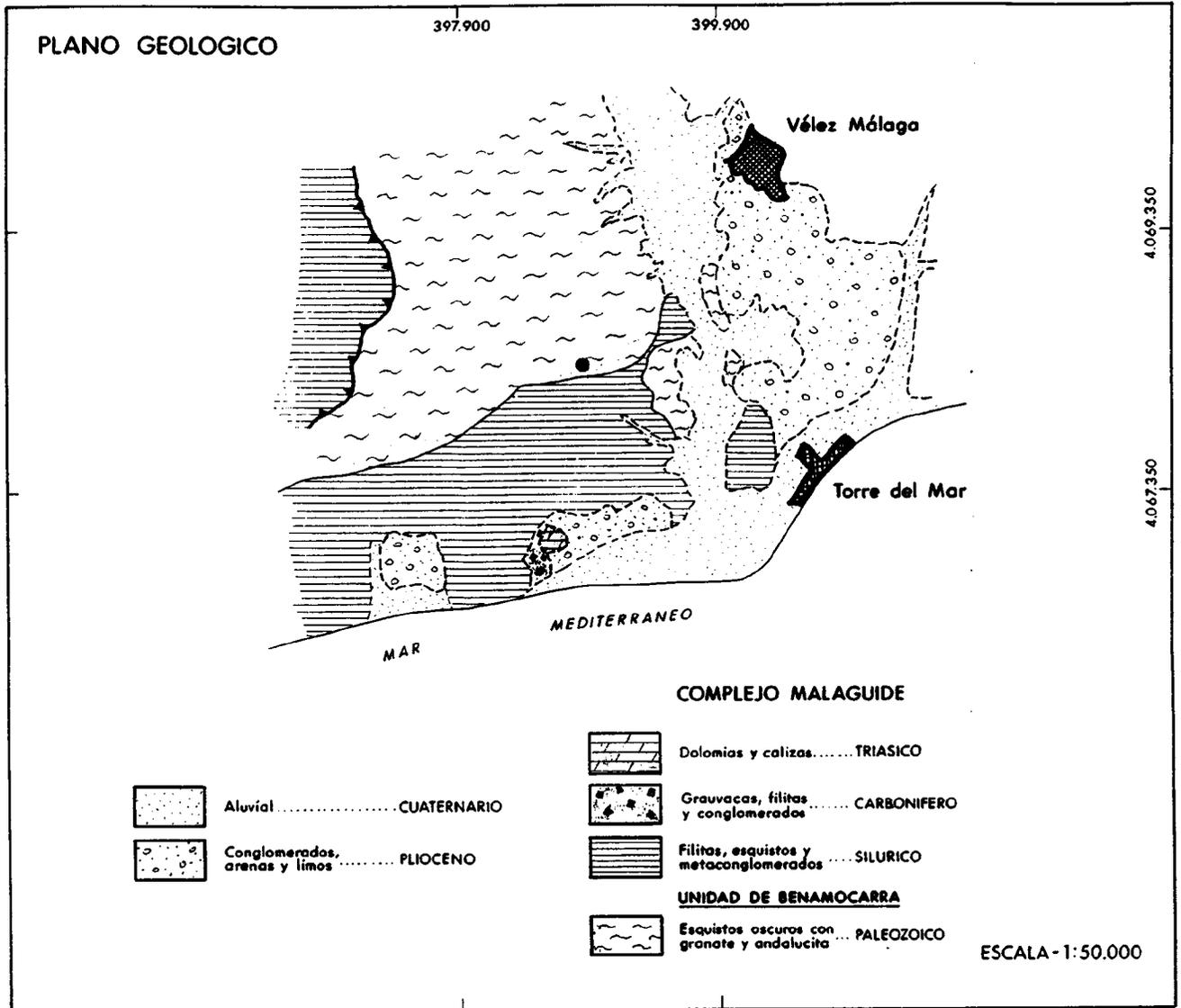
6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 1054 (Vélez, Málaga). MAGNA-ITGE.

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 1053/67 (Málaga, Torremolinos). MAGNA-ITGE.

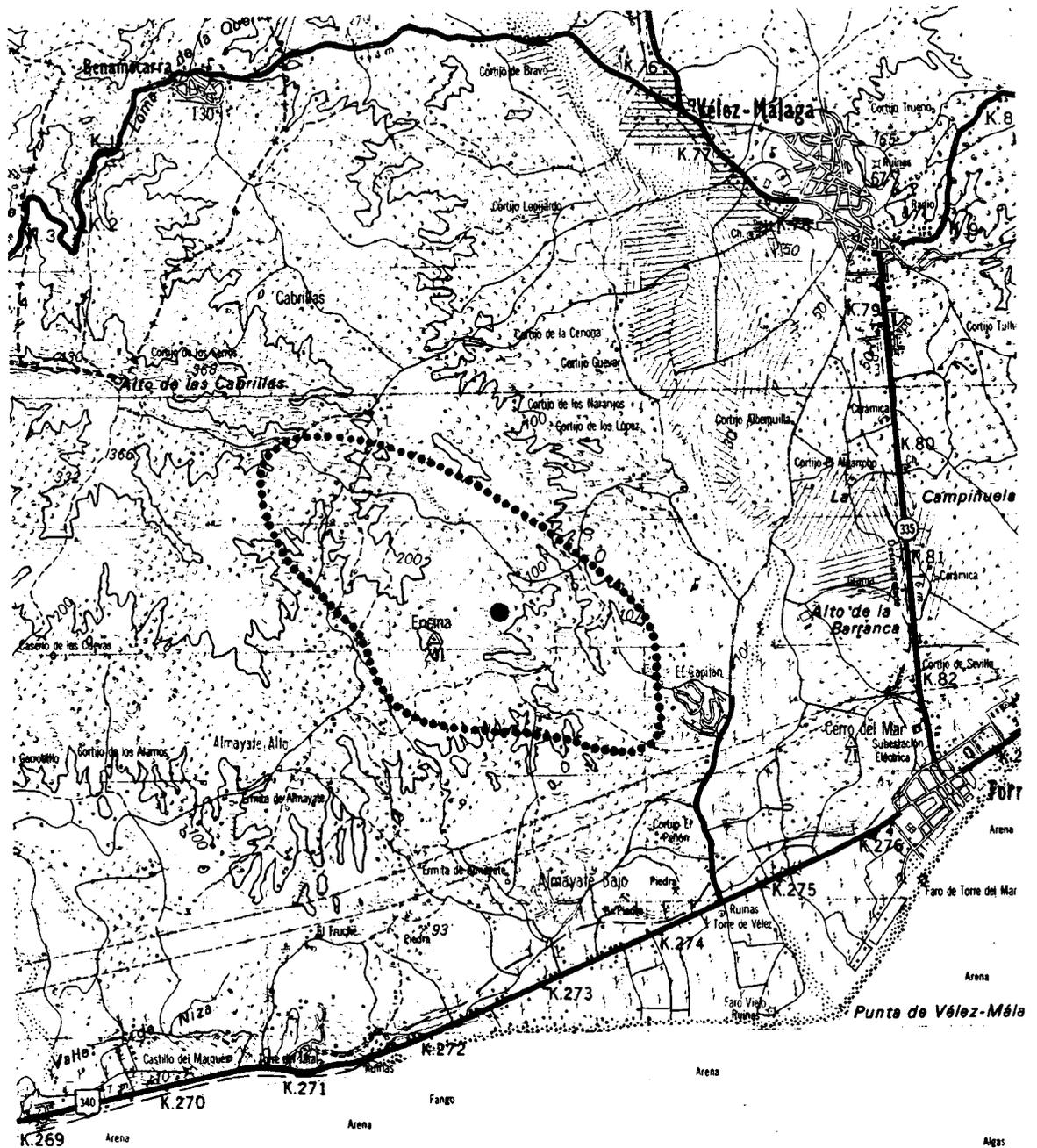
- EXPEDIENTE DE LA SECCION DE MINAS 231/87. Manantial del Sur, S.A. (Antigua "Agua Gonal"), Vélez Málaga.

Cjo. CAPARROS (VELEZ MALAGA)



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

CORTIJO CAPARROS



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL DE LA YEDRA (ANTEQUERA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de La Yedra, se ubica en el borde Norte de la Sierra de Las Cabras, está comprendido dentro de la finca de La Yedra, sita en el Partido Dehesa de Los Potros, término municipal de Antequera.

Dista de Málaga capital unos 31 km, y del núcleo de Antequera 13 km ya que se encuentra el manantial a la altura del km 540, de la carretera nacional Málaga-Madrid.

Se localiza dentro de la Hoja topográfica nº 17-43 (Colmenar), a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 370375 e Y = 4093900, siendo su cota de 760 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Tradicionalmente el manantial de La Yedra goza entre la población de su entorno (incluida Málaga capital), como de un agua muy aceptable para bebida, tanto es así, que por su cómodo acceso, junto a una carretera nacional, a veces se forman colas para llenar sus envases.

Aunque genéricamente se habla de Los Manantiales de La Yedra, en definitiva es una surgencia con al menos 4 salidas, destinadas tanto a riego como a abastecimiento.

En escrito de fecha 13 de diciembre de 1988 la compañía mercantil "Cortijo de La Yedra, S.A.", como propietaria de la finca del mismo nombre, solicita a la Consejería de Fomento y Trabajo de la Junta de Andalucía en la Delegación Provincial de Málaga, la declaración como agua mineral natural, acompañando un Estudio Hidrogeológico del Sector. Tras la toma de las correspondientes muestras para análisis (26 Diciembre 1988) e informe positivo del Instituto Tecnológico Geominero de España de 18 de Abril de 1989, la citada Consejería resuelve declarar como minerales las aguas procedentes de los manantiales de La Yedra, en escrito de fecha 29 de Noviembre de 1989.

Este punto se encuentra en el inventario de puntos de agua (IRH) de la provincia de Málaga desde 1974. Se tienen análisis químicos del manantial desde 1975.

2.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL ENTORNO

El manantial de La Yedra se ubica en el marco del dominio Subbético, y dentro de él se han diferenciado diversas unidades de edad y procedencia muy diferentes, como la de Colmenar, Rosario-Saucedo, Las Cabras, Buitreras, Alhajuela-Aguila, Malaceite y Trías de Antequera, de todas ellas, la Unidad de Las Cabras es la que está relacionada directamente con el manantial.

En el Conjunto de Las Cabras, están comprendidos una serie de materiales carbonatados, constituyendo los materiales de mayor interés hidrogeológico. A muro se ha diferenciado un paquete de Dolomías microcristalinas de tonos gris claro o beige amarillento. Se presentan por lo general bien estratificadas, en niveles de 6 a 7 cm, a veces son brechoides

y masivas. La monotonía de su serie está interrumpida por algunas intercalaciones esporádicas de calizas, margas, o niveles detríticos rojos con rocas volcánicas. En la Sierra de Las Cabras las dolomías contienen una intercalación margosa en el centro. La serie estimada en este sector es de unos 700 m. Se les atribuye una edad Lias inferior.

A la formación dolomítica y en contacto normal se superpone una potente serie de Calizas oolíticas y brechas calcáreas. En general son masivas y sólo en pocos puntos puede verse estratificación. Presenta intercalaciones de silexitas y calizas con nódulos de síles. Se les atribuye al Lias medio.

Las Series de Malaceite y Colorin, constituyen la mayor parte del borde meridional de la Sierra de Las Cabras. Ambas series son esencialmente margosas de colores abigarrados con delgadas intercalaciones de calizas y niveles arenosos. Abarcan una edad desde el Cretaceo al Eoceno.

Al Norte de la Sierra de Las Cabras, afloran materiales generalmente margosos, areniscas y calizas, de varias tonalidades, pertenecientes a las Unidades de Buitreras, Rosario y Alhajuelo-Aguila, con edades comprendidas desde Jurásico al Mioceno.

El Trías de Antequera, adquiere un amplio desarrollo igualmente al Norte de la citada Sierra. Se trata de margas con yesos y lechos de areniscas, correspondiendo a la facies Keuper.

Los depósitos cuaternarios más representativos son los llamados coluviones cementados, de tamaño de clastos grandes y pobres en matriz, y los coluviones actuales con abundante

matriz arcillosa que engloba los cantos, generalmente rodean a los grandes relieves.

2.1.- TECTONICA

La estructura tectónica del área está caracterizada por la existencia de un apilamiento de unidades cabalgadas todas ellas integradas en la zona subbética. A su vez cada unidad tiene su estructura interna.

El Conjunto de Las Cabras, tiene una disposición arqueada, convexa al Sur, constituida por pliegues simétricos más o menos apretados. La parte occidental de la Sierra de las Cabras corresponde a un pequeño anticlinal con plegamento simétrico y apretado. La estructura está cortada transversalmente por fracturas verticales de cizalla, encontrándose entre las más importantes la del Puerto de la Fresneda. La base de la Sierra se encuentra seccionada por un gran cabalgamiento y se apoya sobre las unidades de Colmenar, Alhajueta-Aguila, Colorin-Malaceite y Rosario-Sauceda.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial de La Yedra representa un drenaje de la unidad acuífera de Las Cabras. Esta unidad tiene una forma alargada en dirección ONO-ESE con una longitud de unos 7 km y 2 km de anchura máxima. El extremo Oeste lo constituye el Cortijo de la Alhajueta y el extremo Este el Puerto de Las Pedrizas, en donde llega a aflorar el sustrato impermeable. La superficie del conjunto es cercana a los 10 km².

Los materiales acuíferos lo forman las dolomías y calizas del Conjunto de Las Cabras, a los que localmente se le unen gravas, limos y arcillas cuaternarias, que se desarro-

llan en los bordes y en las partes deprimidas del macizo. En conjunto constituyen una estructura anticlinal, cuyo núcleo está formado por dolomías, desarrollándose el paquete calizo hacia los flancos. El contacto de los materiales calizos y dolomíticos con las unidades inferiores, de comportamiento poco permeable es mecánico y los aíslan tanto en la base como lateralmente.

El manantial de La Yedra surge en el contacto de las calizas y las margas de la Unidad de Buitreras, a través de un coluvión cuaternario, a una cota de 760 m.s.n.m. y su caudal se estima entre 15 y 20 l/s. Lo mismo le ocurre al grupo de manantiales que rodean el macizo carbonatado; en el sector occidental el manantial del Cortijo de la Alhajuela, surge en el contacto de las dolomías con las margas de la Unidad de Alhajuela-Aguila, su caudal es de 1 a 2 l/s y su cota es de 690 m.s.n.m. y el Manantial de Cortijo Parrila tiene un caudal de 1 l/s y una cota de 800 m.s.n.m. En el sector oriental el manantial más representativo es el del Cortijo de la Fuente con un caudal de 5 l/s y una cota de 740 m.s.n.m., corresponde al contacto dolomías-margas de la serie de Malacete y Colorin.

La principal fuente de alimentación y prácticamente la única es la procedente de la infiltración directa de las precipitaciones caídas sobre el afloramiento permeable, y las salidas del sistema tienen lugar de forma casi exclusiva por manantiales, dado que los bombeos son inexistentes, y no se detecta ninguna salida natural oculta, éstas son muy poco probables debido a la buena individualización de la unidad.

La diferencia en las cotas de los principales puntos de agua citados más arriba, indica una compartimentación, dentro de la unidad debido principalmente a cambios laterales

de permeabilidad y/o barreras estructurales, que en principio totalizarían un número de cuatro subunidades.

Según el Informe de la Universidad de Granada para la Unidad de Las Cabras se establecen unas entradas a partir de la infiltración directa de lluvia, alcanzando un valor del orden de los 3 Hm³/a (equivalente a algo más de 95 l/s) de caudal continuo, y las salidas tienen lugar por las surgencias citadas (La Yedra, Parrilla, Cerro Prieto y La Alhajuela, con caudales medios de 40, 16 y 20 l/s respectivamente).

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de naturaleza bicarbonatada cálcica y conductividad baja (290 μ S/cm), 13°C y pH = 7,76.

La escasa mineralización del agua indica un cierto tiempo de residencia, coherente con las conclusiones hidrogeológicas acerca de que la única fuente de alimentación del manantial, proviene de la infiltración directa de las precipitaciones sobre el afloramiento calizo-dolomítico jurásico. Este último es precisamente el medio en que se equilibra el agua, como lo demuestran los diagramas de saturación de la fig. 1 donde calcita y dolomita son las especies minerales en equilibrio con aquella. Los restantes diagramas reflejan en todos los casos condiciones de subsaturación. No se aprecia influencia evaporítica.

El análisis de elementos minoritarios y traza indica que sus concentraciones se mantienen bajas, como corresponde al modelo hidrogeoquímico propuesto.

El diagrama de Schoeller-Berkaloff representado en la fig. 2, recoge los perfiles analíticos de 2 muestras del ma-

nantial recogidas en 1989 y 1990. La única variación destacable corresponde al ión Cl^- , la cual no tiene reflejo en la concentración de alcalinos. En lo que respecta a la sílice, aunque a primera vista parece existir una variación notable, ésta es únicamente de 0,7 a 3 ppm (obviamente en el tramo 0-10 mg/l de la escala logarítmica los perfiles se separan con muy pequeñas variaciones).

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

En función de la división dentro de la unidad hidrogeológica de Las Cabras, en dos sectores, Subunidad de Las Cabras en sentido estricto, o sector occidental y Subunidad de Cerro Prieto o sector oriental, se propone un área de protección correspondiente a una parte de la superficie de afloramientos carbonatadas del sector occidental, y que engloba a los manantiales de La Yedra, con una superficie aproximada de unos 4 km².

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 1039 (Colmenar). MAGNA-ITGE.
- ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LOS MANANTIALES DE LA YEDRA Y DE SU AREA DE ALIMENTACION. Antonio Pulido Bosch. Granada, Enero 1989.

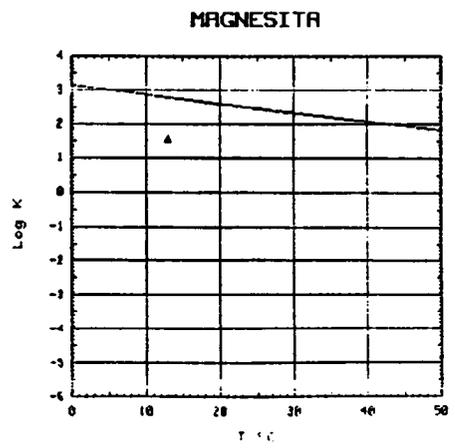
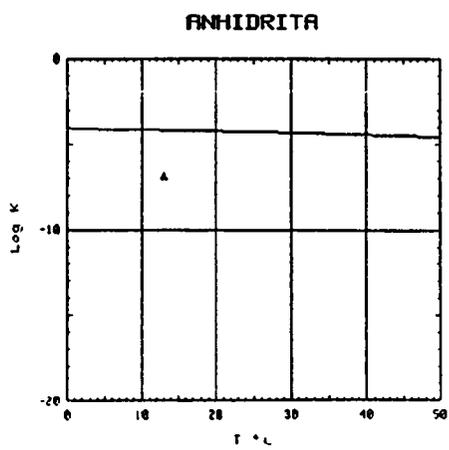
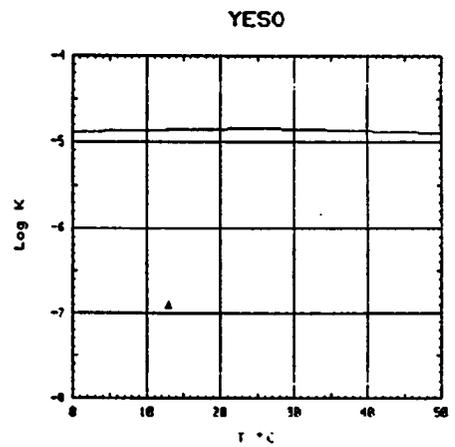
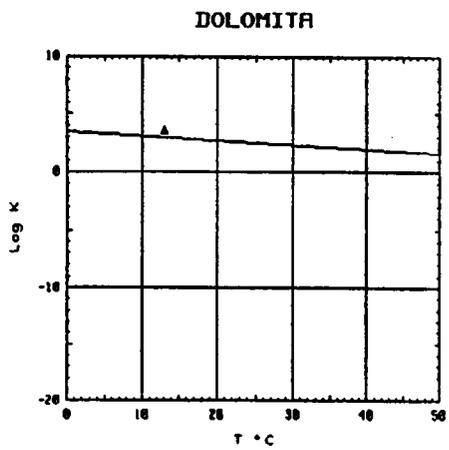
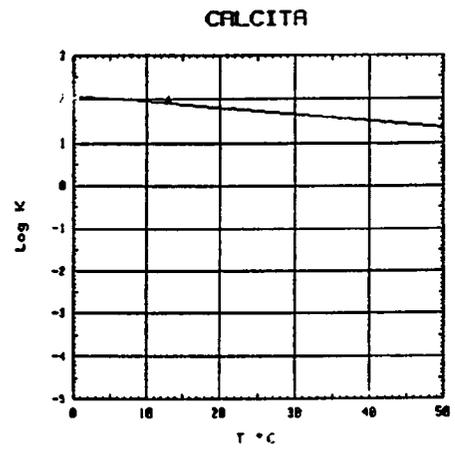
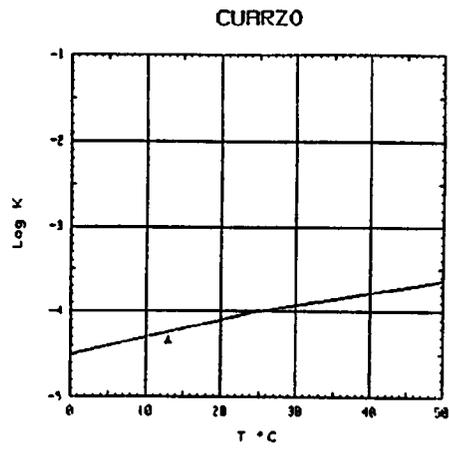
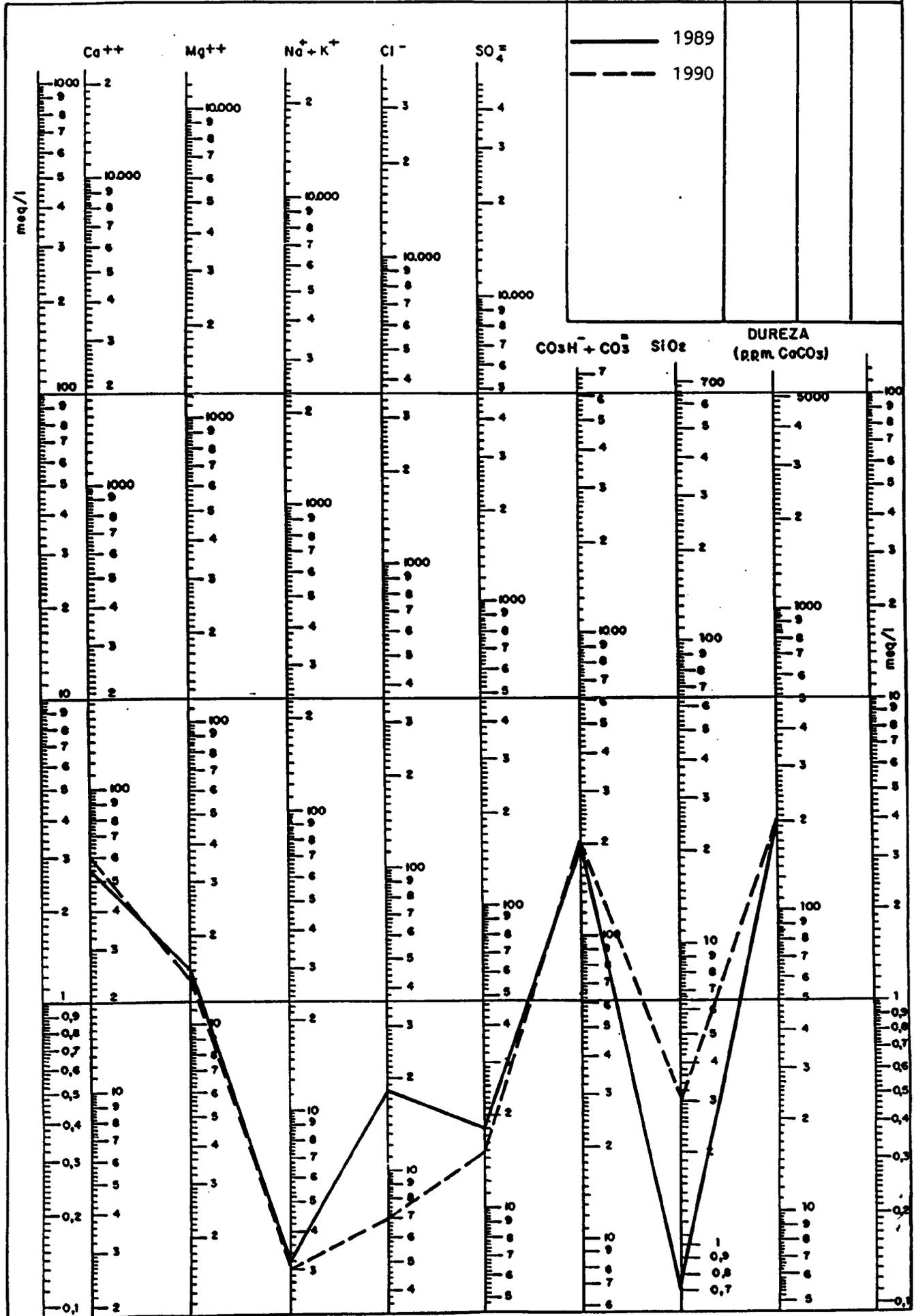


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL DE LA YEDRA

FIG. 2 .- MANANTIAL DE LA YEDRA

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
- - -			



ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: MANANTIAL DE LA YEDRA
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 13.0 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 290
 pH a 13°C: 7.76 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 208
 pH a 18°C: 7.60 Eh campo (mV): 221

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	212.00	3.475	3.475	84.56
CO3=	-	-	-	-
SO4=	15.00	.156	.312	7.60
Cl-	7.00	.197	.197	4.81
F-	<5.0E-1	.026	.026	.64
NO3-	6.00	.097	.097	2.36
SiO2(H4SiO4)	3.1	.052	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	.040	0.000	.001	.03
TOTAL.....	243.650	4.004	4.109	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	3.00	.131	.131	3.00
K+	-	-	-	-
Ca++	60.00	1.497	2.994	68.93
Mg++	14.00	.576	1.152	26.51
Fe++	.020	0.000	.001	.02
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.17
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.28
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.04
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.04
TOTAL.....	77.695	2.232	4.343	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >SO4= >Cl- >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA --- CALCICA

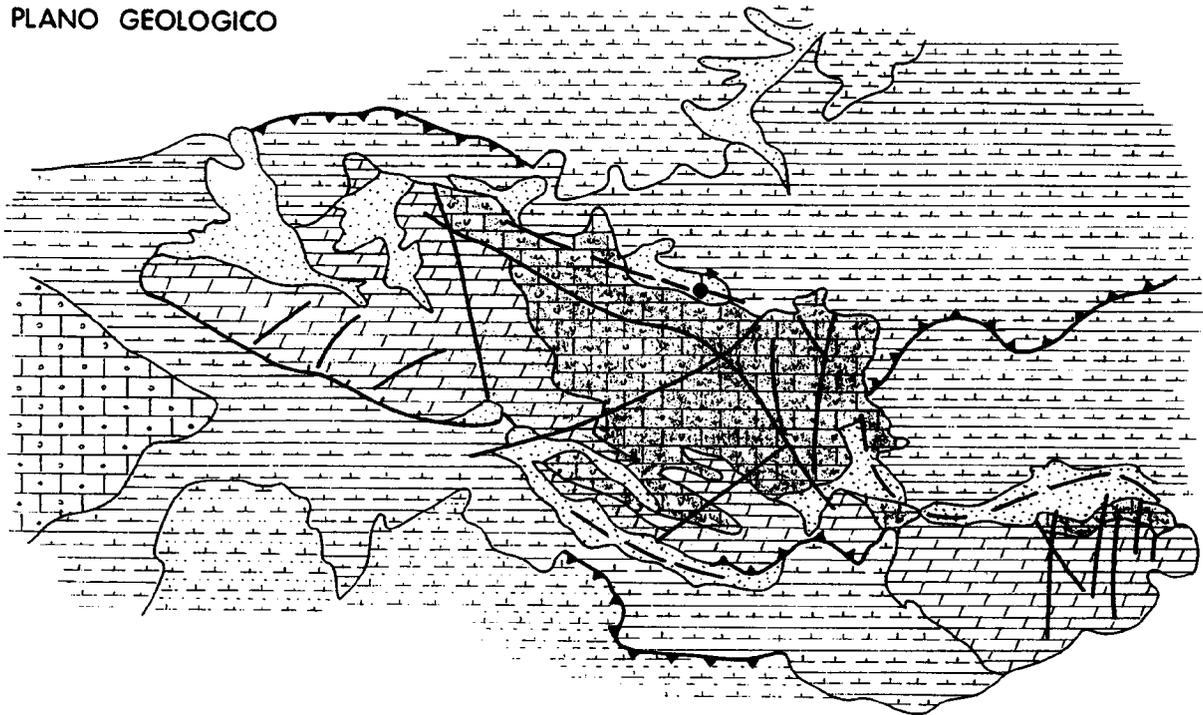
(CO3H+CO3)/Ca = 1.161 Cl/Na = 1.513 (SO4*Ca)^1/2 = .967
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .838 Cl/(Na+K) = 1.513 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .163
 ((CO3H)^2*Ca)^1/3 = 3.306 SO4/Ca = .104 Mg/Ca = .385
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .913 SO4/(Ca+Mg) = .075 Cl/CO3H = .057

ARCHIVO EN DISCO: MMBB (AMAS-08)

	ppm
R.S. 110°C	201
D.Q.O.	0,6
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,015
As	-
Se	-
Hg	-

LA YEDRA (ANTEQUERA)

PLANO GEOLOGICO



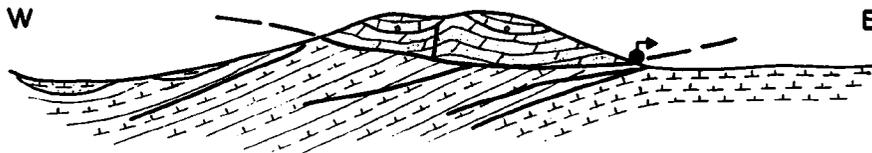
- | | | | |
|---|---|---|--|
|  | Indiferenciado..... CUATERNARIO |  | UNIDAD LAS CABRAS
Calizas oolíticas..... JURASICO |
|  | Margas negras y areniscas.. MIOCENO |  | Dolomias..... JURASICO |
|  | Margas, areniscas y calizas.. CRETA-MIOCENO |  | UNIDAD TORCAL
Calizas oolíticas..... JURASICO |
|  | Margas abigarradas..... KEUPER | | |

ESCALA- 1:50.000

369.000

371.000

CORTE GEOLOGICO



SONDEOS MARQUES DEL DUERO (MARBELLA)

1.- INTRODUCCION

Este punto está representado por un grupo de tres sondeos surgentes en épocas anteriores, situados en la barriada de San Pedro de Alcántara, término municipal de Marbella, y en el paraje denominado Carril del Marqués del Duero. Dista, aproximadamente, unos 70 km de Málaga y 13 km de Marbella estando a menos de un kilómetro de la línea de costa.

Se accede desde Málaga por la carretera Nacional 340, Málaga-Algeciras, hasta el punto kilométrico 178 desde el cual se toma el carril del Marqués del Duero, hacia la playa.

Los sondeos se encuentran en la hoja del Mapa Topográfico Nacional escala 1:50.000 nº 15-46 (1072) Estepona y son sus coordenadas UTM: X = 322050 e Y = 4039250, teniendo los puntos cotas de 8, 15 y 22 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Los sondeos fueron surgentes. La situación actual de los mismos es la siguiente: el pozo situado más al Norte no se emplea, el que ocupa el lugar central abastece una urbanización próxima y finalmente el situado al Sur está abandonado.

Estos sondeos no figuran en ninguna relación conocida de aguas minero-medicinales de la Península. El primer dato

que aparece corresponde a un análisis de agua procedente de "pozo artesiano nº 2" de D. Cristóbal Parra Sánchez y realizado por el Instituto Geológico y Minero de España (3-11-1970). En este análisis se clasifican las aguas con facies bicarbonatada magnésica.

El 13-10-77, por la Sección de Minas de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria de Málaga se autoriza la perforación y puesta en servicio de dos sondeos de 65 m y 82 m de profundidad respectivamente, con 315 mm de diámetro a nombre de D. Cristóbal Parra Sánchez (nºs de expedientes 286 y 350).

El 10 de Marzo de 1972, el Ingeniero Jefe de la Sección de Minas de Málaga certifica los aforos de los tres sondeos cuyos caudales son, en esta fecha:

- Sondeo artesiano nº 237 del Registro de Pozos y Manantiales
Caudal surgente = 0,15 l/seg.
- Sondeo artesiano nº 286 del Registro de Pozos y Manantiales
Caudal surgente 1 l/seg.
- Sondeo artesiano nº 350 del registro de Pozos y Manantiales
Caudal surgente = 1,25 l/seg.

En 1972 figura uno de los tres puntos en la relación de peticiones de agua mineral del archivo del IGME. Esta solicitud fue realizada en nombre de los herederos de D. Cristóbal Parra-Sánchez.

Como consecuencia de la solicitud de aguas minero-medicinales para el sondeo surgente "Número tres", se tomó, por la Sección de Minas de Málaga, unas muestras de agua de este

punto para su análisis a realizar por el IGME, de cuyos resultados no se tiene conocimiento.

Finalmente en Diciembre de 1974, por no haber sido presentados por los herederos de D. Cristóbal Parra, la documentación requerida para declarar las aguas del sondeo "Número tres" como minero-medicinales, se archivan las actuaciones.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Los sondeos se encuentran en la plataforma costera que ocupan los sedimentos pliocenos y cuaternarios del borde meridional de Sierra Bermeja los cuales fosilizan las unidades infrayacentes como la del flysch del Aljibe, las Peridotitas, el Maláquide, etc.

En síntesis, la serie aflorante de muro a techo es la siguiente:

- Al Noroeste del emplazamiento de los sondeos se encuentra un conjunto de rocas ultrabásicas, peridotitas, formadas por dunitas, harzburgitas, lertzolitas, serpentinitas, etc. Estas se encuentran acompañadas por un abundante cortejo filoniano.
- La formación flyschoide aflora al Oeste del emplazamiento y está constituida por una alternancia de areniscas en bancos de 1 a 5 metros de potencia, englobadas en un importante conjunto margoso. El diaclasamiento es abundante encontrándose éste, relleno de materiales ferruginosos.

