



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ESTUDIOS PARA ACTUALIZACION DE DATOS
DE INFRAESTRUCTURA HIDROGEOLOGICA EN
EL PAIS VASCO (SIERRA DE ARALAR).
ENSAYO DE TRAZADORES EN EL SUMIDERO
DE IGARATZA.



INDICE

INDICE

	<u>Págs.</u>
1.- <u>INTRODUCCION</u>	2
2.- <u>LA SIERRA DE ARALAR. ASPECTOS GENERALES</u>	4
3.- <u>ENSAYOS DE TRAZADO PREVIOS REALIZADOS EN LA SIERRA DE ARALAR</u>	9
3.1. COLORACION DEL RIO SUBTERRANEO DE ONDARRE.	9
3.2. COLORACION DE LOS SUMIDROS DE UBEI, IRUE- RREKETA, LEZETASAKONA X Y ORMAZARRETE	10
3.3. COLORACION DEL SUMIDERO DE ERREKONTA	11
4.- <u>ENSAYO DE TRAZADO EN IGARATZA</u>	15
4.1. ELECCION DEL PUNTO DE TRAZADO	15
4.2. TRAZADO	15
4.3. TOMA DE MUESTRAS	16
4.4. ENVIOS AL LABORATORIO	18
4.5. RESULTADOS	19
5.- <u>CONCLUSIONES</u>	25
6.- <u>BIBLIOGRAFIA</u>	28

INDICE DE ANEXOS

ANEXO.- RESULTADO DE LOS ANALISIS DE FLUORESCEINA.

INDICE DE PLANOS

PLANO.- MAPA HIDROGEOLOGICO DE LA SIERRA DE ARALAR

1.- INTRODUCCION

1.- INTRODUCCION

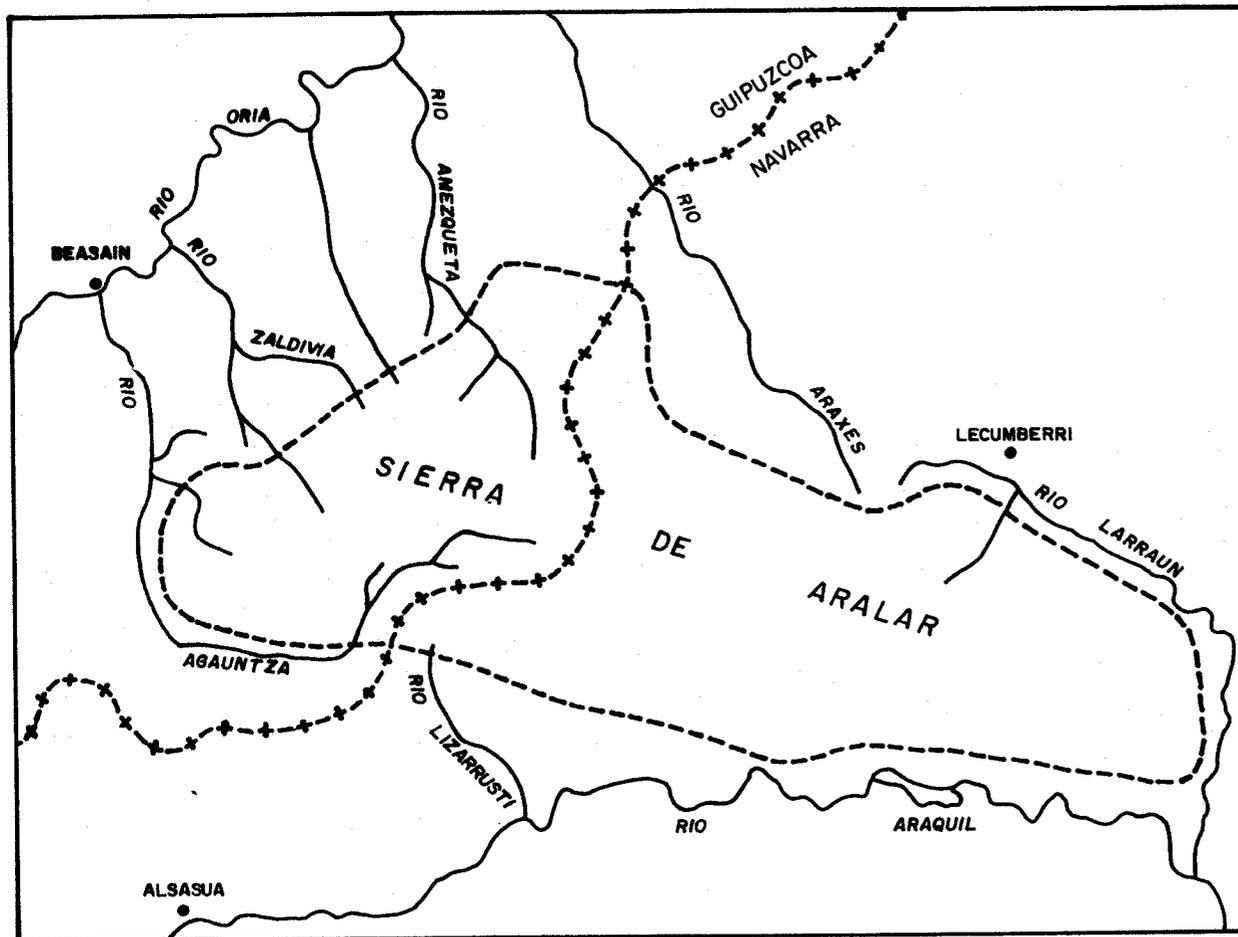
La Sierra de Aralar presenta un conjunto de acuíferos drenados por algunos importantes manantiales cuyas relaciones se presumen complejas.

Los trazados realizados, tanto el de este estudio como los anteriores, han pretendido aportar conocimientos al funcionamiento y a las relaciones de los acuíferos.

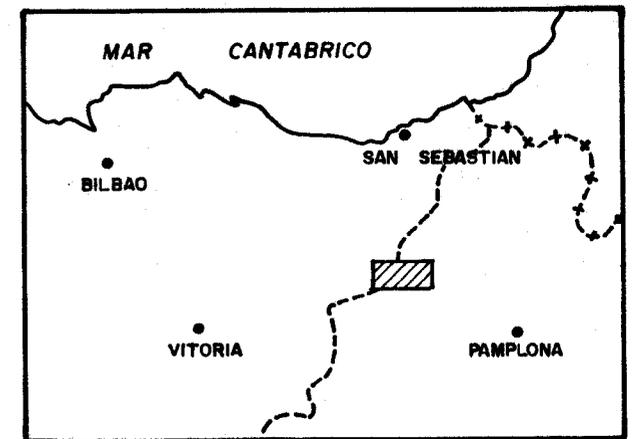
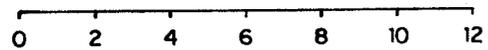
En la presente nota se recogen la metodología y resultados obtenidos en el trazado efectuado así como los datos de otras coloraciones que se han podido recopilar. El trabajo realizado se enmarca dentro de los realizados por el ITGE (Instituto tecnológico y Geominero de España), en el convenio suscrito con el EVE.

