

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE
TRANSPORTES Y OBRAS PUBLICAS
Dirección de Aguas

CONSTRUCCIÓN DEL SONDEO DE EXPLOTACIÓN OSMA-B

Febrero 1999



EVE

INDICE	Pág.
1.- INTRODUCCION - ANTECEDENTES.....	2
2.- OBJETIVOS Y EMPLAZAMIENTO.....	2
3.- GEOLOGIA LOCAL.....	3
3.1.- Estratigrafía.....	3
3.2.- Tectónica.....	4
3.3.- Consideraciones Hidrogeológicas.....	4
4.-SONDEO DE EXPLOTACION OSMA-B.....	5
4.1.- Equipo de perforación y desarrollo de los trabajos.....	5
4.2.- Características técnicas del sondeo.....	7
4.3.- Columna litológica. Aportes de agua.....	7
4.4.- Registros Geofísicos - Inspección Endoscópica.....	10
5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	18
 ANEXOS	
 A.1..- Inspección endoscópica y diagráfias en el sondeo OSMA-B	

1.-INTRODUCCION - ANTECEDENTES

En el marco del Convenio "Programas de Actuación en Aguas Subterráneas", suscrito entre el Departamento de Obras Públicas y Transportes del Gobierno Vasco y el Ente Vasco de la Energía, se ha realizado el sondeo de explotación hidrogeológica denominado OSMA-B.

Esta obra figura en el Catálogo de Actuaciones en Aguas Subterráneas, elaborado en el ámbito de dicho convenio en Julio de 1997.

Una vez finalizados los trabajos de perforación, acondicionamiento del sondeo y prueba de producción, se ha realizado el presente Informe Técnico en el que se recoge el desarrollo de los trabajos así como los resultados obtenidos.

2.- OBJETIVOS Y EMPLAZAMIENTO

El sondeo de explotación denominado OSMA-B, junto con otros realizados en su entorno, tiene por objeto regular una parte de los recursos asociados a la Unidad Hidrogeológica Subijana en este sector, drenados mayoritariamente por el manantial de Osma y sus surgencias temporales asociadas.

El sondeo emboquilla directamente en el objetivo, situándose a unas decenas de metros del sondeo de control piezométrico Osma-3, y sensiblemente más alto topográficamente.

El punto de sondeo elegido se sitúa en la parcela nº50317 del polígono nº40 del T.M. de Valdegobía, en el paraje denominado Rugaza perteneciente a la Junta Administrativa de Fresneda.

Para la ubicación de la obra fué necesario el acondicionamiento tanto del emplazamiento como del acceso al punto de sondeo en su tramo final. Además, se habilitó en las inmediaciones una balsa para el vertido de los lodos de perforación, aprovechándose una antigua zona de extracción de material calizo. Los trabajos se realizan durante los días 26, y 27 de Junio de 1998 con una pala mixta de la empresa Excavaciones P. Fernández, S.A.

Las coordenadas UTM y la cota aproximada del punto de perforación son los siguientes:

X= 495.264
Y= 4.747.993
Z= 619 m.



Emplazamiento sondeo OSMA-B

3.- GEOLOGIA LOCAL

El emplazamiento del sondeo Osma-B se localiza geológicamente en el flanco Sur de la suave estructura anticlinal de Zuazo, en cuyo núcleo aflora la potente formación margosa del Cretácico Superior denominada "Margas de Zuazo".

3.1.- Estratigrafía

La estratigrafía general del área está constituida fundamentalmente por tres conjuntos litológicos: Margas y margocalizas (Turonense medio-Conienciense inferior), Calizas (Conienciense medio-superior) y Margocalizas y margas (Santonense inferior).

A continuación se comentan las características litológicas más sobresalientes de estos materiales.

Margas y margocalizas del Turonense medio-Conienciense inferior (Margas de Zuazo)

Esta unidad litológica se encuentra constituida en su totalidad por una alternancia de margas y margocalizas estratificadas en paquetes de 20 cm a 1 m de espesor. Presenta una potencia global mínima de 550-1.000 m dependiendo de los sectores.

Las margas, de color grisáceo claro, aparecen en superficie bastantes alteradas, con aspecto apizarrado u hojoso. Son frecuentes los restos fósiles de Equinodermos, disminuyendo su fre-

cuencia en los paquetes más competentes.

Calizas del Conienciense medio-superior (Calizas de Subijana)

Dispuesta esta unidad concordantemente sobre la formación anterior, presenta una potencia que oscila entre los 200-400 m dependiendo de los sectores.

Se encuentra formada mayoritariamente por calizas de grano fino a medio, fuertemente recristalizadas, de colores grisáceos a ocres. Localmente aparecen calizas bioclásticas, siendo los Bivalvos los restos orgánicos mayoritarios. Por lo general presentan un aspecto masivo, aunque ocasionalmente se observan superficies de estratificación. Localmente se encuentran dolomitizadas dando lugar a dolomías de tipo carniolar, de colores más claros.

Dentro de esta unidad se dan cambios laterales de facies hacia términos más ricos en compoente arcilloso (margocalizas).

Margocalizas y margas del Santonense inferior (Margas de Osma)

Con una potencia global variable entre 100 y 300 m, se sitúa concordantemente sobre el término anterior.

Se trata de una alternancia de margas y margocalizas en paquetes de potencia no superior a 2 m. Las características litológicas son muy semejantes a las "Margas de Zuazo" con abundantes restos de Equinodermos, por lo general

fracturados y deformados.

Toda esta unidad aparece en superficie muy fracturada y alterada. En sectores más orientales a Osma (Villodas, Hueto de Abajo) aparece como un cambio de facies de las "Calizas de Subijana".

3.2.- Tectónica

La principal estructura de la zona es el Anticlinal de Zuazo. Se trata de una amplia estructura con suaves buzamientos y direcciones SE-NW. Únicamente en el extremo noroccidental se ve interrumpido bruscamente por fracturas E-W lo que produce un cambio en la dirección de su eje, pasando a ser N-S.

La fracturación es muy intensa tanto a nivel de afloramiento como a escala de fotograma aéreo. El sistema de fracturación más desarrollado es aproximadamente N20°E correspondiendo a fracturas transversales asociadas al pliegue anticlinal. Otro sistema que alcanza relevancia es el longitudinal a estas estructuras, con una dirección aproximada N100-110 E. Las fracturas, por lo general, son abiertas. La casi totalidad de ellas responden a fracturas originadas en una etapa distensiva posterior a la compresión que origina los pliegues en la zona.

3.3.- Consideraciones hidrogeológicas

La Unidad Hidrogeológica Subijana constituye un acuífero de tipología kárstica, con porosidad primaria poco elevada y porosidad secundaria muy impor-

tante, originada por procesos de fracturación y dolomitización. En conjunto, la permeabilidad del acuífero puede considerarse muy alta.

Entre las surgencias asociadas directa o indirectamente al acuífero carbonatado, se establece una división en relación con su funcionamiento: surgencias perennes y surgencias temporales. Al primer tipo corresponden los manantiales Nanclares (Qm aforado 440 l/s), Osma (Qm aforado 400 l/s), Abecia y Zuazo (Qm aforado 10-50 l/s). Los pertenecientes al segundo grupo son manantiales activos únicamente en períodos de aguas altas pero que, en dichos momentos, aportan caudales punta de hasta varios m³/s; tal es el caso de Subijana, Hueto o Trespuentes.

Mención aparte merece la zona de paso por las calizas del río Bayas cuyo funcionamiento es alternativamente como sumidero, en aguas medias-bajas, y como surgencia en aguas altas.

La disposición suavemente ondulada del nivel carbonatado permite, a pesar de su discreto espesor, una gran superficie de afloramiento (140 km², dentro de los límites administrativos impuestos a la unidad) en condiciones óptimas para facilitar la infiltración en detrimento de la escorrentía superficial.

Las condiciones de borde están compuestas por las facies margosas situadas a techo y muro del acuífero, aunque no actúan como límites estrictos; de hecho, un buen número de manantiales surgen en las margocalizas su-

periores.