Esta formación se apoya discordante sobre las peridotitas y otras unidades infrayacentes a la misma. Su edad es Paleógeno - Mioceno inferior.

- Apoyándose en discordancia erosiva-angular sobre el flysch y las peridotitas, dando lugar a la plataforma costera, se encuentra un Plioceno transgresivo, cuya base es una formación conglomerática de cantos poligénicos y matriz arcillo-arenosa de color rojizo. La sedimentación continúa hacia el techo con facies margo-arenosas, margosas de tonos azulados y facies arenosas tipo molásico.

Salvo detalles locales la serie pliocena es muy uniforme habiéndose depositado en un ambiente marino poco profundo y cercano a la costa.

- Los últimos afloramientos próximos a los sondeos representan al Cuaternario, distinguiéndose los aluviales de los ríos Guadalmina y Guadiato de las terrazas está formado por conglomerados con cantos bien redondeados de peridotitas y una matriz arcillo-arenosa. La litología predominante de los aluviales, es de rocas ultrabásicas en grandes bolos redondeados, arenas y gravas empastadas en una matriz arcillo-arenosa.
- Entre ramblas y cubriendo la plataforma costera pliocena se desarrolla un Cuaternario formado por amplios mantos de gravas y arenas embutidos en una matriz arcillosa de color rojo.

2.1.- TECTONICA

A nivel regional la tectónica existente es la de mantos de corrimiento los cuales constituyen el edificio estruc-

tural del dominio Bético. Dentro de los propios mantos de corrimiento existen otras superficies tectónicas, prácticamente cualquier cambio de litología a la escala de formación se traduce por contacto mecánico.

El manto Alpujárride, aflorante al Oeste del área considerada, queda cortado por la intrusión peridotítica. No ocurre esto en el manto Maláquide el cual cabalga indistintamente a las peridotitas o al Alpujárride.

La intrusión peridotítica es probable que se efectuara en un período post-paleógeno.

La actividad tectónica no termina con el emplazamiento de las peridotitas, observándose en toda la región un abombamiento general accionado por fallas relativamente recientes. Los pliocenos marinos se estrellan a menudo en los contrafuertes del borde de las peridotitas, sin aparecer el tramo de conglomerados basales, lo cual indica la presencia de fracturas post-pliocenas que han elevado el complejo peridotítico.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS SONDEOS

El grupo de sondeos Marques del Duero, pertenecen al acuífero costero de Marbella-Estepona. Este acuífero se localiza en el área costera que se extiende desde el pueblo de Estepona hasta la Punta Ladrones. Ocupa una franja estrecha de unos 40 km de longitud y anchura que oscila entre 2 y 4 km, limitada por importantes relieves topográficos en su borde Norte y por el mar en su borde Sur.

El acuífero se aloja en formaciones terciarias y cuaternarias que se apoyan sobre sustrato paleozoico o sobre

rocas cristalinas. Los niveles del Terciario, que en su totalidad son de edad Plioceno están constituidas por una alternancia de arenas, conglomerados y arcillas. El Cuaternario lo forman conglomerados y arenas de origen aluvial, arenas de playa, coluviones, etc. Los materiales que ofrecen mayor interés hidrogeológico son los horizontes de conglomerados y arenas del Plioceno y los depósitos aluviales del Cuaternario.

Los niveles permeables del Plioceno presentan espesores que oscilan entre los 20 cm y los 10 m. En la mayor parte de los puntos reconocidos estos niveles más productivos se sitúan a profundidades comprendidas entre 60 y 120 m y suelen hallarse en carga en la zona próxima al mar, dando lugar a captaciones surgentes, aunque debido al incremento de las extracciones, en determinados sectores, se han producido descensos del nivel piezométrico y algunos sondeos han dejado de serlo, como es el caso de los sondeos del estudio.

En cuanto al funcionamiento hidrogeológico del complejo Pliocuaternario, puede decirse que la alimentación procede fundamentalmente de la precipitación directa de los acuíferos y de la infiltración de la escorrentía superficial, y también puede recibir alimentación lateral de los relieves circundantes. La descarga se produce de modo natural hacia el mar a través de los cuaternarios y de los niveles detríticos del Plioceno y de modo artificial por bombeo.

El número de captaciones que explotan el acuífero se cifran en un número de 500, de las cuales aproximadamente el 60% son pozos y el resto sondeos. Los caudales unitarios de los pozos oscilan entre los 2 y 5 l/s y de los sondeos entre 10 y 15 l/s. En los puntos donde se realizan extracciones o en las proximidades de ellos, los piezómetros reflejan clara-

mente descensos progresivos o temporales muy estrechamente relacionados con el régimen de bombeo de cada zona.

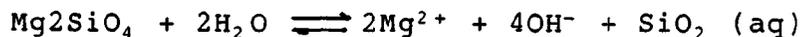
El pozo nº 3, tiene una profundidad de 82 metros y un diámetro de 315 mm, capta un manto cautivo a la profundidad de 75 metros su caudal surgente fue de 1,25 l/s (marzo de 1972), en la actualidad no existe la surgencia.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada magnésica de carácter baico (pH = 8,1) y conductividad moderada.

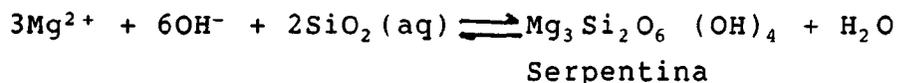
Según se indica en el apartado 3, el sondeo donde se recogió la muestra se emplaza en el acuífero constituido por los conglomerados basales del Plioceno. Ahora bien, la composición del agua denota una clara influencia de materiales de naturaleza ultrabásica, como son su elevado contenido de sílice (62 mg/l) y magnesio (59 mg/l), así como el carácter básico del agua. Tales materiales afloran aproximadamente a 3 km al Noroeste del sondeo y en situación de influir hidrogeológicamente sobre el mismo. Por otra parte, si bien no se dispone de su columna litológica es presumible la presencia en la formación conglomerática de cantos procedentes de la disgregación del macizo ultramáfico, que dada la reactividad de los minerales que los integran también podrían influir en la composición del agua.

La justificación pues a la presencia de altos contenidos de SiO_2 y Mg^{2+} radica en los procesos de hidrólisis de los minerales ferromagnesianos presentes en las peridotitas. En el caso por ejemplo de la forsterita, la reacción sería la siguiente:



La liberación de iones de OH^- sería responsable del incremento del pH. Según se observa en la fig.1, la muestra -señalada por una x- se encuentra sobresaturada en carbonatos (calcita y dolomita) y en sílice. El elevado contenido de esta última es pues consecuencia de los procesos de hidrólisis de silicatos y no de un proceso geotérmico.

Los restantes puntos representados en los diagramas de saturación de las figuras 1 y 2, corresponden en su totalidad a muestras de aguas asociadas a rocas ultrabásicas. El sondeo en cuestión se adscribe al grupo de bicarbonatadas magnésicas ricas en SiO_2 y Mg^{2+} y moderadamente básicas, distinto del tipo clorurado sódico fuertemente básico ($\text{pH} > 11$) y pobre en las mencionadas dos especies. La génesis de este último se atribuye a la formación de minerales secundarios tipo serpentina, por ejemplo:



Los diagramas de saturación de la fig. 2 indican que la muestra se encuentra subsaturada respecto a todos los minerales representados -típicos de rocas ultrabásicas- excepto precisamente la serpentina.

La evolución del agua hacia una u otra tipología depende de factores diversos, entre los que merecen destacarse el tiempo de tránsito, tipo de minerales en el proceso de interacción agua-roca y posibilidad de procesos de mezcla con aguas procedentes de litologías ajenas a las de carácter ultrabásico.

Finalmente, el examen de la evolución temporal del agua se realiza en base a los dos únicos análisis disponibles, correspondientes a los años 1970 y 1990. Según se aprecia en el diagrama de Schoeller-Berkaloff (fig. 3), la sílice es el único valor discrepante, siéndolo en tal medida que se hace difícil su justificación a menos que se trate de un error analítico o de transcripción. A este respecto la determinación de sílice de 1990 (62 mg/l) viene corroborado por el valor de campo (52 mg/l), mientras que para el análisis de 1970 no se dispone de referencia alguna distinta al propio resultado.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

A unos 50 metros al Norte del sondeo "Número Tres" se encuentra la Barriada de San Pedro de Alcántara y en las proximidades hay numerosas urbanizaciones, las aguas domésticas originadas en los núcleos urbanos son conducidas por alcantarillado mientras que los Residuos Sólidos Urbanos, son recogidos por la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental, esto supone que podría existir alguna contaminación debido a la existencia de pozos negros por lo que se recomienda a la hora de la fijación del perímetro, tener en cuenta estos hechos, incluyendo el núcleo de San Pedro de Alcántara.

No obstante para lo expuesto en el párrafo anterior es recomendable el establecimiento de un perímetro de protección con centro en el sondeo y un radio de 1 km aproximadamente.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. Escala 1.50.000, hoja 15-46 (1072) Estepona. MAGNA-ITGE, 1978.

- LISTADO DE PETICIONES DE AGUAS MINERALES. Archivo ITGE.

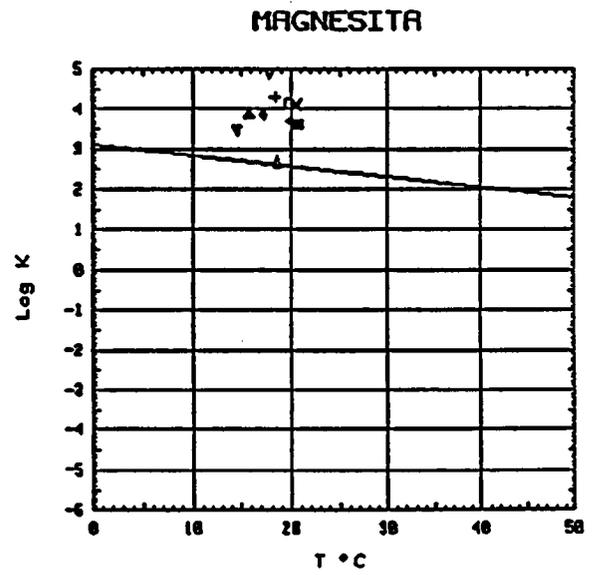
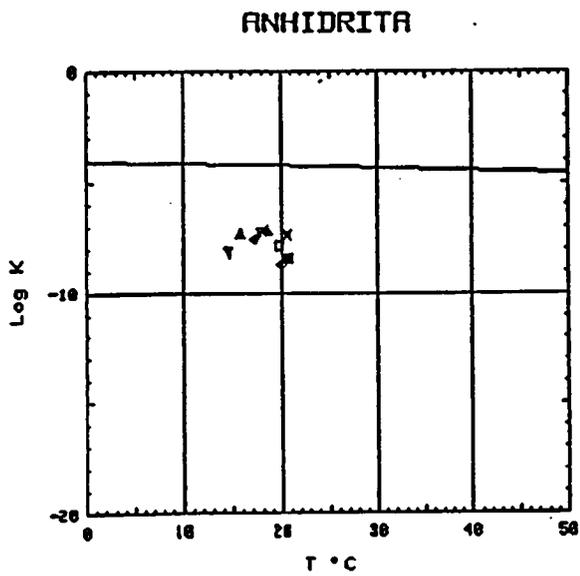
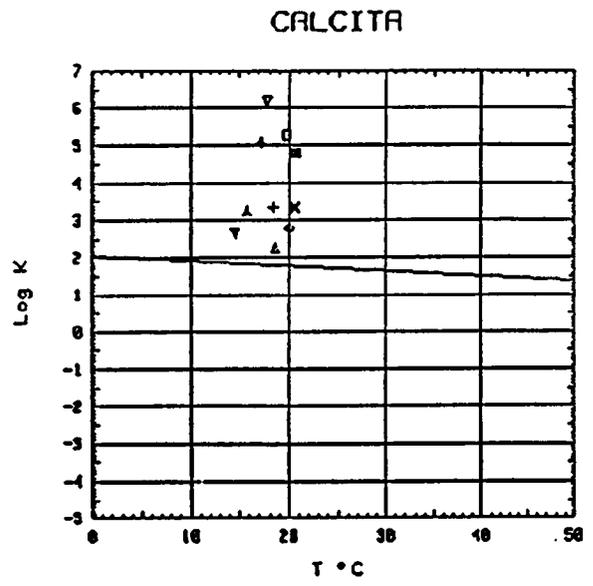
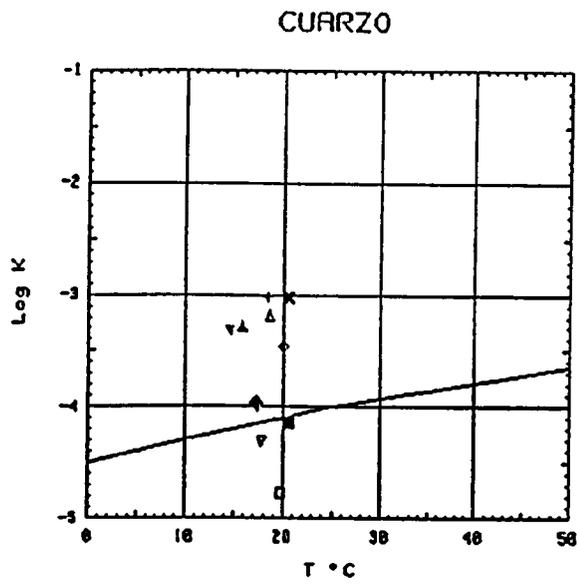


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION SONDEOS MARQUES DEL DUERO (x)

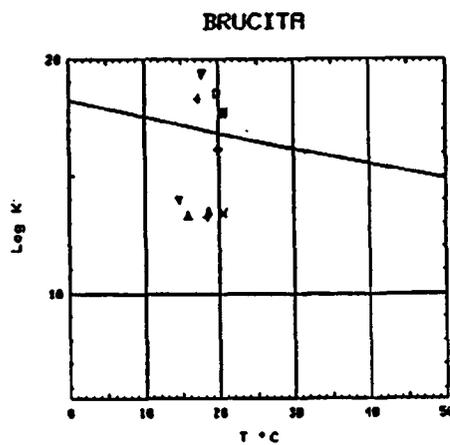
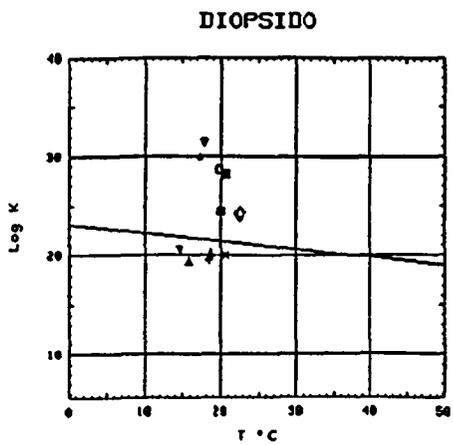
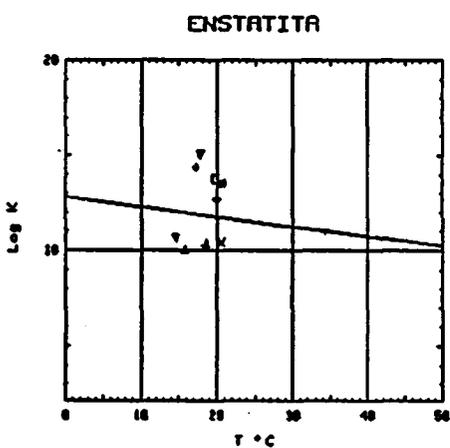
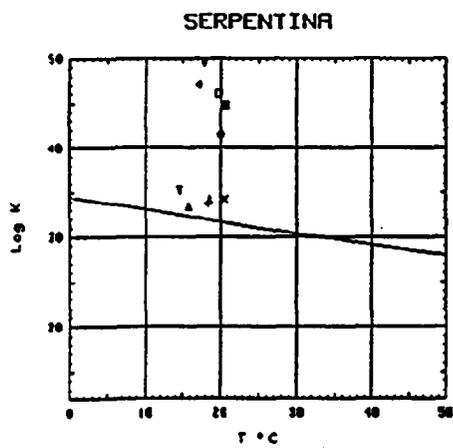
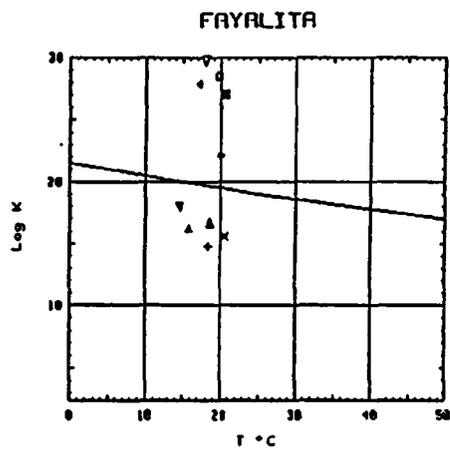
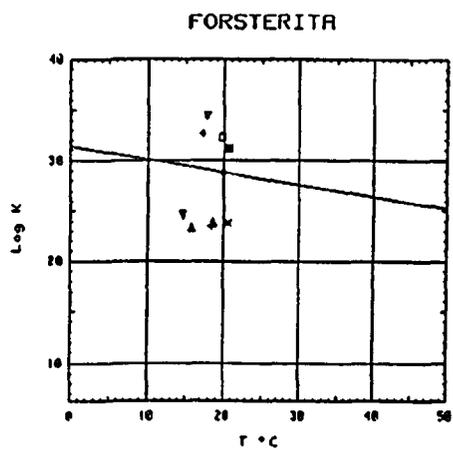
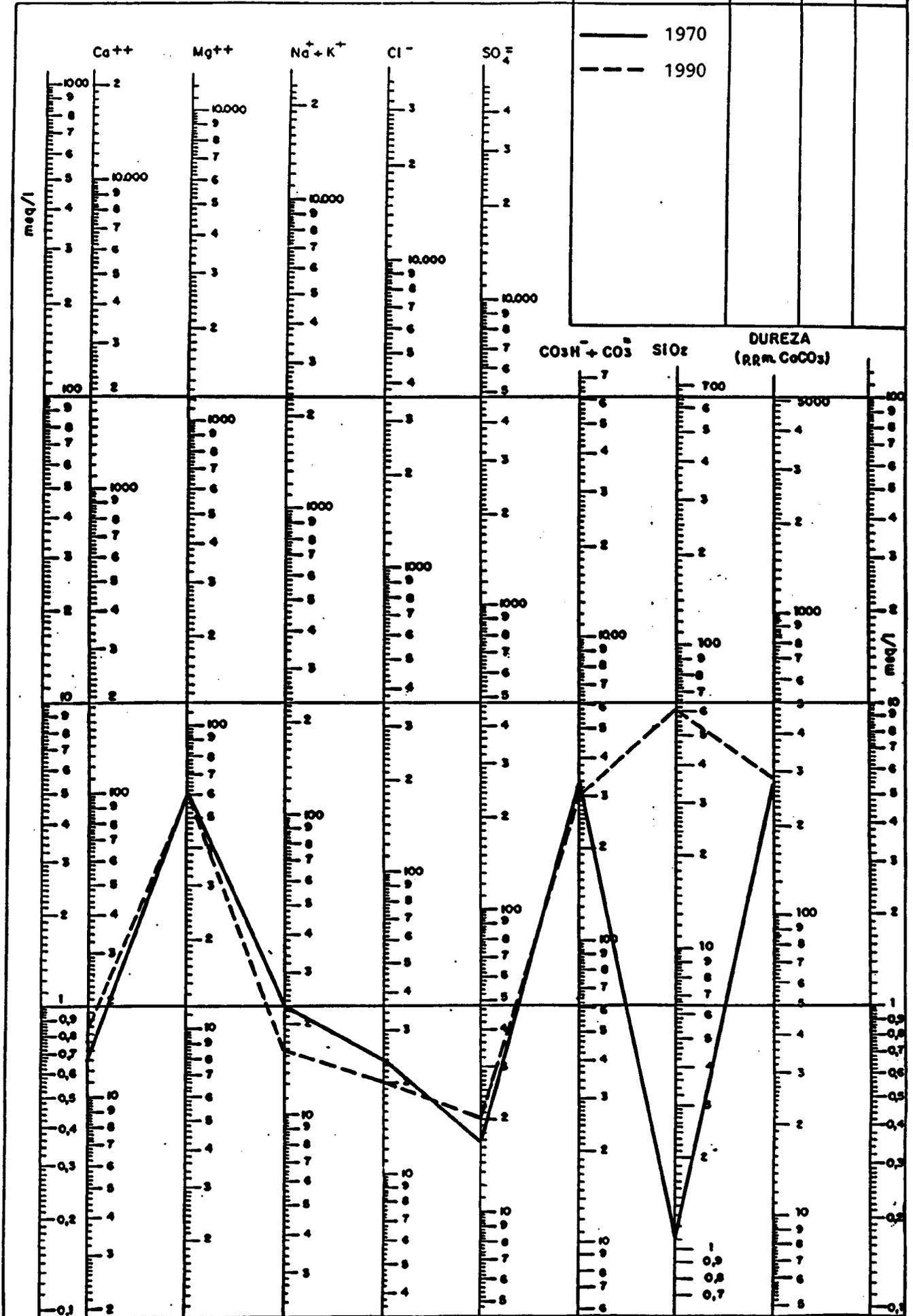


FIG. 2.- DIAGRAMAS DE SATURACION SONDEOS MARQUES DEL DUERO (x)

FIG. 3.- SONDEOS MARQUES DEL DUERO

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	En
—	1970		
- - -	1990		



ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: SONDEOS MARQUES DEL DUERO
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 20.6 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 537
 pH a 20°C: 8.10 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 289
 pH a 18°C: 8.20 Eh campo (mV): 234

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	270.00	4.425	4.425	66.22
CO3=	32.00	.533	1.067	15.96
SO4=	20.00	.208	.416	6.23
Cl-	19.00	.536	.536	8.02
F-	<5.0E-1	.026	.026	.39
NO3-	13.00	.210	.210	3.14
SiO2 (H4SiO4)	62.0	1.032	-	-
H	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.080	.001	.003	.04
TOTAL.....	416.590	6.971	6.683	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	14.00	.609	.609	9.51
K+	1.00	.026	.026	.40
Ca++	17.00	.424	.848	13.25
Mg++	59.00	2.427	4.853	75.78
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.11
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.87
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.034	.001	.001	.02
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	.060	.001	.002	.03
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL.....	91.724	3.514	6.405	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >Cl- >SO4= >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >Al+++

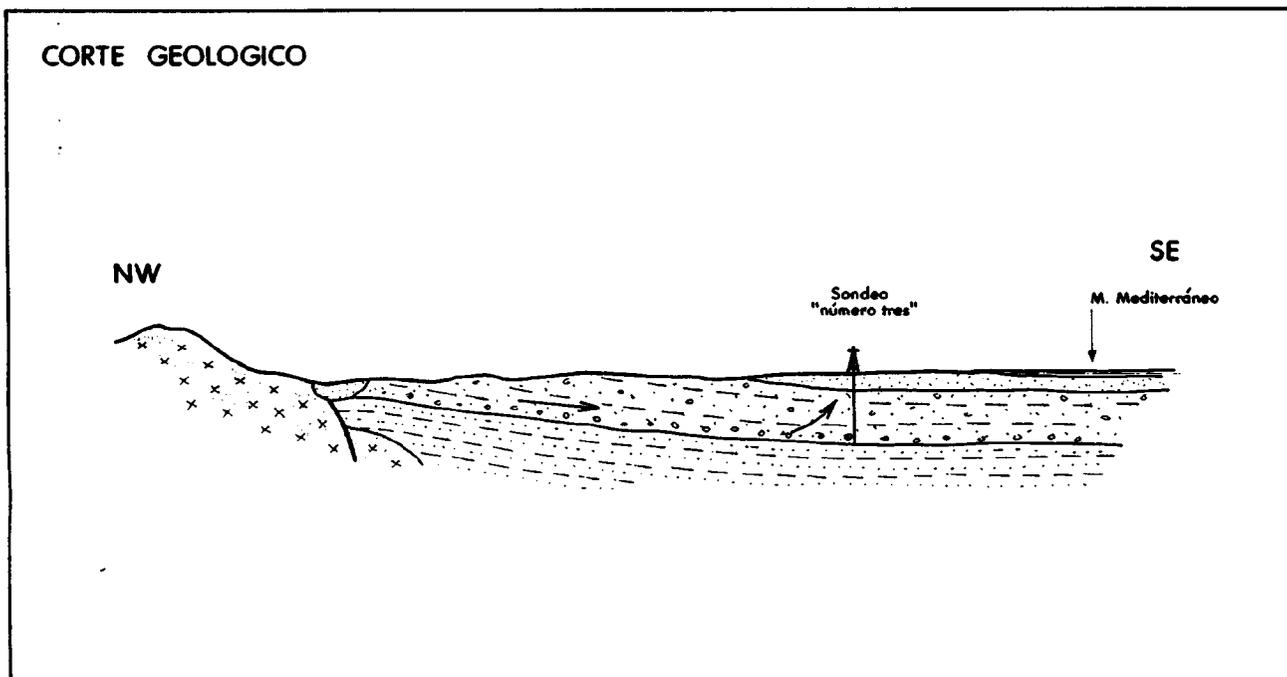
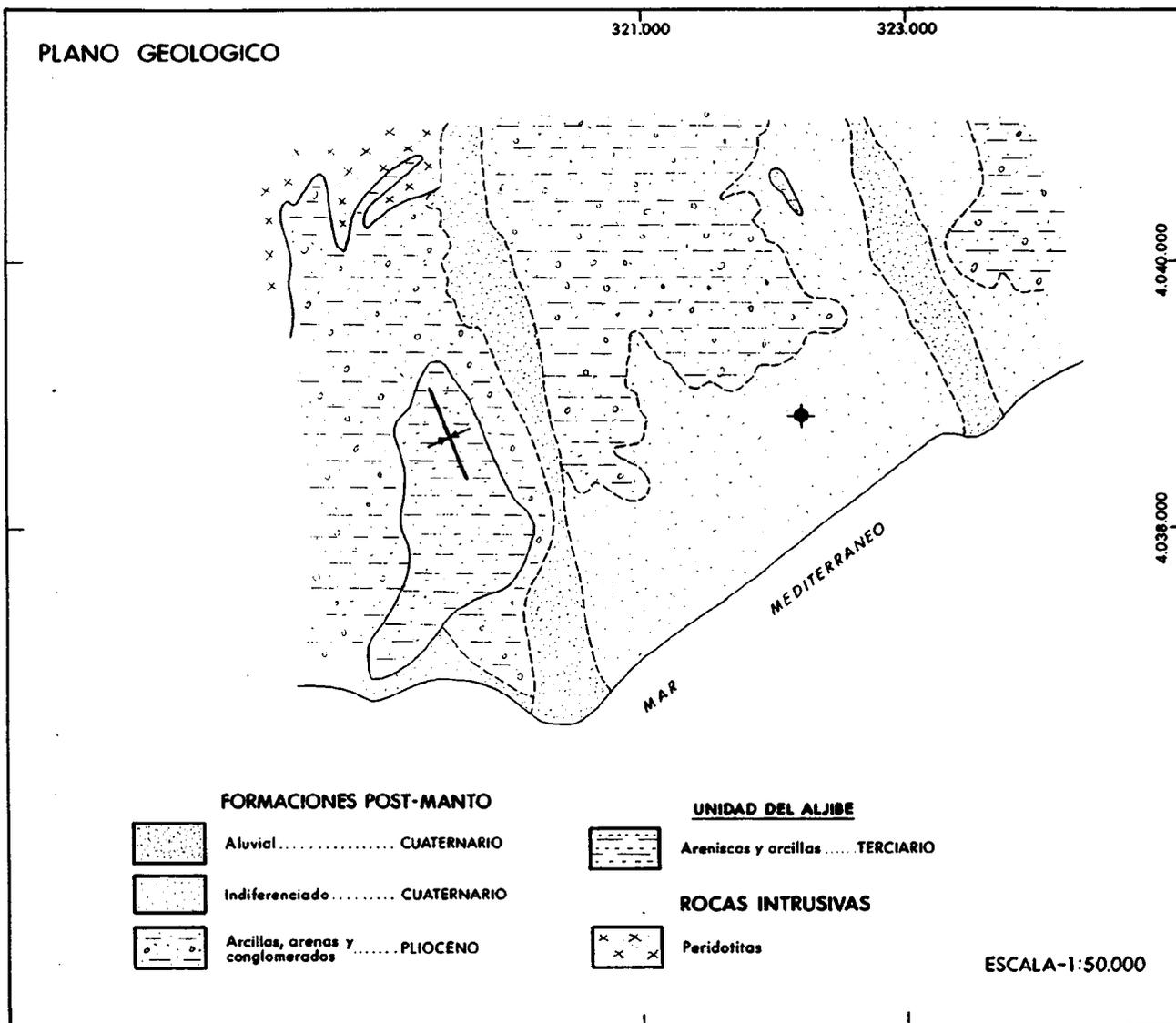
CLASIFICACION: BICARBONATADA -- MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca = 6.474 Cl/Na = .880 (SO4*Ca)^1/2 = .594
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .963 Cl/(Na+K) = .845 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .642
 ((CO3H)^2*Ca)^1/3 = 2.552 SO4/Ca = .491 Mg/Ca = 5.721
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.036 SO4/(Ca+Mg) = .073 Cl/CO3H = .121

ARCHIVO EN DISCO: MMM33 (AMAS-33)

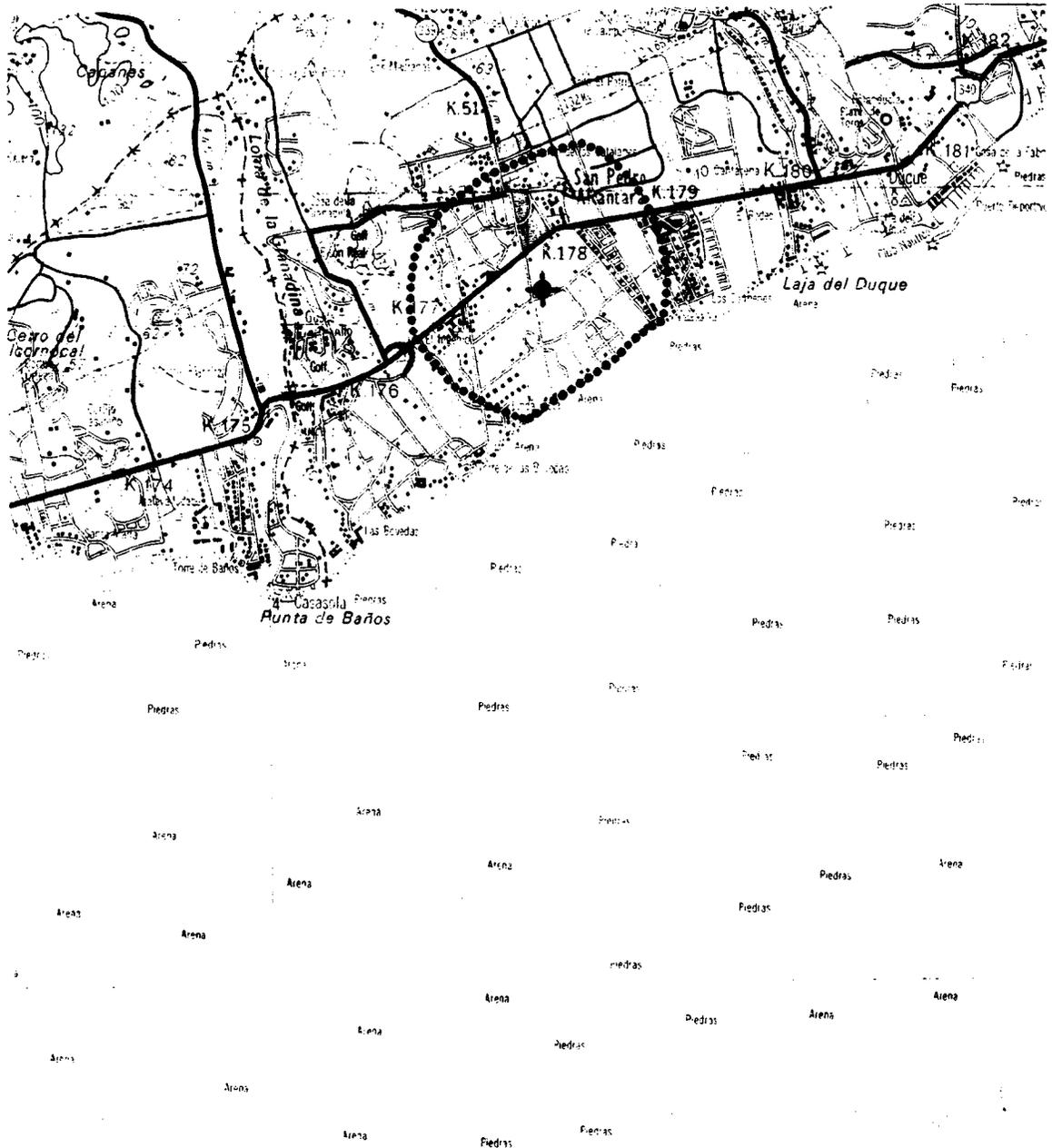
	ppm
R.S. 110°C	398
D.Q.O.	0,3
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,011
As	-
Se	-
Hg	-

MARQUES DEL DUERO (MARBELLA)



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

MARQUES DEL DUERO



ESCALA - 1:50.000

MANANTIAL NACIMIENTO RIO SALADO (ALMARGEN)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El Nacimiento del río Salado está formado por un grupo de unos siete manantiales situados entre los parajes de Cerro Cabreriza y Cerro del Peral, del término municipal de Almar-gen. Se encuentran en la falda del Cerro Salguera y próximos al Camino que conduce desde Almargen al Cortijo de Humillos. La distancia Málaga, es de aproximadamente 115 km.

Desde Málaga se accede por la carretera Nacional 321 hasta Antequera desde donde se toma la Nacional 342 (Granada-Cádiz) que conduce a Almargen, desde esta localidad se llega al Nacimiento del río Salado por el camino anteriormente indicado de Almargen al Cortijo de Humillos. Los manantiales se encuentran a 2,5 km de Almargen.