2.- LA SIERRA DE ARALAR. ASPECTOS GENERALES

FIG. 1.- SITUACION DE LA SIERRA DE ARALAR



Escala 1/200.000



2.- LA SIERRA DE ARALAR. ASPECTOS GENERALES

La Sierra de Aralar está situada en las provincias de Guipúzcoa y Navarra (fig. 1) ocupando una extensión aproximada de 208 Km², de los cuales 121 Km² pertenecen a la provincia de Navarra y 47 Km² a la provincia de Guipúzcoa. Se trata de un macizo montañoso en donde se sitúa la divisoria de aguas entre la cuenca Norte y la cuenca del Ebro. La parte Norte de la Sierra se drena por los ríos Agauntza, Zaldivia y Amezqueta en la provincia de Guipúzcoa y por los ríos Araxes y Larraun en Navarra. El flanco Sur de la Sierra es drenada por río Araquil. Los ríos Agauntza, Zaldivia, Amezqueta y Araxes son afluentes del río Oria en la cuenca Norte, y los ríos Larraun y Araquil lo son del río Arga y este a su vez lo es del Ebro.

La mayor parte de la sierra está por encima de la cota de 800 m siendo los principales picos el Txindoki (1.348 m) en la provincia de Guipúzcoa e Iranmugarieta (1.427 m.) en la provincia de Navarra.

La pluviometria sobre la sierra es elevada del orden de 1.700 mm/año, siendo Diciembre el mes más húmedo y Julio el más seco.

En la sierra de Aralar no hay asentamientos urbanos, a excepción de 2 pequeños núcleos rurales en Navarra.

En la Sierra de Aralar, litológicamente se diferencian tres tramos predominantemente calizos. Corresponden al Lias inferior, formado por dolomias, calizas dolomíticas y calizas, al Dogger-Malm incluida la facies Pürbeck, calizas a veces con nodulos de silex, calizas arrecifales y calizas lacustres y al Cretácico inferior (Urgoniano) constituido por calizas arrecifales.

Estos tramos se encuentran alternando con otros margosos y arcillosos del Lias medio-superior, Jurásico terminal, Cretácico basal y Cretácico superior.

La estructura de la unidad corresponde en líneas generales a un conjunto de sinclinales y anticlinales, convertidos a veces en cabalgamientos con los ejes orientados de Este a Oeste, de acuerdo con la dirección general del plegamiento pirenaico.

La Sierra propiamente dicha se presenta como un anticlinal que de Oeste a Este evoluciona a anticlinal volcado y posteriormente a cabalgamiento con la práctica desaparición del flanco Norte.

En la parte occidental, en lo que se llama el domo de Ataun, el anticlinal esta cruzado por otro, formando una estructura abombada, marcada por las calizas del Cretácico inferior y que encierra un nucleo fuertemente replegado menos competente.

En las calizas, urgonianas y jurásicas e incluso en las de las facies Pürbeck, se ha desarrollado un importante aparato kárstico, accesible en muchos casos.

Los materiales carbonatados, calizas y dolomias jurásicas y las calizas, arrecifales y arenosas cretácicas, constituyen acuíferos cuyo funcionamiento está condicionado fuertemente por la alternancia litológica y la estructura. El resultado es, un acuífero central y unas barras permeables separadas por materiales más impermeables.

El conjunto está drenado naturalmente por manantiales de los que los de Iribas, Irañeta, Amueguin y Lizarrusti están en la parte de la Sierra de Navarra y los de Osinberde, Bombatxulo, Zazpiturrieta y Aiaiturrieta en Guipúzcoa.

**3.- ENSAYOS DE TRAZADO PREVIOS REALIZADOS EN
LA SIERRA DE ARALAR**

3.- ENSAYOS DE TRAZADO PREVIOS REALIZADOS EN LA SIERRA DE ARALAR

3.1. COLORACION DEL RIO SUBTERRANEO DE ONDARRE

Esta coloración fué realizada el 3 de Octubre de 1.977 por la sección de Espeleología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi. Se efectuó en un río subterráneo al que se accede a través de la sima de Ondarre. El punto de marcado se encuentra a unos 180 m por debajo del sumidero.

La coloración se efectuó en una época de fuerte estiaje, apareciendo la fluoresceína en el manantial de Osinberde a los 100 horas de efectuarse la coloración.

El proceso de coloración se efectuó en el Jurásico central de la sierra de Aralar.

Los datos geográficos del sumidero y del manantial son los que se indican en el cuadro nº 1.

	COORDENADAS U.T.M.		COTA(m)	COTA DEL PUNTO DE COLORACION (m)	DISTANCIA AL MANANTIAL (m)
	X	Y			
SUMIDERO DE ONDARRE	572,00	4760,90	752	572	950
MANANTIAL DE OSINBERDE	571,35	4761,70	475	-	-

CUADRO Nº 1

En el cuadro nº 4 se indica la velocidad de circulación del agua deducida de esta experiencia y su situación espacial en el plano nº 1.

3.2. COLORACION DE LOS SUMIDEROS DE UBEI, IRUERREKETA, LEZETASAKONA X Y ORMAZARRETA

Estas coloraciones fueron efectuadas por la sección de Espeleología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi. No se conoce la fecha en que fueron efectuadas, sin embargo aparecen referenciadas en la publicación de la revista Munibe, "El Urgoniano Sur de Aralar" publicada en 1.980.

Las 4 coloraciones fueron efectuadas en ríos subterráneos a los que se desciende a través de los sumideros mencionados. Estos sumideros estan relacionados con la primera barra de calizas urgonianas en el flanco sur de la sierra de Aralar.

En los 4 ensayos, la fluorescencia, apareció en el manantial de Aia-iturrieta, aunque se desconoce el tiempo que tardó en aparecer después del marcado.

Los datos geográficos de los sumideros y del manantial son los que se indican en el Cuadro nº 2, siguiente:

	COORDENADA U.T.M.		COTA(m)	COTA DEL PUNTO DE COLORACION (m)	DISTANCIA AL MANANTIAL (m)
	X	Y			
SUMIDERO DE UBEI	571,40	4758,95	681	483	1800
SUMIDERO DE IRUERREKETA	574,10	4759,35	770	770	4200
SUMIDERO DE LEZETASAKONA X	576,60	4758,90	1070	867	6500
SUMIDERO DE ORMAZARRETA	577,65	4758,90	1180	810	8500
MANANTIAL DE AIA-ITURRIETA	570,00	4757,40	395	-	--

CUADRO Nº 2

3.3. COLORACION DEL SUMIDERO DE ERREKONTA

Esta coloración fué efectuada por la sección de Espeleología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi el 30 de Mayo de 1.980.

La coloración se efectuó en 2 fases, del modo que se describe:

- 1º) A las 15.50 h se coloreó el arroyo de Errekonta que va aparar al sumidero con 50 g de fluoresceina sódica (Caudal del arroyo 5 l/s).
- 2º) Un equipo que permanecía en una cavidad a una profundidad de 240 m bajo el sumidero percibió el paso del colorante a las 17.55 h, y añaden 450 g de fluorensceina sódica al río subterráneo (Caudal del río 10 l/s).