El funcionamiento del acuífero es básicamente libre en el área de Subijana, y pasa a confinado en Nanclares y su prolongación hacia el Sur, en la denominada depresión de Treviño. No obstante, en el punto de perforación elegido y dada la profundidad a la se encuentran las calizas el acuífero debe estar confinado.

La recarga se produce por infiltración de la precipitación sobre los afloramientos y, en determinadas condiciones hidrológicas, por infiltración del río Bayas a su paso por las calizas.

Las direcciones de flujo son convergentes hacia los principales puntos de descarga, pero con la particularidad de que estas direcciones no son constantes a lo largo del tiempo y existen algunas variaciones importantes. El caso más claro está constituido por el sector de Subijana que actúa, alternativamente, como punto de recarga y punto de descarga. El sentido de flujo del recurso infiltrado es hacia el Sur, aunque no es descartable cierta componente Este, dada la diferencia de cota del sector drenado hacia el río Zadorra.

Los parámetros hidrológicos de la zona son:

- Isoyeta media 900 mm
- Isoterma media 8°C
- Lluvia útil 450 mm.
- Porcentaje medio de infiltración de la lluvia útil 95%.

Aplicando estos parámetros al área de la unidad los recursos renovables en

un año medio son de 66 Hm³/año.

Sin embargo, esta cifra no representa el total del concepto de entradas del balance de la unidad; para ello, se debe incrementar la infiltración procedente del río Bayas a su paso por las calizas.

Los sondeos se encuentran ubicados en la subunidad de Osma cuya área de afloramiento en la Comunidad Autónoma es de 24 km². La recarga, en la superficie indicada, se ha estimado en 10.3 Hm³; el principal punto de descarga es el constituido por los manantiales de Osma, además de otras surgencias en el entorno de menor entidad y carácter temporal.

4.- SONDEO DE EXPLOTACION OSMA-B

4.1.- Equipo de perforación y desarrollo de los trabajos

La perforación ha sido realizada a percusión con cable con un equipo de la empresa Sondeos Manuel Ruiz Guerra.

El día 29 de Junio queda emplazada la maquinaria en el punto de sondeo, no comenzando la perforación propiamente dicha hasta el día siguiente.

La ejecución del sondeo se desarrolla en una única fase, perforándose en toda la longitud del sondeo (250 m) con diámetro 650-550 mm.

La evolución de la perforación se resume en el cuadro N^o1

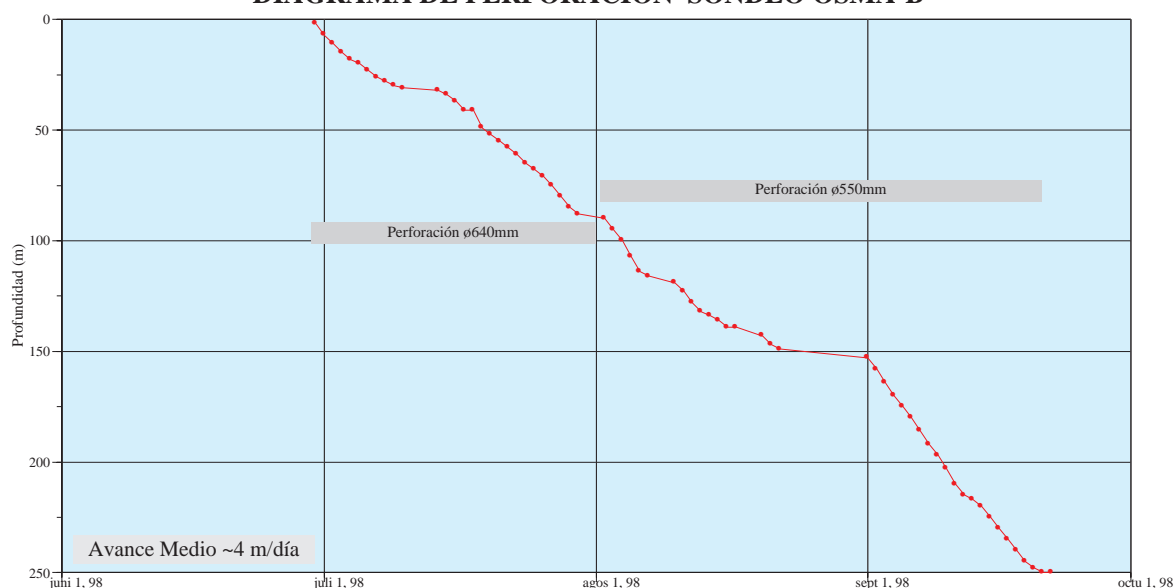
Construcción del Sondeo de Explotación OSMA-B

Cuadro N°1 : Evolución de la perforación a percusión en el sondeo OSMA-B						
<i>Día</i>	<i>Prof. alcanzada (m)</i>	<i>Avance (m)</i>	<i>ØPerf (mm)</i>	<i>Prof. entubada(m)</i>	<i>ØInt. (mm)</i>	<i>OBSERVACIONES</i>
30/6/1998	2	2	640			
1/7/1998	7	5	"	3	650	
2/7/1998	11	4	"			
3/7/1998	15	4	"			
4/7/1998	18	3	"			
5/7/1998	20	2	"			
6/7/1998	23	3	"			
7/7/1998	26	3	"			
8/7/1998	28	2	"			
9/7/1998	30	2	"			
10/7/1998	31	1	"			
14/7/1998	32	1	"			
15/7/1998	34	2	"			
16/7/1998	37	3	"			
17/7/1998	41	4	"			Sube nivel de 26 a 23m.
18/7/1998	41	0	"			
19/7/1998	49	8	"			
20/7/1998	52	3	"			
21/7/1998	55	3	"			
22/7/1998	58	3	"			
23/7/1998	61	3	"			Sube nivel de 23 a 20m.
24/7/1998	65	4	"			
25/7/1998	68	3	"			
26/7/1998	71	3	"			
27/7/1998	75	4	"			
28/7/1998	80	5	"			
29/7/1998	85	5	"			
30/7/1998	88	3	550			
2/8/1998	90	2	"			
3/8/1998	95	5	"			
4/8/1998	100	5	"			
5/8/1998	107	7	"			
6/8/1998	114	7	"			
7/8/1998	116	2	"			
10/8/1998	119	3	"			
11/8/1998	123	4	"			
12/8/1998	128	5	"			
13/8/1998	132	4	"			
14/8/1998	134	2	"			
15/8/1998	136	2	"			
16/8/1998	139	3	"			
17/8/1998	139	0	"			Reparando herramienta hasta día 19/8/1998
20/8/1998	143	4	"			
21/8/1998	147	4	"			
22/8/1998	149	2	"			
1/9/1998	153	4	"			
2/9/1998	158	5	"			
3/9/1998	164	6	"			
4/9/1998	170	6	"			
5/9/1998	175	5	"			
6/9/1998	180	5	"			
7/9/1998	186	6	"			
8/9/1998	192	6	"			
9/9/1998	197	5	"			
10/9/1998	203	6	"			
11/9/1998	210	7	"			
12/9/1998	215	5	"			
13/9/1998	217	2	"			
14/9/1998	220	3	"			
15/9/1998	225	5	"			
16/9/1998	230	5	"			
17/9/1998	235	5	"			
18/9/1998	240	5	"			
19/9/1998	245	5	"			
20/9/1998	248	4	440			
21/9/1998	250	2	"			
22/9/1998	250	0	"			Valvuleo de limpieza y poner tapa sin entubar. Acabado provisional.

Los trabajos de perforación propiamente dichos se realizan sin problemas dignos

de mención y se prolongan por algo más de 63 días efectivos, obteniéndose

DIAGRAMA DE PERFORACION SONDEO OSMA-B



se un avance medio de aproximadamente 4 m/día, sensiblemente superior al obtenido en el sondeo OSMA-A y similar a los avances conseguidos en otros sectores (Subijana y Nanclares) de esta misma unidad hidrogeológica.

Los lodos de la perforación fueron vertidos a una balsa de decantación habilitada en las inmediaciones del punto de sondeo.

4.2.- Características técnicas del sondeo

El sondeo realizado presenta las siguientes características constructivas :

Perforación		
Profundidad (m)	ø (mm)	Tipo
0-85	640	Trépano
85-250	550	Trépano

Únicamente se entuban los primeros 3 metros a modo de emboquille al inicio del sondeo. El sondeo no se completa a espera de los datos aportados por

las diagragías con el sondeo abierto (open-hole).