Otra ruta para llegar al área de los manantiales es la carretera de Málaga a Coin-Ronda, comarcal 344, y de esta última población por la carretera comarcal 341 hasta Almar-gen.

El conjunto de manantiales se encuentran en la hoja del Mapa Topográfico Nacional, escala 1:50.000, nº 15-42 (1022) Campillos y son sus coordenadas UTM: X = 320300 e Y = 4099400. La cota media de las emergencias es de 510 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Los manantiales que dan origen al río Salado nacen a lo largo de aproximadamente 300 metros con un caudal conjunto de 25-30 l/seg (12-3-90), parte de este agua es empleada en la actualidad para el llenado de la piscina pública de Almar-gen. Tradicionalmente las aguas han sido utilizadas por los vecinos del entorno para curar afecciones cutáneas.

Ninguna de las siete emergencias que dan lugar al inicio del río Salado figuran en las relaciones existentes de aguas minero-medicinales, ni en los trabajos monográficos que sobre éstas existen. Tampoco figuran en ningún inventario de puntos de agua llevados a cabo por el ITGE u otros organismos.

En Octubre de 1989 la Universidad de Málaga a petición de la Diputación Provincial inició una serie de trabajos analíticos con el fin de estudiar las características de estas aguas y la factibilidad de instalar un balneario.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el entorno de los manantiales se enmarca dentro del dominio Subbético el cual se caracteriza por la superposición de mantos de corrimiento. Las surgencias se sitúan en el denominado Subbético Indiferenciado formado principalmente por grandes extensiones de Trias y afloramientos menos extensos del Cretácico y terciario. El Subbético Indiferenciado da lugar al Manto Antequera - Osuna.

Las facies aflorantes son, en síntesis, de muro a techo:

- Arcillas, areniscas, yesos y sales, de tonos rojizos y verdosos. Los yesos son de aspecto granular o cristalino.

Dentro de la masa detrítico-yesífera se encuentran rocas carbonatadas (dolomías, carniolas y calizas dolomíticas) que dan lugar a los relieves mas elevados de las masas triásicas.

La disposición de los diferentes sedimentos es sumamente caótica no pudiéndose establecerse a que series dentro del Triásico pertenecen las distintas unidades.

- Al NO de Almargen aparece un pequeño afloramiento representado por margocalizas y margas verdosas. Son depósitos característicos de plataforma marina con gran abundancias de sílice. Pertenecen al Cretácico inferior.
- Al Norte de los manantiales, en la cabecera del río Humillos, se encuentra una serie constituida por margocalizas, calizas margosas y margas de color asalmonado, "Capas Rojas". La edad del conjunto está comprendida entre el Cretácico superior y el Eoceno medio.
- Las formaciones post-manto están representadas por el Mioceno Superior y Cuaternario.

Aflora el Mioceno, de manera dispersa, al Este de Almargen. Está representado por areniscas de tipo molásico, en cuya base suelen encontrarse niveles de conglomerados. Su disposición es horizontal y discordante sobre el Triásico.

Ocupando los valles de los arroyos de Macias, Humillos, Salado, etc., se encuentran unos depósitos de arcillas, arenas y gravas de edad cuaternaria.

2.1.- TECTONICA

La estructura del Manto Antequera-Osuna es extraordinariamente compleja y difícil de analizar debido al peculiar comportamiento mecánico de los materiales triásicos.

Existen muchas hipótesis sobre la disposición del Subbético Indiferenciado. Todas parecen apuntar a la existencia de despegues mecánicos, existiendo la posibilidad de tres superficies de despegue: Trias margo-yesífero, niveles arcillosos del Cretácico medio y niveles margo-arcillosos del Eoceno Medio. La extrusión del Trias debió de producirse en una etapa fini-Aquitaniense.

La actividad tectónica ha proseguido, el Mioceno superior se encuentra suavemente ondulado. En algún punto llega a estar invertido, pero esta inversión debe ser atribuida a la halocinesis de los materiales triásicos infrayacentes.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Tradicionalmente las facies detrítico-yesífero-salinal del Trias se han considerado, desde el punto de vista hidrogeológico, como impermeables, dan lugar a los impermeables de base y laterales de muchos sistemas acuíferos. No obstante en los materiales yesífero-salinos se originan numerosos manantiales debido a la disolución de los mismos por el agua, siendo ésta mas notable en los yesos llegándose a desarrollar auténticos procesos cársticos externos (exocarst).

Los manantiales que originan el Nacimiento del río Salado tienen su origen en el exocarst desarrollado en los yesos. La salobridad de sus aguas es debida a que éstas antes

de llegar a emerger, han lavado la cúpula de algún nivel salino.

En general en la mayoría de estas surgencias los caudales están íntimamente ligados a la pluviometría del área, siendo además frecuente la variación del punto de salida por avances del proceso cárstico.

Las dolomías circundantes no tienen gran interés hidrogeológico, ya que al fenómeno de estar "colgadas" se le añade su escaso desarrollo superficial. En épocas de lluvias se pueden originar pequeños manantiales de escasa duración.

Los siete manantiales con un caudal conjunto de 25-30 l/seg (12-3-90), son empleados en verano para el llenado de la piscina municipal de Almargen por lo que cabe suponer la existencia de caudales aceptables en estiaje.

4.- CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS

Surgencia salina de naturaleza sulfatada cálcica, $\text{pH}_{\text{campo}} = 7,18$ y una conductividad de 1.402 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Las características hidroquímicas del agua confirman plenamente lo expuesto en el apartado precedente acerca de la génesis del manantial, puesto que se observa una situación muy próxima al equilibrio con facies tipo yeso y anhidrita (ver diagramas de saturación de la fig. 1).

Junto a estas características de origen natural, se detectan también algunas alteraciones introducidas por factores de origen antrópico, como son el elevado contenido de nitratos (46 mg/l) y los indicios de amonio (0,06 mg/l) de la muestra.

En lo que respecta a elementos traza, cabe únicamente citar las concentraciones de cromo y plomo -22 y 21 $\mu\text{g}/\text{l}$ respectivamente-, así como la presencia de arsénico (6 $\mu\text{g}/\text{l}$).

No se dispone de análisis químicos anteriores al de 1990, por lo que no resulta posible evaluar su evolución temporal.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Ya que existe la intención de crear un Balneario en el término de Almargen basado en la existencia de estos manantiales y siempre que el estudio de factibilidad así lo aconseje, se propone un perímetro de protección el cual está condicionado a la distribución de los cursos de agua que incidirían de alguna manera en la alimentación de las surgencias. La envolvente de este perímetro ocuparía las cuencas altas de los ríos Humillo y Salado.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA. Escala 1:50.000 Hoja 15-42 (1022) Campillos. MAGNA-ITGE, 1986.

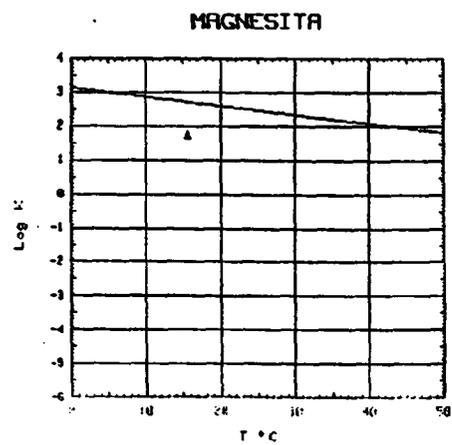
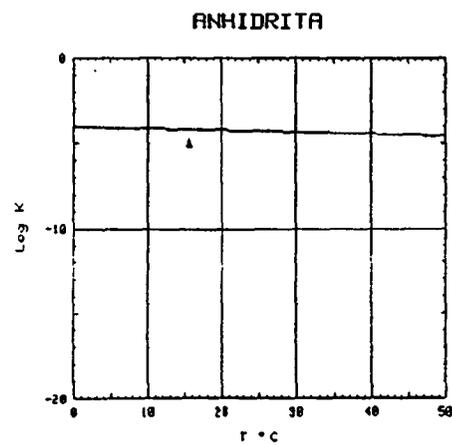
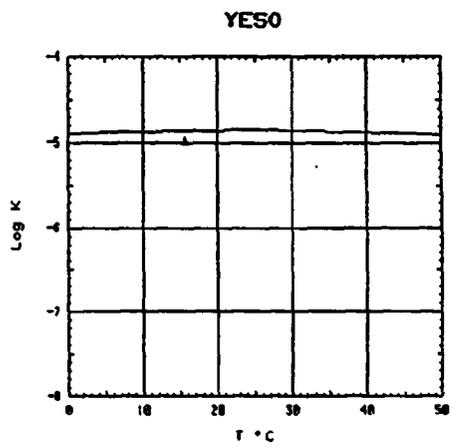
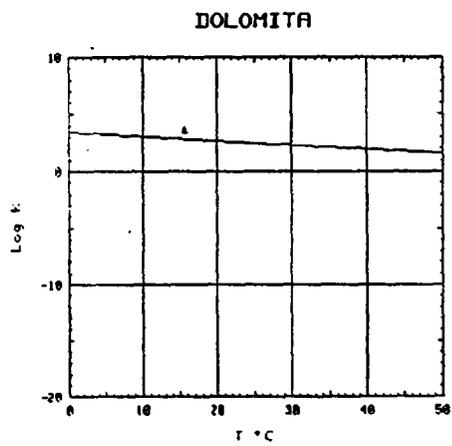
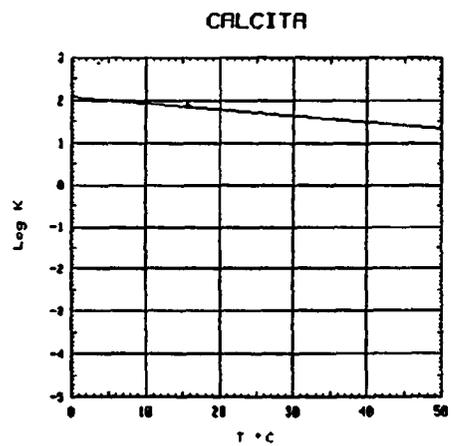
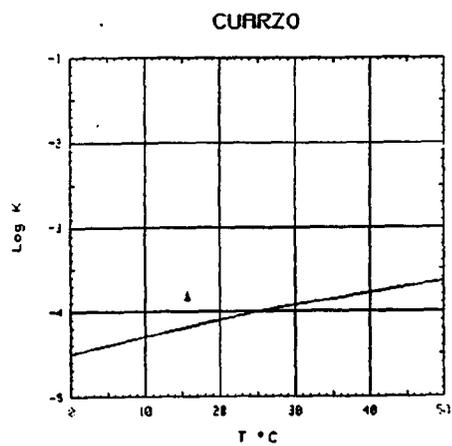


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL NACIMIENTO RIO SALADO

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: **MANANTIAL NACIMIENTO RIO SALADO**
 FECHA: _____

TEMPERATURA (°C): 15.7 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1402
 pH a 15°C: 7.18 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 955
 pH a 18°C: 7.70 Eh campo (mV): 207

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3--	277.00	4.540	4.540	22.34
CO3=	-	-	-	-
SO4=	664.00	6.912	13.824	68.02
Cl-	42.00	1.185	1.185	5.83
F-	.600	.032	.032	.16
NO3-	46.00	.742	.742	3.65
SiO2(H4SiO4)	10.9	.181	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.060	.001	.002	.01
TOTAL....	1040.570	13.593	20.325	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	40.00	1.740	1.740	8.35
K+	2.00	.051	.051	.25
Ca++	232.00	5.788	11.577	55.54
Mg++	90.00	3.702	7.403	35.52
Fe++	.040	.001	.001	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.03
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.27
NH4+	.060	.003	.003	.02
Mn++	.009	0.000	0.000	0.00
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	364.780	11.313	20.842	

FORMULA ANIONICA : SO4= >CO3=+HCO3- >Cl- >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: SULFATADA -- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.392	Cl/Na =	.681	(SO4*Ca) ^{1/2} =	12.651
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.239	Cl/(Na+K) =	.661	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.123
((CO3H) ² *Ca) ^{1/3} =	6.203	SO4/Ca =	1.194	Mg/Ca =	.640
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.968	SO4/(Ca+Mg) =	.728	Cl/CO3H =	.261

ARCHIVO EN DISCO: MMM20 (AMA5-20)

	ppm
R.S. 110°C	1303
D.Q.O.	0,6
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,022
As	0,006
Se	-
Hg	-

MANANTIAL DE TORROX (TEBA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

La surgencia de Torrox, se encuentra enclavada en El Tajo del Molino ocupado por el Arroyo de La venta, en la Sierra de Peñarrubia próxima a la carretera que une Campillos y Ronda y casi al borde del embalse del Guadalhorce-Guadalteba. Se encuentra aproximadamente a unos cuatro kilómetros del núcleo urbano de Teba.

El acceso se efectúa desde la misma carretera Campillos-Ronda.

La hoja topográfica escala 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional en la que se encuentra es la 15-43 (1037) Teba, y las coordenadas UTM: del punto son: X = 332775 e Y = 4094777, siendo su cota de 360 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Las primeras noticias "oficiales" que se tienen de este punto son como consecuencia del inicio de la Investigación Hidrogeológica de las Cuencas del Sur de España (Sector Occidental), al llevarse a cabo el inventario de puntos de agua.

Este punto fue aforado esporádicamente desde 1976 a 1981 año en que se incorpora a la red foronómica del ITGE, anteriormente, entre los años 1980 a 1983 había pertenecido a la red de control de la calidad.

Este manantial que no figura en ningún listado de aguas mineromedicinales, y cuyas propiedades se desconocen, se ha incorporado actualmente a este conjunto específico de aguas debido a su incipiente termalismo 21°C (ITGE 1983), que puede presuponer cierta mineralización del agua.

Una parte del agua del manantial es empleada como complemento para el abastecimiento de Teba y el resto para riego. El agua de abastecimiento es bombeada al núcleo urbano desde una caseta construida en un extremo de la "piscina" a la que fluye el agua.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El entorno en el que se encuentra el manantial de Torrox se incluye en el dominio del Subbético Interno. Está caracterizado por presentar: 1) una potente secuencia, jurásica enteramente caliza, que da lugar a los fuertes relieves de las Sierras de Teba y Peñarrubia, y 2) un Cretácico Paleógeno margocalizo, muy característico ("Capas Rojas") que ocupa las áreas mas deprimidas. Es muy característico de este Dominio la falta de términos del Cretácico inferior en casi todos los elementos si bien en algunos de ellos existe una secuencia poco potente de materiales de dicha edad.

El borde Septentrional del Subbético Interno que da lugar a Teba-Peñarrubia, está constituido por el Manto Triásico de Antequera-Osuna, cubierto por sedimentos postmantos. El Sur está limitado por el Complejo Numídico.

Esquemáticamente se han diferenciado los siguientes términos de muro a techo:

- Triásico del Manto Antequera-Osuna. Está constituido por una potente serie del Triásico superior (Keuper) formada por carniolas, areniscas, arcillas, yesos y niveles detríticos ligeramente salinos.

Se encuentra cubierto en su mayor parte por formaciones miocenas de areniscas calcáreas bioclásticas y margas.

- El Lías medio-superior y el Dogger dan lugar al núcleo de la estructura de la Sierra de Teba, en este predominan las calizas oolíticas y pisolíticas. La estratificación es casi siempre masiva estando afectada por una cierta carstificación. En el cañón del río de la Venta los diferentes paquetes calizos tienen espesores de entre 20 y 30 metros.
- Sobre el paquete anterior se encuentra depositado un tramo del Jurásico superior formado por calizas nodulosas brechoides. Le sigue otro paquete de calizas y calizas nodulosas-brechoides; la litología de este segundo tramo es algo mas margosa y sus colores son rojizos (Titónico). La estratificación es gruesa, excepto en los niveles margosos cuyo grosor es de 5 a 10 m. La potencia total de este tramo supera los 100 metros.
- Limitando el borde meridional y noroccidental de las Sierras de Peñarrubia y Teba, respectivamente se encuentran con una potencia superior a los 170 metros una serie de materiales margosos y margocalizos

con algunas pequeñas intercalaciones calizas (0,20-2 m) cuyos tonos varían de gris a blanquecino y de rosa a rojo, de edad Albense-Cenomanense.

- La secuencia del Subbético Interno finaliza con margocalizas, margas rojas, arcillas y areniscas de colores oscuros que afloran en la conjunción del Arroyo de la Venta con el río Guadalteba y cuya edad es Aquitaniense.

- Finalmente al Sur de Teba-Peñarrubia aflora el Complejo Numídico de edad Paleógeno-Neógeno y formado por arcillas que engloban bloques de diferentes edades.

- Los materiales postmanto se encuentran representados por areniscas calcáreas bioclásticas conglomerados y margas del Mioceno y por aluviales cuaternarios.

2.1.- TECTONICA

La Sierra de Teba-Peñarrubia presenta en conjunto una estructura anticlinal en forma de arco. La vergencia general de la estructura es hacia el Norte, oscilando los buzamientos entre 25-30°, hacia el Sur en el flanco meridional, mientras que en el septentrional son de 70-80° hacia el NO.

En la zona central un gran accidente tectónico afecta a las estructuras de Teba y Peñarrubia originando un cambio en la dirección de ambas ramas, sobre las cuales se instala un Mioceno transgresivo que rellena un valle antemioceno. Próximo al Tajo del Molino, en el borde Norte, este Mioceno se apoya discordante sobre el Jurásico quedando basculando ligeramente hacia el Norte.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial de Torrox, aparentemente drena el acuífero carbonatado del Jurásico de la Sierra de Teba, el cual ocupa el 85% de la superficie aflorante.

La zona de alimentación corresponde con la superficie aflorante, siendo su origen, en gran mayoría, meteórico, infiltrándose el agua a través de un paleo-carst existente sobre la cota 480 m.s.n.m. Por debajo de esta cota la infiltración continúa por medio de fracturas, diaclasas y superficies de discontinuidad. También este sistema puede recibir agua a través del Mioceno que se apoya directamente sobre el Jurásico, y del Cuaternario alimentado por el río de la Venta y del propio río.

El límite de este acuífero carbonatado queda determinado por los elementos mas margosos del Jurásico superior y del Cretácico.

El desarrollo del cañón del río de la Venta ha favorecido el descenso de la circulación subterránea, y como consecuencia la ralentización de los procesos de carstificación hasta una cota por debajo de los 400 m, generadora de un carst parcialmente inundado. Este se encuentra localizado en el borde septentrional de la Sierra de Teba donde una variación de dicho cauce ocasiona la desaparición completa de su caudal a través de una serie de simas de origen estructural.

La salida del sistema por el manantial de Torrox a una cota de 360 m.s.n.m., está ligada a una fractura de dirección N-30-E, transversal a la estructura y en contacto entre el Jurásico carbonatado y el margoso.

La emergencia de Torrox tiene una evolución estrechamente ligada con el régimen pluviométrico y una respuesta rápida a su variación lo que evidencia el carácter cárstico del acuífero. Los mayores caudales se registran en los meses mas lluviosos (229 l/seg, 12-3-78; 176 l/seg, 22-4-86; 163 l/seg, 30-3-89) mientras que los mínimos (15-70 l/seg) se producen en estiaje. El caudal medio es de 80 l/seg. La existencia de varios sondeos en explotación suponen una afección a los caudales de la surgencia de Torrox cuyo porcentaje podría llegar al 50% (1983).

La salida del agua, ascendente y con circulación forzada, así como su temperatura 21°C (ITGE 1983) indica una circulación, flujo, profundo de aguas subterráneas posiblemente ligado a la base del Triásico subyacente, como lo demuestra las facies cloruro sódica y sulfatada cálcica que corresponderían a un acuífero en contacto con el Triás margo yesífero salino.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Como se acaba de indicar en el apartado precedente, la muestra presenta un carácter sulfatado-clorurado cálcico-sódico, asociado a una mineralización notable (1.335 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y una temperatura de salida de 21,4°C.

Los diagramas de saturación de la fig. 1 ponen de manifiesto una situación de ligera sobresaturación respecto a las formas carbonatadas calcita y dolomita, así como de subsaturación respecto a yeso y anhidrita. Estos resultados son coherentes con el modelo hidrogeológico propuesto según el cual, el acuífero carbonatado al que inequívocamente se asocia el manantial, se encuentra influenciado por el Triás evaporítico infrayacente. Si bien el agua presenta un contenido

importante en iones SO_4^- y Ca^{2+} , la elevada solubilidad del CaSO_4 es la causa de que no se alcance la saturación en este último. El origen mixto carbonatado-evaporítico del manantial presenta, entre otros indicios característicos de dicha condición, un valor próximo a la unidad del índice $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{SO}_4^{2-} / \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$.

Otro factor de importancia a destacar respecto a la composición del agua, es la presencia de nitratos en concentración suficientemente elevada -20 mg/l- como para ser considerada como indicio de contaminación, y que evidencia el carácter vulnerable del acuífero.

Por último, el diagrama de Schoeller-Berkaloff de la fig. 2 pone de manifiesto ciertas variaciones temporales en los iones mayoritarios, especialmente en el caso del Na^+ y K^+ . Teniendo en cuenta la fuerte influencia de las precipitaciones sobre el régimen de funcionamiento del manantial, tales variaciones resultan sin duda previsibles.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El río de la Venta recoge en su cuenca media-alta las aguas residuales de Almargen y Teba, así como los purines de algunas granjas. Este río con su carga contaminante se infiltra en parte en el sistema de Teba, causando en la emergencia de Torrox un elevado grado de contaminación orgánica. Es por ello que es difícil establecer un perímetro de protección ya que éste ocuparía una gran superficie, prácticamente toda la cuenca izquierda vertiente al río de la Venta. No obstante para evitar el aumento de contaminación es recomendable el establecimiento de dicho perímetro aguas arriba del manantial cuyo límite quedaría establecido a unos dos kilómetros del mismo.

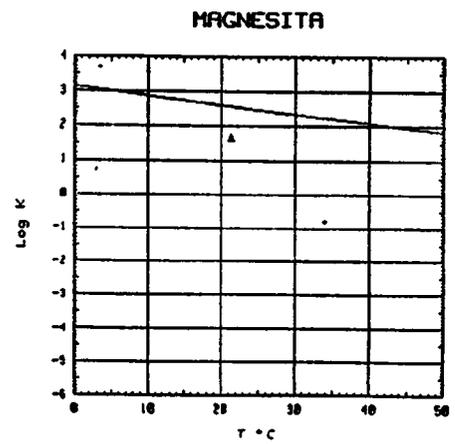
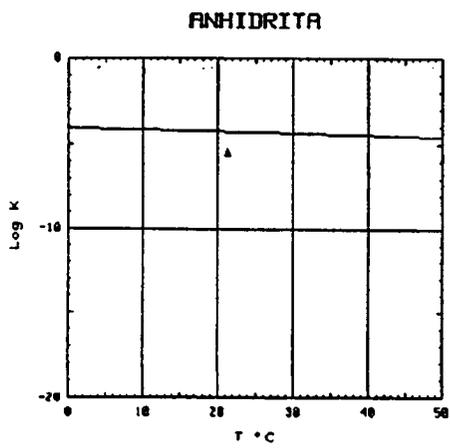
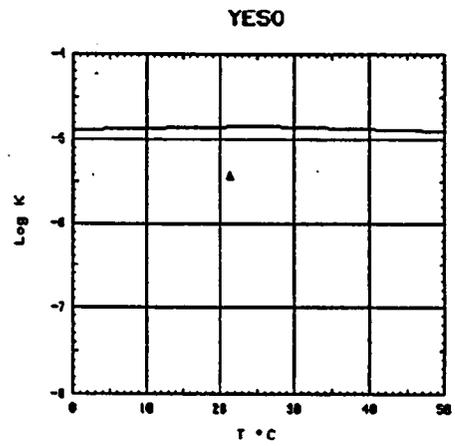
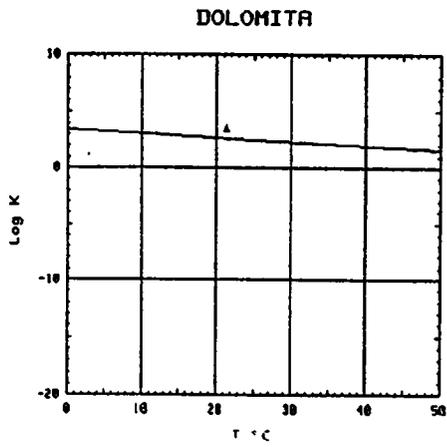
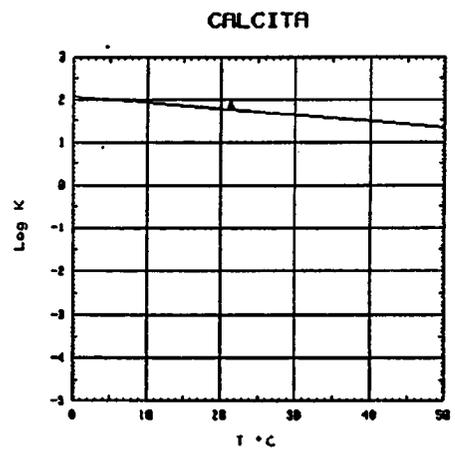
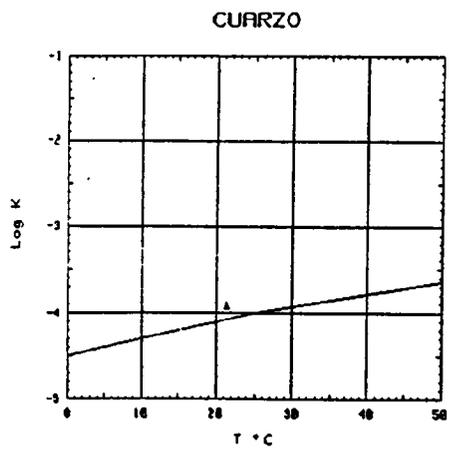
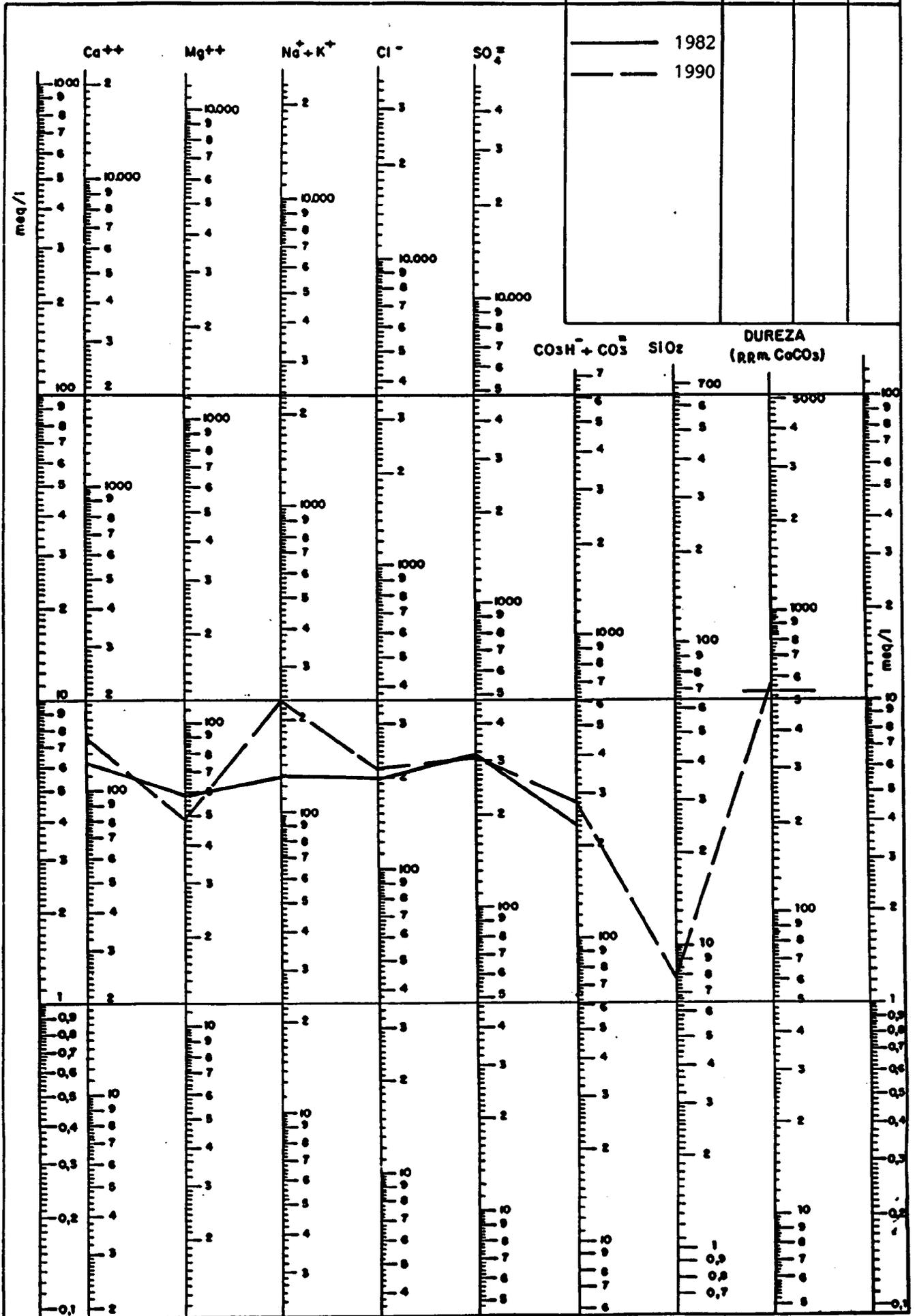


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL DE TORROX

FIG. 2.- MANANTIAL DE TORROX (TEBA)

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	EH
—	1982		
- - -	1990		



ANÁLISIS QUÍMICO

DENOMINACION: MANANTIAL DE TORROX (TEBA)
FECHA:

TEMPERATURA (°C):	21.4	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	1335
pH a 21°C:	7.29	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	570
pH a 18°C:	7.70	Eh campo (mV):	164

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	284.00	4.655	4.655	26.80
CO3=	-	-	-	-
SO4=	308.00	3.206	6.413	36.92
Cl-	211.00	5.952	5.952	34.27
F-	<5.0E-1	.026	.026	.15
NO3-	20.00	.323	.323	1.86
SiO2(H4SiO4)	8.6	.143	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
F2O5	.020	0.000	.001	0.00
TOTAL.....	832.130	14.306	17.369	-

CACIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	137.00	5.960	5.960	34.12
K+	4.00	.102	.102	.59
Ca++	148.00	3.693	7.385	42.29
Mg++	48.00	1.974	3.948	22.61
Fe++	.030	.001	.001	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.04
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.32
NH4+	.030	.002	.002	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL.....	337.725	11.758	17.464	-

FORMULA ANIONICA : SO4= >Cl- >CO3+=HCO3- >NO3-
FORMULA CATIONICA: Ca++ >Na+ >Mg++ >K+

CLASIFICACION: SULFATADA CLORURADA -- CALCICA SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.630	Cl/Na =	.999	(SO4*Ca) ^{1/2} =	6.582
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.411	Cl/(Na+K) =	.982	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.920
((CO3H) ² *Ca) ^{1/3} =	5.429	SO4/Ca =	.868	Mg/Ca =	.535
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.976	SO4/(Ca+Mg) =	.566	Cl/CO3H =	1.279

ARCHIVO EN DISCO: MMM21 (AMAS-21)

	ppm
R.S. 110°C	1077
D.Q.O.	0,5
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,008
As	-
Se	-
Hg	-

Sería recomendable el seguimiento de la contaminación bacteriológica, así como el establecimiento de normas para el vertido de residuos urbanos (aguas residuales y sólidos) y purines en la cuenca del río de la Venta.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA DE LAS CUENCAS DEL SUR DE ESPAÑA (SECTOR OCCIDENTAL). Informe Técnico nº 4. Sistemas acuíferos 35 y 36. IGME 1983
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1:50.000 nº 15-43 (1037) Teba. MAGNA-ITGE. Sin publicar.