3º) La salida del colorante se detectó mediante fluocaptos en el manantial de Osinbeltz entre el 10 y el 14 de Junio.

Todo el proceso coloración-salida se efectuó en la primera barra de calizas urgonianas en el flanco norte de la sierra de Aralar.

Los datos geográficos del sumidero y manantial son los siguientes:

	COORDENADA U.T.M.		COTA (m)	DISTANCIA AL MANANTIAL (m)
	X	Y		
SUMIDERO DE ERREKONTA	572,65	4763,15	655	2000
MANANTIAL DE OSINBELTZ	570,48	4762,38	260	--

CUADRO Nº 3

La velocidad de circulación del agua, deducida de esta experiencia se indica en el cuadro nº 4.

FECHA	REALIZADO POR	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	SUMIDERO	RESURGENCIA	TRAZADOR	DIFERENCIA DE COTA ENTRE SUMIDERO Y RESURGENCIA(m)	DISTANCIA (m)	TIEMPO DE DETECCION (horas)	VELOCIDAD DE CIRCULACION (m/hora)	TIEMPO DE PERMANENCIA DEL TRAZADOR EN LA RESURGENCIA	CAUDALES (l/s)	
											SUMIDERO	RESURGENCIA
OCT. 77	SECCION ESPELEOLOGIA ARANZADI	JURASICO CENTRAL ARALAR	RIO SUBTERRANEO ONDARRE	OSIN BERDE	FLUORESCEINA	95	950	100	9,5	?	15	24
Antes 1980	SECCION ESPELEOLOGIA ARANZADI	URGONIANO SUR ARALAR	UBEI	AIA-ITURRIETA	FLUORESCEINA	88	1800					
Antes 1980	SECCION ESPELEOLOGIA ARANZADI	URGONIANO SUR ARALAR	IRUERREKETA	AIA-ITURRIETA	FLUORESCEINA	375	4200					
Antes 1980	SECCION ESPELEOLOGIA ARANZADI	URGONIANO SUR ARALAR	LEZETASAKONA X	AIA-ITURRIETA	FLUORESCEINA	472	6500					
Antes 1980	SECCION ESPELEOLOGIA ARANZADI	URGONIANO SUR ARALAR	ORMAZARRETA	AIA-ITURRIETA	FLUORESCEINA	415	8500					
MAYO-80	SECCION ESPELEOLOGIA ARANZADI	URGONIANO NORTE ARALAR	ERREKONTA	OSINBELTZ	FLUORESCEINA SODICA	395	2000	240	8,3		5	

CUADRO N° 4
RESULTADO DE LAS COLORACIONES ANTERIORES

4.- ENSAYO DE TRAZADO EN IGARATZA

4.- ENSAYO DE TRAZADO EN IGARATZA

4.1. ELECCION DEL PUNTO DE TRAZADO

Una vez recopilados los datos de coloraciones efectuadas en el macizo de Aralar se procedió a seleccionar el punto de inyección del trazado.

La selección se decidió en una reunión realizada el 11 de Mayo de 1988 en la oficina de C.G.S.S.A. en Durango y a la que asistió representación de los siguientes organismos y empresas.

- Instituto Geologico y Minero de España (IGME)
- Ente Vasco de la Energía (EVE)
- Diputación Foral de Guipúzcoa (DFG)
- GIGSA
- Compañía General de Sondeos, S.A. (C.G.S.)

Entre varias propuestas se decidió como punto de trazado el sumidero de Igaratza, con la idea de obtener información sobre la divisoria subterránea de aguas en el núcleo central del macizo de Aralar. Se procuraría que el momento de la inyección coincidiría con una época de precipitación media.

4.2. TRAZADO

El trazado se efectuó el 9 de Junio de 1988 en el sumidero de Igaratza cuya situación exacta es la siguiente (Plano nº 1):

COORDENADA X (UTM)	578,00
COORDENADA Y (UTM)	4760,25
ALTITUD (m)	1180 m

El trazador utilizado fué fluoresceína sódica, y se usó una cantidad de 7 kg. El caudal en el sumidero en esa fecha era aproximadamente de 0,5 l/s.

Para calcular la cantidad de trazador a utilizar se tuvo en cuenta el límite de detección de la fluoresceína que según el laboratorio era de 0.1 ppb y los caudales de los manantiales (del orden en media de 5 m³/s).

Según esto con un kg de fluoresceína sódica se podía teñir para que fuera detectable del orden de 10 hm³ que es la cantidad de agua que en condiciones medias se drena por los manantiales en unos 20 días. Considerando que el producto es inocuo y que se producen retenciones, se utilizaron los 7 kg ya mencionados.

4.3. TOMA DE MUESTRAS

Los posibles puntos de salida del trazador muestreado han sido 3, y son los manantiales de Iribas, Osimberde y Aiaiturrieta.

Las características y situación de estos manantiales son:

MANANTIAL	COORDENADAS U.T.M.		COTA (m)	CAUDAL MEDIO (l/s)	DISTANCIA AL SUMIDERO DE IGARATZA (m)
	X	Y			
OSIN BERDE	571,35	4761,70	475	1000(1)	7000
IRIBAS	589,60	4760,50	565	2300	11100
AIAITURRIETA	570,00	4757,40	395	200	8700

(1) Caudal conjunto de los manantiales de Osi Berde y Bombatxulo.

CUADRO Nº 5

Las muestras tomadas han sido de agua del manantial y se recogieron en botellas de plástico.

El plan de muestreo ha sido el siguiente:

- 1 muestra previa a la coloración en cada manantial, que se tomaron el día 9 de Junio, el mismo día del trazado.
- 1 muestra diaria en cada manantial posteriormente a la coloración desde el día 9 de Junio al 29 de Julio (50 muestras).
- Las muestras del manantial de Aiaiturrieta han sido tomadas por el encargado del manantial que abastece a Beasain (Sr. Antonio Aramburu).
- Las muestras del manantial de Osinberde han sido tomadas en el canal que recoge las aguas de este manantial y el de Bombatxulo por el encargado del Canal.

- En el manantial de Iribas, durante los 10 primeros días de muestreo se instaló un muestreador automático cedido por la Diputación Foral de Guipúzcoa para este estudio. Al ir a recoger las muestras el muestreador apareció volcado, con lo que estas 10 primeras muestras se perdieron. a partir de entonces el manantial fué muestreado por un señor del pueblo de Iribas.

4.4. ENVIOS AL LABORATORIO

Las muestras tomadas han sido enviadas al laboratorio del Centro de Análisis de Aguas, S.A. de Murcia y analizadas con un aparato marca Perkin-Elmer 3.000 (Fluorescence spectrometer).

De cada 10 muestras continuas en el tiempo se ha preparado una muestra conjunta, estas son las que se analizaron en el laboratorio.

Posteriormente, una vez analizados estos resultados se enviaron muestras "diarias" de las muestras conjuntas con contenido más alto en fluoresceína.