Entubación			
Prof. (m)	øint (mm)	Pared (mm)	Tipo
3	650	8	Metálica ciega

Las paredes del sondeo se mantienen en todo momento estables por lo que no se hace necesaria la utilización de tubería auxiliar alguna.

El sondeo se finaliza de modo provisional, instalándose una tapa de acero atornillada, en espera de realizarse la inspección endoscópica y las diagragías.

4.3.- Columna litológica - Aportes de agua.

Durante la realización del sondeo se han recogido muestras cada 2 m. La columna litológica que se describe a continuación se basa solamente en la observación de las muestras recogidas.

El sondeo OSMA-B perfora desde el ini-

cio la formación carbonatada definida como Calizas de Subijana. Toda la columna se encuentra constituida por una serie bastante monótona de calizas grises y cremas localmente dolomíticas. No se detectan variaciones importantes a lo largo de la columna.

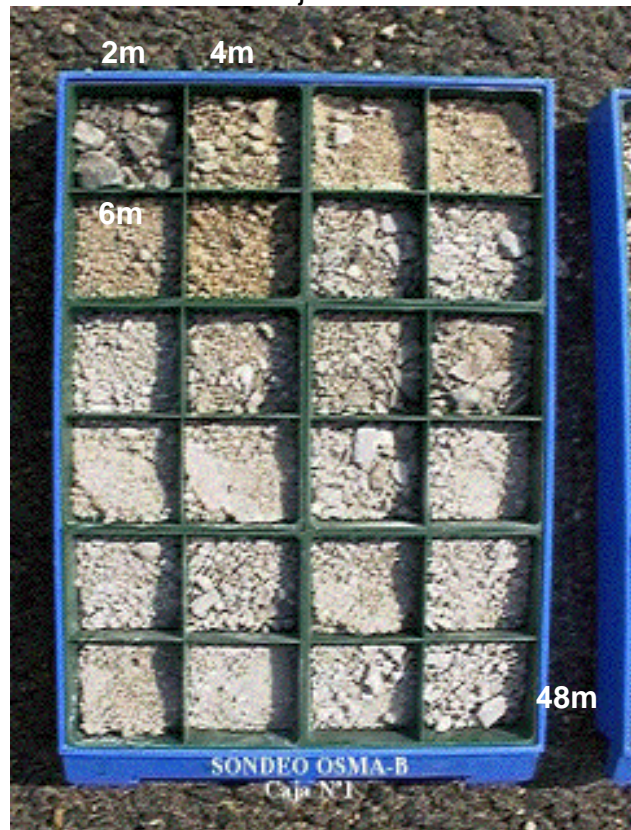
En las fotografías de las páginas siguientes se observa el aspecto de las muestras recogidas.

Desde los primeros metros de sondeo se producen pequeños aportes de agua que facilitan la perforación, si bien no son importantes y se deprime el nivel simplemente con el valvuleo.

El primer aporte de agua se produce a los 24 m. Posteriormente, sobre el metro 40, se produce el ascenso del nivel estático desde los 26,m hasta los 23,m lo que hace presumir algún ligero aporte a esa profundidad. Posteriormente, al perforar el metro 60 se produce un nuevo ascenso del nivel hasta los 20 m. A esta profundidad se mantendrá hasta el final de la perforación, no constatándose nuevos aportes

No se detectan zonas importantes con pérdidas de lodo y, únicamente en algunas muestras de mayor tamaño que se recuperan con la válvula, se pueden observar claros síntomas de dolomitización con cierta porosidad y karstificación.

Muestras SONDEO OSMA-B
Caja N°1



Muestras SONDEO OSMA-B
Caja N°2



Construcción del Sondeo de Explotación OSMA-B

Muestras SONDEO OSMA-B
Caja N°3



Muestras SONDEO OSMA-B
Caja N°5



Muestras SONDEO OSMA-B
Caja N°4



Muestras SONDEO OSMA-B
Caja N°6



4.4.- Registros Geofísicos - Inspección Endoscópica

Durante los días 1 y 2 de Diciembre de 1998 se llevan a cabo los trabajos de testificación geofísica e inspección mediante vídeo en el sondeo. Los trabajos corren a cargo de la empresa francesa HYDROINVEST y se realizan del siguiente modo :

- Inspección endoscópica del sondeo mediante vídeo. Es la primera operación y se realiza con un equipo de cámara axial de construcción propia de la empresa Hydroinvest. La cámara se desciende por el sondeo con un centrador en su parte superior.
- Registros geofísicos en estática. Se registran los siguientes parámetros:
 - Resistividad monoelectrónica.
 - Radiación natural gamma (γ -ray)
 - Flujo natural.
 - Temperatura y Conductividad del agua.
 - Resistividad corta (16") y larga (64").(Estos dos parámetros se registrarán en último lugar)
- Registros geofísicos en producción. Se realizan a continuación y conjuntamente con el bombeo de un caudal determinado. Los parámetros que se registran en producción son: Temperatura, Conductividad y Flujo. El bombeo se realiza con una pequeña bomba de \varnothing 6" y tubería de impulsión de aluminio "tipo riego". El control de los caudales se efectúa mediante un caudalímetro electromagnético y el de los niveles mediante un sensor de presión. Se verifican

los controles con un pequeño vertedero triangular y con una sonda convencional de medida del nivel.

A continuación, se describen y analizan los registros obtenidos.

• Inspección endoscópica - Registro de vídeo.

El registro se realiza con el sondeo abierto en toda su extensión (open-hole), es decir, sin entubar. La cámara lleva adaptada una brújula que permite realizar medidas en las discontinuidades que se observan.



Cámara utilizada en la inspección endoscópica.

El registro de video presenta una visibilidad reducida entre el nivel piezométrico y los 70 m de profundidad. Posteriormente hasta los 225 m aumenta ligeramente la visibilidad, volviéndose a reducir en el último tramo hasta el final del sondeo.

Toda la serie atravesada observable en el registro de vídeo esta compuesta por materiales carbonatados extremadamente compactos. Como rasgos más destacables, dentro de la escasa fracturación que presenta la

serie, se pueden citar algunas pequeñas fracturas (en general poco o nada abiertas) que se detectan a las profundidades de: 60, 101-107, 124, 139-140, 164-173, 206-209, 225 y 229 m.

Se detectan algunas discontinuidades asociadas a superficies de estratificación a las profundidades de: 80, 89, 92, 111, 117-119, 127, 155.5, 179.5, 184.5, 192.5, 197.5, 210.4, 218.6, 220.6 y 234.6 m.

En algunas de las pequeñas fracturas se observan rellenos de calcita recristalizada.

El fondo del sondeo se localiza a los 247.30 m y está constituido por depósitos blandos arcillosos.

A continuación se adjuntan algunas fotografías singulares:

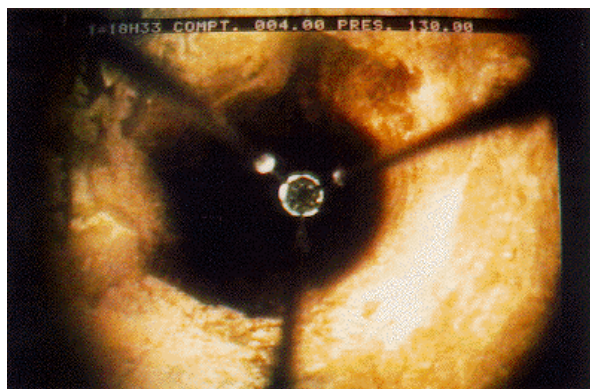


Foto 1 (4.0 m)-Zona fisurada por encima del nivel piezométrico.



Foto 2 (60.0 m)-Diaclasa abierta. Agua con cierta turbidez.