TORROX (TEBA)

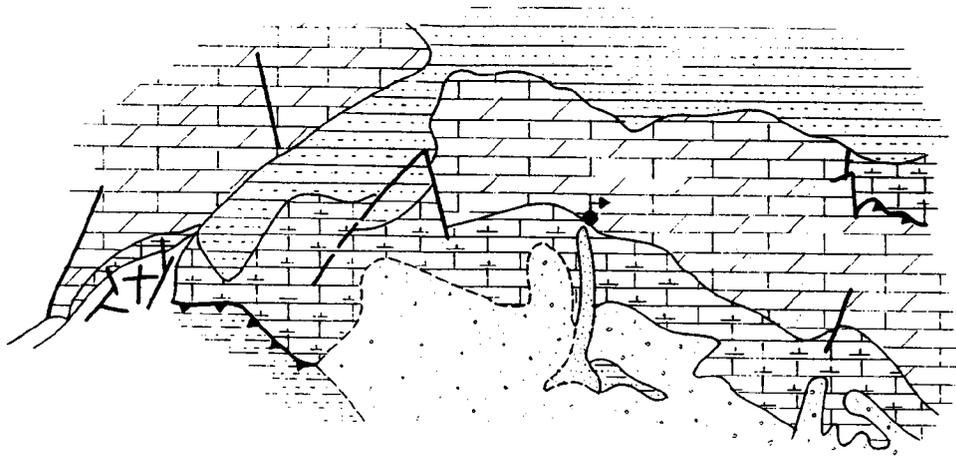
PLANO GEOLOGICO

331.775

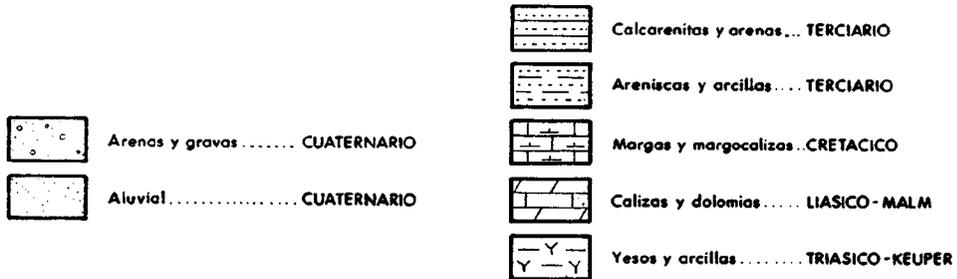
333.775

4.095.775

4.093.775

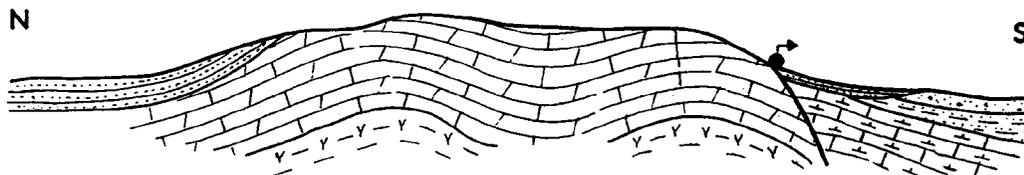


POSTMANTO



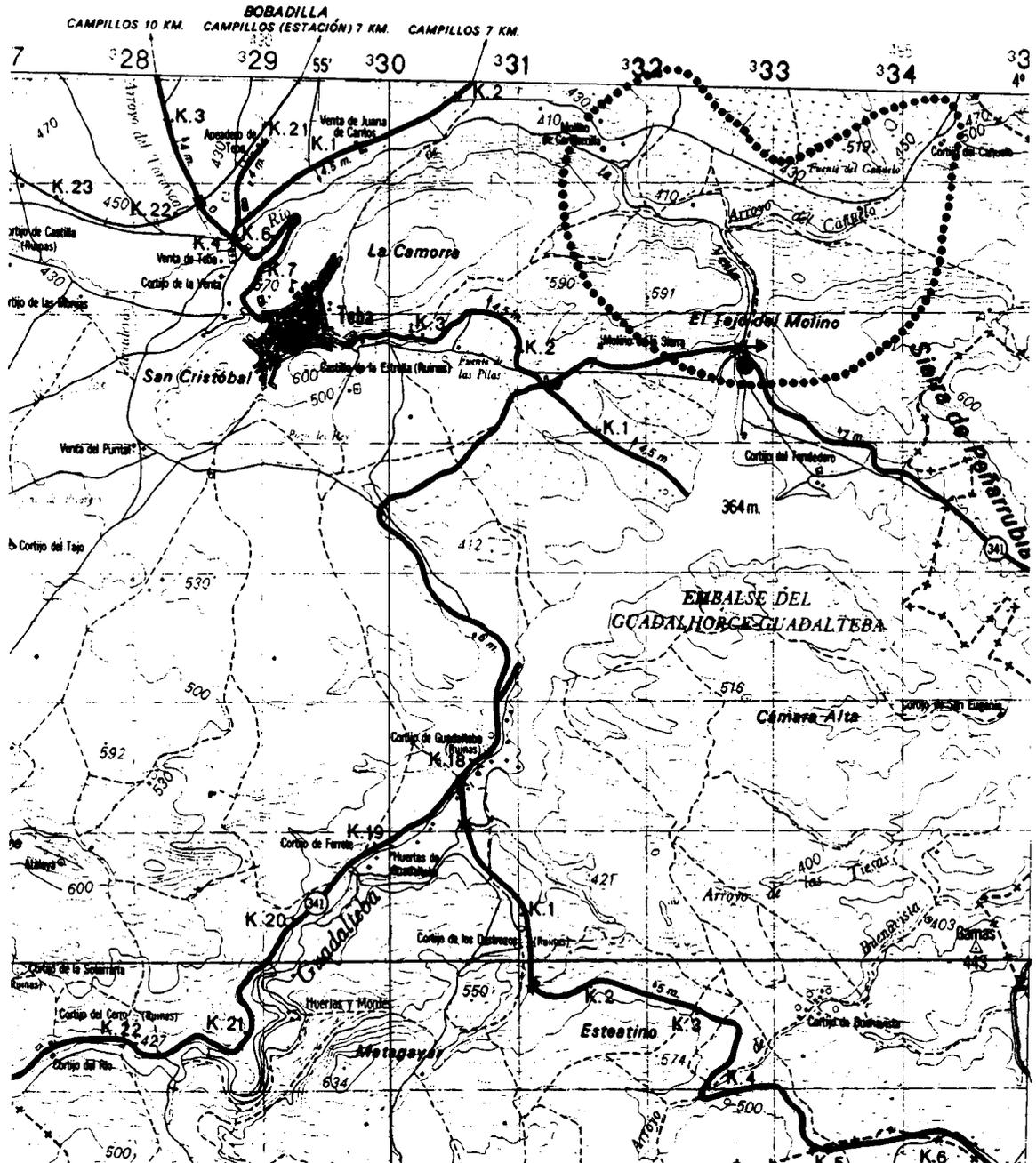
ESCALA - 1:50.000

CORTE GEOLOGICO



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

TORROX



ESCALA-1: 50.000

MANANTIAL DE FUENCALIENTE (CAÑETE LA REAL)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Fuencaliente se encuentra situado en la cabecera del arroyo del mismo nombre, en el término municipal de Cañete la Real, al Sur del casco urbano y próximo al mismo. Está a unos 100 metros al Oeste del punto kilométrico 6 de la carretera local que une la población de Almargen con la carretera comarcal C-341.

Se accede al manantial a través de un camino que parte de la carretera anteriormente citada.

Se sitúa dentro de la hoja topográfica del Mapa Topográfico Nacional escala 1:50.000 nº 1543 (1037) siendo las coordenadas UTM del punto las siguientes: X = 319550 e Y = 4090650 y su cota 670 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El manantial de Fuencaliente, también denominado como "Lavadero de Cañete", es conocido desde antiguo, no obstante, éste, no figura en ningún archivo o relación conocidos referentes aguas minero-medicinales, minero-industriales o de bebida envasadas.

Los primeros datos se obtienen en Enero de 1978, al realizar ADARO para el ITGE, un inventario de puntos de agua, en la Investigación de Aguas Subterráneas de las cuencas del Sur (Sector Occidental), pasando el manantial a formar parte de la red de control de calidad de las aguas subterráneas de la cuenca Sur hasta 1981, año en el que se incluye en la red hidrométrica.

Actualmente las aguas del manantial de Fuencaliente son de empleo público para su uso en riegos próximos.

No se citan propiedades medicinales de las aguas del manantial, pero su temperatura templada fue motivo para que se construyera una rústica piscina empleada anteriormente como balsa de baños y lavadero del que se beneficiaban los habitantes de Cañete la Real.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El manantial de Fuencaliente se encuentra situado, desde el punto de vista geológico, en una Unidad compleja denominada Sierra de Cañete. Se caracteriza por la superposición de dos unidades alóctonas, que según Cruz Sanjulián (1974), los materiales de la unidad alóctona superior corresponden al Subbético Ultrainterno y los materiales de la unidad aloctona inferior al Complejo Supranumídico.

Ambas unidades descansan mecánicamente sobre los materiales del Subbético Interno los cuales afloran en ventana tectónica en el centro Este de la estructura. Las zonas mas deprimidas están ocupadas por materiales cretácicos paleógenos. Este conjunto está rodeado por un amplio cinturón dolo-mítico que da lugar a la mayor parte de los afloramientos

carbonatados del Subbético ultrainterno en uno de los cuales emerge el manantial de Fuencaliente.

El Subbético Interno aflorante al Sur de Cañete está representado, de muro a techo, por las siguientes formaciones:

- Una secuencia jurásica completamente caliza cuyo espesor medio es de 500 metros.
- Sobre las calizas jurásicas afloran niveles de margo calizas y calizas margosas de colores predominantemente blancos y rosados, son las denominadas "capas rojas". Su potencia es del orden de los 170 metros y su edad está comprendida desde el Cenomanense al Eoceno.

En el edificio estructural que constituye la Sierra de Cañete, sobre el Subbético Interno se encuentra el Complejo Supranumídico el cual es aloctono sobre el Subbético Interno. En este complejo se encuentran representados materiales desde el Cretácico hasta el Oligoceno superior. Litológicamente predominan los niveles arcillosos con intercalaciones poco potentes de calizas, arenisca, conglomerados, etc. Es difícil estimar la potencia de esta Unidad, puede llegar a varios cientos de metros.

Finalmente en el techo del complejo estructural aflora un potente paquete de hasta 1.000 metros de espesor, al que sigue hacia el techo unos 200 metros de calizas, para terminar en 100 metros de margo calizas silíceas. La edad del conjunto es atribuible desde el Trias sup? - Lias inferior? al Dogger. Esta Unidad aloctona es la denominada de Mojon Gordo

- Sierra del Cañete correspondiente al Dominio Subbético ultrainterno (Cruz - San Julián, 1976).

2.1.- TECTONICA

Se han definido dos unidades alóctonas, la de Mojon Gordo - Sierra de Cañete constituida por dolomías y la arcillosa del Complejo Supranumídico, las cuales se encuentran superpuestas mecánicamente sobre los materiales del Subbético Interno, aflorantes en la zona central del sistema y que forman la ventana tectónica de Cañete. El rasgo tectónico más destacable es la de presentar una serie de escamas, vergentes al NO, con una dirección coincidente con la del contacto entre las dos unidades.

La estructura de la unidad alóctona superior o de Mojon Gordo - Cañete es la de un antiforme en cuyo núcleo afloran los materiales de la unidad infrayacente.

El borde oriental se resuelve en un sinclinal que al NE de Cañete está volcado hacia el Oeste. El contacto con el Supranumídico es, en los bordes oriental y occidental, muy vertical en el primero originando un contraste en el relieve de ese área, mientras que en el segundo este contraste está menos acentuado.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Como se ha comentado en el capítulo anterior la Unidad de la Sierra del Cañete se caracteriza por la existencia de varias unidades tectónicamente superpuestas, constituyendo una estructura antiforme. En su núcleo afloran materiales del

Subbético Interno, en ventana tectónica que dan lugar a los relieves carbonatados del Padrastro y el Padrastrillo. Sobre ella descansan formaciones margosas del Cretáceo: Todo este conjunto es rodeado por un cinturón calizo-dolomítico Jurásico del Subbético Ultrainterno de más de 1.000 metros de espesor.

Este dispositivo estructural de dos formaciones carbonatadas superpuestas y separadas por otra de carácter margoso da lugar a la existencia de dos acuíferos incomunicados. En los sectores marginales la Unidad Carbonatada superior está en conexión hidrogeológica con formaciones permeables del Mioceno y Cuaternario.

La Unidad hidrogeológica superior descarga en su borde oriental por numerosos manantiales de pequeño caudal, entre los que se incluyen el manantial de Fuencaliente, además de Valparaiso (también de carácter termal) y Fuentepeones, etc. En su borde Norte, descargan otro grupo de manantiales con un caudal conjunto próximo a los 50 l/s igual ocurre en el borde occidental, con un caudal conjunto de 65 l/s.

El sistema hidrogeológico alojado en la formación carbonatada inferior aflorante en el núcleo de la Sierra (Padrastro-Padrastrillo) es drenada por varios manantiales de escaso caudal.

La alimentación de estos acuíferos se produce exclusivamente por la precipitación sobre sus afloramientos mientras que la descarga tiene lugar de modo natural a través de manantiales situados en los bordes del sistema y mediante un flujo subterráneo hacia las formaciones permeables miocenas y cuaternarias.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada-clorurada cálcica-sódica de conductividad moderada ($755 \mu\text{S}/\text{cm}$), $\text{pH}_{\text{campo}} = 7,42$ y $20,8^\circ\text{C}$.

Según se indica en el apartado precedente, el manantial está inequívocamente asociado a materiales carbonatados-calizas y/o dolomías-. Los diagramas de saturación respecto a calcita y dolomita (fig. 1) confirman esta tesis, puesto que en ambos casos se aprecia una situación de equilibrio (relación $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} / \text{Ca}^{2+} = 1$). Sin embargo, el análisis pone de manifiesto un factor adicional: la presencia de un importante contenido de Cl^- y Na^+ , cuyo origen se atribuye a procesos de disolución de facies evaporíticas fundamentalmente de tipo halita, dado el escaso contenido en sulfatos. Precisamente este último factor puede ser la causa de que la influencia evaporítica no altere el equilibrio en medio carbonatado, que si se vería perturbado por un exceso de calcio si la facies disuelta fuese yeso o anhidrita.

El análisis de elementos traza pone de manifiesto concentraciones apreciables de algunos de ellos, que en principio cabe suponer de origen natural. En concreto se trata de los siguientes:

Zn	880	$\mu\text{g}/\text{l}$
Pb	44	"
Cr	18	"
Mn	18	"
As	6	"

No se dispone de análisis químicos de este manantial anteriores al aquí presentado, por lo que no puede determinarse la evolución temporal del agua.

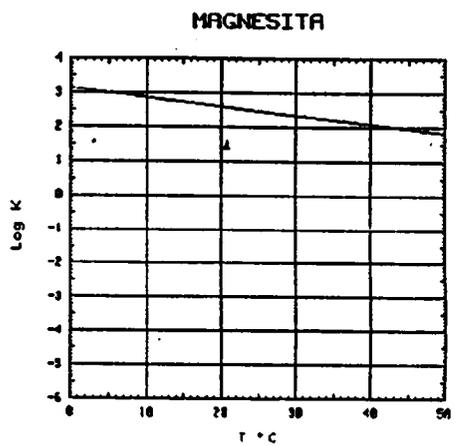
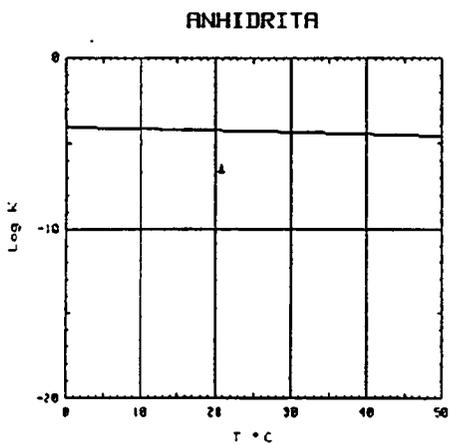
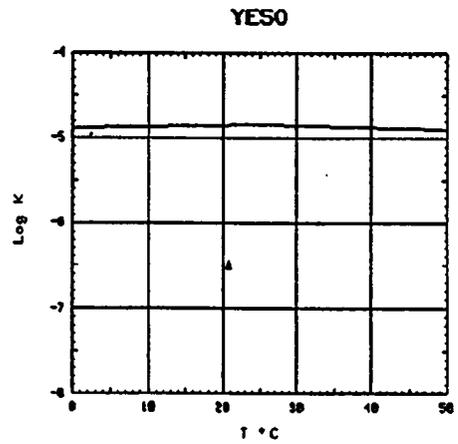
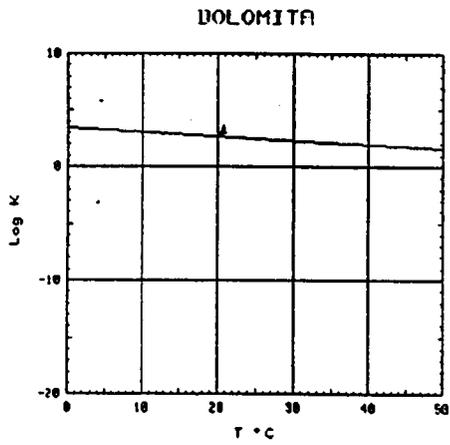
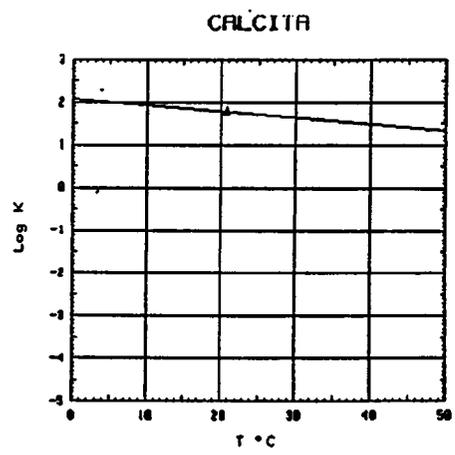
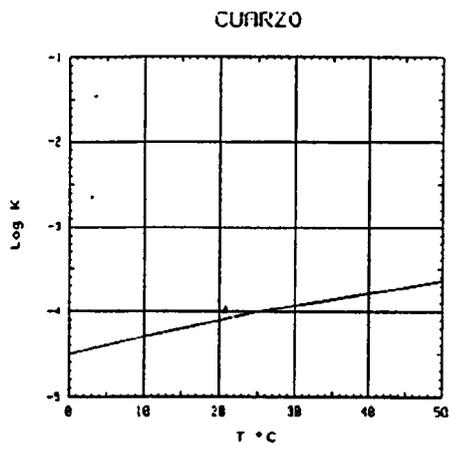


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL DE FUENCALIENTE

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: MANANTIAL DE FUENCALIENTE
 FECHA:

TEMPERATURA (°C): 20.8 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 755
 pH a 20°C: 7.42 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 311
 pH a 18°C: 7.70 Eh campo (mV): 180

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	275.00	4.507	4.507	45.91
CO3=	-	-	-	-
SO4=	35.00	.364	.729	7.42
Cl-	158.00	4.457	4.457	45.40
F-	<5.0E-1	.026	.026	.27
NO3-	6.00	.097	.097	.99
SiO2 (H4SiO4)	7.2	.120	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.040	0.000	.001	.01
TOTAL....	481.750	9.572	9.818	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	90.00	3.915	3.915	38.22
K+	2.00	.051	.051	.50
Ca++	86.00	2.146	4.291	41.89
Mg++	23.00	.946	1.892	18.47
Fe++	.040	.001	.001	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.07
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.54
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.018	0.000	.001	.01
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	.880	.013	.027	.26
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	202.592	7.100	10.243	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >Cl- >SO4= >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Na+ >Mg++ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA CLORURADA -- CALCICA SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.050	Cl/Na =	1.138	(SO4*Ca)^1/2 =	1.768
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.729	Cl/(Na+K) =	1.124	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.628
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	4.434	SO4/Ca =	.170	Mg/Ca =	.441
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.847	SO4/(Ca+Mg) =	.118	Cl/CO3H =	.989

ARCHIVO EN DISCO: MMM19 (AMA5-19)

	ppm
R.S. 110°C	441
D.Q.O.	0,4
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,018
As	0,006
Se	-
Hg	-

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

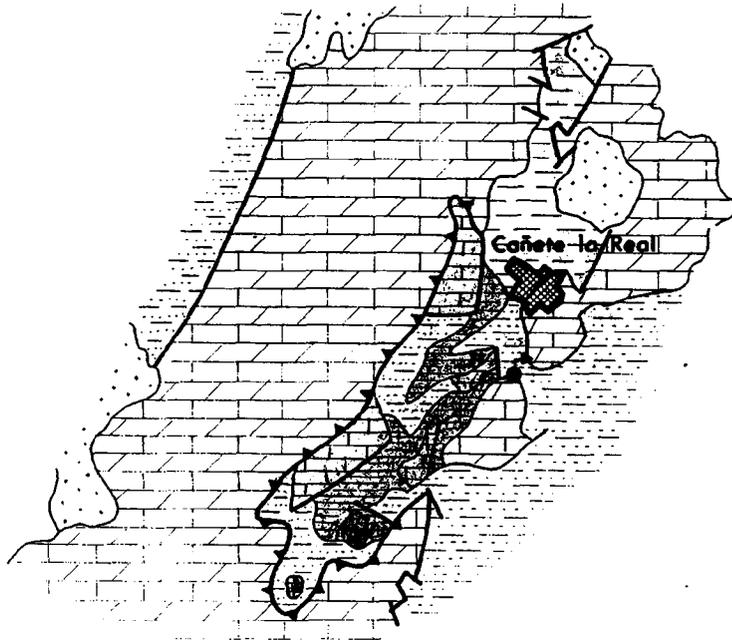
Se propone un área de protección para el manantial de Fuencaliente que viene condicionada por un lado al grupo de afloramientos carbonatados de la Unidad Hidrogeológica Superior en su sector oriental, y por otro se incluye al núcleo de Cañete la Real, por su proximidad al manantial y constituir un posible foco de contaminación.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- **FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO DE LA SIERRA DE CAÑETE (MALAGA). BASES Y PROPUESTAS PARA UN ESTUDIO.** Cruz Sanjuán J. Acta Geológica Hispánica, 1976.
- **INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA DE LAS CUENCAS SUR DE ESPAÑA (Sector Occidental).** Informe técnico nº 4. Sistemas acuíferos nº 35 y nº 36. IGME 1983.
- **MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1:50.000 nº 1037 (Teba).** MAGNA-ITGE. Sin publicar.
- **ATLAS HIDROGEOLOGICO DE LA PROVINCIA DE MALAGA.** Diputación de Málaga.

FUENCALIENTE (CAÑETE LA REAL)

PLANO GEOLOGICO



F. POSTOROGENICAS

 Areniscas calcareas y travertinos MIOCENO-PLIOCENO

SUBBETICO ULTRAINTERNO

 Dolomias y calizas JURASICO-TRIASICO ?

UNIDAD DE PATERNA

 Arcillas y areniscas PALEOGENO

SUBBETICO INTERNO

 Capas rojas CRETACICO

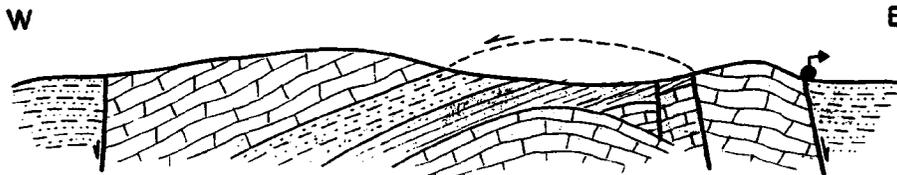
 Calizas JURASICO

ESCALA-1:50.000

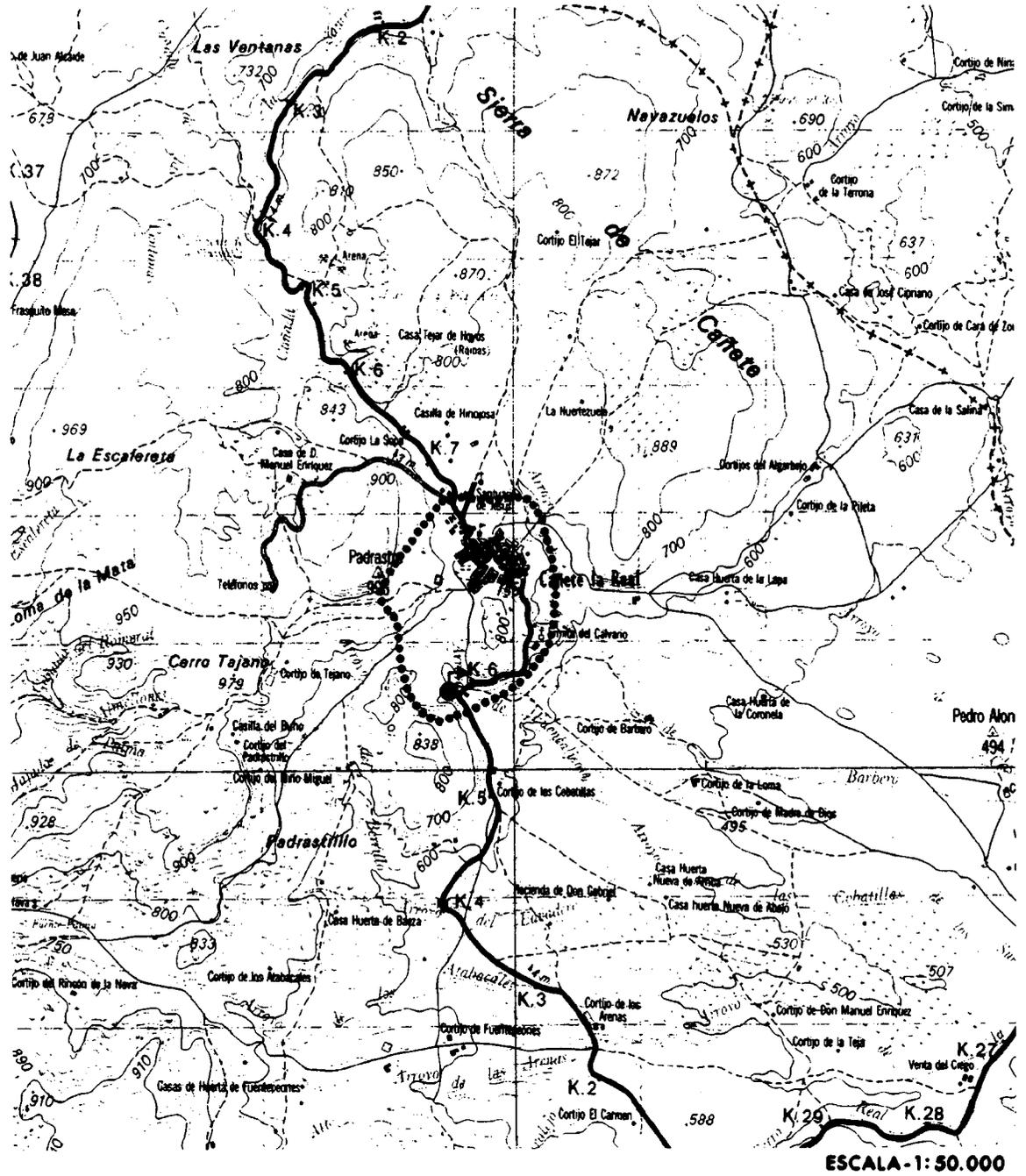
318.550

320.550

CORTE GEOLOGICO



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION FUENCALIENTE



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL VALLE DE NIZA (VELEZ MALAGA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Valle de Niza se encuentra situado en la zona costera-oriental de la provincia de Málaga. Su acceso se realiza a través de la carretera Nacional 340 Málaga-Almería, con desvío en el km 270,5, por el arroyo de Las Canteras, y a solo unos 500 m de la línea de costa. Este arroyo, de unos 2 km de longitud arranca su zona de cabecera desde el Grupo de Cortijadas de Almayate Alto, surcando entre la serie paleozoica malaguide hasta el mar. Dista aproximadamente unos 26 km de la capital de Málaga.

Se ubica dentro de la hoja topográfica nº 18-44 (Velez Málaga), a escala 1/50.000, con coordenadas UTM: X = 396950 e Y = 4065450, siendo su cota de 25 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Bajo el nombre genérico de "manantial de Valle de Niza" se conoce a un grupo de tres pozos de gran diámetro que abastecían a una planta de agua envasada y que actualmente se encuentra abandonada y fuera de uso desde hace aproximadamente unos 20 años. Se comercializaba principalmente en Málaga y provincia.

Un primer pozo se encuentra dentro de la planta de embotellar, encontrándose cerrada. Un segundo pozo tiene una caseta cerrada, sin acceso al mismo y un tercer pozo situado a unos 30 metros de este último, aguas arriba en el cauce del mismo barranco, o arroyo de Las Canteras. Tiene un diámetro de 2 m, con un nivel libre a unos 5 m de profundidad, sin instalar.

Por primera vez aparece este "manantial" en las relaciones de peticiones de solicitud de agua de envasado en el archivo del ITGE (antes IGME) de 1959, y en la Jefatura Provincial de Minas de Málaga, sólo se ha encontrado un dato manuscrito, sin fecha, con una producción diaria de la planta de 4.800 l/día, con un valor de venta de 1 pts/litro, y que se adjunta en la ficha encuesta correspondiente, así se desconoce la fecha de autorización de envasado y la fecha de cierre de las mismas.

Actualmente no figura en la relación de expedientes abiertos en la Jefatura de Minas, y su propietario, de información oral no piensa en volver a su explotación.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico Valle de Niza se enmarca dentro del dominio del Complejo Malaguide que representa el dominio más alto dentro de la diferenciación en el Sistema Bético (Nevado Filábride, Alpujárride y Malaguide), y que ocupa, una gran banda E-O en la mitad Sur de la provincia de Málaga. Conviene resaltar aquí, por su representatividad a escala regional, la presencia de una unidad llamada de Benamocarra, que se sitúa entre el Alpujárride y Malaguide y que su situación en uno u otro complejo es motivo de duda.

La complejidad estratigráfica que presenta el Malaguide es grande, y se ve además exacerbada en su comprensión por el intenso plegamiento de las series. Esquemáticamente se pueden separar dos conjuntos estratigráficos de categoría y evolución bien diferentes. Uno inferior con metamorfismo regional débil, con series dotadas como paleozoicas en las partes altas y otra superior sin metamorfismo alguno, que se apoya discordantemente sobre el anterior y que comprende una edad desde el Permotrias al Eoceno. Esquemáticamente se han diferenciado los siguientes términos de muro a techo:

- Filitas inferiores, metareniscas y conglomerados de cuarzo. Para el conjunto de esta formación se ha estimado una potencia de 500 m, está limitada por contactos mecánicos, lo cual hace variable su potencia, atribuyéndosele una edad presilúrica ya que se trata de una serie azoica. Hay que destacar en este paquete la existencia de numerosos diques de diabasas, generalmente subverticales y de escasa potencia.
- Calizas, filitas y grauvacas. Se trata de las llamadas calizas azules o calizas "alabeadas", con intercalaciones de filitas y areniscas. La potencia mínima es del orden de 400 metros y su edad ha sido determinada a partir de los conodontos en niveles carbonatados superiores. En conjunto se le atribuye a toda la formación una edad silúrica. Son menos frecuentes aquí los diques de diabasas.
- Grauvacas, filitas y conglomerados poligénicos. Esta serie de conglomerados o sus equivalentes, fueron descritos por Blumenthal con el nombre de "conglomerado de Marbella" y que generalmente ocupa una posi-

ción hacia el techo. Se estima al menos una potencia mínima de 300 m y su edad abarca desde el Devónico al Carbonífero.

Conjunto Superior

- Areniscas, conglomerados, arcillas y yesos. Representan a facies de carácter marcadamente continental de tonos muy rojos. La potencia en todo el conjunto es muy variable y puede alcanzar los 150 m y se le atribuye una edad permotriásica.
- Dolomías y calizas blancas. En conjunto alcanzan espesores que pueden sobrepasar los 100 metros y la edad comprende desde el Lías al Cretáceo.
- Calizas y margas. Corresponden al Eoceno y su potencia máxima es de unos 50 metros.

Al SO de Vélez Málaga el Complejo Maláquide comprende dos unidades, la más septentrional es la Unidad de Iznate, constituida exclusivamente por materiales esquistosos atribuibles al Silúrico y la más meridional Unidad de Almayate con una sucesión más completa.

- Esquistos de la Unidad de Benamocarra

Esta unidad aflora extensamente en el área de Vélez Málaga, formada por micasquistos y cuarzo-esquistos azulados y grises muy oscuros, encajando en la serie abundantes diques de rocas maficas muy alteradas.

Algunos autores consideran que la Unidad de Benamocarra podría ser un elemento más alto dentro del Complejo Alpujárride, con un menor grado de metamorfismo. Su edad se atribuye al Paleozoico.

Los sedimentos postmanto, atribuidos al Mioceno y Plioceno están representados por una serie de afloramientos que se sitúan en la llanura costera rellenando la Hoya de Málaga. Son sedimentos marinos con abundante fauna de edad Andaluciense-Plioceno. Litológicamente se pueden distinguir arcillas y/o margas, arenas y conglomerados. Las arcillas se sitúan en la base y las areniscas a techo, mientras que los conglomerados es una facies típica de borde.

Finalmente el Cuaternario que está ampliamente desarrollado en la llamada Hoya de Málaga, por su origen se distinguen cuaternarios marinos y continentales, destacando los depósitos aluviales que se desarrollan en las ramblas que drenan los Montes de Málaga y especialmente en el bajo Guadalhorce.

2.1.- TECTONICA

El apilamiento de mantos de corrimiento constituye el edificio estructural del dominio bético, Complejo Nevado-Filábride, Alpujárride y Maláquide, a escala regional. Dentro del Complejo Maláquide, existen además otras superficies tectónicas, prácticamente cualquier cambio de litología a la escala de formación se expresa aquí por contacto mecánico.

Las deformaciones internas del Maláquide definen tres fases: Una primera responsable de esquistosidad o pizarrosidad S_1 más potente. Otra que produce pliegues isoclinales apretados siendo paralelos a S_1 , se observan fundamentalmente

en las calizas alabeadas. Finalmente una tercera fase responsable del alabeo de las calizas.

Existen datos que evidencian que la actividad tectónica ha proseguido después del apilamiento de mantos, reflejados en los siguientes hechos: superficies tectónicas que individualizan los mantos y escamas se encuentran plegadas, definición de un plegamento de gran radio de dirección N-S, presencia de series pliocenas marinas a cotas muy diversas (hasta 100 m) con buzamiento constante al Sur y finalmente las playas antiguas señalan que la línea de costa ha sufrido variaciones verticales según curvaturas de gran radio.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS MANANTIALES

En los materiales paleozoicos maláquides, son frecuentes las manifestaciones de manantiales de débiles caudales, o de pozos generalmente de poca profundidad, como los que aquí nos ocupa, y que a nivel local pueden tener su importancia y solucionar más de un problema de abastecimiento o de regadío, pero sin embargo, en un principio se escapan del esquema clásico del modelo de acuífero establecido, bien en la provincia de Málaga, o en otras limítrofes. Se trata de materiales que en conjunto se comportan como materiales de baja permeabilidad, por ser series "apizarradas" no dejando almacenar agua en su contexto, solamente la presencia de niveles calizos, lentejones cuarcíticos, diques de cuarzo o de diabasa, aparte de una mayor fracturación, diaclasamiento o alteración de estas series permiten la circulación de agua según unas direcciones preferentes originando estos tipos de surgencias o captaciones.

Por otro lado el desarrollo de suelos sobre la superficie, de estas series pizarrosas, y la acumulación de mate-

riales sueltos en el fondo de valles pueden originar reservas de mayor o menor magnitud, dando lugar a pequeños acuíferos que pueden ser captados en los puntos de más baja cota, dependiendo además de su cuenca de recepción.

La presencia además de numerosas redes de diques, sobre todo en las series basales del Complejo Maláquide, con delgadas zonas de alteración en la pared con la roca de caja facilitan la circulación del agua subterránea hacia zona más bajas, tanto lateral como verticalmente.

En Valle Niza, los pozos que abastecían a la planta se encuentran en el cauce del arroyo de Las Canteras, dentro de la serie de pizarras y grauvacas paleozoicas con diques de diabasa, que cruzan la serie y que se observan a lo largo del barranco, donde además existe una acumulación de material suelto (tipo grava, gravilla y arena), de algunos metros de espesor. El nivel libre se encuentra a unos 4-5 metros de profundidad, siendo su caudal desconocido.

El hecho de circular el agua a través de materiales poco solubles origina aguas poco cargadas en sales, ya que además la circulación de las mismas es somera, no alcanzando grandes profundidades, por lo que en principio se trata de aguas de conductividades bajas.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada-clorurada magnésica-sódica de mineralización moderada (1150 uS/cm). Las determinaciones en campo de pH y Eh ofrecen valores de 7,42 y 120 mV respectivamente.