Teniendo en cuenta los valores de fluoresceína medidos, se decidió realizar únicamente el análisis de las muestras diarias del conjunto de las tomadas entre el día 21 y 30 de Junio del Manantial de Iribas.

En total el número de análisis de fluoresceína realizados fué de 27.

4.5. RESULTADOS

Los resultados de los análisis pueden verse en las tablas 1 y 2, en las figuras 2 y 3 así como en el Anexo nº 1.

En todas las muestras analizadas en muestras previas y en muestras conjuntas apareció fluoresceína en concentraciones entre 0,000014 mg/l y 0,000132 mg/l.

La concentración más alta se obtuvo en la muestra conjunta del manantial de Iribas entre las fechas del 21 de Junio al 30 de Junio. Por ello se decidió enviar las muestras diarias en ese intervalo.

Las concentraciones de las muestras "diarias" de la muestra conjunta elegida han dado sorprendentemente contenidos más altos en fluoresceína todos los días que la muestra conjunta en sí.

Sin embargo, la concentración medida no permite afirmar con seguridad que corresponda al trazado efectuado, ya que aún considerando las siguientes hipótesis:

- El trazador inyectado sale por Iribas.
- Que la mitad de la fluoresceína quede retenida por el terreno.
- Que el manantial de un caudal de 5 m³/s.
- Que el tiempo de permanencia de la fluoresceína en el manantial sea de 3 días (fig. nº 3) con una concentración constante; esta concentración debiera ser de:

$$C = \frac{\text{Peso flueresceina}}{\text{Volumen}} \text{ (mg/l)} = \frac{3,5 \times 10^6}{5.000 \times 86400 \times 3} = 2,7 \times 10^{-3}$$

concentración 7 veces superior a la detectada.

Si por alguna causa desconocida (retención muy alta de la flueresceina por el terreno, destrucción por luz, dilución en reservas, etc) el pico de flueresceina encontrado en Iribas (fig. 3) fuera el correspondiente a la salida del trazador inyectado el 9 de Junio, la salida se habría producido el día 24 de Junio, el tiempo de permanencia hubiera sido de 15 días, y la velocidad de circulación sería de 30 m/h.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE FLUORESCEINA (mg/l)

<u>FECHA</u>	<u>IRIBAS</u>	<u>AIAITURRIETA</u>	<u>OSINBERDE</u>
9-6	0.000051	0.000050	0.000054
11-6/20-6		0.000073	0.000092
21-6/30-6	0.000132	0.000115	0.000054
1-7/10-7	0.000027	0.000015	0.000014
11-7/20-7	0.000022	0.000032	0.000025
21-7/29-7	0.000023	0.000035	0.000023

TABLA N° 1

DENOMINACION DE LA MUESTRA	REFERENCIA LABORATORIO C.A.A.S.A.	CONCENTRACION DE FLUORESCEINA EN MG/LITRO.
I-21-6	1	2'744 10^{-4}
I-22-6	2	1'891 10^{-4}
I-23-6	3	1'997 10^{-4}
I-24-6	4	3'998 10^{-4}
I-25-6	5	3'312 10^{-4}
I-26-6	6	1'673 10^{-4}
I-27-6	7	2'004 10^{-4}
I-28-6	8	2'116 10^{-4}
I-29-6	9	2'797 10^{-4}
I-30-6	10	2'242 10^{-4}

TABLA N° 2

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE FLUORESCEINA

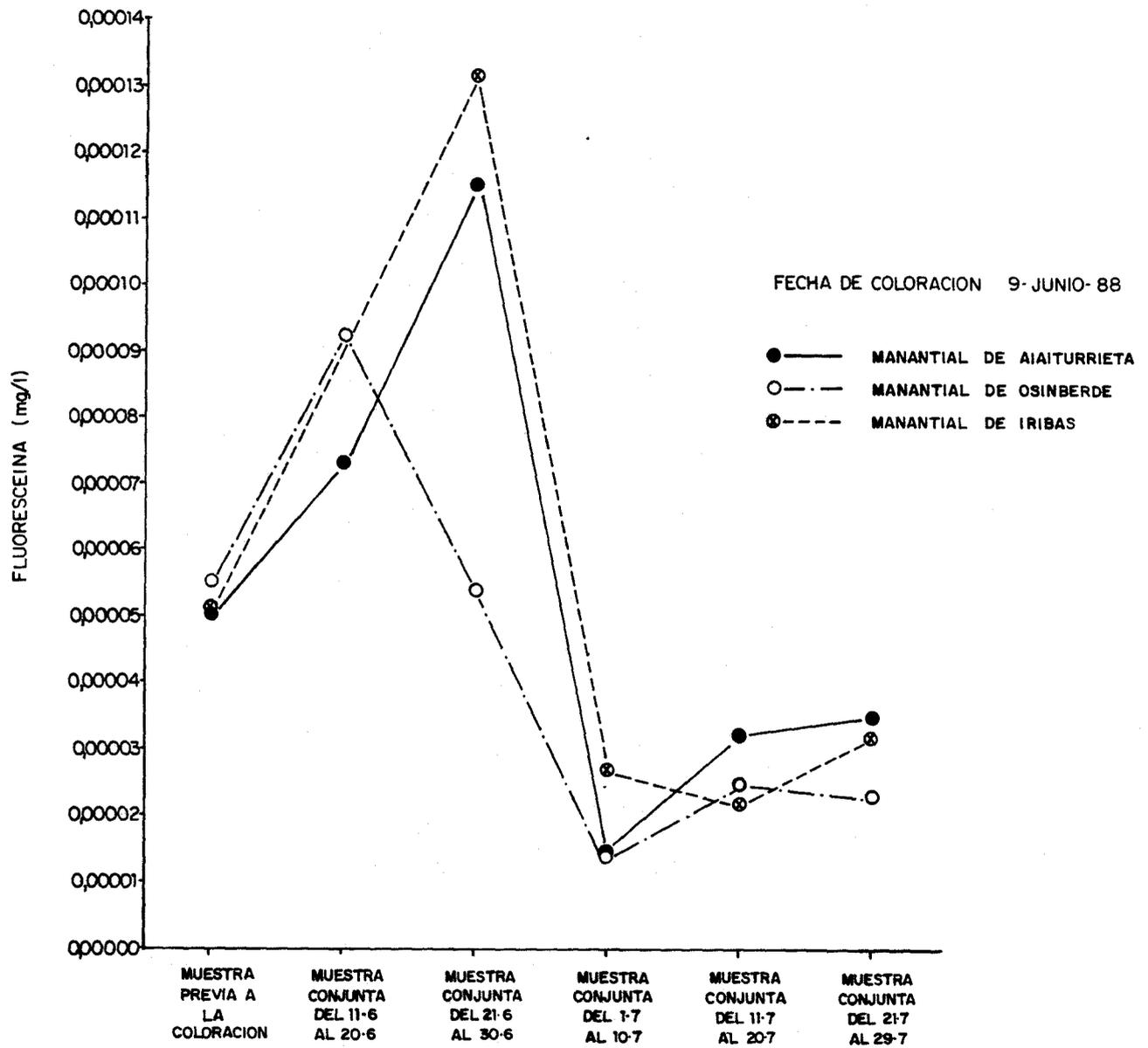


FIG 2.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS EN LAS MUESTRAS ^{CON} ~~NO~~ CONJUNTAS