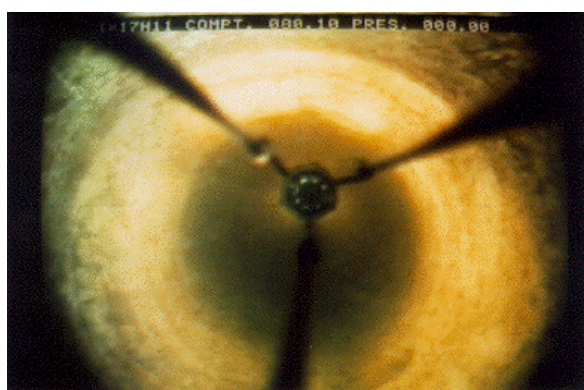


Foto 3 (80.1 m)-Sección del sondeo muy regular. Aspecto de las calizas masivas, con alguna pequeña diaclasa y/o junta de estratificación

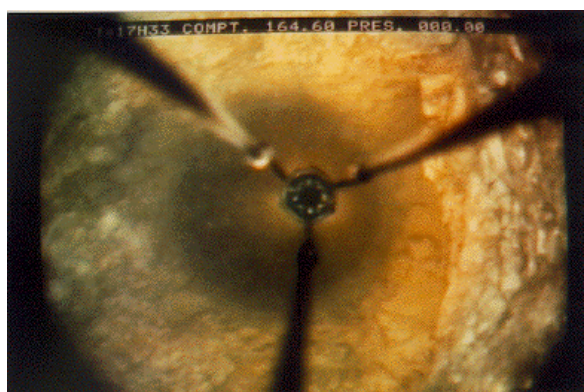


Foto 4 (164.6 m)-Zona fracturada, sección irregular y deformada.

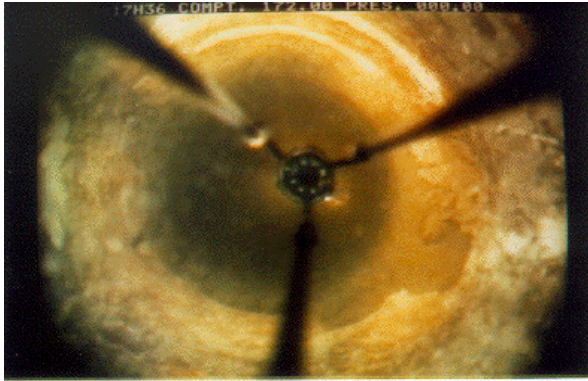


Foto 5 (172.0 m)-Pequeña fractura. Sección deformada.

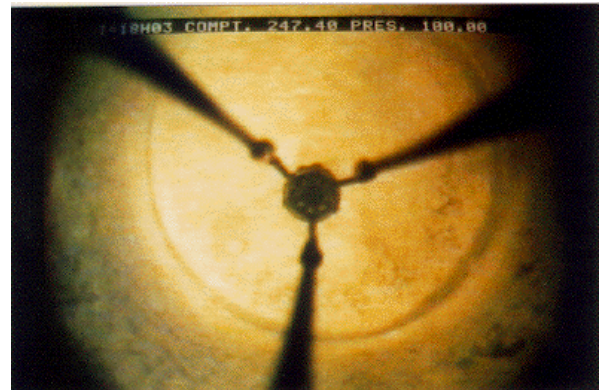


Foto 8 (247.4 m)-Fondo del sondeo con depósitos arcillosos.



Foto 6 (196.8 m)-Caliza masiva. Sección regular con detalles de los nódulos de sílex característicos.

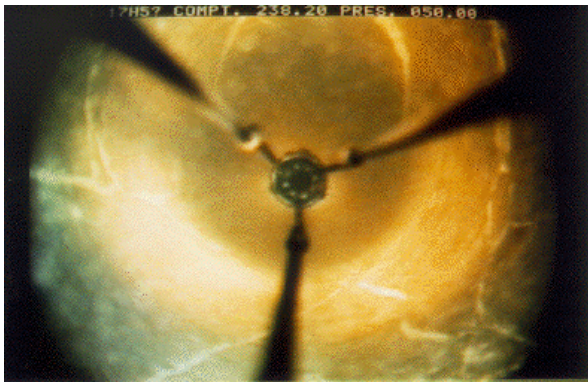


Foto 7 (238.2 m)-Caliza masiva. Sección regular con numerosas pequeñas diaclasas rellenas de calcita.

• Diagrafías eléctricas - Radiación natural

Gamma

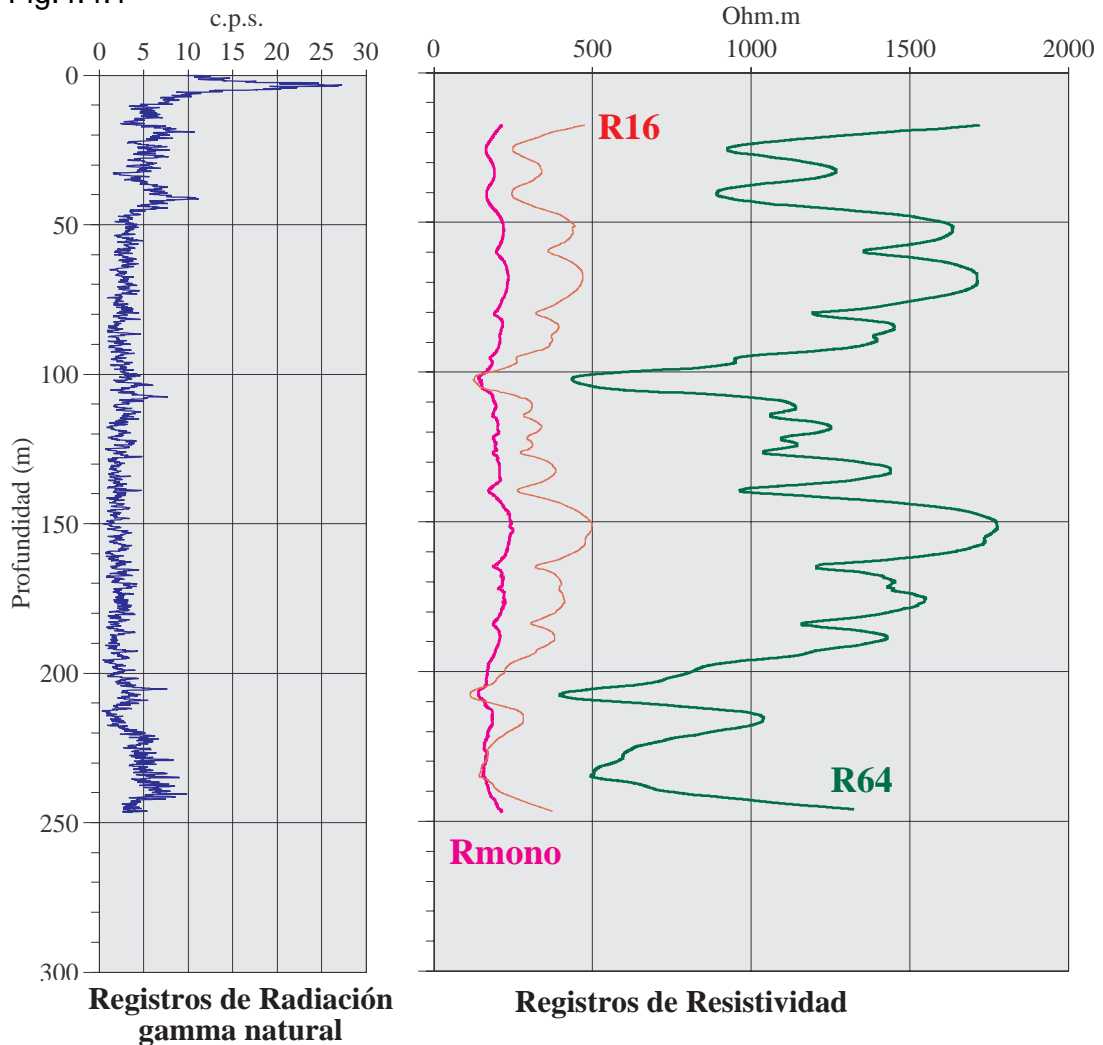
Se engloban en este apartado los registros de resistividad (monoelectrónica, corta-16" y larga-64") y la radiación natural gamma.