Los diagramas de saturación de la fig. 1 ponen de manifiesto la ausencia de equilibrio con la totalidad de las especies representadas: sobresaturación respecto a cuarzo, calcita y dolomita y subsaturación respecto a yeso, anhidrita y magnesita. Tal situación es obviamente consecuencia del modelo geológico en que se inscribe la surgencia, asociada a los materiales paleozoicos maláguides. Atendiendo exclusivamente a la mineralización del agua, ésta no puede calificarse estrictamente como de origen somero; sin embargo hay que señalar que la relativamente alta concentración en iones Cl^- y Na^+ -presuntamente aportados por disolución de materiales muy solubles tipo evaporítico- podría incrementar el contenido salino sin que necesariamente el tiempo de tránsito fuese muy elevado.

Entre los compuestos minoritarios y elementos traza cabe destacar el contenido en fluor de la muestra: 1,1 mg/l, así como cierta presencia de plomo y manganeso (0,017 y 0,018 mg/l respectivamente).

Sólamente se dispone de un análisis de este manantial (1991), por lo que no resulta posible estudiar su evolución temporal.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para los pozos de Valle Niza, que vendría condicionada a la distribución y morfología de los cursos de agua superficial, que incidirán de una forma prioritaria en la alimentación de dichos pozos: y según se muestra en la figura, se ha pretendido envolver el entorno de los arroyos que desde cabecera discurren por los materiales esquistosos hasta el mar, incluyendo también los

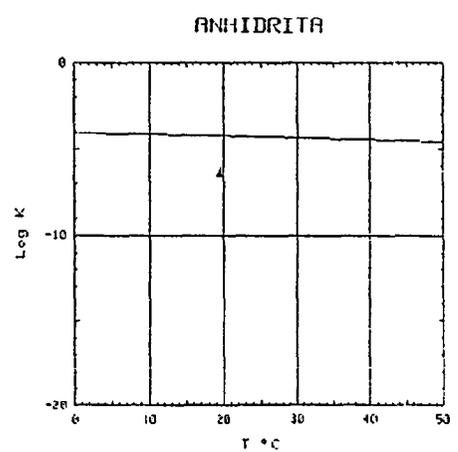
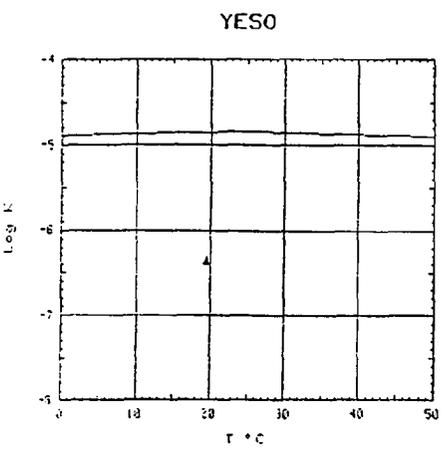
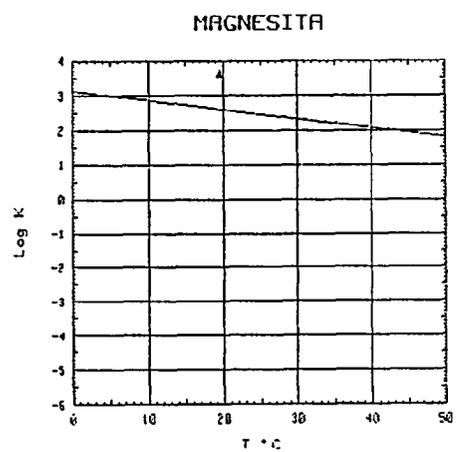
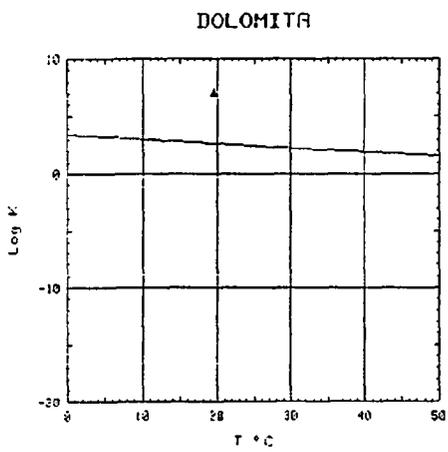
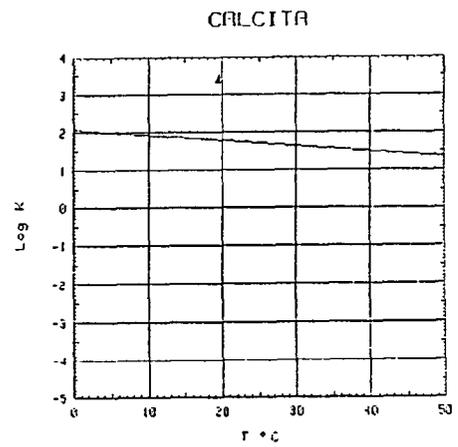
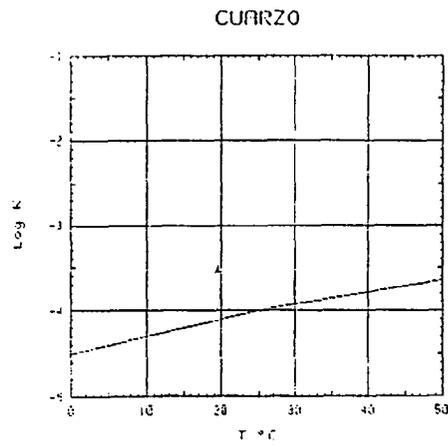


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL VALLE NIZA

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: MANANTIAL VALLE DE NIZA
 FECHA:

TEMPERATURA (°C):	19.5	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	1150
pH a 19°C:	7.42	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	302
pH a 18°C:	8.60	Eh campo (mV):	120

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
HCO3-	176.00	2.885	2.885	32.00
CO3=	17.00	.283	.567	6.28
SO4=	95.00	.989	1.978	21.94
Cl-	113.00	3.188	3.188	35.36
F-	1.100	.058	.058	.64
NO3-	21.00	.339	.339	3.76
SiO2(H4SiO4)	20.9	.348	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	444.060	8.090	9.015	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
Na+	63.00	2.741	2.741	31.03
K+	1.00	.026	.026	.29
Ca++	46.00	1.148	2.295	25.99
Mg++	45.00	1.851	3.702	41.92
Fe++	.010	0.000	0.000	0.00
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.08
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.63
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.018	0.000	.001	.01
Pb	0.017	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	155.705	5.793	8.831	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >Cl- >SO4= >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Mg++ >Na+ >Ca++ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA CLORURADA -- MAGNESICA SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.504	Cl/Na =	1.163	(SO4*Ca) ^{1/2} =	2.131
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.575	Cl/(Na+K) =	1.152	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.021
((CO3H) ² *Ca) ^{1/3} =	2.673	SO4/Ca =	.862	Mg/Ca =	1.613
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.905	SO4/(Ca+Mg) =	.330	Cl/CO3H =	1.105

ARCHIVO EN DISCO: MMM5 (AMA5-35)

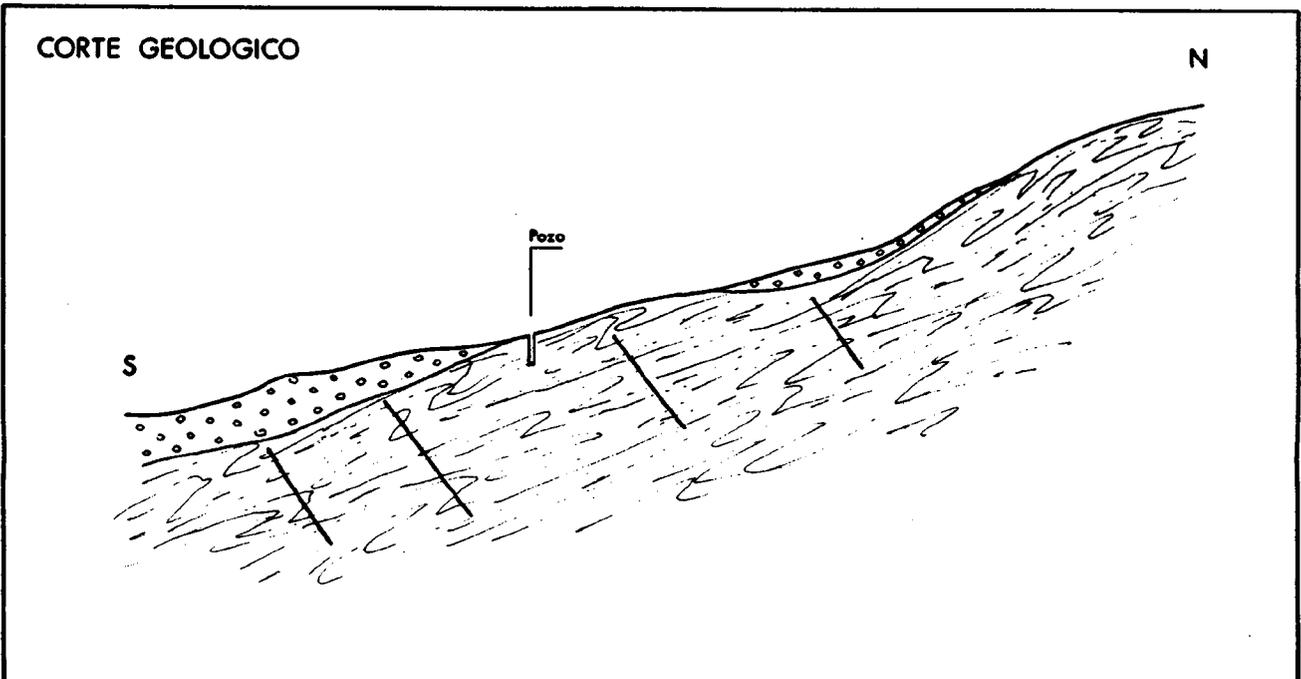
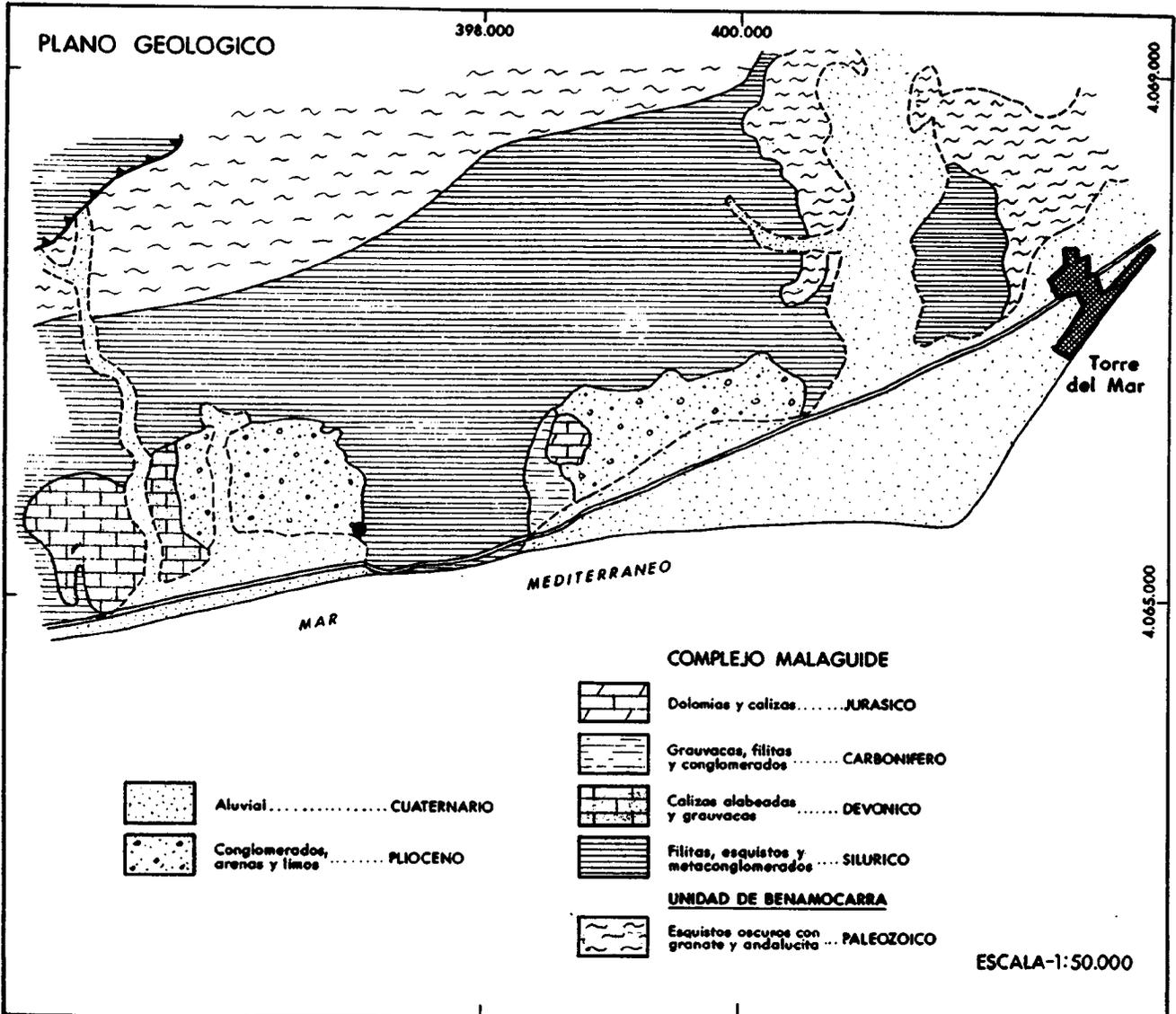
	ppm
R.S. 110°C	724
D.Q.O.	1,3
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

afloramientos de conglomerados terciarios que pueden servir de alimentación a los pozos de Valle Niza.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 1054 (Vélez Málaga). MAGNA-ITGE.
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 1053/67 (Málaga, Torremolinos). MAGNA-ITGE.

VALLE NIZA (VELEZ MALAGA)



MONTE DEL DUQUE (CASARES)

(MANANTIALES EL SAUCILLO Y EL PLATANILLO)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Los manantiales de El Saucillo y El Platanillo, están ubicados al igual que los manantiales de Los Baños del Duque y Fuente Santa (objeto de otro informe) en la finca denominada "Monte del Duque", en el término municipal de Casares. El caudal de ambos manantiales se observa conjuntamente muy bien en la unión de ambos barrancos, en el cruce con la pista forestal a los Baños del Duque.

Su acceso se realiza desde el núcleo de Casares a través de la citada pista en dirección Norte hacia Majada Madrid, con un recorrido de unos 15 km hasta los manantiales. La distancia a los Baños del Duque es de unos 5 km.

Se localizan dentro de la hoja topográfica nº 14-46 de Jimena de la Frontera a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 298975 e Y = 4040375. La cota topográfica de Saucillo es de 580 m.s.n.m. y Platanillo de 560 m.s.n.m.

Existen además otros manantiales dentro de la demarcación de la Hacienda. Entre otros se visitó en el barranco de La Concha o Cuesta un manantial con un caudal de 8 l/s (Mayo 1990), y junto a él otro pequeño manantial de agua sulfhídrica que le llaman comunmente "agua mineral".

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Desde 1983 Corcho del Duque, S.A. actual propietaria de La Hacienda Monte del Duque, comenzó una investigación hidrogeológica, con objeto de conocer sus recursos hídricos, calidad química de sus manantiales y posibilidades de montar una planta de embotellado de agua mineral en terrenos de su propiedad. Una vez finalizada esta etapa se seleccionaron dos manantiales (Saucillo y Platanillo) y se inició el expediente para lograr las correspondientes autorizaciones administrativas para su explotación bajo la firma Agua del Monte del Duque, S.A. en constitución.

Ya en Enero de 1962, los entonces propietarios de la finca Monte del Duque, D. José Viegas Valagao y D. Francisco Porta Santasusagna, solicitaron la concesión de agua minero-medicinal en Monte del Duque, y según el acta de Policía Minera el manantial se ubicaba en Majadilla de Ferias, a unos 1.000 m. al SE de la casa principal de la finca, acompañando un informe con análisis químico del Dr. Casares, de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Madrid.

En expediente de la Dirección General de Minas de fecha 30 de Mayo de 1963, se resuelve favorablemente la solicitud de declaración de agua minero-medicinal del manantial "Monte del Duque", (tras informe realizado por el IGME en noviembre de 1962).

Posteriormente transcurren 22 años sin información acerca de la evolución de esta concesión y en Octubre de 1985, el Sr. James Stewart, en representación de Aguas del Monte del Duque, S.A. solicita la autorización como aguas de manantial envasadas, los manantiales de Saucillo, Platanillo, La Cancha y Los Baños. Un año más tarde (Julio 1986) D. Ra-

fael Cabanas en representación de Aguas de Monte del Duque, vuelve a solicitar la declaración de aguas minerales para el Platanillo y Saucillo, anulando la solicitud anterior, y tras el envío de las muestras correspondientes para su análisis, el ITGE informa favorablemente (21-1-87).

En el BOJA nº 66 de 28 de Julio de 1987, se publica la solicitud de la declaración de condición de mineral de los manantiales El Saucillo y El Platanillo, así como las coordenadas del polígono de protección pedido en informe de 30 Noviembre de 1987, la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía resuelve declarar como minerales las aguas de los manantiales solicitados, y su aprovechamiento con un caudal máximo de 10 l/s, así como el perímetro de 9 cuadrículas solicitado.

Existe un informe geológico, hidrogeológico y características de la planta de envasado, firmado por el geólogo D. Rafael Cabanas, febrero de 1987.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

En el área del entorno más próximo a los manantiales de Monte del Duque, los materiales directamente relacionados con ellos están representados por las rocas peridotíticas del complejo ultrabásico de Sierra Bermeja, materiales gneísicos del Complejo Alpujárride y cerrando el entorno el Complejo Malquide.

El Complejo ultrabásico de rocas peridotíticas, corresponde a parte del flanco NO del gran macizo de Sierra Bermeja. Desde el punto de vista morfológico este macizo es un antiforme que tiene plegamiento cilíndrico, en su parte occidental e incluso isoclinal, presentando un bandeado que

suele seguir un paralelismo al borde en el cierre "periclinal" del sector occidental, mientras que en otras áreas se suele estrellar contra la roca de caja.

La composición petrológica muestra una fuerte variedad análoga o mayor que la de los demás macizos peridotíticos conocidos. Están representadas las dunitas, piroxenitas, harzburgitas, lertzolitas, werlitas y serpentinitas.

En cuanto a los contactos entre los ultrabásicos y las rocas de caja se pueden definir dos tipos perfectamente diferenciados, el magmático y el tectónico. El primero aparece siempre que se encuentra la facies de borde, y como característica más significativa aparece el bandeo de la roca básica concordante en dirección y buzamiento con los gneises de la roca de caja. El contacto tectónico más claramente observado se encuentra en aquellos puntos en que la serie sin metamorfismo del Bético de Málaga se pone en contacto con la roca ultrabásica.

El Complejo Alpujárride, está representado en su base, área más interna de la aureola de metamorfismo con la roca peridotítica, por unos gneises de grano grueso (granoblastitas), con foliación gneisica muy marcada en diversas tonalidades grises o con bandeo gris y blanco. Entre los minerales reconocibles a simple vista destaca sobre todo el granate que puede alcanzar tamaño de hasta varios centímetros. Se les llama localmente como gneis de Baños del Duque.

En contacto gradual hacia techo se pasa a una potente sucesión en la que alternan micasquitos negros y oscuros, frecuentemente grafitosos con niveles cuarcíticos también muy oscuros. El conjunto ofrece un aspecto masivo. La secuencia continúa con esquistos grises oscuros con estauroлита y gra-

nate, con intercalaciones cuarcíticas, esquistos de grano fino, cuarcitas y cuarzo-esquistos blancos, llamados también cuarcitas de Benarrabá, terminando la serie paleozoica con la formación de filitas con clorita. Para toda la serie paleozoica se ha estimado una potencia próxima a los 4.000 m, quedando reducida a la mitad en la transversal de Casares.

El Complejo Maláquide. En este conjunto se puede diferenciar una sucesión litológica que descansa sobre el Complejo Alpujárride y es cabalgada por unidades frecuentemente escamadas correspondientes al llamado Complejo Dorsaliano.

Los términos paleozoicos están representados por filitas, cuarzo filitas, metagrauvas y microconglomerados atribuidos al Silúrico. Niveles de calizas alabeadas con una potencia próxima a los 100 metros de edad Silúrica-Devónico y paquetes de grauvas pardas y conglomerados y pizarras que alcanzan hasta el Carbonífero.

Los términos Permotriásicos se componen de conglomerados poligénicos rojos, cuarcitas, areniscas y pelitas rojas con micas detríticas visibles y masas arcillosas abigarradas de distribución irregular. Pequeños asomos dolomíticos corresponde al Trias, mientras que los términos posttriásicos aparecen en el cerro del castillo de Gaucin, como dolomías cristalinas masivas y calizas oolíticas.

2.1.- TECTONICA

El emplazamiento de la mole de roca peridotítica en la región constituye una fuente de problemas ampliamente debatidos en la literatura local, los cuales se refieren tanto al origen de la masa ultramáfica como al mecanismo de emplazamiento y a la edad del mismo. Sin entrar en el detalle de las

diferentes hipótesis, se cree que el origen profundo es el más probable. Actualmente existen estudios gravimétricos sobre el macizo de Ronda en los que puede determinarse la forma del mismo como una columna de paredes subverticales que se sumerge en la corteza al menos 25 km (LOOMS 1972).

A escala regional los afloramientos de rocas ultrabásicas se sitúan en la zona axial de la estructura de la cordillera, en el sector considerado. Se trataría de una emisión rígida de tipo pluton diapirico, sinorogénico u orogénico tardio. La edad de la intrusión se admite en la bibliografía como variable entre posttriasica hasta miocena. Es un hecho claro el que las peridotitas cortan al manto alpujarride y desarrollan en él fenómenos de milonitización y de metamorfismo de contacto, hecho que no ocurre en el manto malaguide. En definitiva la intrusión se sitúa en el tiempo después del emplazamiento del Complejo Alpujarride y antes del Malaguide.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS MANANTIALES

Son numerosos los puntos de agua, en general de pequeño caudal, que se manifiestan a lo largo del contacto entre la roca peridotítica y los gneises alpujarrides que actúan de roca de caja, y entre los que se encuentran la mayor parte de los manantiales de La Hacienda Monte del Duque (Saucillo, Platanillo, Baños, etc.).

La roca peridotítica y en general las rocas plutónicas por su textura, presenta una escasa permeabilidad, a veces prácticamente nula cuando se presenta como una roca compacta y sin alterar, incapaz de formar un acuífero. Solamente si posteriormente actúan sobre ésta, fenómenos de tipo secundario, tales como el desarrollo de zonas de alteración (fluidos

hidrotermales, etc.), red de diaclasas, zonas de milonitización, y fracturación, pueden generar el desarrollo de "acuíferos" o más bien zonas de acumulación o vías de circulación de agua.

El principal recurso de los afloramientos peridotíticos lo constituye el agua de lluvia que al circular sobre su superficie pueda encontrar zonas más abiertas (redes de diaclasas, fracturas, discontinuidades, etc.) infiltrándose hacia zonas más profundas hasta encontrar áreas más cerradas impidiendo su paso tanto lateral como verticalmente, y si las condiciones topográficas son favorables puede permitir su alumbramiento al exterior. El hecho, a veces frecuente, de observar la presencia de gas en el manantial, en principio se puede deber a una comunicación a mayor profundidad posiblemente a través de una fractura, o zona de fractura.

Referente a los manantiales de Saucillo y Platanillo, en el informe hidrogeológico de febrero de 1987, se recoge una serie de aforos realizados en el período septiembre de 1984 y agosto de 1985, mediante la adecuación de unas canaletas en las que se recogía el agua de cada punto para su medición (en las campañas de enero y febrero, el agua desbordó la canaleta, impidiendo la medida), la relación es la siguiente:

<u>1984</u>	<u>Saucillo (Q l/s)</u>	<u>Platanillo (Q l/s)</u>
Septiembre	2,05	1,75
Octubre	1,56	1,43
Noviembre	9,97	17,23
Diciembre	9,88	14,59

<u>1985</u>	<u>Saucillo (Q l/s)</u>	<u>Platanillo (Q l/s)</u>
Enero	>30	>30
Febrero	28,95	>30
Marzo	6,9	7,82
Abril	4,46	10,97
Mayo	4,74	4,9
Junio	3,54	2,98
Julio	1,74	1,81
Agosto	1,04	1,31

En principio se observa una clara influencia de los períodos de lluvia con el aumento de caudal de los manantiales, obteniendo una rápida respuesta a la misma y en los períodos secos el caudal disminuye notablemente y de una manera igualmente rápida.

En la fecha de la visita (Marzo de 1990), se estimó un caudal en el barranco, correspondiendo a Saucillo de 15 l/s y a Platanillo de 20 l/s, aproximadamente.

Según el diagrama geoquímico para los dos manantiales en análisis de julio de 1985 se trata de aguas bicarbonatadas magnésicas.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

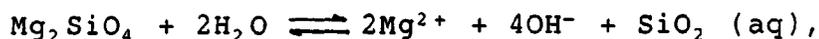
Debido a su gran proximidad, únicamente se recogió muestra de uno de los manantiales, concretamente de El Saucillo. Se trata de agua bicarbonatada magnésica de baja conductividad (304 μ S/cm), pH básico (8,52) y Eh = +276 mV.

Según los datos expuestos en el apartado precedente, el manantial presenta fuertes variaciones estacionales de

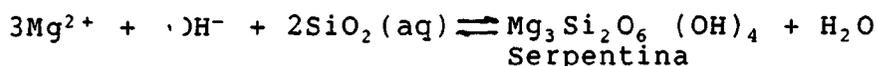
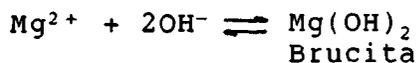
caudal así como una rápida respuesta a las precipitaciones. Obviamente estos datos apuntan a un escaso tiempo de residencia del agua, que resulta coherente con su baja mineralización.

Si bien se trata de aguas asociadas a rocas ultrabásicas, resulta evidente que sus características difieren de las que presentan las surgencias de pH elevado también ligadas a dichos materiales.. Un ejemplo claro de esta discrepancia es el del manantial Baños del Duque (pH = 11,4), situado tan solo a unos 2 km al Norte de El Saucillo, pero con una composición notablemente diferente, como se aprecia en el diagrama de Schoeller de la fig. 1.

Probablemente la justificación a esta diferente tipología de aguas en un medio aparentemente similar, radica en el tiempo de tránsito del agua. Partiendo del hecho de que, en líneas generales, los minerales que forman las rocas ultramáficas poseen una reactividad apreciable, en el caso de los Baños del Duque, el tiempo de contacto agua-roca es suficiente como para que se den reacciones de hidrólisis del tipo:



que serían las responsables de la elevación del pH. Asimismo, los bajos contenidos de Mg^{2+} y SiO_2 de este manantial, así como el estado de sobresaturación respecto a minerales secundarios como serpentina o brucita, son indicativos de que también llegan a darse reacciones de formación de estos últimos:



Sin embargo, en el caso del manantial de El Saucillo el tiempo de tránsito no es suficiente como para que dichos procesos alcancen tal grado de desarrollo. Su carácter magnésico evidencia que los procesos de alteración de los minerales ferromagnesianos se están produciendo (recuérdese su reactividad antes apuntada), y en consecuencia el pH (8,52) también se eleva si bien en menor medida que en el caso de Los Baños del Duque (11,4); en este último el CO₂ proveniente del agua de recarga se consumen en gran medida en la precipitación de carbonatos, lo que no ocurre en El Saucillo (110 mg/l HCO₃⁻ y 12 mg/l CO₃⁼).

Los diagramas de saturación de la fig. 2 evidencian una situación de sobresaturación respecto a carbonatos (calcita y magnesita), así como respecto al cuarzo. En relación con este último hay que señalar que, en efecto, el contenido en sílice -30,8 mg/l- es elevado, superior al que cabría esperar de un agua fría -14°C- de circulación somera. La justificación radica precisamente en la puesta en solución de sílice como consecuencia de la hidrólisis mineral, que como se vió anteriormente también libera magnesio. El corto tiempo de residencia del agua impediría el consumo de estas especies en la formación de minerales secundarios (este proceso si tiene lugar en los manantiales tipo Baños del Duque). De hecho, los diagramas de saturación para minerales asociados a las peridotitas representados en la fig. 3, indican para el caso de El Saucillo (▼) condiciones de subsaturación para todos los considerados excepto la serpentina.

El análisis de metales pesados presenta como rasgos destacables contenidos en Zn y Pb de 450 y 25 µg/l respectivamente.

En la fig. 4 se representan sobre un diagrama de Schoeller los 5 análisis disponibles de este manantial (1962-1990). Las variaciones detectadas son coherentes con el comportamiento del manantial: fuertes oscilaciones estacionales y rápida respuesta a las precipitaciones.

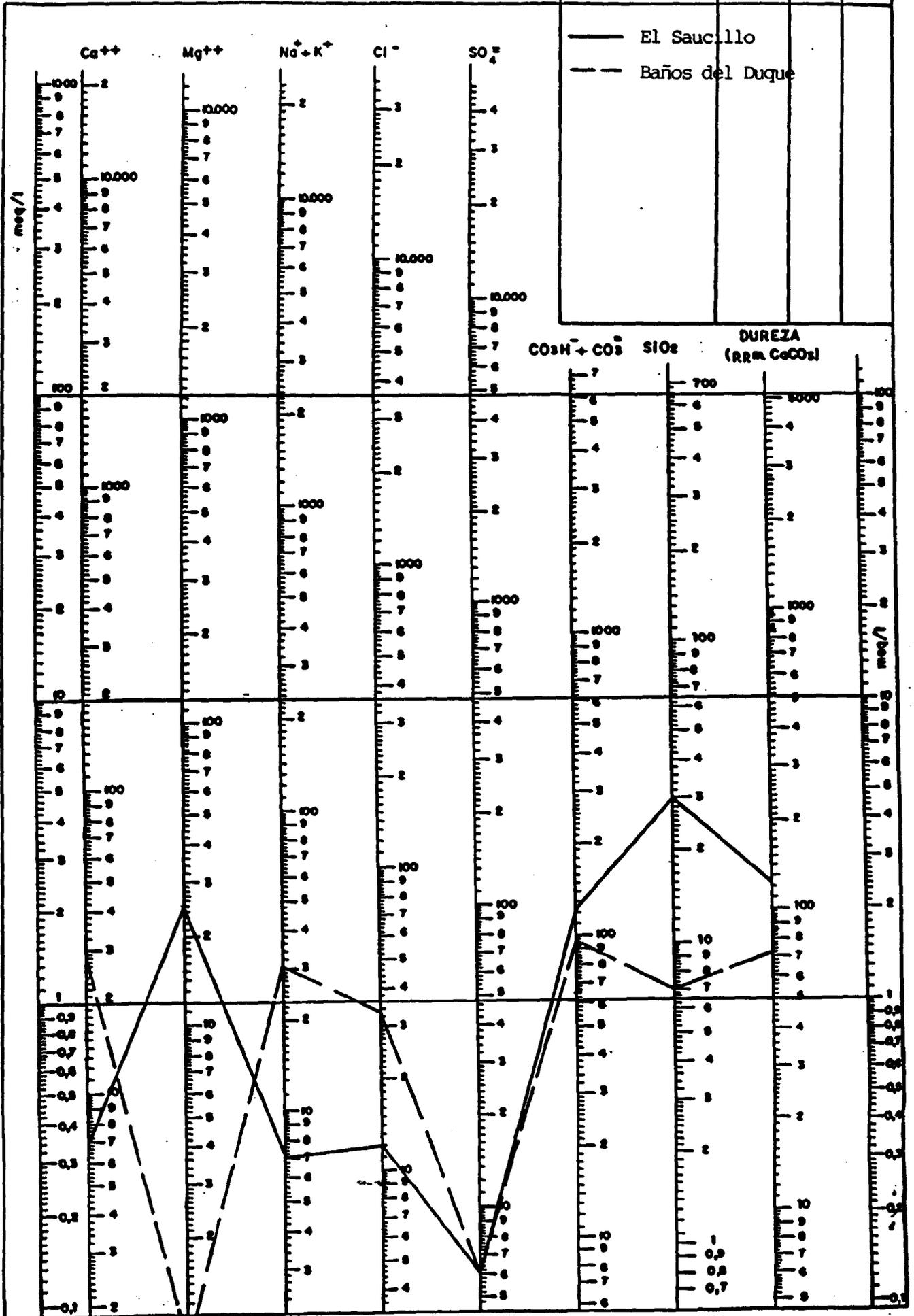
5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el grupo de manantiales de Monte del Duque que vendría condicionada a la zona de contacto de la roca ultrabásica con la serie gneisica alpujárride y a la distribución de los cursos de agua superficial que discurren en la peridotita, que incidirán de una manera prioritaria en la alimentación de dichos manantiales y según se muestra en la figura se ha pretendido envolver parte del afloramiento peridotítico y la zona de contacto con los materiales alpujárrides más próximos a los manantiales.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 14-45 (Cortes de la Frontera). MAGNA-ITGE.
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 15-45 (Marbella). MAGNA-ITGE.
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 16-46 (Jimena de la Frontera). MAGNA-ITGE.
- INFORME HIDROGEOLOGICO DE AGUA DEL MONTE DEL DUQUE. R.Cabanas, 1987.