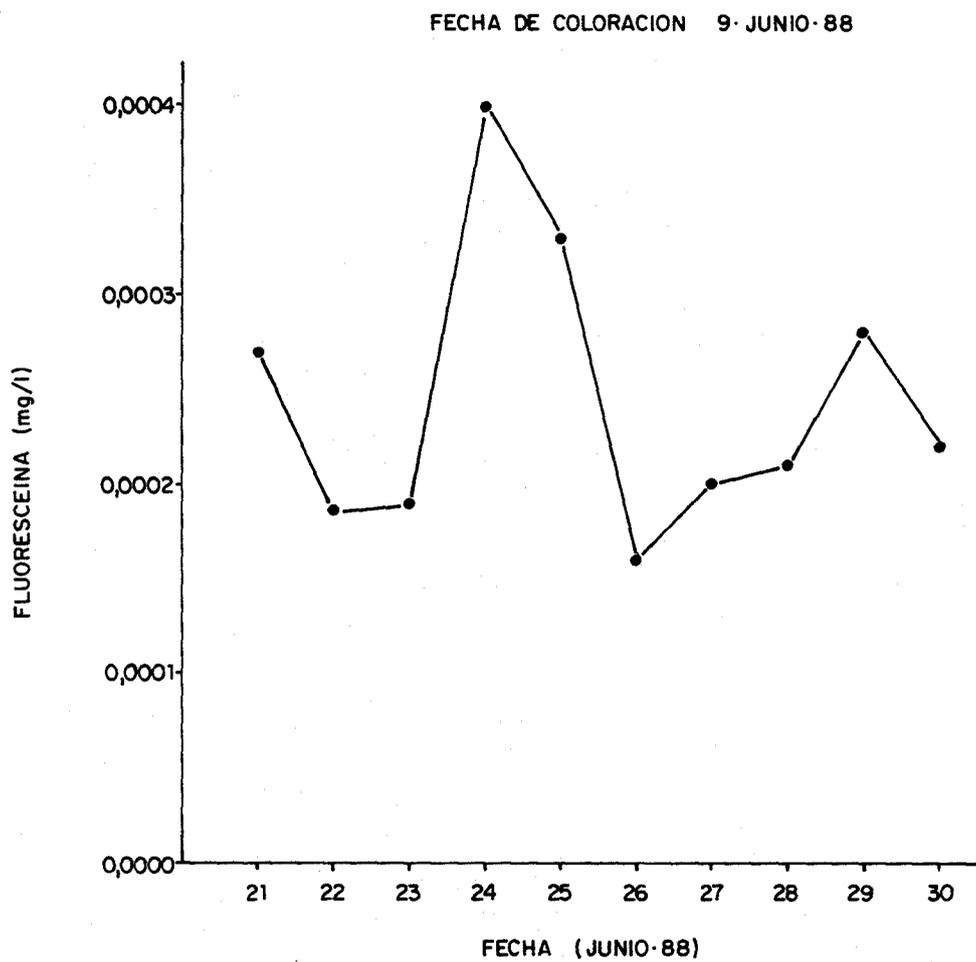


FIG. 3.- RESULTADOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS EN LAS MUESTRAS TOMADAS DEL 2 AL 30 DE JUNIO EN EL MANANTIAL DE IRIBAS

5.- CONCLUSIONES

5.- CONCLUSIONES

Del conjunto de ensayo de trazado en Aralar pueden sacarse varias conclusiones sobre el funcionamiento hidráulico de la Sierra de Aralar.

- En la zona guipuzcoana de Aralar las coloraciones efectuadas indican la existencia de varios acuíferos independientes.

Por un lado están los formados por barras masivas de calizas urgonianas que afloran al norte y al sur de la sierra, y también al W en el domo de Ataún y drenan por los manantiales de Zazpitarrieta al N, Aiaiturrieta al Sur y Urzulo más al sur todavía drenado otra barra distinta a la de Aiaiturrieta.

Por otro lado está el acuífero, formado principalmente por materiales carbonatados jurásicos y del cretácico inferior que ocupan la parte central del macizo de Aralar. Este acuífero es drenado por los manantiales de Osinberde y Bombatxulo en la parte guipuzcoana de Aralar, y por el manantial de Iribas en la parte navarra.

- Como resultado de los análisis efectuados para este estudio puede concluirse que los acuíferos de la sierra de Aralar están contaminados por fluoresceína, a causa de coloraciones efectuadas, tanto las que aparecen reflejados con este informe, como de otros posibles efectuadas por grupos espeleológicos, etc.

Por ello si en el futuro se considera la realización de otros ensayos con trazadores, se recomienda no utilizar fluoresceína y si otra sustancia cuya eficacia haya sido demostrada en ensayos de este tipo. (Cloruro de Litio, Rhodamina B, etc...).

- El trazado efectuado en este estudio puede haberse detectado en el manantial de Iribas a los 15 días de la inyección con lo cual, resultaría una velocidad de circulación del agua de 30 m/h. Sin embargo, no existe constancia fidedigna del hecho.

6.- BIBLIOGRAFIA

6.- BIBLIOGRAFIA

SECCION DE ESPELEOLOGIA DE LA SOCIEDAD DE CIENCIAS
ARANZADI, (1978). "El río subterráneo
de Ondarre y la Karstificación en la
sierra de Aralar". Munibe. Año 30. Número
4. pp. 257-282. San Sebastian.

ETXEBERRIA, F., SANSINENA, K., UGALDE, T., UGARTE,
F.M., ZUBIRIA, R., (1982). "Estudio de
las zonas Kársticas de Guipúzcoa: El
Urgoniano de Ausa Gaztelu (Zaldibia)".
Munibe, Vol. 34. Número 4. pp. 271-288.
San Sebastián.

ETXEBERRIA, F., ASTIGARRAGA, I.J. (1980). "Estudio
de las zonas Kársticas de Guipúzcoa:
El Urgoniano Sur de la Sierra de Aralar".
Munibe. Año 32. Número 3-4, pp. 207-256.
San Sebastián.

ANEXOS.- RESULTADO DE LOS ANALISIS DE
FLUORESCENCIA.

ANALISIS FLUORIMETRICO DE NUEVE MUESTRAS DE AGUAS
PRESENTADAS POR LA COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS
DE MADRID.



Centro de Análisis de Aguas, S. A.

☎ 968 21 39 26
21 09 48

TELEX: 67879 AAMU E

✉ APDO. 139 30080 MURCIA

(968) 21 39 26
 TELEX: 67879 AAMU E
 APDO. 139 30080 MURCIA

Centro de Análisis de Aguas, S. A.



ANALISIS FLUORIMETRICO DE NUEVE MUESTRAS DE AGUAS
 PRESENTADAS POR LA COMPANIA GENERAL DE SONDEOS
 DE MADRID.