Tal y como se observa en la Fig. 4.4.1, se pueden llegar a distinguir en detalle hasta cuatro niveles con características geoelectricas distintas:

- Nivel 1 (0-6 m): corresponde a una formación superficial predominantemente arcillosa, quedando reflejada en los valores de radiación natural gamma más elevados (10-15 cps).
- Nivel 2 (6-45 m): con una radiación natural todavía elevada (5-10 cps) y resistividades moderadas, corresponde a la formación margo-carbonatada intermedia entre las Calizas de Subijana y las Margas de Osma.
- Nivel 3 (45-243 m): presenta una radiación baja y valores de resisti-

TESTIFICACION GEOFISICA EN EL SONDEO OSMA-B

Fig.4.4.1



vidad globalmente alta. Corresponde a la formación carbonatada denominada Calizas de Subijana, constituida por calizas y dolomías.

Coincidiendo con zonas más o menos fracturadas se producen algunas subidas muy localizadas en la radiación natural y bajadas en la resistividad.

Estas unidades litológicas diferenciadas se correlacionan con relativa facilidad con las obtenidas en el sondeo OSMA-A.

• Registros en estática (Flujo natural, Temperatura y Conductividad del Fluido)

Se realizan después del registro de video, en régimen natural (es decir sin bombeo). En la Fig. 4.4.2 se presentan los resultados obtenidos, juntamente con los obtenidos posteriormente en producción (con bombeo).

La **termografía** muestra una temperatura casi constante de 12.8-12.9°C en el tramo 16-70 m, con un gradiente geotérmico nulo.

Entre los metros 70-95 se produce una zona de transición térmica, produciéndose a partir del metro 95 y hasta el 165 un aumento de T^a hasta 13.8°C reflejando un gradiente geotérmico del orden de 1.1°C por cada 100 m.

Entre los metros 165-225 se pasa de 13.8°C hasta 14.9°C mostrando un gradiente de 1.8°C por cada 100 m. A partir del metro 225 y hasta el fondo del sondeo se ralentiza algo el gradiente hasta 1.4°C por cada 100 m, finalizando el registro con una T^a de

15.2°C .

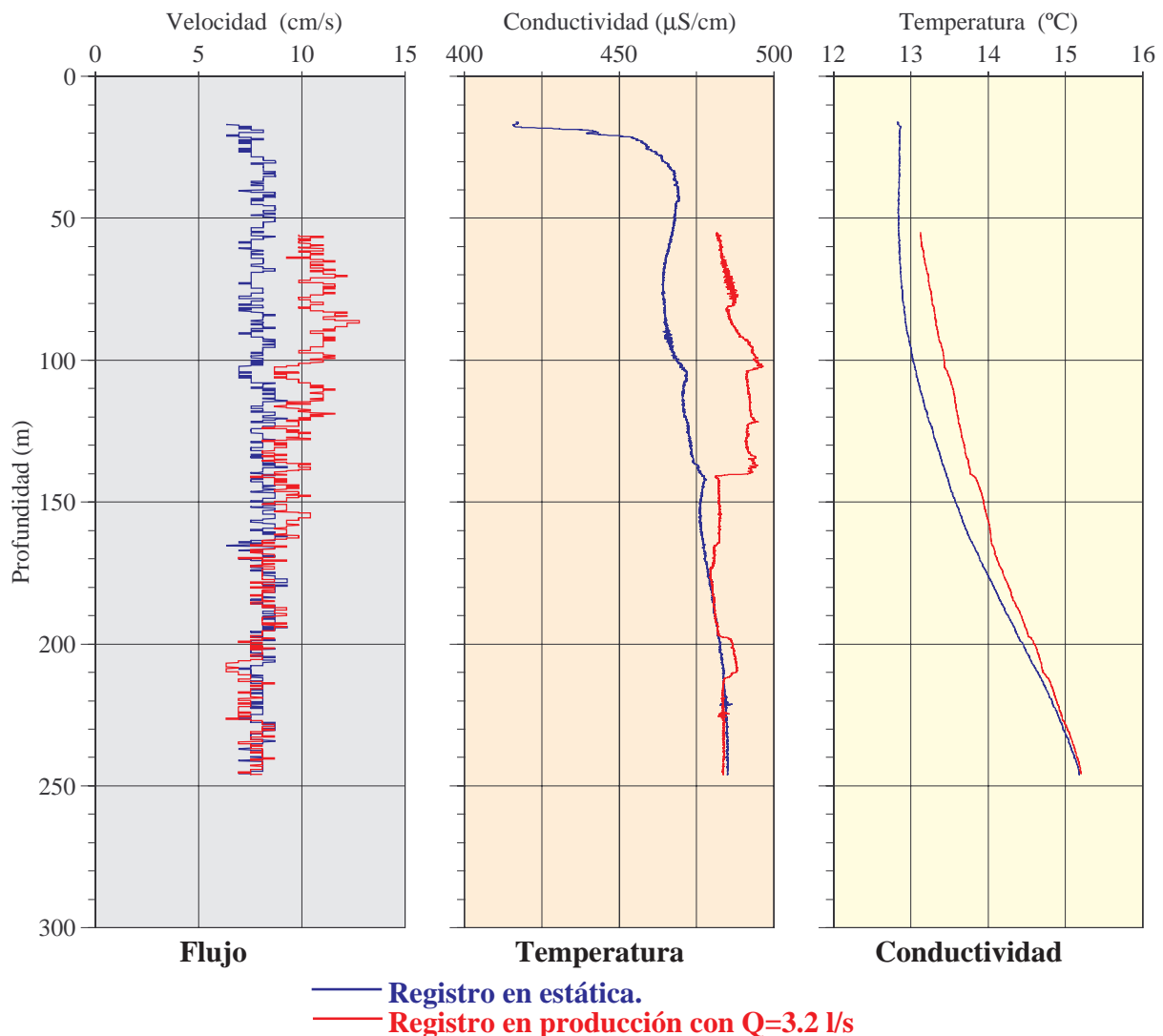
Aparte de esta zonación del gradiente geotérmico no se detectan otras anomalías térmicas.

Por último, resaltar que este sondeo presenta un gradiente geotérmico mucho menor que el que presenta el sondeo OSMA-A.

El registro de **conductividad** en estática refleja tres anomalías a las profundidades de 104, 142 y 210-220 m, que vienen a coincidir con tres zonas

DIAGRAFÍAS EN ESTÁTICA Y PRODUCCION EN EL SONDEO OSMA-B

Fig.4.4.2



fracturadas.

El registro finaliza con valores de conductividad en torno a $485 \mu\text{S}/\text{cm}$.

El registro del **flujo en estática** se realiza con una campana de amplificación de $\varnothing 300 \text{ mm}$ instalada en el micromolinete, debido al diámetro de la perforación.

La velocidad aparente en estática puede considerarse globalmente constante, poniendo de manifiesto la ausencia de flujo natural en el sondeo. Apenas se detecta la reducción del diámetro de perforación existente en torno a 88 m.

En detalle, el registro de flujo detecta pequeñas irregularidades en la sección del sondeo a las profundidades de 103-108 y 165 m, respectivamente.

• **Registros en Producción (Temperatura, Conductividad y Flujo).**

Inicialmente se instala una bomba de mayor capacidad que se cambia al cabo de 5 minutos de iniciado el bombeo con casi 18 l/s debido a la importante depresión generada en el sondeo.

Los registros en producción se realizan con una bomba de $\varnothing 6'$ instalada a 51 m, capaz de extraer un caudal máximo de $86 \text{ m}^3/\text{h}$ ($\sim 24 \text{ l/s}$).

Las medidas de nivel se realizan tomando como referencia la brida del sondeo, situada a 30 cm de la super-

ficie del terreno.

En la Fig. 4.4.3 se presenta la evolución del bombeo necesario para realizar los registros de producción, así como la evolución de la T^a y conductividad en la boca del sondeo.