FIG. 1.- MANANTIAL EL SAUCILLO



MUESTRA	C μ S/cm	pH	Et
El Saucillo			
Baños del Duque			

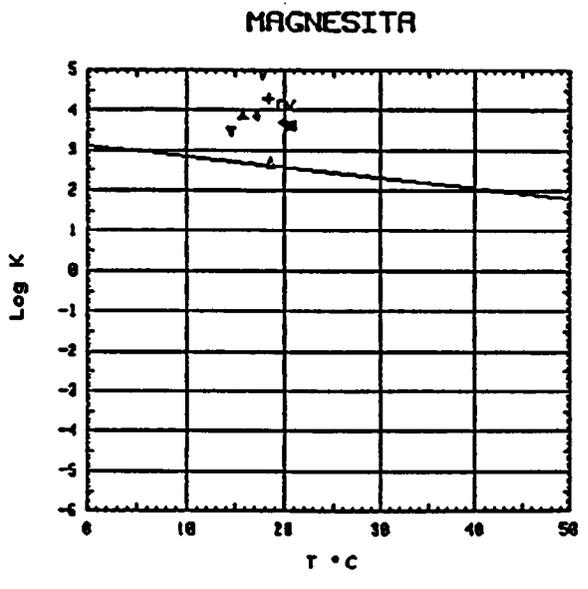
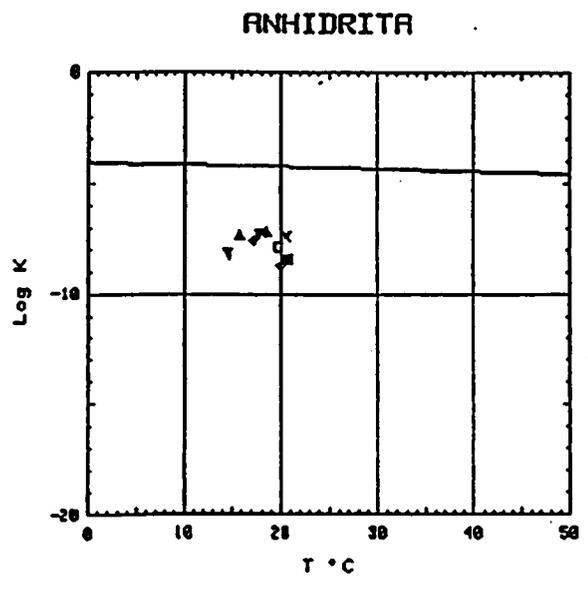
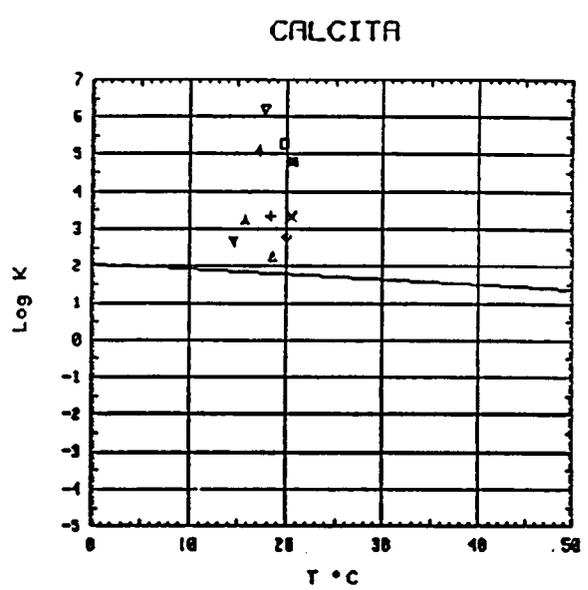
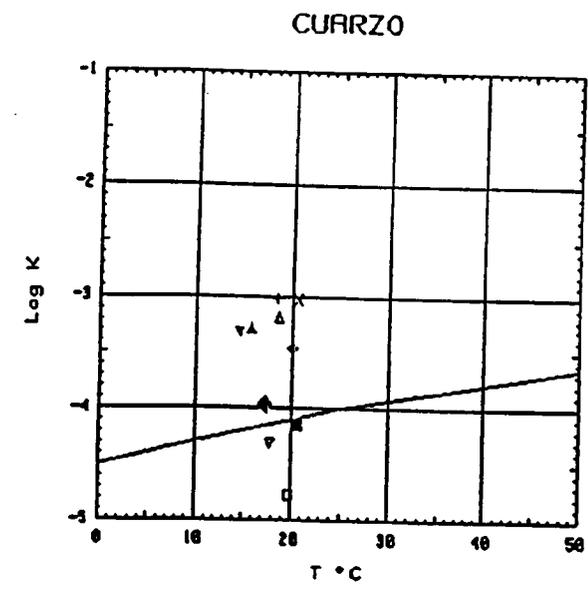


FIG. 2.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL EL SAUCILLO (▼)

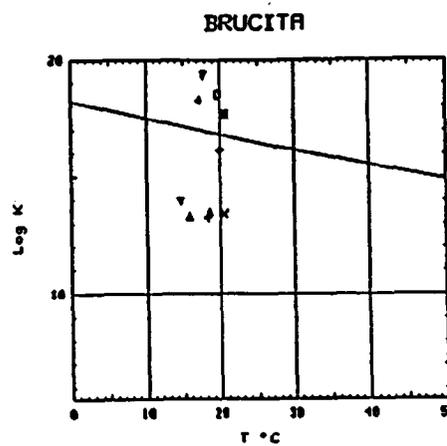
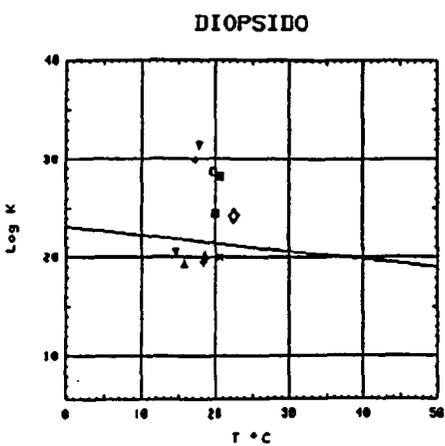
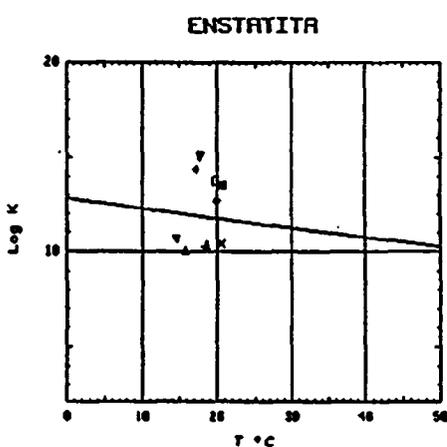
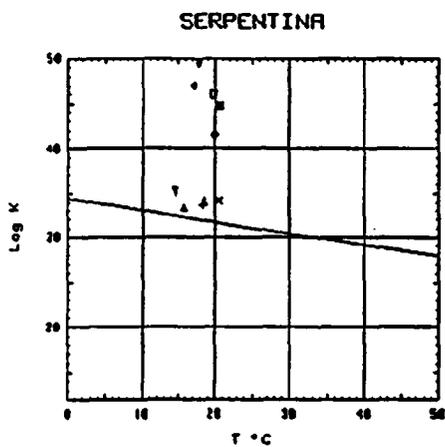
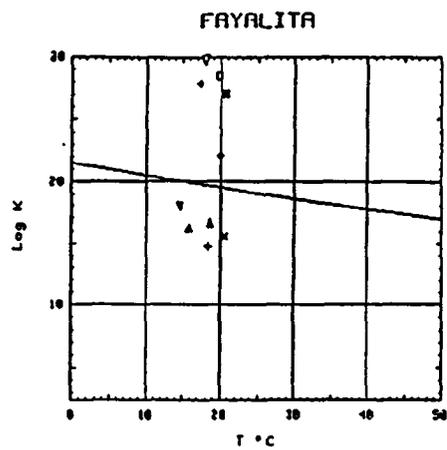
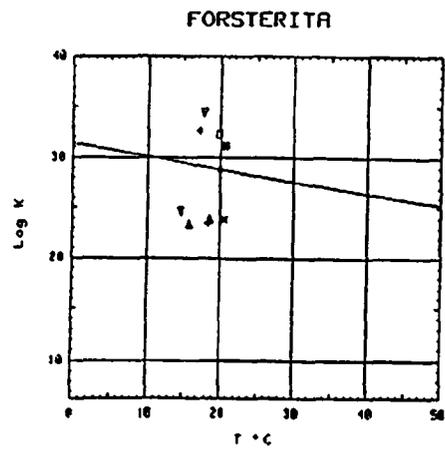
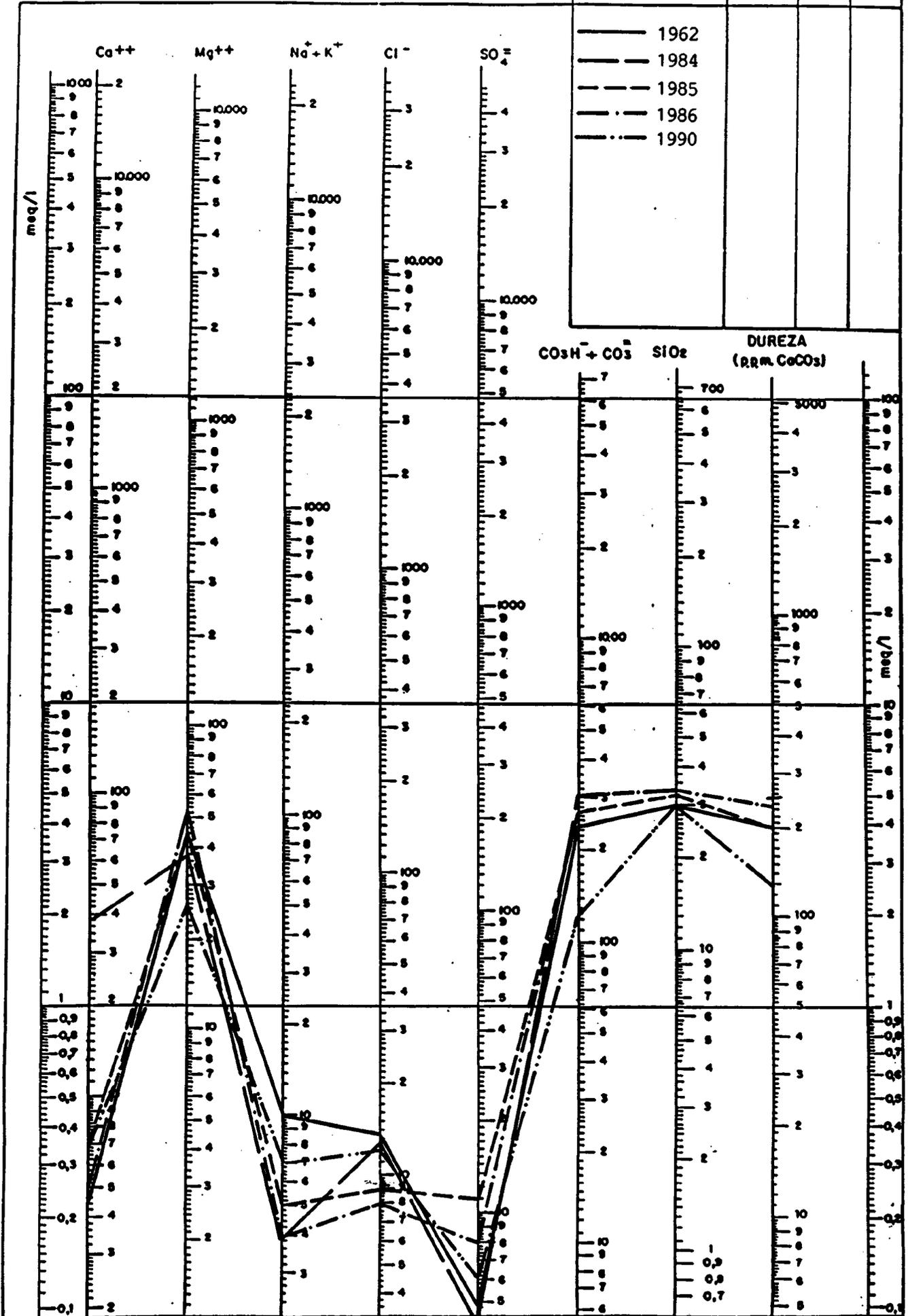


FIG. 3.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL EL SAUCILLO (▽)

FIG. 4.- MANANTIAL EL SAUCILLO

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
- - -			
- · - · -			
- · - · -			
- · - · -			



ANÁLISIS QUÍMICO

CONCENTRACIONES: **MANANTIAL EL SAUCILLO**
 POCOA

TEMPERATURA (°C): 14.6 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 304
 pH a 14°C: 8.52 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 126
 pH a 18°C: 8.20 Eh campo (mV): 276

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	110.00	1.803	1.803	66.71
CO3=	12.00	.200	.400	14.80
SO4=	6.00	.062	.125	4.62
Cl-	12.00	.339	.339	12.53
F-	<5.0E-1	.026	.026	.97
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.30
SiO2(H4SiO4)	30.8	.513	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	.050	.001	.002	.06
TOTAL....	171.860	2.951	2.702	

CACIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	6.00	.261	.261	9.14
K+	1.00	.026	.026	.90
Ca++	7.00	.175	.349	12.24
Mg++	26.00	1.069	2.139	74.92
Fe++	.030	.001	.001	.04
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.25
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.95
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.02
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	.01
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	.450	.007	.014	.48
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.06
TOTAL....	41.120	1.565	2.855	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >Cl- >SO4= >F-
 FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >Al+++

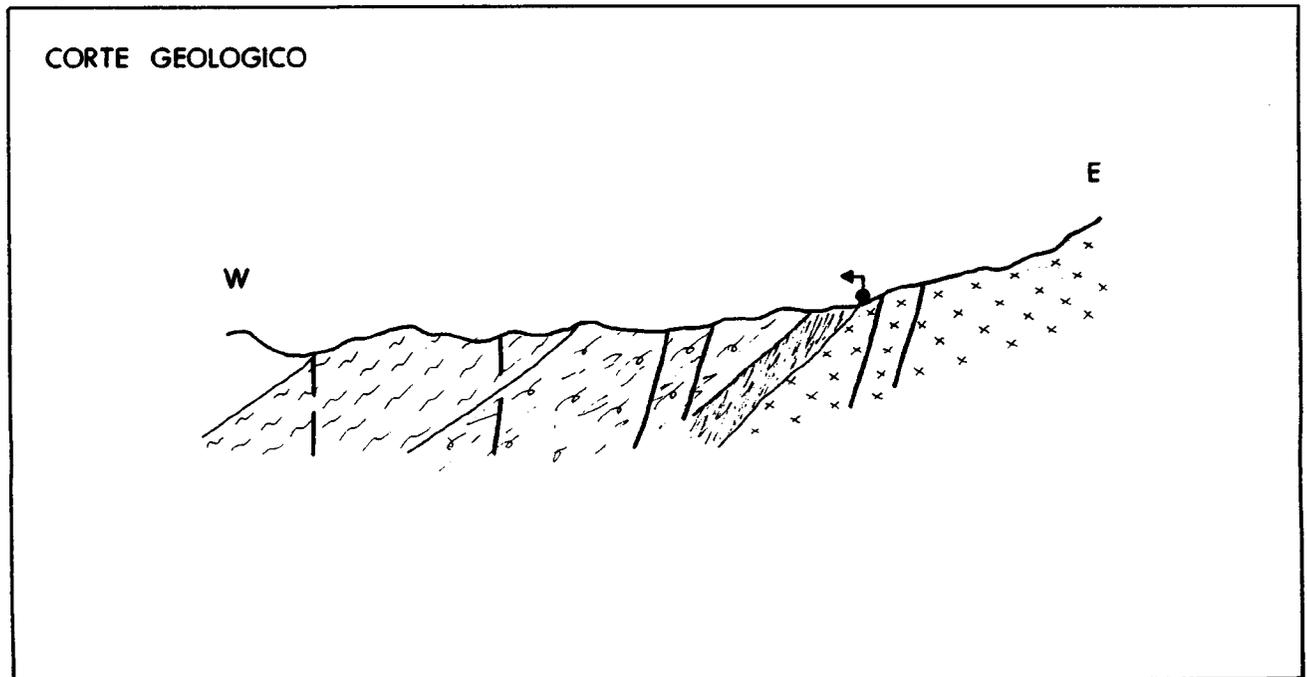
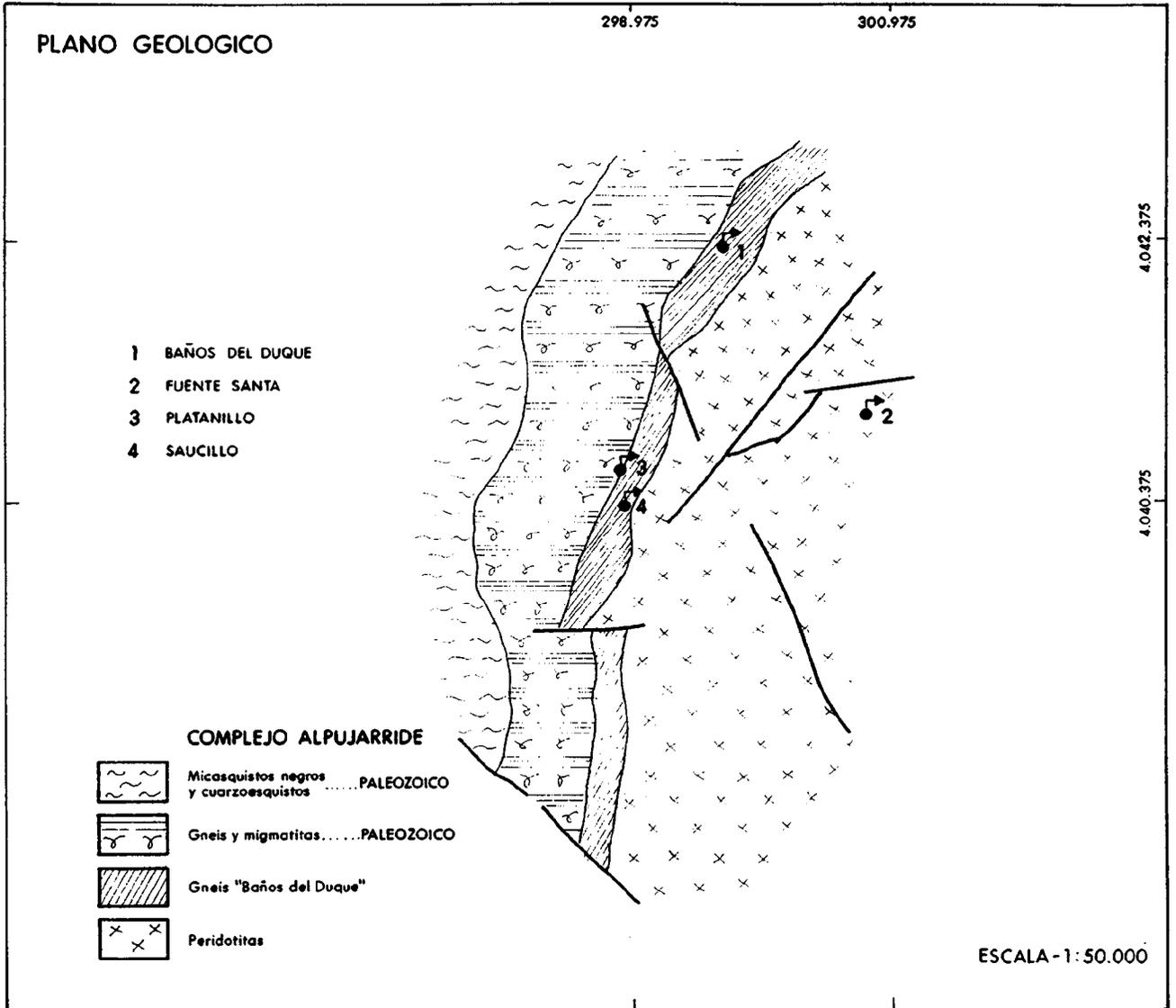
CLASIFICACION: BICARBONATADA --- MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	6.306	Cl/Na =	1.297	(SO4*Ca)^1/2 =	.209
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.885	Cl/(Na+K) =	1.181	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.729
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	1.043	SO4/Ca =	.358	Mg/Ca =	6.123
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.936	SO4/(Ca+Mg) =	.050	Cl/CO3H =	.188

ARCHIVO EN DISCO: NMM2B (AMA5-28)

	ppm
R.S. 110°C	226
D.Q.O.	0,7
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,015
As	-
Se	-
Hg	-

SAUCILLO Y PLATANILLO (CASARES)



MANANTIAL MONTESOL "LAS ALBERQUILLAS" (NERJA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Las Alberquillas está formado por un pequeño grupo de tres manantiales situados en la Playa de las Alberquillas del término municipal de Nerja. Nacen los manantiales entre la carretera nacional Málaga-Almería y la playa. La distancia desde Málaga es de aproximadamente 65 km.

Se llega al grupo de manantiales por la carretera nacional 340 hasta el punto kilométrico 307 desde donde parte un camino a la playa y a los manantiales.

Se encuentran en la hoja del Mapa Topográfico Nacional, escala 1.50.000 nº 19-44 (1055) Motril y son sus coordenadas UTM: X= 428225 e Y = 4067525, la cota de emergencia es de 7 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

En la actualidad la situación administrativa de los manantiales en que se encuentra es de abandono, no existiendo ninguna instalación balnearia, salvo el entubamiento de las surgencias y la existencia de una pequeña pila en el nacimiento oriental.

De estos manantiales no existe ninguna cita histórica hasta la fecha del 7 de Febrero de 1966 en la cual el propie-

tario D. Antonio María Rico Noguerras solicita a la Jefatura de Minas de Granada sea iniciada la tramitación para la concesión, si así procede, de que dichas aguas del manantial sean declaradas aguas minero-medicinales, para proceder a su embotellamiento como aguas de mesa, con la denominación de Aguas de MONTE-SOL. Acompaña a esta petición un análisis químico realizado por la Jefatura Provincial de Sanidad de Granada. De este análisis se deduce que las aguas son bicarbonatadas cálcico-magnésicas.

En la visita girada por los técnicos de la Jefatura de Minas el 25 de Febrero de 1966 para la toma de muestras de agua para su análisis, se aforó entre los tres manantiales un caudal de 3-4 litros/segundo.

El Ministerio de Industria a través de la Dirección General de Minas y Combustibles y a la vista de los análisis físico-químicos de las aguas de "Monte Sol" realizados por el IGME y Dirección General de Sanidad, acuerda que estas aguas "desde el punto de vista químico y bacteriológico, son potables y por su composición, minero-medicinales de aplicación terapéutica".

Así la Dirección General resuelve acceder a lo solicitado, publicándose esta resolución en el Boletín Oficial del Estado y en el de la provincia de Málaga con fecha 4-5-68. BOE nº 108.

Posteriormente a causa del fallecimiento del solicitante, no llegó a instalarse la industria de envasado.

Este punto se encuentra dentro del IRH, del ITGE, dentro de la Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Sur (Sector Occidental).

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El área en la cual se encuentran los manantiales de "Monte Sol", se enmarca en el dominio del Complejo Alpujárride. El peculiar estilo tectónico de los Alpujárrides hace que los materiales que los representan estén distribuidos en Unidades, cada una de las cuales constituye un manto, y que guardan relación entre si.

En la región está representado el Manto de la Herradura, el cual a su vez está compuesto por varias unidades con ciertas afinidades entre sí. Son las unidades del río Jate y de Las Alberquillas. El Manto de la Herradura se extiende desde los alrededores de Maro a Motril aflorando a favor de una serie de ventanas y semiventanas.

Los materiales aflorantes son paleozoicos, triásicos y terciarios. En resumen, su descripción de muro a techo es como sigue:

- Las facies, paleozoicas, metamorizadas en mayor o menor grado, están representadas por una sucesión de esquistos que han recibido distintos nombres los cuales se han tomado de los parajes o localidades próximas a sus afloramientos. En conjunto son micasquistos con sillimanita, cuarzo-micasquistos con sillimanita y cianita, esquistos biotíticos con estauroлита y cianita. En general son de tonos oscuros a negros con contenido grafitoso, afloran en las playas de las Alberquillas y al Norte de la zona en una banda NO-SE.
- En la playa de Las Alberquillas, aflora una banda NO-SE, formada por mármoles con pequeñas intercalaciones de esquistos y cuya edad es atribuible al Triásico Medio-Superior.

- Los depósitos postmanto están representados en la zona, por arenas amarillas, limos y conglomerados pertenecientes al Plioceno. Se depositan discordantes sobre los Alpujárrides. Su génesis y disposición son consecuencia de movimientos diferenciales de ascenso y descenso de unos sectores respecto a otros, si bien estos movimientos han sucedido a una elevación generalizada de la región, elevación puesta de manifiesto por las cotas a las que se encuentran algunos de estos depósitos.

2.1.- TECTONICA

En esta región, como en cualquier otra en donde afloran los Alpujárrides, la tectónica está caracterizada por el apilamiento de grandes unidades. Las estructuras de corrimiento aparecen asociadas a otras, tales como pliegues de gran envergadura.

Finalmente las series metamórficas constitutivas de cada manto muestran su propia estructura interna y por lo menos dos esquistosidades bien desarrolladas.

Las etapas de deformación de los Alpujárrides son fundamentalmente prealpinas. Las superficies de corrimiento han sido plegadas con posterioridad a la colocación de las unidades aloctonas.

De edad alpina hay otra fase de deformación, reconocida en pliegues isoclinales de pequeño tamaño, muy deformados y con restos de una esquistosidad de flujo muy importante.

Durante épocas recientes ha habido una tectónica de fallas normales agrupadas en varios sistemas son frecuentes las de dirección NO-SE, NE-SO y las aproximadamente N-S y

E-0. El juego de estas fallas ha provocado movimientos de bloques y alguna ha llegado a afectar al Cuaternario.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS MANANTIALES

El Manantial de "Monte Sol", se encuentra dentro de la Unidad hidrogeológica de Las Alberquillas, con una superficie de 60 km², perteneciente al sistema acuífero de Sierra Tejada-Almijara.

Los mármoles de Las Alberquillas constituyen desde el punto de vista hidrogeológico, una Unidad de las más interesantes de la sierra de Almijara, ya que a través de ella se produce el drenaje de una buena parte de dicha sierra. Esta Unidad se encuentra limitada en su borde occidental por los materiales esquistosos que deben dificultar la conexión hidráulica con los sistemas más orientales, pero sin impedirla totalmente, produciéndose una alimentación subterránea de éstos hacia la unidad de Las Alberquillas.

Las principales descargas tienen lugar fundamentalmente a través de los manantiales del borde occidental, entre lo que destaca el de Maro con un caudal medio de 250 l/s.

Entre Maro y La Herradura el acuífero entra en contacto con el mar, produciéndose una descarga del sistema a través de las salidas submarinas de agua dulce conocidas. En este sector se encuentra el manantial de Monte-Sol, de pequeño caudal y cuyo origen está relacionado con la presencia de niveles o pasadas de materiales impermeables dentro de la formación de mármoles y por discontinuidades tectónicas.

El grado de explotación a que está sometido el acuífero actualmente no es grande si se le considera en su conjunto

y probablemente existe una compartimentación en bloques que puede dar lugar a fuertes descensos locales si en alguno de los compartimientos se producen extracciones superiores a la alimentación que reciben.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada cálcica de baja mineralización (390 $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH = 7,8 y una temperatura de 21,7°C.

A la vista de los diagramas de saturación (fig. 1), resulta claro que el equilibrio se establece en medio carbonatado; en concreto se observa que la muestra se encuentra situada sobre la curva de equilibrio de la calcita. No se detecta influencia alguna de facies de origen evaporítico ni por supuesto indicios de contaminación de origen marino. Este conjunto de características es coherente con la interpretación hidrogeológica que sitúa el origen del manantial en los mármoles triásicos de la Unidad de Alberquillas. En tal sentido el bajo nivel de mineralización podría ser el reflejo de un corto tiempo de tránsito (circulación rápida o área de recarga próxima).

Los dos análisis disponibles del manantial se representan en la fig. 2 sobre un diagrama de Schoeller-Berkaloff. La única variación detectada corresponde al ión HCO_3^- . Si bien no se dispone de datos al respecto, es probable que tal variación sea consecuencia de la recarga por precipitaciones del acuífero.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el manantial de Monte-Sol, que vendría condicionada a un sector del aflora-

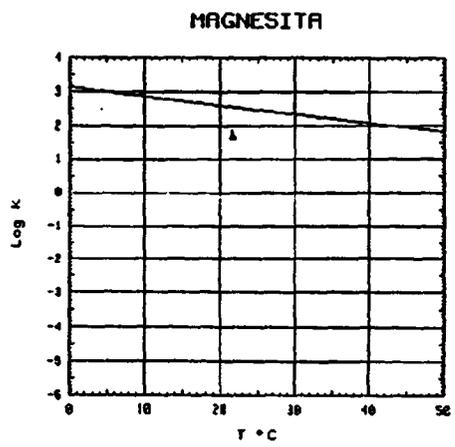
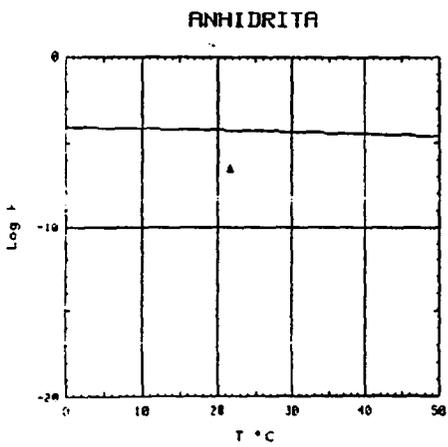
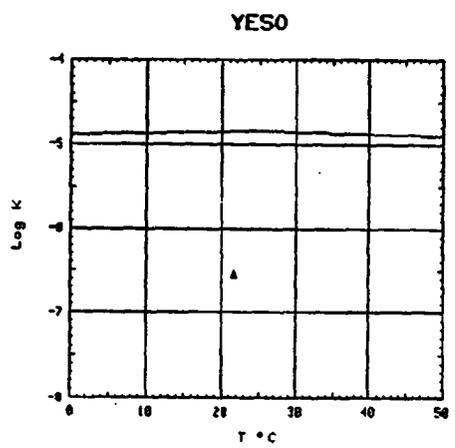
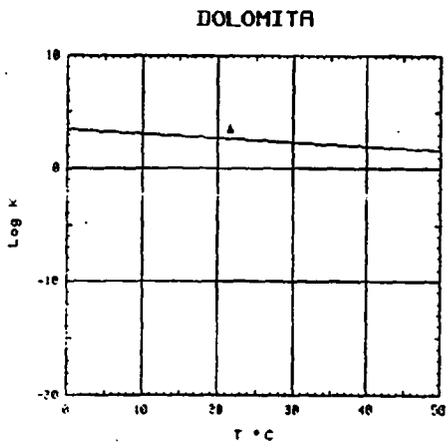
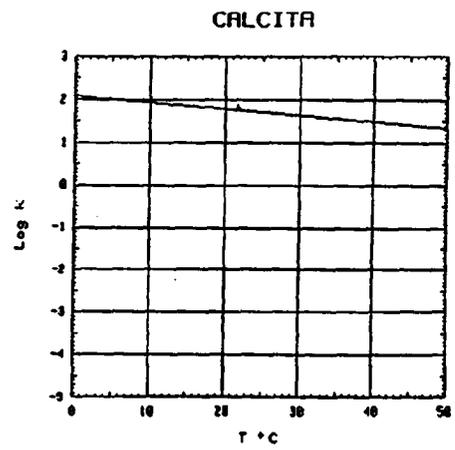
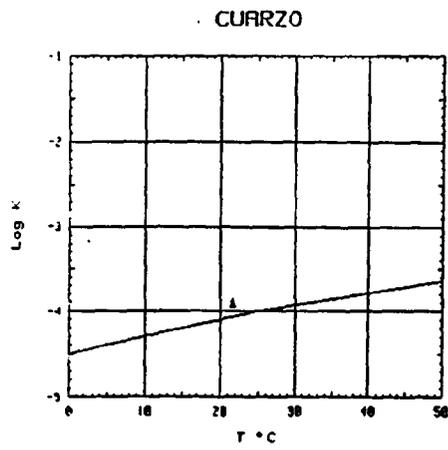
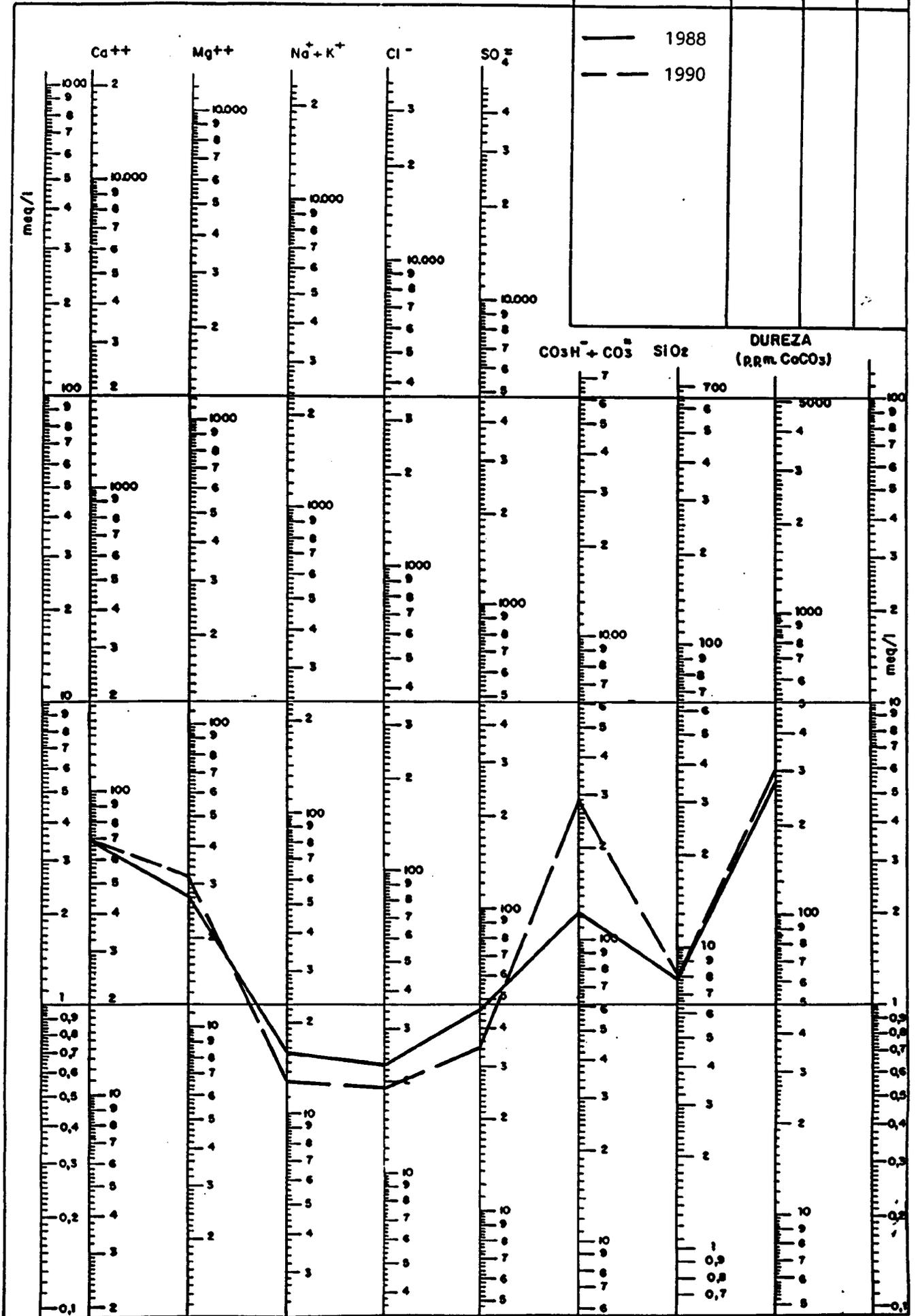