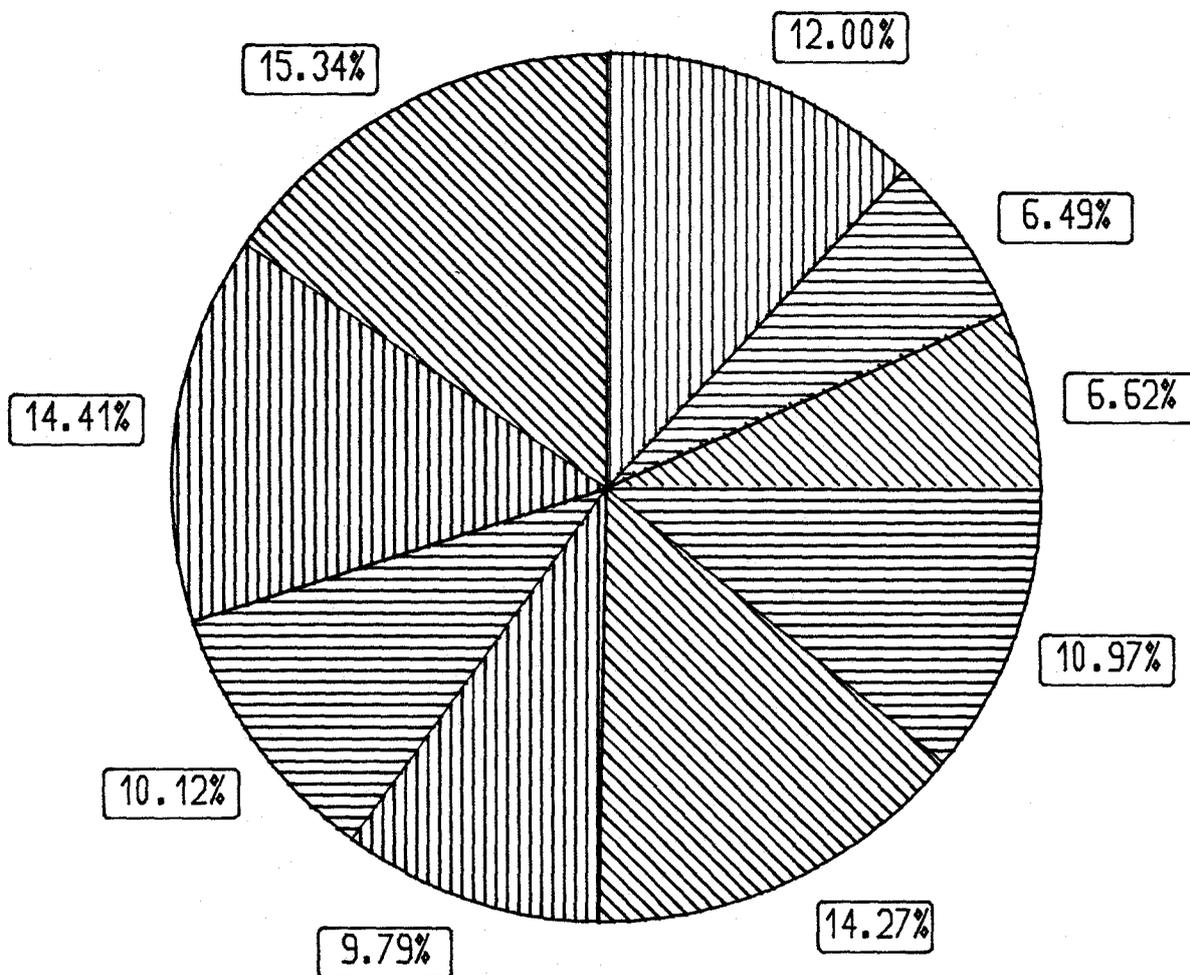
DENOMINACION DE LA MUESTRA	REFERENCIA LABORATORIO C.A.A.S.A.	CONCENTRACION DE FLUORESCENCIA EN MG/LITRO	FECHA DE LLEGADA DE LA MUESTRA AL LABORATORIO
I-1-7 al 10-7	1	$2'742 \times 10^{-5}$	11-7-88
O-1-7 al 10-7	2	$1'482 \times 10^{-5}$	11-7-88
A-1-7 al 10-7	3	$1'512 \times 10^{-5}$	11-7-88
O-11 al 20-7	4	$2'506 \times 10^{-5}$	21-7-88
A-11 al 20-7	5	$3'260 \times 10^{-5}$	21-7-88
I-11 al 20-7	6	$2'236 \times 10^{-5}$	21-7-88
O-21 al 29-7	7	$2'313 \times 10^{-5}$	3-8-88
I-21 al 29-7	8	$3'293 \times 10^{-5}$	3-8-88
A-21 al 29-7	9	$3'506 \times 10^{-5}$	3-8-88

OBSERVACIONES: Organolépticamente las muestras no presentaban color. Las determinaciones se han realizado con un aparato marca Perkin-Elmer 3.000 (Fluorescence spectrometer).-----

Murcia a 29 de Septiembre de 1.988

[Signature]
 M.ª Dolores Saura Pintado
 Lda. en Ciencias Químicas

COMPañIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.



% DE FLUORESCINA EN MUESTRAS DE AGUAS PROBLEMAS

28-8-1.988

▣ I-1-7 AL 10-7	▣ O-1-7 AL 10-7
▣ A-1-7 AL 10-7	▣ O-11 AL 20-7
▣ A-11 AL 20-7	▣ I-11 AL 20-7
▣ O-21 AL 29-7	▣ I-21 AL 29-7
▣ A-21 AL 29-7	

ANALISIS FLUORIMETRICO DE DIEZ MUESTRAS DE AGUAS
PRESENTADAS POR LA COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS
DE MADRID.



Centro de Análisis de Aguas, S. A.

☎ 968 21 39 26
21 09 48

TELEX: 67879 AAMU E

✉ APDO. 139 30080 MURCIA

(968) 21 39 26
21 09 48

TELEX: 67879 AAMU E

APDO. 139 30080 MURCIA

Centro de Análisis de Aguas, S. A.



ANÁLISIS FLUORIMÉTRICO DE DIEZ MUESTRAS DE AGUAS
PRESENTADAS POR LA COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS
DE MADRID.