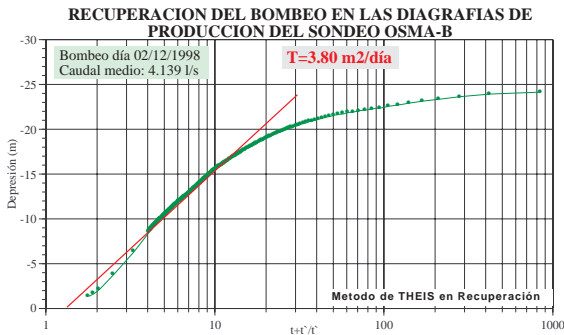
Instalación del equipo de bombeo para la realización de los registros de producción en el sondeo OSMA-B

El bombeo se inicia con un caudal de $40 \text{ m}^3/\text{h}$ que se va reduciendo progresivamente, debido a la pequeña productividad del sondeo, hasta $\sim 11.6 \text{ m}^3/\text{h}$ (3.2 l/s). Con este bajo caudal se realizan las diagráfias en producción.

Con el bombeo realizado se constata una productividad en el sondeo muy baja: un caudal específico de casi 0.14 l/s por metro de depresión.

La transmisividad, calculada por el método de Theis sobre las recuperaciones de los dos bombeo necesario para la realización de las diagráfias de

producción, es muy baja: 3.8 m²/día.



La evolución de la temperatura muestra un ascenso desde los 12.9°C (al inicio del bombeo) hasta los aproximadamente 13.7°C, donde tiende a estabilizarse.

La conductividad se mantiene bastante variable durante todo el bombeo, entre 455 y 490 µS/cm.

El agua extraída del sondeo presenta

en todo momento una carga importante de partículas arcillosas grises.

El agua extraída del sondeo se conduce mediante una tubería de PVC hasta las proximidades del manantial cercano que presenta en el momento de realizar el bombeo un caudal estimado de 70 l/s. La T^a del agua de este manantial es de 11.6°C y la conductividad a 20°C es de 525 µS/cm.

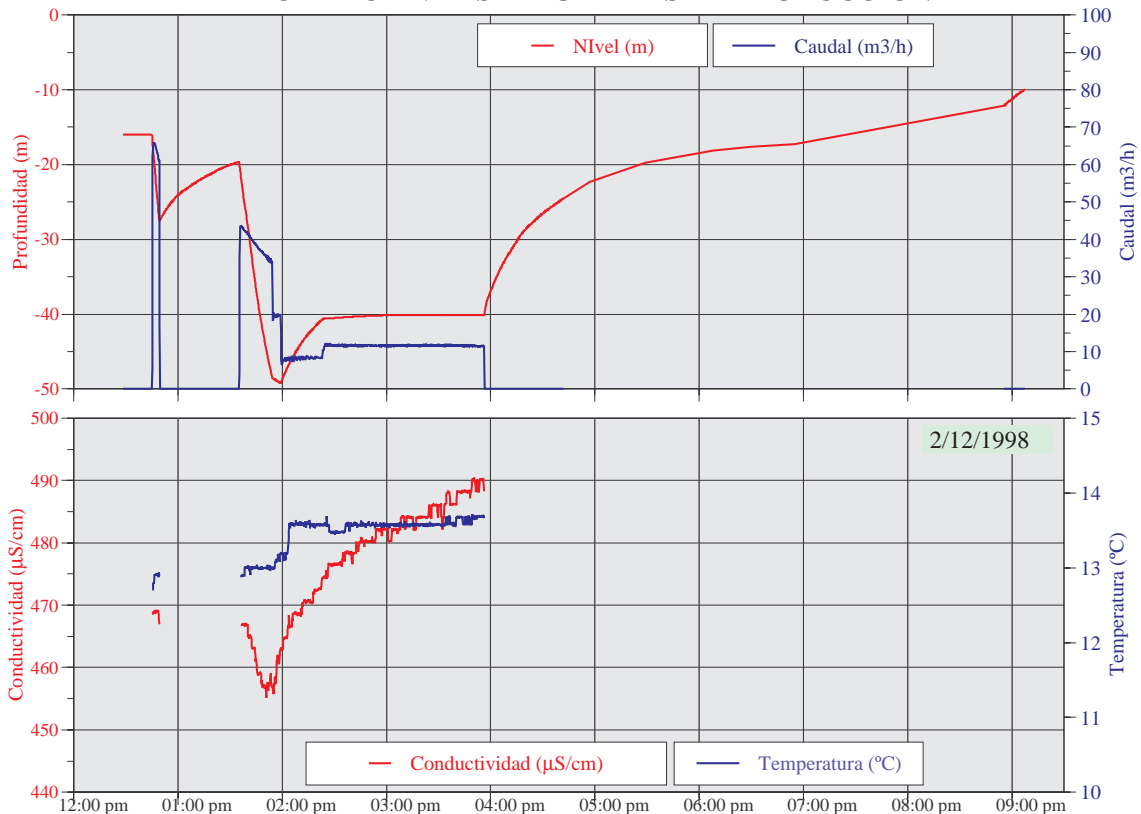
En la Fig. 4.4.2 se muestran las diagrafiyas de producción realizadas así como las obtenidas en régimen estático, para su comparación.

Las condiciones de realización de las diagrafiyas en producción son las siguientes:

-T^a en superficie: 13.5-13.7°C (estable)

-Conductividad a 20°C en superficie: 480-

Fig.4.4.3 EVOLUCION DE LOS PARAMETROS CONTROLADOS DURANTE EL BOMBEO EN LAS DIAGRAFIAS DE PRODUCCION



490 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (aumento regular durante la diagrafía)

-Caudal de bombeo: 11.6 m^3/h (3.20 l/s)

-Variación del nivel dinámico durante el descenso de la sonda: 40.08-40.30 m

La **termografía en producción** muestra un débil calentamiento generalizado de la columna de agua respecto a la termografía en reposo de aproximadamente 0.5°C. En el fondo del sondeo la temperatura es prácticamente la misma (15.2°C).

Las principales anomalías térmicas se localizan a las profundidades de 103, 140, 165, 197 y 210 m, correspondiendo mayoritariamente con zonas fracturadas en mayor o menor grado.

La **conductividad** de la columna de agua es globalmente poco variable y se encuentra en el rango 480-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por debajo del metro 140 y hasta el fondo del sondeo la conductividad difiere poco de la obtenida con el sondeo en reposo.

En general las anomalías de conductividad vienen a coincidir con anomalías térmicas y se localizan a las profundidades de 81, 103, 122, 140, 164, 173, 197 y 211 m

Dentro del registro de **flujo en producción**, y comparándolo con el obtenido en estática, se pueden distinguir tres zonas con características singulares:

- La velocidad aparente en bombeo es muy similar a la obtenida en reposo en el tramo comprendido en-

tre el fondo del sondeo y los 164 m.

- En el tramo 122-164 m se evidencia una velocidad ligeramente superior a la medida con el sondeo en reposo.

- En el tramo 103-122 m se observa un aumento notable de la velocidad aparente.

En resumen, las diagrafías realizadas en el sondeo OSMA-A permiten constatar la escasa productividad del sondeo. Los aportes principales de agua al sondeo se produce a los 103 y 122 m asociados a dos zonas con fracturas.

Por debajo, las anomalías térmicas o de conductividad reflejan débiles zonas productivas, si bien el pequeño caudal de bombeo y el importante diametro de perforación que entran en juego no permiten cuantificar los aportes.

Por último, señalar que la evolución del nivel dinámico (en bombeo y recuperación) unido al elevado gradiente geotérmico y a la escasa fracturación que exhiben los materiales perforados en este punto, son suficientemente concluyentes como para descartar cualquier posibilidad de mejora significativa del sondeo por los métodos habituales de desarrollo.

5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el marco del Convenio "Programas de Actuación en Aguas Subterráneas", suscrito entre el Departamento de Obras Públicas y Transportes del Gobierno Vasco y el Ente Vasco de la Energía, se ha realizado el sondeo de explotación hidrogeológica denominado OSMA-B.

La profundidad final del sondeo es de 250 m. No se procede a su acondicionamiento debido a los resultados negativos obtenidos.

La perforación se desarrolla en las Calizas de Subijana, tras atravesar inicialmente 45 m de materiales algo más impuros que corresponden a la transición entre el conjunto carbonatado y las Margas de Osma.

La inspección endoscópica efectuada, así como las diagráfias en estática y, sobre todo, en producción, permite cuantificar una productividad del sondeo muy baja: ~ 0.14 l/s.m para un caudal de bombeo próximo a 3.2 l/s.