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL LAS ALBERQUILLAS (MONTESOL)

FIG. 2 .- MANANTIAL LAS ALBERQUILLAS

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
- - -			



ANALISIS QUIMICO
DE

DE NOMINACION: **LAS ALBERQUILLAS (MONTESOL)**
 REGION :

TEMPERATURA (°C):	21.7	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	390
pH a 21°C:	7.47	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	303
pH a 18°C:	7.80	En campo (mV):	186

ANIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	296.00	4.851	4.851	78.35
CO3-	-	-	-	-
SO4-	35.00	.364	.727	11.77
Cl-	19.00	.536	.536	8.66
F-	<5.0E-1	.026	.026	.43
NO3-	3.00	.048	.048	.78
SiO2(H4SiO4)	8.3	.138	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.040	0.000	.001	.02
TOTAL.....	361.850	5.965	6.192	

CATIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
Na+	11.00	.479	.479	7.25
K+	1.00	.026	.026	.39
Ca++	68.00	1.697	3.393	51.43
Mg++	32.00	1.316	2.632	39.70
Fe++	.040	.001	.001	.02
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.11
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.84
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL.....	112.715	3.546	6.598	

FORMULA ANIONICA : CO3+HCO3- >SO4- >Cl- >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA

(Cl+HCO3)/Ca =	1.434	Cl/Na =	1.120	(SO4*Ca) ^{1/2} =	1.572
(CO3+CO3)/(Ca+Mg) =	.807	Cl/(Na+K) =	1.063	(Cl+SO4)/(Ca+Mg+Na) =	.325
(CO3H) ² *Ca) ^{1/3} =	4.306	SO4/Ca =	.215	Mg/Ca =	.776
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.726	SO4/(Ca+Mg) =	.121	Cl/CO3H =	.110

ARCHIVO EN DISCO: MMM1 (AMA5-01)

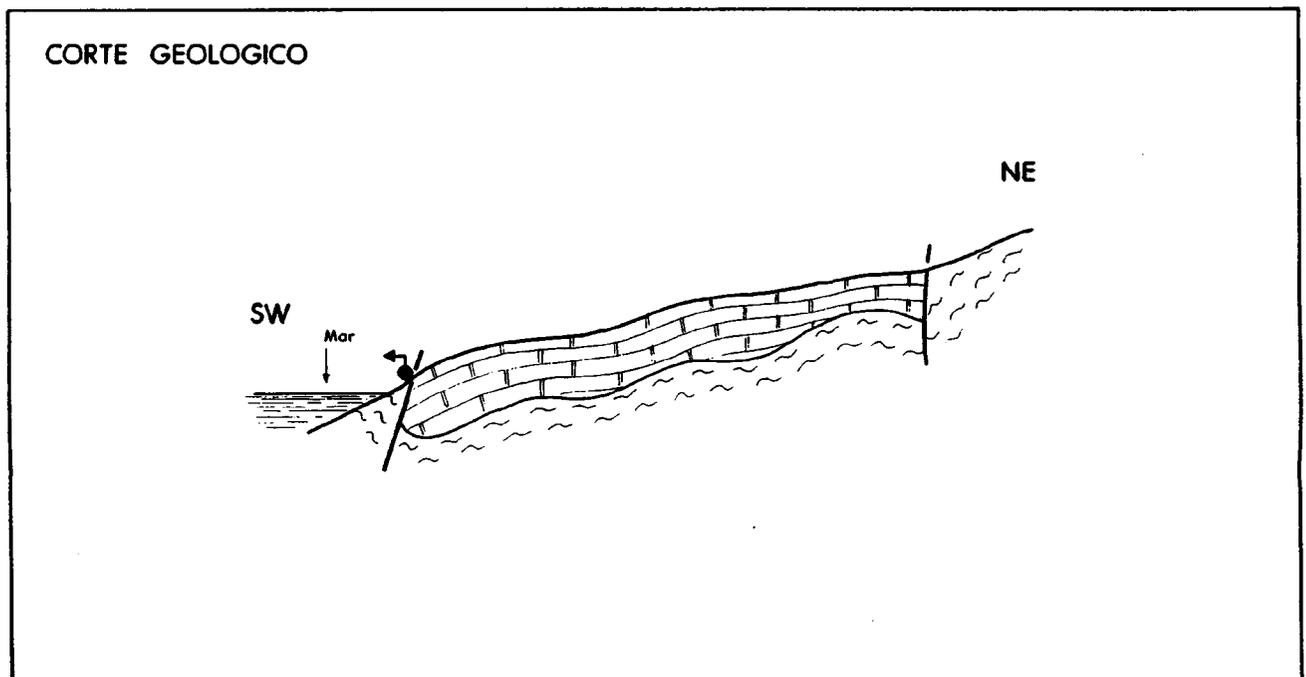
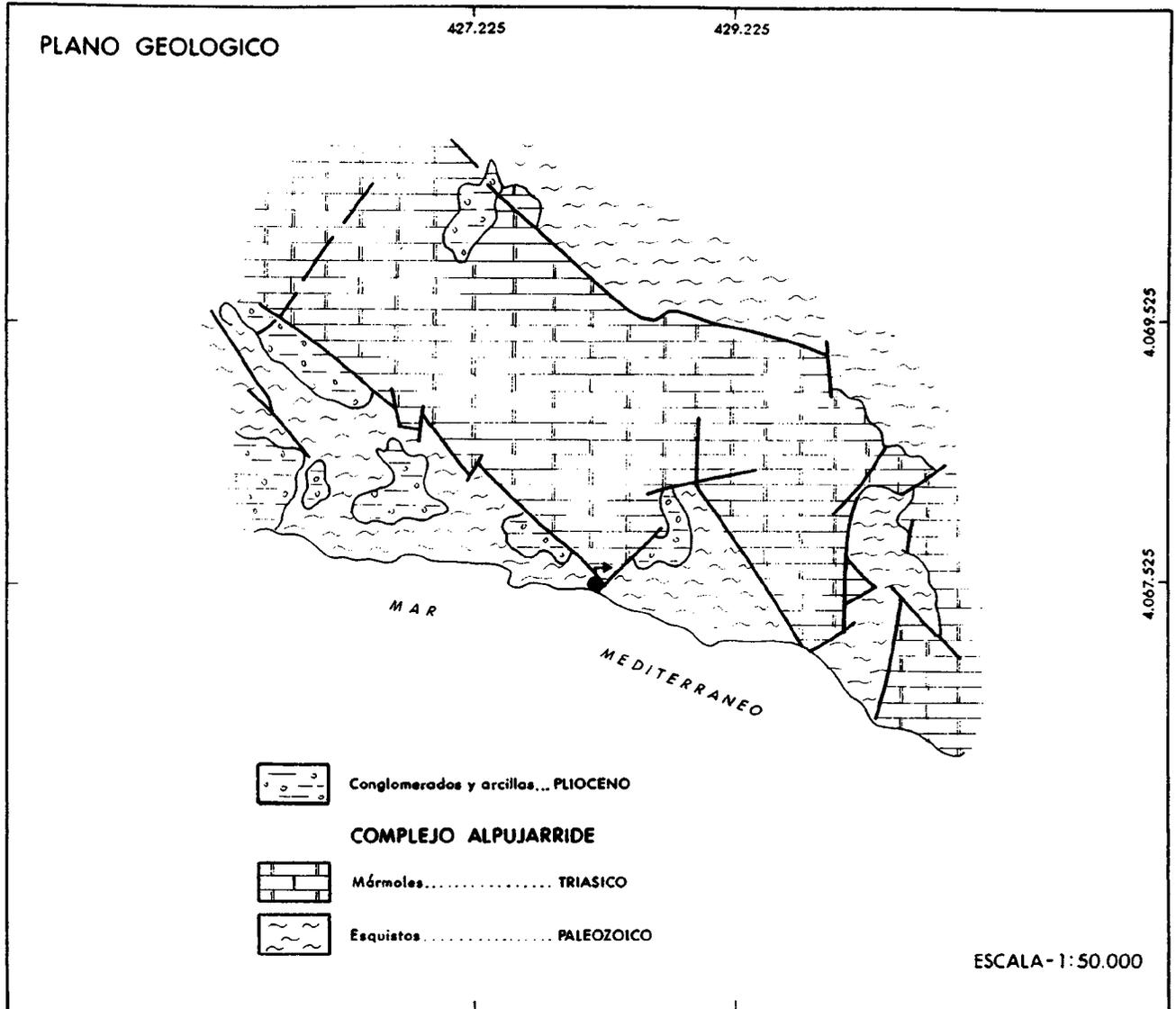
	ppm
R.S. 110°C	242
D.Q.O.	0,5
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,007
As	-
Se	-
Hg	-

miento carbonatado y a la distribución de los cursos de agua superficial que discurren en los mármoles que incidirán de una manera prioritaria en la alimentación del manantial. Su límite Sur está condicionado por la línea de costa con el mar mediterráneo (playa de las Alberquillas).

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

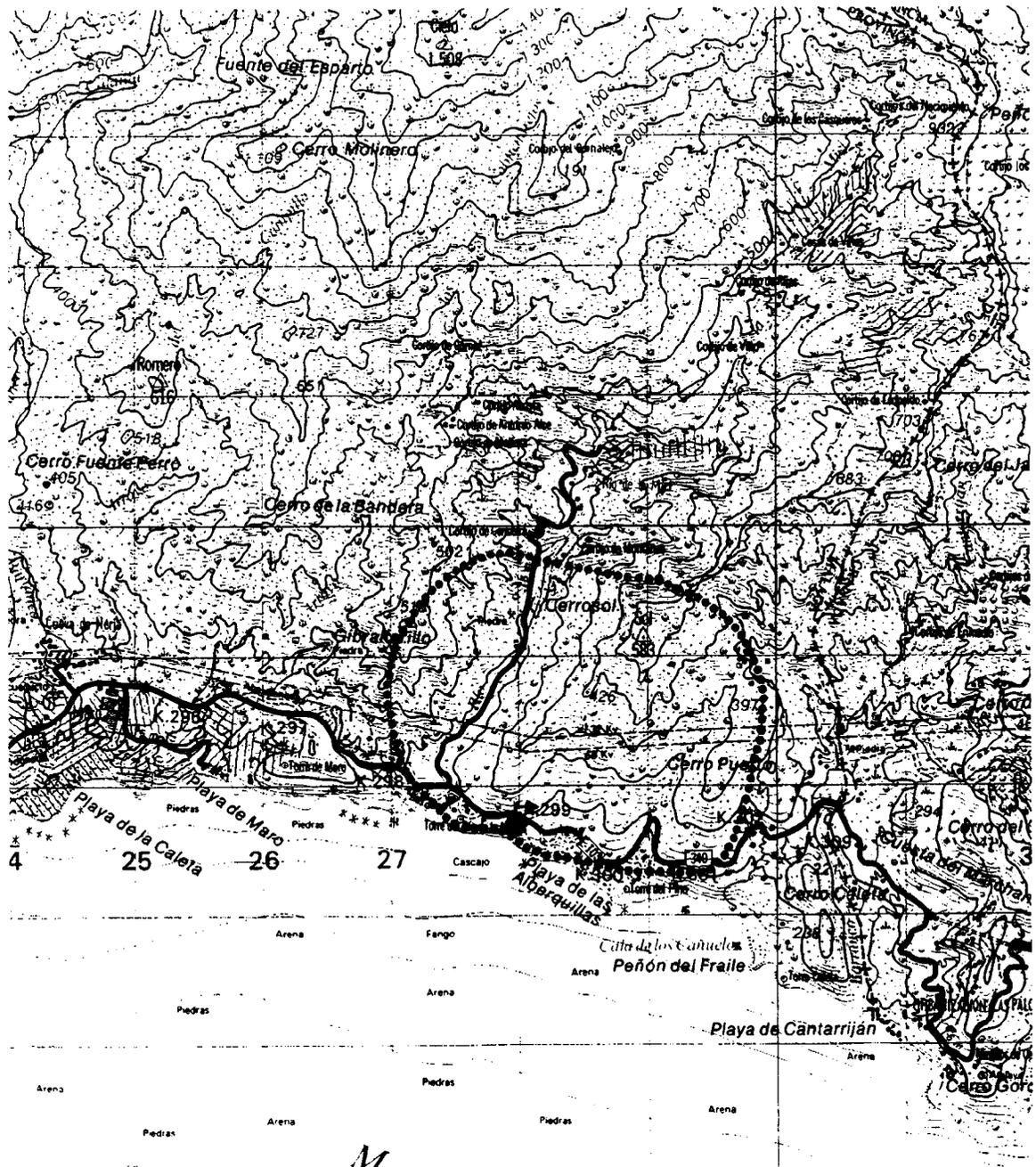
- MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. Escala 1:50.000. Hoja nº 19-44 (1055) Motril. MAGNA-IGME, 1980.
- INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA DE LAS CUENCAS SUR DE ESPAÑA (SECTOR OCCIDENTAL). Informe técnico nº 10. IGME, 1983.
- ATLAS HIDROGEOLOGICO DE LA PROVINCIA DE MALAGA. Diputación Provincial.

ALBERQUILLAS (NERJA)



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

ALBERQUILLAS



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL DE LOS REMATES (MALAGA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El "manantial de los Remates" se ubica dentro de la finca del mismo nombre, conocida antiguamente por "casa del Inglés". Esta finca o cortijo se encuentra en la Colonia de Santa Inés, barriada de la ciudad de Málaga, y que hoy se incluye dentro del casco urbano. Esta colonia la atraviesa la carretera de Málaga a Campanillas, cerca del cruce con la carretera antigua a Antequera. Se trata de una finca privada y cercada, estando el sondeo en la zona ajardinada sin caseta de protección.

Se ubica dentro de la hoja topográfica nº 17/44 de Málaga a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 368975 e Y = 4065275 siendo su cota de 30 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

En el inventario del ITGE del 1975, figura este punto como un sondeo de 91 metros de profundidad, con una surgencias de 1 l/s, captando el acuífero terciario detrítico de Málaga, y la utilización del agua era para agricultura y abastecimiento.

Según la documentación recogida en el archivo de Minas, en 1953 su propietario D. Aurelio Marcos y Bartual soli-

cita la declaración de utilidad pública para el mencionado pozo, en escrito de fecha 2/2/1953. Este expediente se resolvió con esta expresa declaración el 6 de Noviembre de 1954, publicándose la resolución en el BOE del 14 de Diciembre de 1954.

Al año siguiente, 3 Enero de 1955, este mismo peticionario solicita del Distrito Minero de Granada se asigne al "manantial" un perímetro de protección y que a través de los informes pertinentes se le aprueba un perímetro con una superficie de 43 pertenencias mineras y se anuncia en B.O. de la provincia de Málaga con fecha 14 de junio de 1955, aunque no se tiene constancia de su demarcación.

En aquellos años se envasaba agua en garrafas para su venta como agua de mesa principalmente en la ciudad de Málaga.

A partir de esta fecha (1955), no se vuelve a tener más información a cerca de la explotación de este "manantial", tan sólo se conoce que periódicamente la propiedad vuelve a reclamar el perímetro, y existen escritos con este objetivo de 1964, 1967, 1971 y 1980.

Actualmente no existe ninguna actividad industrial de envasado en la citada finca.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico el "manantial" de Los Remates, se encuentra en el borde norte de la depresión de Málaga, y próximo al contacto con los materiales pizarrosos pertenecientes al dominio maláquide.

Los sedimentos postmanto con edades comprendidas desde el Mioceno al Cuaternario, están representados por una serie de afloramientos que se sitúan a lo largo de la llanura costera, rellenando la llamada "Hoya de Málaga", son sedimentos marinos con abundante fauna y continentales. Litológicamente se pueden distinguir arcillas, y/o margas, arenas y conglomerados. Esquemáticamente se han diferenciado los siguientes tramos de muro a techo.

- Arcillas y margas

Discordantemente sobre el Complejo Maláquide se sitúa un conjunto de arcillas y margas más o menos arenosas de tonos azulados o amarillentos, con intercalaciones de niveles arenosos y conglomerados.

La potencia de esta formación es variable según los datos obtenidos por perfiles eléctricos transversales a la cuenca del río Guadalhorce se calcula aproximadamente en unos 400 m de espesor máximo, atribuyéndosele una edad entre el Andaluciense y Plioceno Inferior.

- Arenas, limos y conglomerados

En algunos puntos sobre la formación arcillosa se observan niveles de arenas alternando con niveles conglomeráticos a modo de lentejones. Generalmente los niveles arenosos presentan coloraciones amarillas. Su potencia mínima observada es de 25 metros, atribuyéndosele una edad pliocena.

- Conglomerados

En algunas zonas de los bordes de los afloramientos pliocenos existe una facies de conglomerados poligénicos, los

cantos son de naturaleza variable dependiendo de las rocas próximas. El tamaño medio más frecuente oscila entre 5 y 10 cm. Presenta espesores muy variables y se le atribuye una edad Mioceno a Plioceno.

Finalmente el Cuaternario que está ampliamente desarrollado en la depresión de Málaga por su origen se distinguen depósitos marinos y continentales, destacando en los entornos de la zona de estudio los depósitos rojos de piedemonte, de granulometría variada, y los depósitos aluviales que se desarrollan en las ramblas que drenan los Montes de Málaga y especialmente en el Bajo Guadalhorce.

2.1.- tectonica

Los hechos a destacar despues de la fase compresiva del apilamiento de los mantos de corrimiento (nevado filábride, alpujárride y maláquide), y que atestiguan la continuidad de la actividad tectónica, vienen reflejados en superficies de cabalgamiento plegadas, definición de un plegamiento de gran radio n-s; presencia de series pliocenas marinas a cotas muy diversas (hasta 100 m) y modificaciones observadas por playas antiguas, señalando que la línea de costa ha sufrido variaciones verticales según curvatura de gran radio.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Dentro de la zona de estudio los acuíferos de cierta importancia se desarrollan en los sedimentos neógenos permeables y no consolidados y de mayor importancia en los aluviales del río Guadalhorce.

La Hoya de Málaga, como se ha referido más arriba es una depresión estructural rellena de materiales terciarios.

Las grandes sierras metamórficas la limitan abruptamente, al pie de ellos y hacia la depresión se extienden grandes mantos de materiales detríticos generalmente con formación de conglomerados en los bordes, pasando a granulometría más fina hacia el centro, produciéndose frecuentes cambios laterales de facies, consecuentemente variaciones en la permeabilidad de los materiales.

El sondeo de Los Remates encaja dentro de la formación arcillosa del Plioceno. Generalmente los acuíferos de los sedimentos neógenos se encuentran en los niveles de grava y arena dentro del Plioceno.

Los caudales de explotación son muy variables, estando los valores medios entre 30 y 40 l/s. Es frecuente además en esta formación la presencia de acuíferos en carga, debido a la alternancia de niveles conglomeráticos dentro de una formación arcillosa-margosa.

La alimentación de este acuífero es dudosa, pudiendo realizarse a través del cuaternario, o bien lateralmente con aguas procedentes de otros acuíferos. Su permeabilidad es por porosidad.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada cálcica-sódica, de conductividad moderada ($556 \mu\text{S}/\text{Cm}$) y $\text{pH}_{\text{campo}} = 7,78$. El segundo anión en importancia es el Cl^- .

Según se observa en la fig. 1, la muestra se encuentra sobresaturada en calcita (el contenido en HCO_3^- es alto), dolomita y cuarzo, y subsaturada en yeso, anhidrita y magnetita. No existe pues un equilibrio bien definido, como cabe

esperar de una composición en la que, por ejemplo, el contenido en miliequivalente de calcio y sodio es prácticamente similar. Por otra parte, la concentración de sílice -20,2 mg/l- indica disolución de minerales silicatados, por lo que en principio cabe suponer cierta heterogeneidad en los materiales en contacto con el agua.

Otro factor de interés en relación con el análisis del agua es el potencial redox: -148 mV. Este valor negativo viene a justificar los indicios de precipitación de hierro que se observan en el entorno del manantial, producida como consecuencia de la oxidación al contacto con la atmósfera de dicho elemento, disuelto en el agua a valores de Eh tan bajos como el de la muestra. En tal sentido hay que destacar también su contenido en manganeso = 55 μ g/l.

La ausencia de precedentes analíticos no permite estudiar la evolución temporal del agua.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el sondeo de Cortijo Los Remates que vendría condicionada por las dimensiones del afloramiento plioceno que sería del orden de unos 5 km².

Hay que tener en cuenta los peligros de contaminación que puede sufrir el sondeo, dado que prácticamente se encuentra dentro del núcleo urbano de Málaga.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 17-44/45 (Málaga, Torremolinos). MAGNA-ITGE.

- EXTRACTO DEL EXPEDIENTE de Jefatura de Minas de Los Remates.

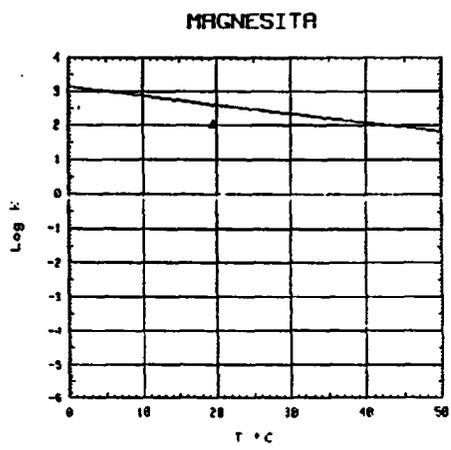
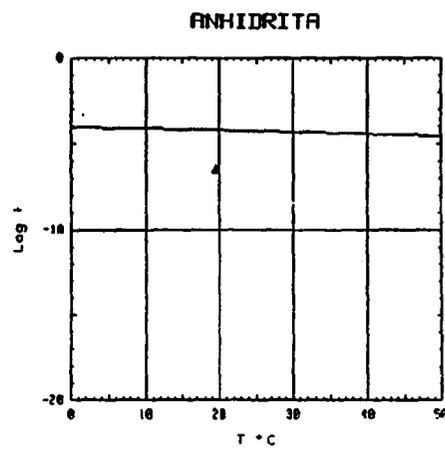
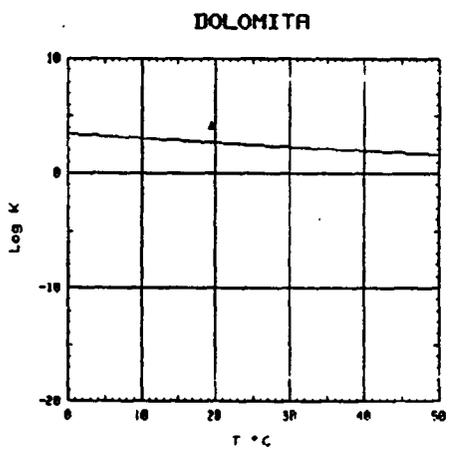
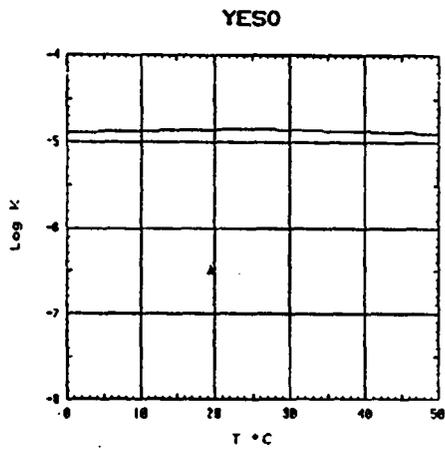
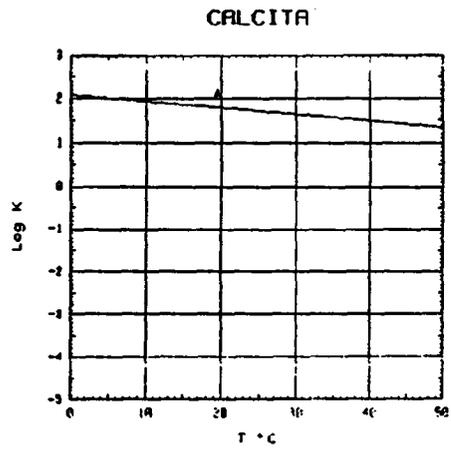
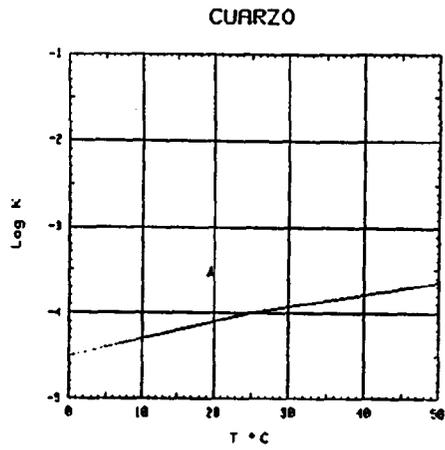


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL DE LOS REMATES

ANÁLISIS QUÍMICO

DENOMINACION: LOS REMATES
 FECHA: _____

TEMPERATURA (°C):	19.5	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	556
pH a 19°C:	7.78	DUREZA TOTAL (ppm CaCO ₃):	262
pH a 18°C:	7.80	Eh campo (mV):	-145

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO ₃ ⁻	327.00	5.360	5.360	70.30
CO ₃ ⁼	-	-	-	-
SO ₄ ⁼	48.00	.500	.999	13.11
Cl ⁻	43.00	1.213	1.213	15.91
F ⁻	.800	.042	.042	.55
NO ₃ ⁻	<5.0E-1	.008	.008	.11
SiO ₂ (H ₄ SiO ₄)	20.2	.336	-	-
B	-	-	-	-
NO ₂ ⁻	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P ₂₀₅	.030	0.000	.001	.01
TOTAL.....	439.540	7.459	7.623	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na ⁺	65.00	2.828	2.828	34.71
K ⁺	2.00	.051	.051	.63
Ca ⁺⁺	58.00	1.447	2.894	35.53
Mg ⁺⁺	28.00	1.152	2.303	28.27
Fe ⁺⁺	.040	.001	.001	.02
Li ⁺	<5.0E-2	.007	.007	.09
Al ⁺⁺⁺	<5.0E-1	.019	.056	.68
NH ₄ ⁺	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn ⁺⁺	.055	.001	.002	.02
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn ⁺⁺	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu ⁺⁺	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL.....	153.765	5.507	8.146	

FORMULA ANIONICA : CO₃⁼+HCO₃⁻ >Cl⁻ >SO₄⁼ >F⁻
 FORMULA CATIONICA: Ca⁺⁺ >Na⁺ >Mg⁺⁺ >Al⁺⁺⁺

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA SODICA

(CO ₃ H+CO ₃)/Ca =	1.852	Cl/Na =	.429	(SO ₄ *Ca) ^{1/2} =	1.701
(CO ₃ H+CO ₃)/(Ca+Mg) =	1.031	Cl/(Na+K) =	.421	(Cl+SO ₄)/(Ca+K+Na) =	.383
((CO ₃ H) ² *Ca) ^{1/3} =	4.364	SO ₄ /Ca =	.345	Mg/Ca =	.796
(CO ₃ H+CO ₃ +SO ₄)/(Ca+Mg) =	1.223	SO ₄ /(Ca+Mg) =	.192	Cl/CO ₃ H =	.226

ARCHIVO EN DISCO: MMM10 (AMA5-10)

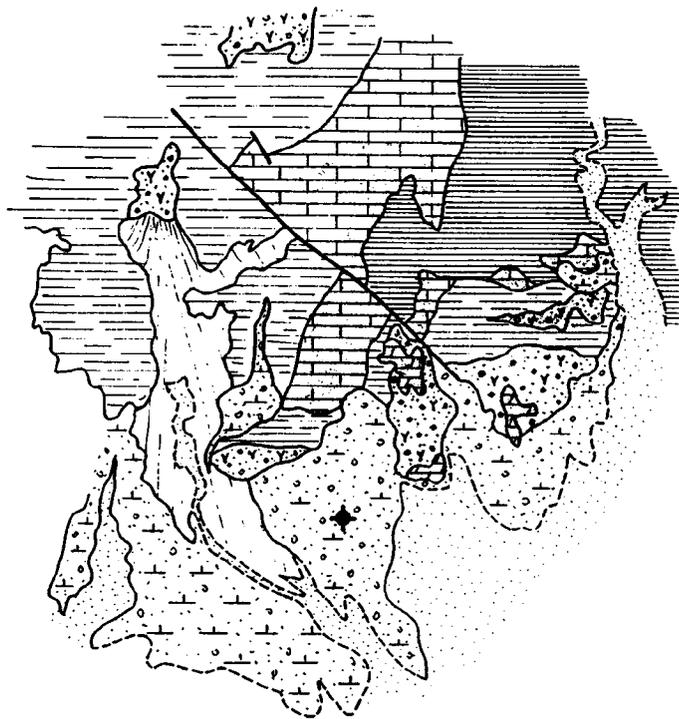
	ppm
R.S. 110°C	324
D.Q.O.	0,6
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,009
As	-
Se	-
Hg	-

LOS REMATES (MALAGA)

PLANO GEOLOGICO

367.975

369.975



4.067.275

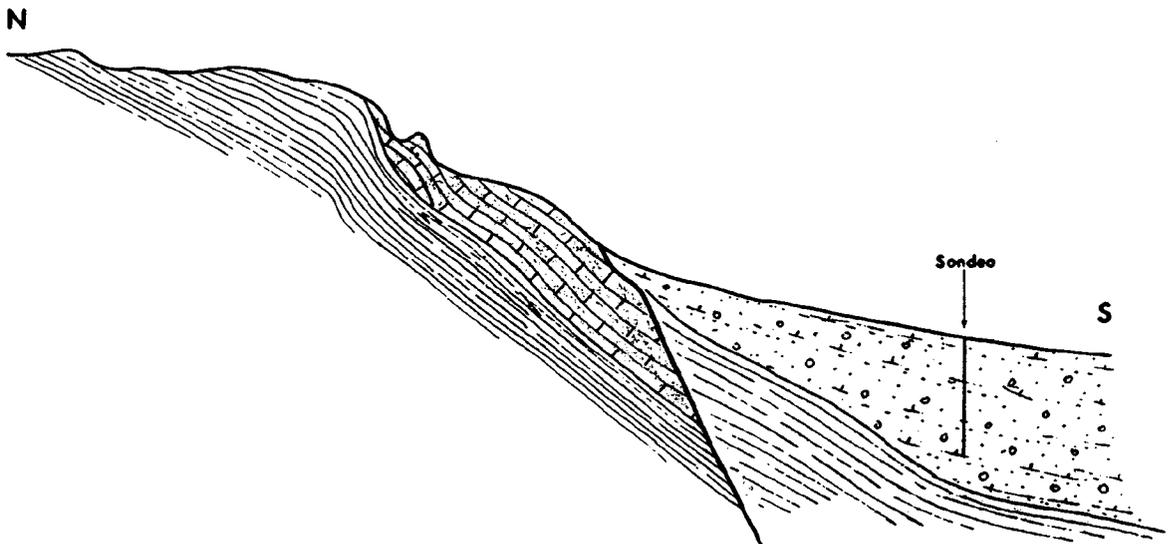
4.065.275

COMPLEJO MALAGUIDE

<ul style="list-style-type: none"> Indiferenciado CUATERNARIO Piedemonte PLOCUATERNARIO Conglomerados areniscos y margas MIOCENO-PLIOCENO 	<ul style="list-style-type: none"> Dolomias LIAS Areniscas, conglomerados yesos y arcillas. PERMICO Gravacas, filitas y conglomerados CARBONIFERO Calizas alabeadas DEVONICO Filitas, esquistos y metaconglomerados SILURICO
---	---

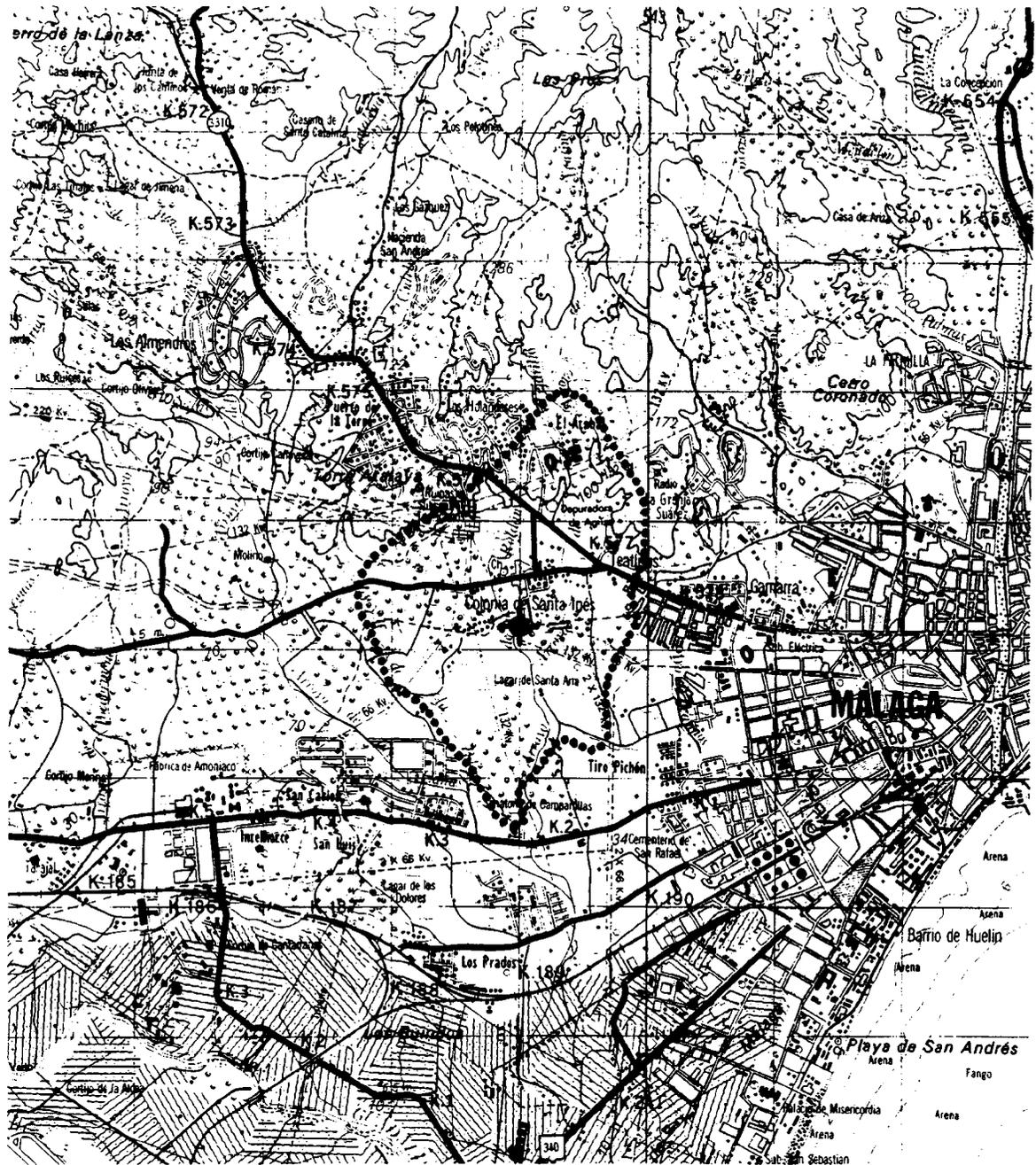
ESCALA -1: 50.000

CORTE GEOLOGICO



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

LOS REMATES



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL EL CERCADO (BENAHAVIS)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial "El Cercado" se encuentra situado en la finca La Torre de El Cercado, dentro de la Urbanización La Pacheca, en el término municipal de Benahavis y en la terraza aluvial del río Guadalmina por su margen derecha.