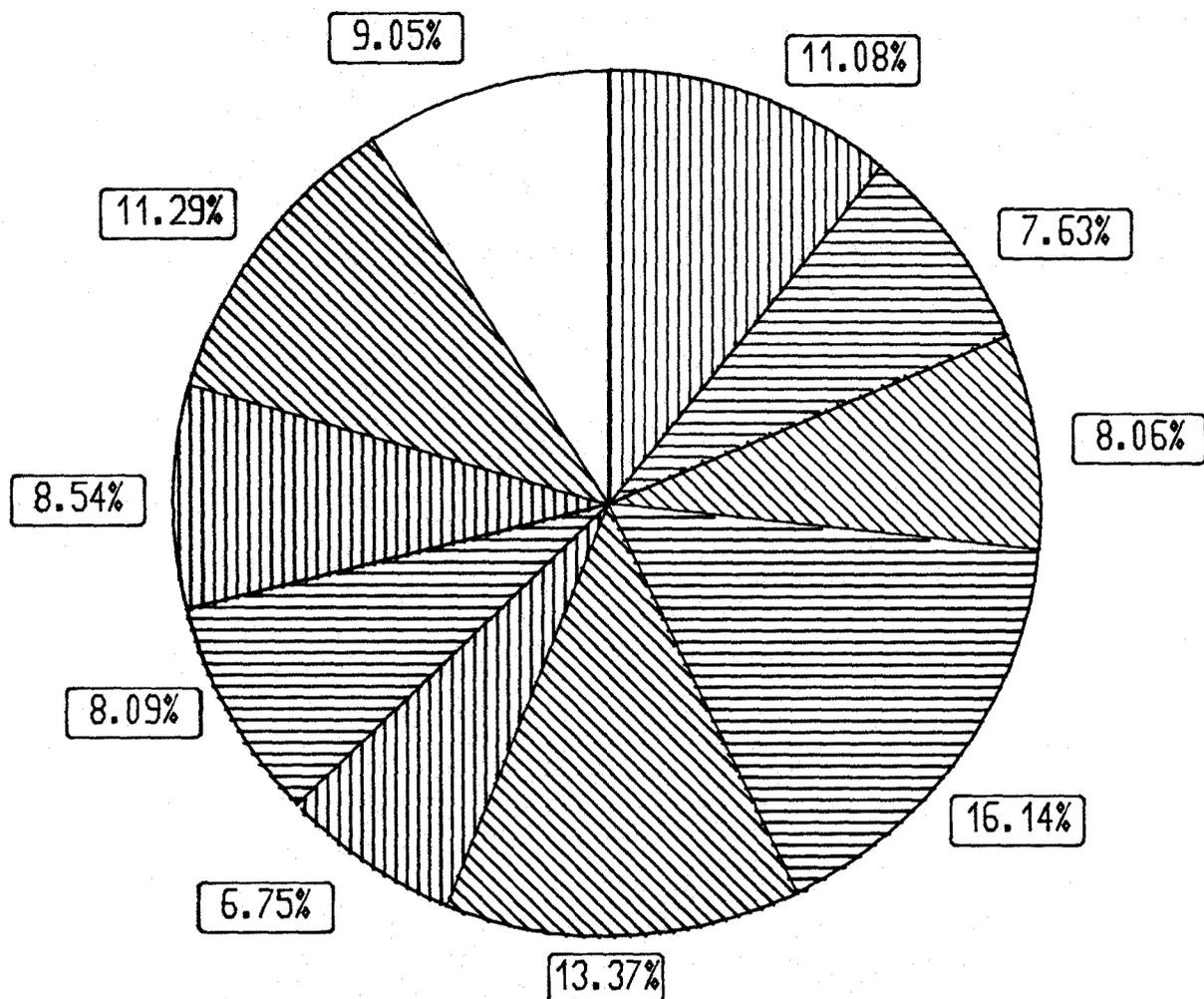
DENOMINACION DE LA MUESTRA	REFERENCIA LABORATORIO C.A.A.S.A.	CONCENTRACION DE FLUORESCINA EN MG/LITRO.	FECHA DE LLEGADA DE LA MUESTRA AL LABORATORIO
I-21-6	1	2'744 10 ⁻⁴	11-10-88
I-22-6	2	1'891 10 ⁻⁴	11-10-88
I-23-6	3	1'997 10 ⁻⁴	11-10-88
I-24-6	4	3'998 10 ⁻⁴	11-10-88
I-25-6	5	3'312 10 ⁻⁴	11-10-88
I-26-6	6	1'673 10 ⁻⁴	11-10-88
I-27-6	7	2'004 10 ⁻⁴	11-10-88
I-28-6	8	2'116 10 ⁻⁴	11-10-88
I-29-6	9	2'797 10 ⁻⁴	11-10-88
I-30-6	10	2'242 10 ⁻⁴	11-10-88

OBSERVACIONES: Organolépticamente las muestras no presentaban color. Las determinaciones se han realizado con un aparato marca Perkin-Elmer 3.000 (Fluorescence spectrometer).-----

Murcia a 27 de Octubre de 1.988


M.º Dolores Saura Pintado
Lcda. en Ciencias Químicas

COMPANIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.



% DE FLUORESCENCIA EN MUESTRAS DE AGUAS PROBLEMAS

27 - 10 - 1.988

▣ 1 - 21 - 6	▣ 1 - 22 - 6	▣ 1 - 23 - 6
▣ 1 - 24 - 6	▣ 1 - 25 - 6	▣ 1 - 26 - 6
▣ 1 - 27 - 6	▣ 1 - 28 - 6	▣ 1 - 29 - 6
▣ 1 - 30 - 6		

ANALISIS FLUORIMETRICO DE OCHO MUESTRAS DE AGUAS PRESENTADAS
POR LA COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A. PARA DETERMINARLES
CUANTITATIVAMENTE FLUORESCEINA. -----



Centro de Análisis de Aguas, S. A.

☎ 968 21 39 26
21 09 48

TELEX: 67879 AAMU E

✉ APDO. 139 30080 MURCIA



ANALISIS FLUORIMETRICO DE OCHO MUESTRAS DE AGUAS PRESENTADAS
POR LA COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A. PARA DETERMINARLES
CUANTITATIVAMENTE FLUORESCENA. -----

=====

RECEPCION DE LA MUESTRAS: Nos han sido enviadas mediante dos lotes por medio
de Mensajeros: el primero era de 5 muestras y el
segundo de 3 muestras. -----