Esta baja productividad del sondeo está relacionada con la prácticamente ausencia de fracturación en los materiales atravesados, llevando asociada una transmisividad muy baja: 3.8 m²/día.

Los principales niveles productivos en el sondeo se localizan a 103 y 122 m, asociados a pequeñas zonas fracturadas. Por debajo, se detectan pequeñas anomalías térmicas y de conductividad que aunque deben corresponder a zonas de aporte éste debe ser muy bajo.

El escaso flujo existente en las inmediaciones del punto perforado conlleva la existencia de un gradiente geotérmico elevado, más todavía cuando se compara con otros sondeo efectuados dentro de la misma Unidad Hidrogeológica (Sectores Subijana y Nanclares).

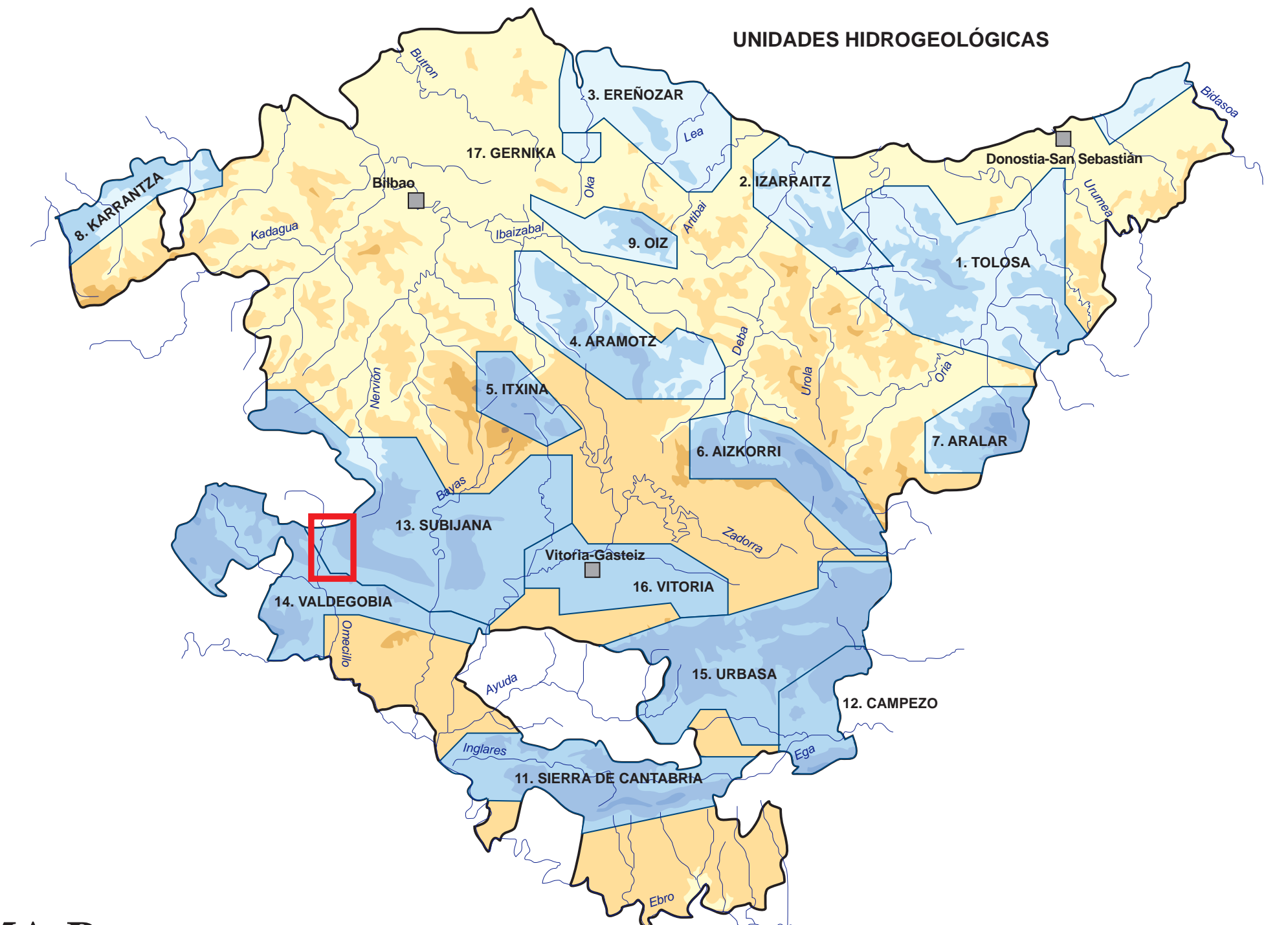
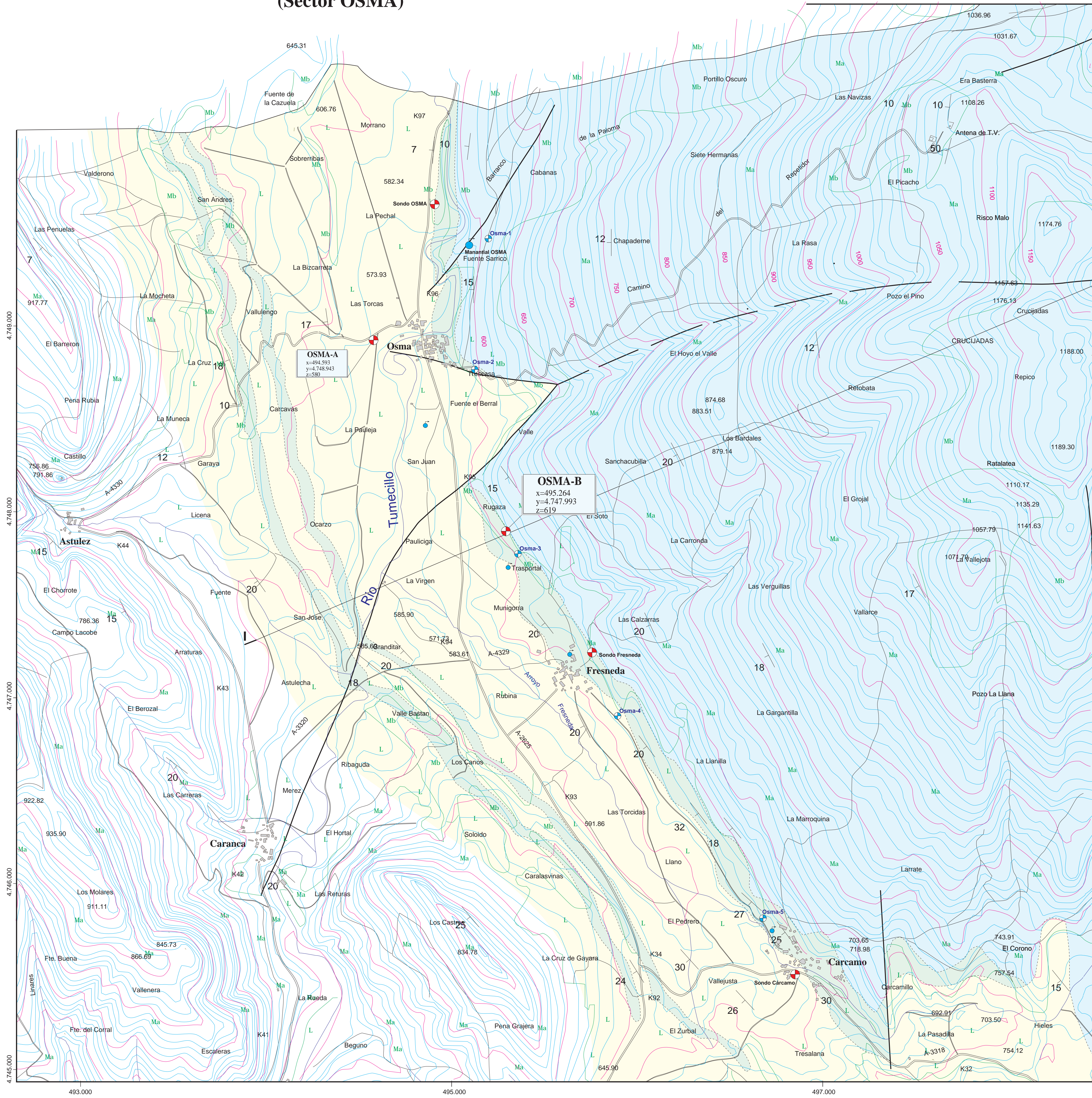
Por otra parte, no cabe albergar posibilidades de incremento significativo de la productividad del sondeo mediante las técnicas de desarrollo habituales.