Su acceso se realiza desde la carretera Nacional 340 Algeciras-Málaga, con desvío a la altura del km 175, a Benahavis, recorriendo unos 7 km hasta llegar a la citada finca. Dista del núcleo de Benahavis tan sólo 500 metros y de la zona costera de San Pedro de Alcántara 10 km.

Se ubica dentro de la hoja topográfica nº 15-45 de Marbella a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 317075 e Y = 4043600, siendo su cota de 105 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Se denomina como manantial de El Cercado, un grupo de pequeños manantiales (principalmente tres manantiales) que drenan un depósito cuaternario de pie de monte, junto al río Guadalmina a lo largo de una trinchera de unos 100 metros, y cuyo caudal total es del orden de 1 l/s y los actuales propietarios proyectan la explotación de dicha agua mediante la instalación de una planta de envasado.

Estos manantiales se vienen utilizando tanto para riego como para abastecimiento desde hace mas de 30 años. Los propietarios Elena Martín y Willy Denys solicitan en la Confederación Hidrográfica del Sur, la inscripción en el Catálogo de Aguas Privadas (28-12-88). Posteriormente el 14 de Septiembre de 1989, solicitan la tramitación de inicio de declaración del manantial como agua mineral, tomándose por parte de los técnicos de la Sección de Minas las correspondientes muestras para su envío al ITGE, realizando el análisis químico el 23 de Febrero de 1990. Actualmente sigue en curso esta tramitación.

Desde el punto de vista de agua minero-medicinal, no se tenía referencias en la bibliografía existente al respecto, de este punto, y no aparece en ninguno de los listados tradicionales, es apartir del inicio de expediente de los actuales propietarios donde se incluye en los recientes archivos del ITGE.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

En el área del entorno más próximo a los manantiales de El Cercado, los materiales directamente relacionados con ellos están representados por las rocas peridotíticas del Complejo ultrabásico de Sierra Bermeja, materiales gneisicos del Complejo Alpujárride y cerrando el entorno el Complejo Maláquide y depósitos neógenos.

El Complejo ultrabásico de rocas peridotíticas corresponde a parte del flanco SE del gran macizo de Sierra Bermeja. Desde el punto de vista morfológico este macizo es una antiforma que tiene plegamiento cilíndrico, isoclinal, presentando un bandeado que suele seguir un paralelismo al borde

en el cierre "periclinal" del sector occidental, mientras que en otras áreas se suele estrellar contra la roca de caja.

La composición petrológica muestra una fuerte variedad análoga o mayor que la de los demás macizos peridotíticos conocidos. Están representadas las dunitas, piroxenitas, harzburgitas, lertzolitas, werlitas y serpentinitas.

En cuanto a los contactos entre los ultrabásicos y las rocas de caja se pueden definir dos tipos perfectamente diferenciados, el magmático y el tectónico. El primero aparece siempre que se encuentra la facies de borde y como característica más significativa aparece el bandeo de la roca básica concordante en dirección y buzamiento con los gneises de la roca de caja. El contacto tectónico más claramente observado se encuentra en aquellos puntos en que la serie sin metamorfismo del Bético de Málaga se pone en contacto con la roca ultrabásica.

El Complejo Alpujárride, está formado por uno de los mejores afloramientos del entorno en el área de Benahavis. La serie litológica es una secuencia pelítica con episodios más detríticos e incluso carbonatados que a consecuencia de un metamorfismo regional se han convertido en una serie de filitas, esquistos y gneises con intercalaciones cuarcíticas y mármoles. Sobre esta serie se ha superpuesto parcialmente un metamorfismo de contacto consecuencia de la intrusión de peridotitas que lo ha transformado en parte.

En la zona de Benahavis están representados los gneises bandeados y unas intercalaciones de mármoles dolomíticos. Se trata de mármoles de grano grueso, algo fétidos localmen-

te. Los bancos tienen potencias de 1 a 3 metros de tonos blancos y en algunos puntos existen fajeados azules. Su potencia puede alcanzar los 120 metros. La alteración suele disgregar los granos de la roca para formar arenas blanquecinas, este fenómeno se suele presentar en zonas próximas a las peridotitas. Su edad es paleozoica.

El Complejo Maláquide. En este conjunto se puede diferenciar una sucesión litológica que descansa sobre el Complejo Alpujárride. Los términos paleozoicos están representados por filitas, cuarzofilitas, matagrauvas y microconglomerados atribuidos al Silúrico. Niveles de calizas alabeadas con una potencia próxima a los 100 metros de edad Silúrico-Devónico y paquetes de grauvas pardas, conglomerados y pizarras que alcanzan el Carbonífero.

Los términos permotriásicos se componen de conglomerados poligénicos rojos, cuarcíticos, areniscas y pelitas rojas con mica y masas arcillosas abigarradas de distribución irregular. Pequeños asomos dolomíticos corresponden al Trias.

La Formación Flysch, atribuida al Eoceno-Oligoceno es una alternancia de areniscas de tonos amarillos claros, en bancos de 1 a 5 m de potencia y margas intercaladas con potencias inferiores al metro. Estos materiales yacen discordantes sobre el Maláquide y parecen pertenecer a la Unidad Aljibe del Campo de Gibraltar.

Los depósitos Cuaternarios están representados por terrazas y aluviales. Los sedimentos de las terrazas son conglomerados con cantos de peridotita. La matriz visible es una arcilla roja mezclada con grava y arenas procedentes de la parte alta de la cuenca.

Los aluviales están bien desarrollados en longitud y anchura ya que los ríos de la región son más bien ramblas con escorrentía intermitente.

2.1.- TECTONICA

El emplazamiento de la mole de roca peridotítica en la región constituye una fuente de problemas ampliamente debatidos en la literatura local, los cuales se refieren tanto al origen de la masa ultramáfica como al mecanismo de emplazamiento y a la edad del mismo. Actualmente existen estudios gravimétricos sobre el macizo, en los que puede determinarse la forma del mismo como una columna de paredes subverticales que se sumerge en la corteza al menos 25 km (Loomis 1972).

Al Oeste de Benahavis entre los cerros de Matrona y Monte Mayor existe un afloramiento Alpujárride en contacto con la peridotita y cabalgado por el Complejo Maláquide. Su borde Oeste es un contacto intrusivo de trazado irregular. Por el Este es más rectilíneo y está fallado. La estructura del afloramiento es un domo llegando a aflorar en el núcleo las peridotitas. En la carretera de Benahavis, los mármoles definen un gran anticlinal con uno de sus flancos cortados por una fractura. En el flanco Este el mármol presenta un conjunto de fracturas que ha desplazado los bloques formados.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial de "El Cercado" constituye el drenaje de un acuífero cuaternario constituido por una antigua terraza aluvial conjuntamente a un depósito de ladera, producida por la acumulación de materiales, originado por la erosión de los relieves circundantes principalmente debido a la roca peridotítica.

El manantial recoge de varias surgencias realizadas a lo largo de una trinchera, excavada en la antigua terraza, en donde se observa que está formada por una fracción gruesa de cantos rodados de diámetro variables y una fracción más fina de limos y arcilla de tonos marrón oscuro, con espesores que pueden alcanzar los 10 metros, y en algunos puntos aparece una "arcilla plástica de tonos verde amarillenta", muy cerca del contacto con la roca ultrabásica.

Principalmente existen tres surgencias con caudales de 0,34, 0,23 y 0,34 l/s, respectivamente, que en conjunto alcanzan 1 l/s, en donde se han realizado pequeñas captaciones de tipo horizontal, perpendiculares al eje del río, en dirección aproximada Este-Oeste.

La dimensión de este acuífero puede alcanzar una superficie aproximada de 0,5 km², ocupando la ladera de la margen derecha del río Guadalmina, teniendo principalmente una alimentación a través del propio río, aguas arriba del Benahavis, y por la lluvia caída sobre el propio afloramiento cuaternario, infiltrándose hacia la zona de contacto con la roca peridotítica.

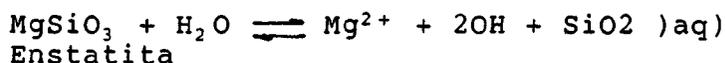
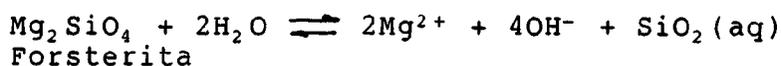
Existe un afloramiento de mármol dolomítico en la margen izquierda del río, cortando una falla el flanco más occidental, y que "a priori" también podría ser un eje de drenaje hacia el área de El Cercado, aunque en principio no se observa una relación directa con estos manantiales.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada magnésica de mineralización moderada (773 μ S/cm), $pH_{c_{amp_o}}$ = 7,91 y una temperatura de 18,4°C.

El estudio hidrogeológico del manantial recogido en el apartado precedente, pone de manifiesto su asociación con rocas ultrabásicas. En efecto, los elevados contenidos de sílice (64 mg/l) y magnesio (100 mg/l) así lo indican.

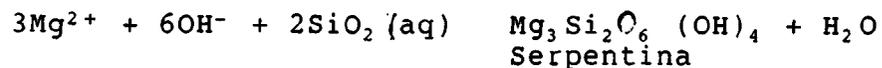
La presencia de ambas especies es consecuencia de los procesos de hidrólisis de los minerales -generalmente ferromagnesianos- presentes en las peridotitas,



En el caso de la sílice, estos procesos serían los responsables de la saturación respecto a esta especie que se aprecia en la fig. 1. Asimismo, la formación de radicales hidróxilo justifica el pH alcalino característico de las aguas relacionadas con este tipo de materiales.

La fig. 2 refleja los diagramas de saturación respecto a una serie de minerales comunes en las rocas ultrabásicas, donde la surgencia en cuestión (+) se representa junto con otro grupo de manantiales asociados a esta misma litología. En todos los diagramas aparece un grupo bien diferenciado de cuatro muestras (∇ , \square , \blacklozenge , \blacksquare), que corresponde a las aguas con menor influencia de materiales ajenos a las peridotitas (pH > 11 en todas ellas). El resto son surgencias a las que se atribuye una influencia mixta, entre las que figura el manantial de El Cercado. La muestra correspondiente a este último se encuentra subsaturada respecto a los minerales representados en la mencionada fig. 2, a excepción de la serpentina, para el que existe sobresaturación. La formación de este mineral secundario tiene lugar precisamente a partir de los

productos de las reacciones de hidrólisis del tipo antes indicado:



Por último, la serie analítica temporal disponible se compone solamente de 2 análisis, muy próximos en el tiempo (febrero y mayo/1990). Las características de ambos resultan similares, según se aprecia en el diagrama de Schoeller-Berkaloff (fig. 3).

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el manantial de El Cercado que vendría condicionada a la superficie de afloramiento del depósito Cuaternario (margen derecha del río Guadalmediana). Se pretenderá igualmente proteger parte del cauce del río, aguas arriba desde las inmediaciones del núcleo de Benahavis, observando además los puntos de vertidos de agua residual tanto de Benahavis como de la Urbanización La Pacheca, grupo de viviendas instaladas sobre el manantial.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 15-45 (Marbella). MAGNA-ITGE.

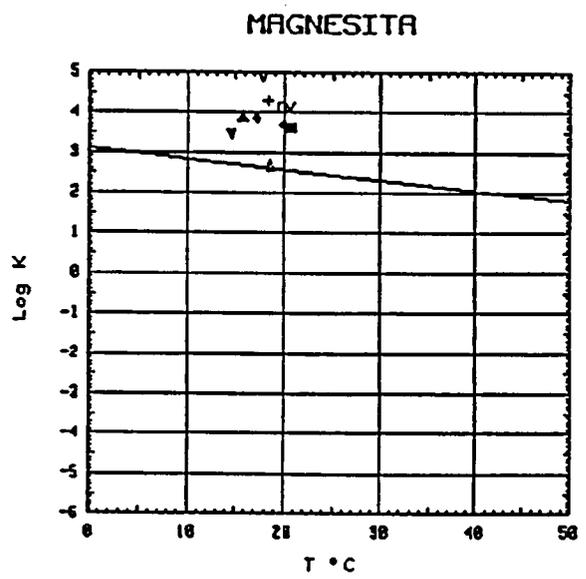
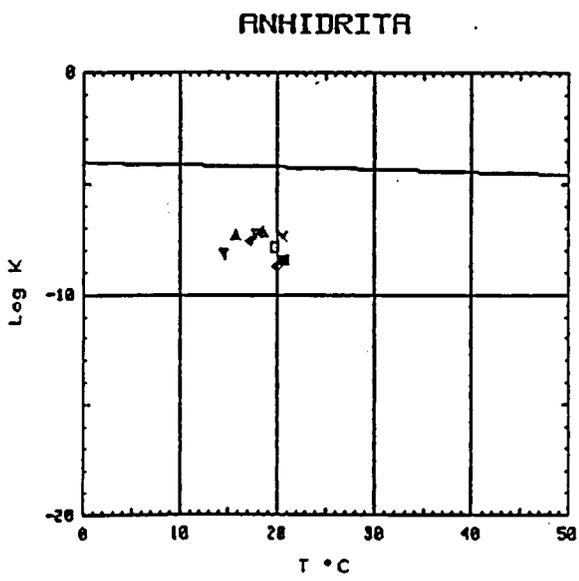
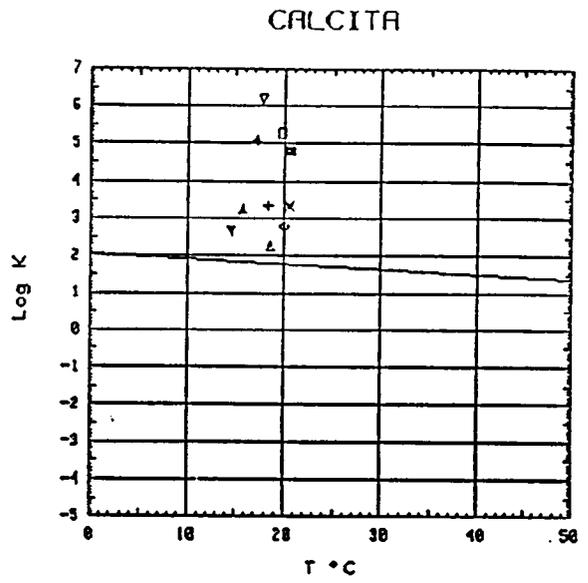
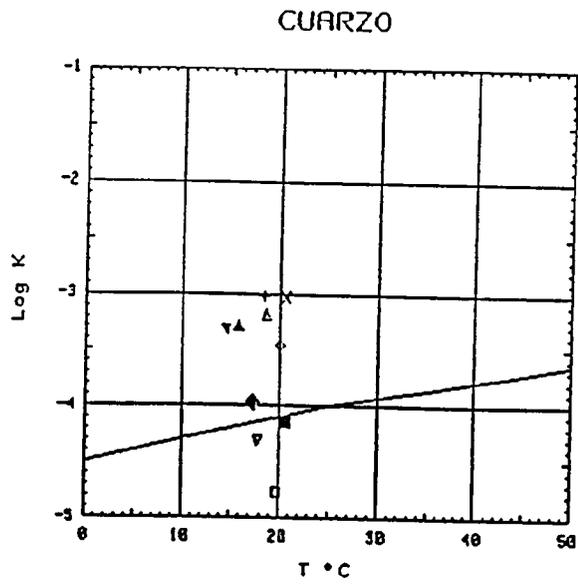


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL EL CERCADO (+)

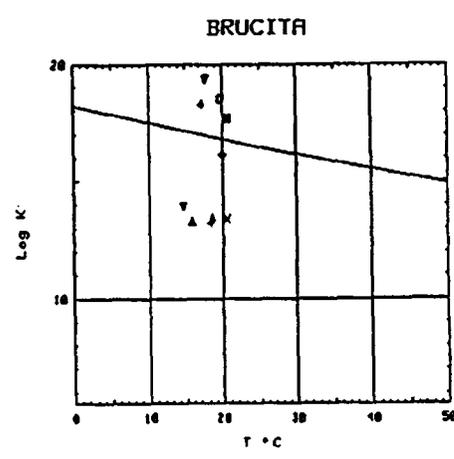
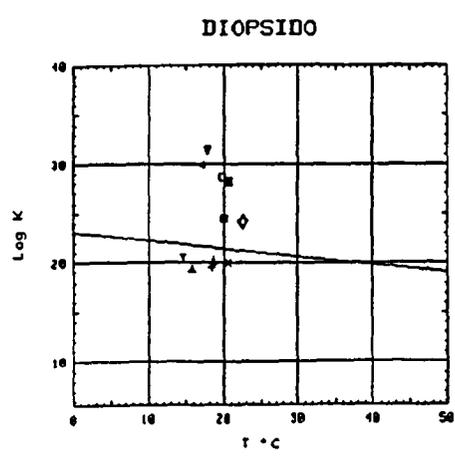
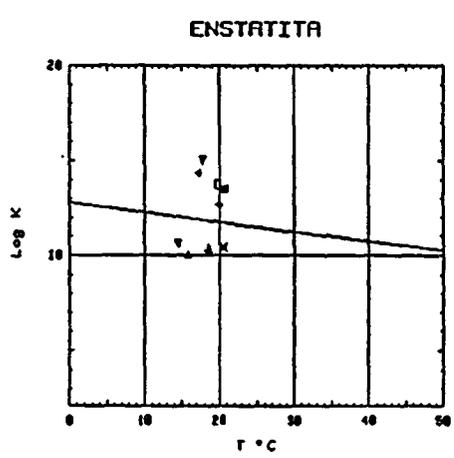
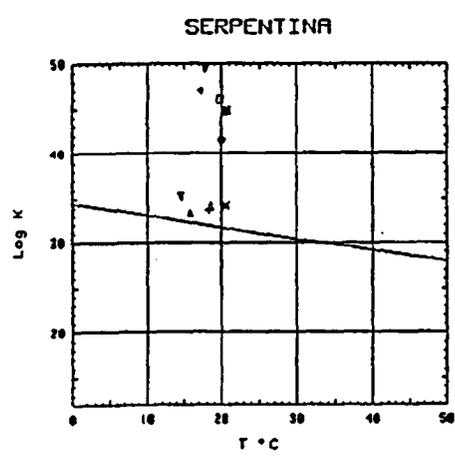
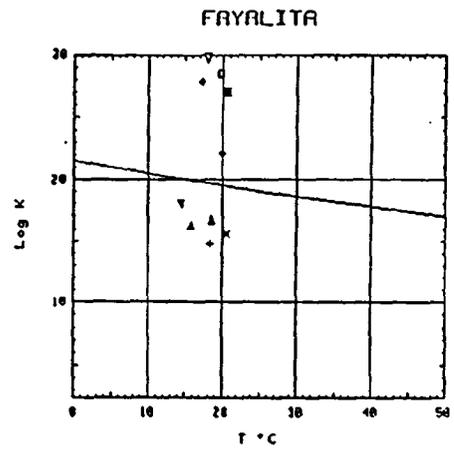
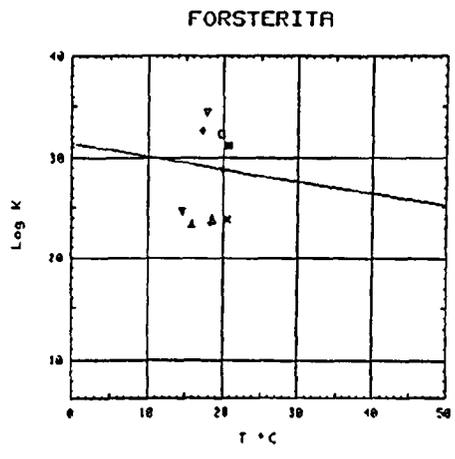
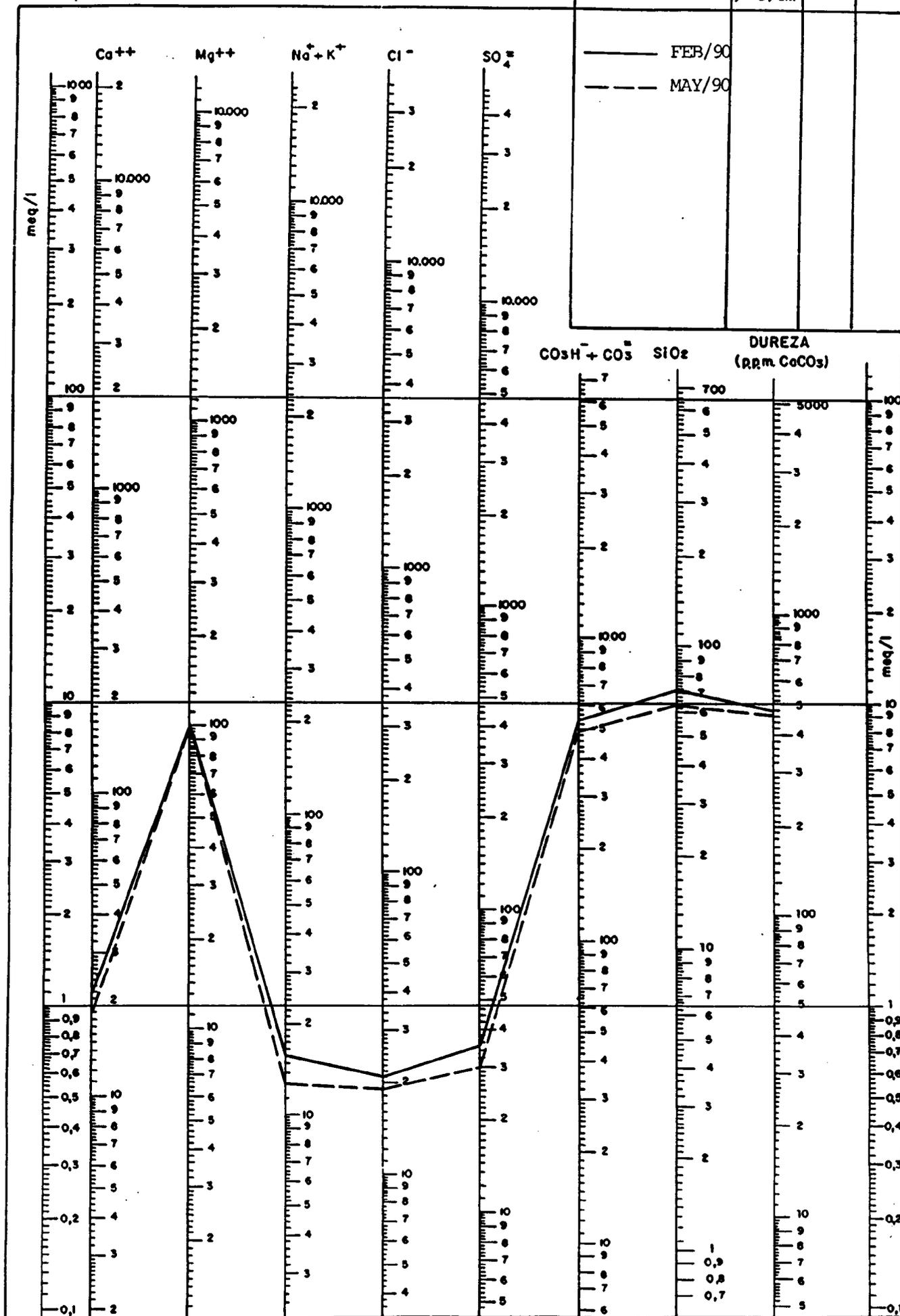


FIG. 2.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL EL CERCADO (+)

FIG. 3 -- MANANTIAL EL CERCADO

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—	FEB/90		
- - -	MAY/90		



ANÁLISIS QUÍMICO

denominación: EL CERCA DO
 VERDE

TEMPERATURA (°C): 18.4 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 773
 pH a 18°C: 7.91 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 464
 pH a 18°C: 8.30 Eh campo (mV): 260

ANIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	458.00	7.507	7.507	76.13
CO3=	32.00	.533	1.067	10.82
SO4=	30.00	.312	.625	6.33
Cl-	19.00	.536	.536	5.44
F-	<5.0E-1	.026	.026	.27
NO3-	6.00	.097	.097	.98
SiO2(H4SiO4)	64.0	1.065	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.110	.001	.003	.04
TOTAL....	609.620	10.077	9.861	

CATIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
Na+	11.00	.479	.479	4.91
K+	1.00	.026	.026	.26
Ca++	19.00	.474	.948	9.73
Mg++	100.00	4.113	8.226	84.39
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.07
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.57
NH4+	.020	.001	.001	.01
Mn++	.064	.001	.002	.02
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	131.754	5.121	9.748	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >SO4= >Cl- >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca = 9.042	Cl/Na = 1.120	(SO4*Ca) ^{1/2} = .770
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .934	Cl/(Na+K) = 1.063	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .799
((CO3H) ² *Ca) ^{1/3} = 3.766	SO4/Ca = .659	Mg/Ca = 8.676
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.003	SO4/(Ca+Mg) = .068	Cl/CO3H = .071

ARCHIVO EN DISCO: MMM30 (AMA5-30)

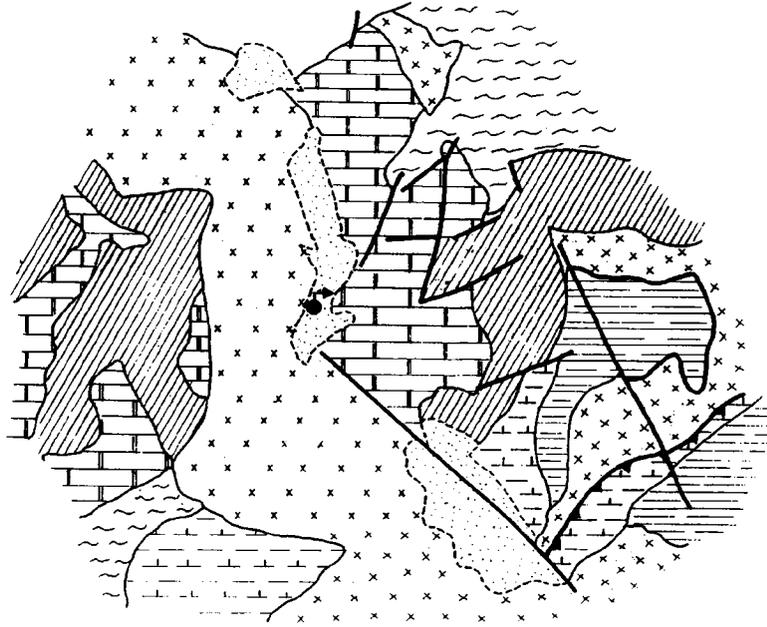
	ppm
R.S. 110°C	700
D.Q.O.	0,6
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,010
As	-
Se	-
Hg	-

EL CERCADO (BENAHAVIS)

PLANO GEOLOGICO

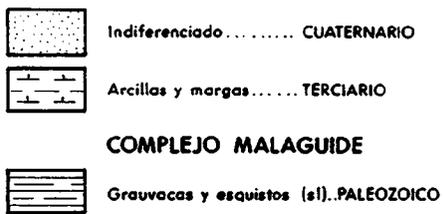
316.000

318.000

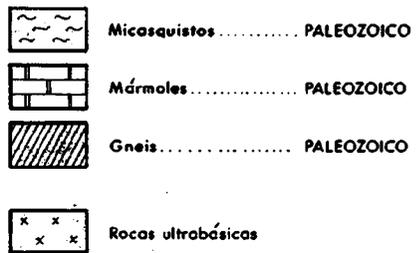


4.044.000

4.042.000

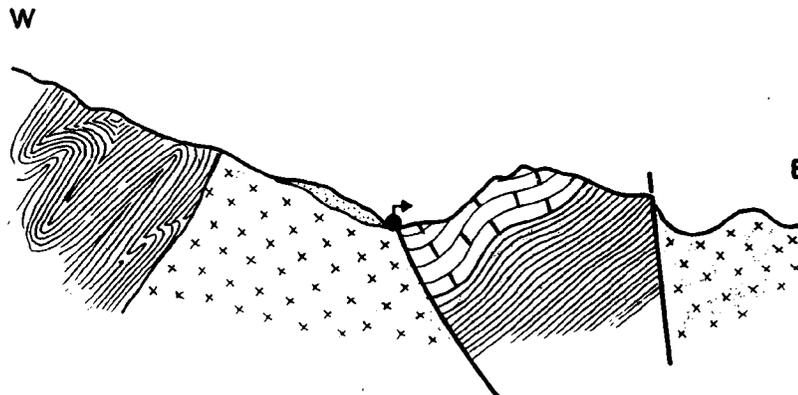


COMPLEJO ALPUJARRIDE



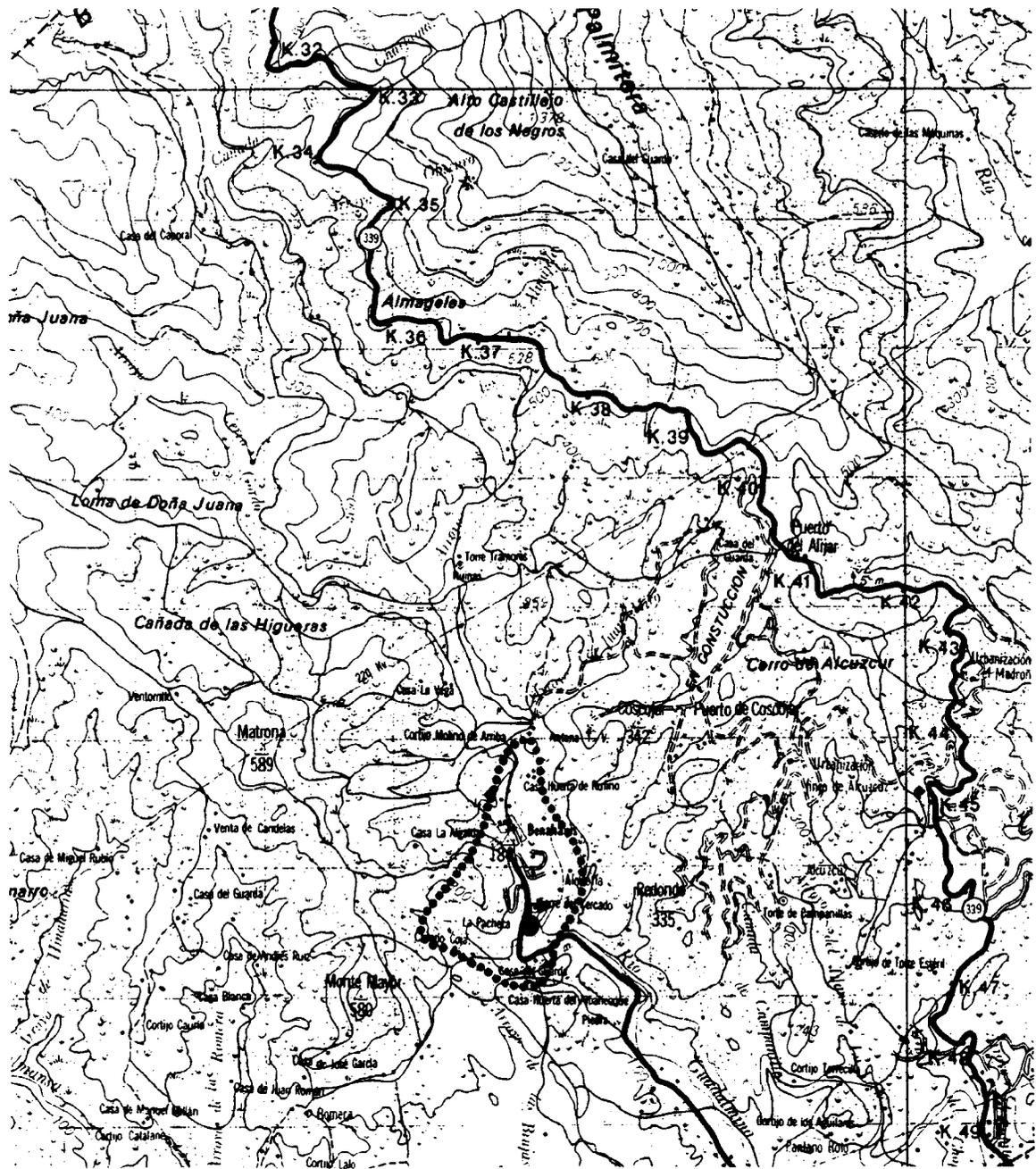
ESCALA-1:50000

CORTE GEOLOGICO



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

EL CERCADO



ESCALA - 1:50.000