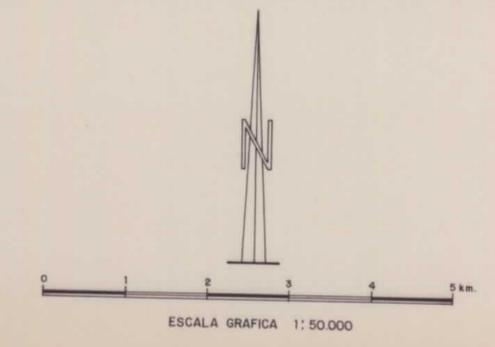
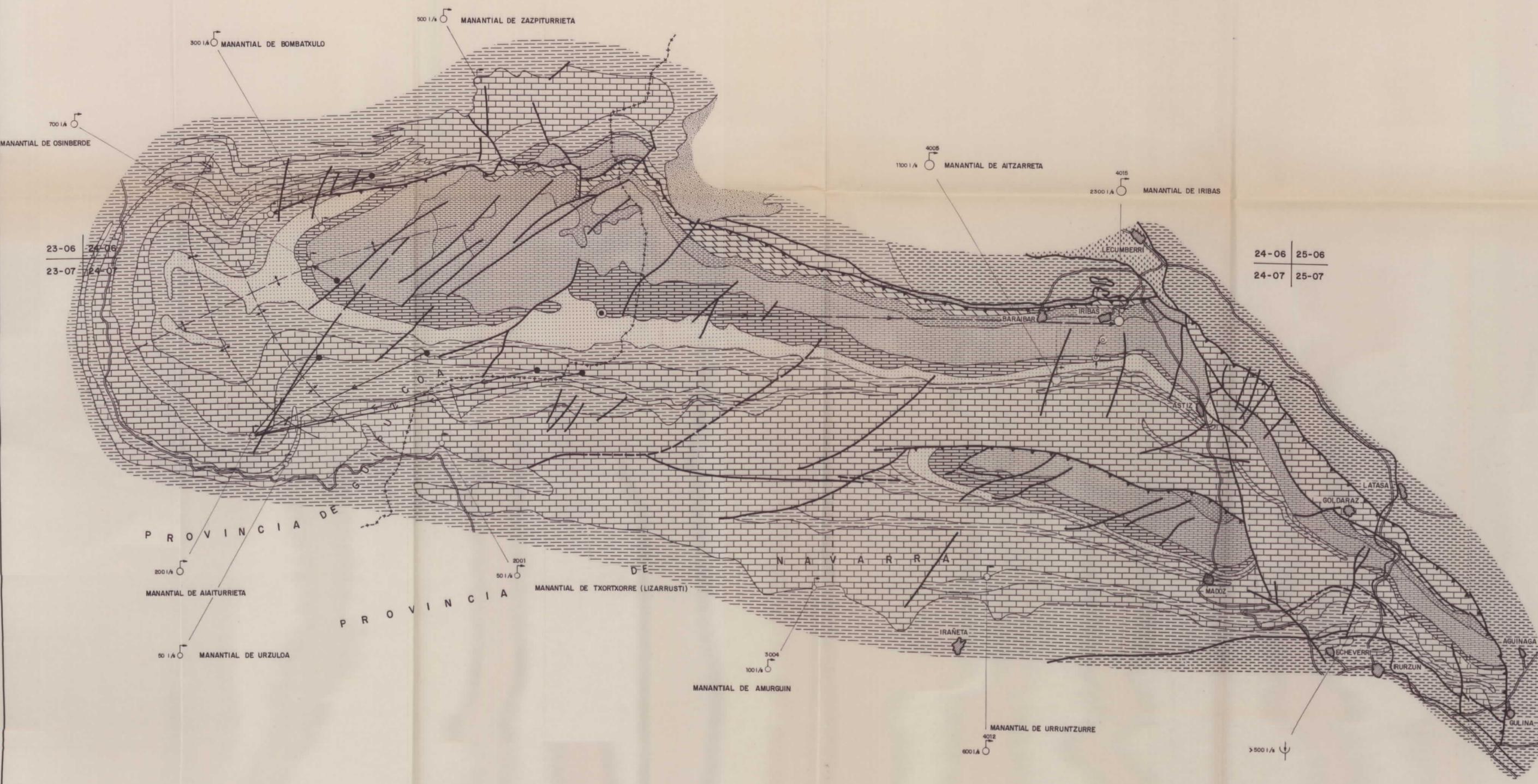
Nº de orden en nuestro Laboratorio	denominación de las muestras según rotulación en las botellas, dadas por la C.G.S.	RESULTADOS.
PRIMER LOTE	1 A del 11 al 20-6	7'372 x 10 ⁻⁵ mg/l.
	2 0-10-6	5'477 x 10 ⁻⁵ "
	3 0 del 11 al 20-6	9'266 x 10 ⁻⁵ "
	4 A 3-6	5'035 x 10 ⁻⁵ "
	5 I g-6	5'162 x 10 ⁻⁵ "
SEGUNDO LOTE	6 I 21 al 30-6	1'324 x 10 ⁻⁴ "
	7 A 21 al 30-6	1'153 x 10 ⁻⁴ "
	8 0-21 al 30-6	5'414 x 10 ⁻⁵ "

OBSERVACIONES: Organolépticamente las muestras no presentaban color. Las determinaciones se han realizado con un aparato marca Perkin-Elmer 3.000 (Fluorescence Spectrometer). -----

Murcia, 8 de Julio de 1.988

M.ª Dolores Saura Pintado
Lcda. en Ciencias Químicas

PLANOS



LEYENDA

- CUATERNARIO Derrubios de ladera. **PERMEABLE**
- CRETACICO SUP. (Cenomaniense-Campaniense) Flysch de margas, areniscas y calizas. En la barranca margas. **IMPERMEABLE**
- CRETACICO INF. (Aptiense-Albiense) Calizas arrecifales organicas, que hacia el oeste pasan a calizas arcillosas. **PERMEABLE**
- CRETACICO INF. (Aptiense-Albiense) Arcillas arenosas con intercalaciones de bancos de areniscas y calizas arenosas. **IMPERMEABLE**
- CRETACICO INF. (F. Weald) Areniscas, arcillas y alternancia de calizas, areniscas y arcillas. **IMPERMEABLE**
- CRETACICO INF. (F. Purbeck) Calizas, areniscas y arcillas. **PERMEABLE**
- JURASICO SUP
- JURASICO MED. (Aalenense-Kimmeridgiense) Calizas. **PERMEABLE** Y SUP
- JURASICO INF. (Sinemuriense-Toarciense) Margas, margocalizas y calizas. **IMPERMEABLE** Y MEDIO
- TRIASICO-JURASICO (Rhetiense-Sinemuriense) Dolomias y calizas, localmente arcillas yesiferas del Keuper. **PERMEABLE** - INF.
- TRIASICO (Keuper) Yesos y arcillas. **IMPERMEABLE**

SIGNOS CONVENCIONALES

- CONTACTO NORMAL
- CONTACTO DISCORDANTE
- FALLA
- CABALGAMIENTO
- EJE ANTICLINAL
- EJE SINCLINAL
- SUMIDERO
- TRAMO CON INCREMENTO DE CAUDAL A PARTIR DE AGUA SUBTERRANEA CAUDAL INCREMENTADO
- MANANTIAL 1-10 l/s
- MANANTIAL 10-100 l/s
- MANANTIAL 100-1000 l/s
- MANANTIAL DE CAUDAL >1000 l/s
- PUNTOS DE TRAZADO RECOPIADOS EN LA BIBLIOGRAFIA
- PUNTO DE TRAZADO REALIZADO EN ESTE PROYECTO
- DIRECCION RESULTANTE DEL FLUJO SUBTERRANEO
- DIRECCION PROBABLE DEL FLUJO SUBTERRANEO

Instituto Tecnológico Geominero de España		ENTE VASCO DE LA ENERGIA EMERBAREN EUSKAL ENERGIAREN		DIPUTACION FORAL DE GIPUZKOA	
PROYECTO ENSAYO DE TRAZADORES EN EL SUMIDERO DE IGARATZA		ESCALA 1:50.000		FECHA Noviembre 1981	
MAPA HIDROGEOLOGICO DE LA SIERRA DE ARALAR					
CLAVE	REALIZADO POR	CGSSA		PLANO N.º	1