En definitiva, el sondeo debe ser considerado negativo a los efectos previstos de regulación de las aportaciones del manantial Osma y de disponibilidad de recurso para los usos más probables en el entorno.

En cualquier caso, la existencia de otros sondeos positivos en la Unidad Hidrogeológica, incluso en las inmediaciones del que se describe, no restan potencialidad a la zona, por lo que se recomienda la construcción de nuevas obras capaces de dar cumplimiento a la satisfacción de las demandas existentes.

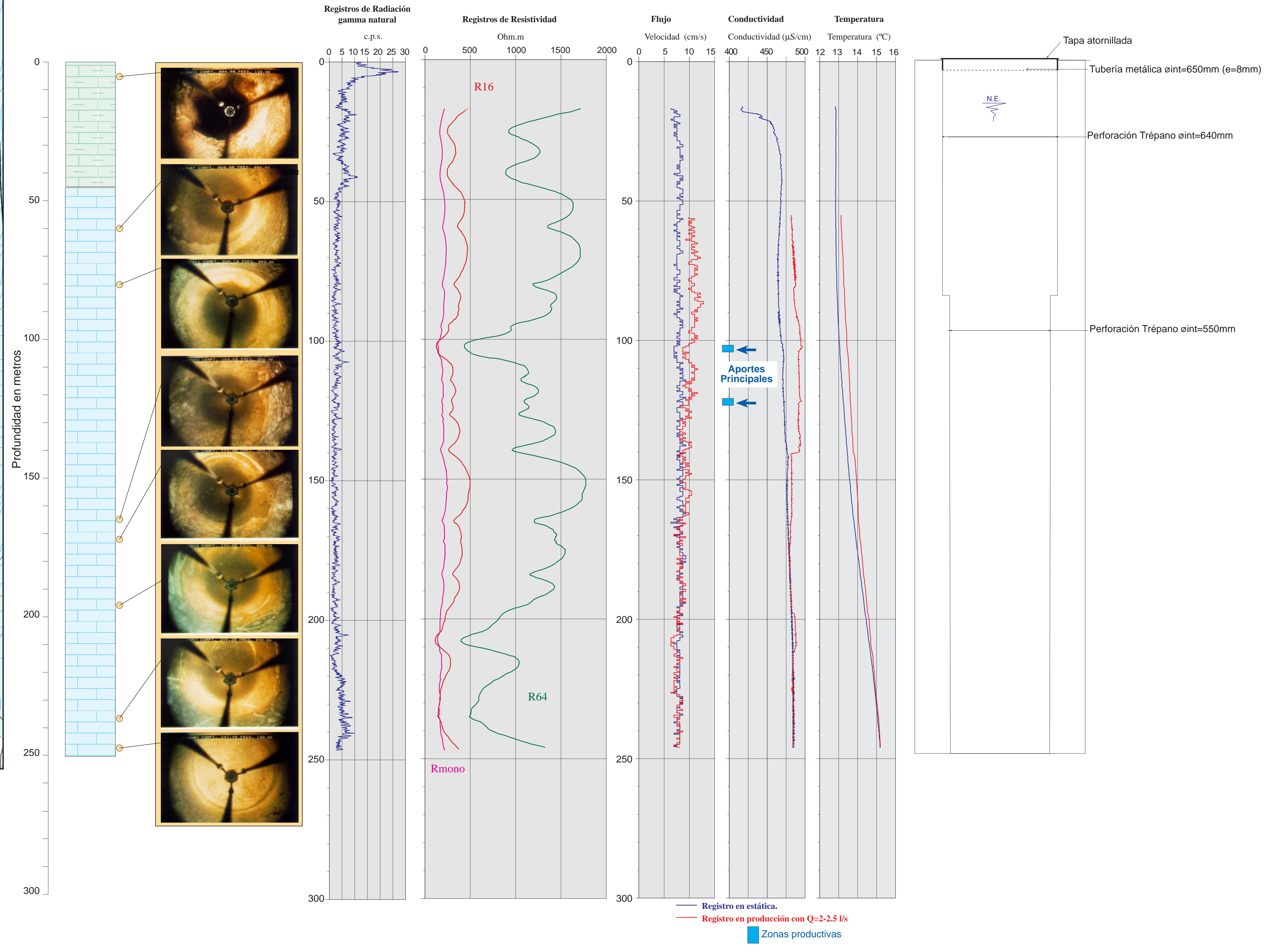
Bilbao, Febrero de 1999

UNIDAD HIDROGEOLOGICA SUBIJANA (Sector OSMA)



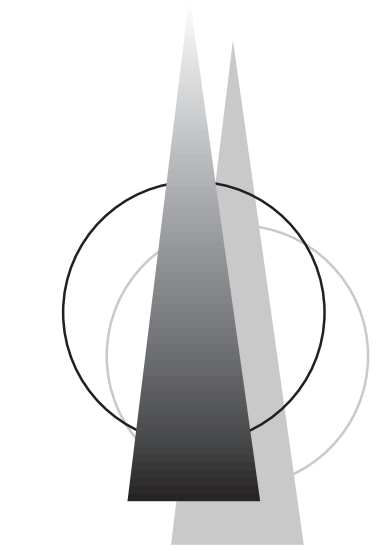
SONDEO OSMA-B

TESTIFICACION GEOFISICA



LEYENDA

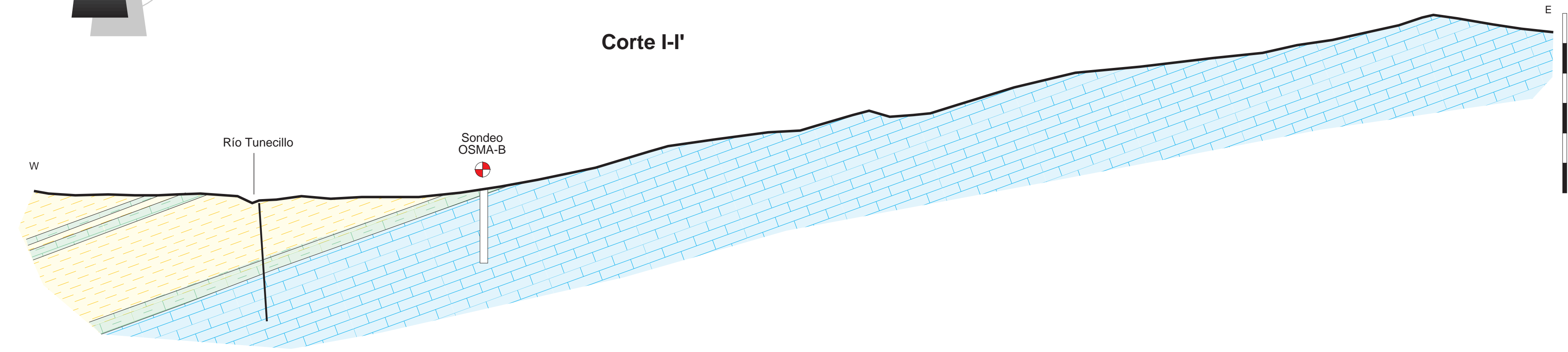
- Margas de Osma (Santoniense Inf.)
- Margocalizas (Santoniense Inf.)
- Calizas de Subijana (Comiciense)
- Contacto normal o concordante
- Contacto discordante
- Falla o fractura
- Dirección y valor del buzamiento
- Sondeo de Explotación
- Sondeo de Control piezométrico
- Surgencia con Qmedio > 10 l/s
- Surgencia con Qmedio < 10 l/s



ESCALA



Corte I-I'



CONSTRUCCIÓN DEL SONDEO DE EXPLOTACIÓN OSMA-B

Febrero 1999



EVE



DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES Y OBRAS PÚBLICAS
Dirección de Aguas

ANEXO A.1

Inspección endoscópica y diagráfias en el sondeo OSMA-B