



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**CUATERNARIO DEL EBRO Y SUS
AFLUENTES. 1989 - 1990**

M E M O R I A



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA



INDICE

I N D I C E

	<u>Pags.</u>
0.- INTRODUCCION.....	1
1.- CARACTERISTICAS GENERALES.....	5
1.1. MARCO GEOGRAFICO.....	6
1.2. MARCO GEOLOGICO.....	9
2.- HIDROGEOLOGIA.....	14
2.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	15
2.2. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA.....	18
2.3. ENSAYOS DE BOMBEO.....	19
2.4. AFORO DE RIOS Y MANANTIALES.....	25
3.- GEOFISICA.....	32
3.1. PRIMERA CAMPAÑA.....	33
3.2. SEGUNDA CAMPAÑA.....	38
4.- HIDROQUIMICA.....	40
4.1. OBJETIVOS.....	41
4.2. DATOS ANALITICOS DISPONIBLES.....	42
4.3. ANALISIS DE LA RED FLUVIAL.....	43
4.3.1. METODOLOGIA.....	43
4.3.2. RIO NAJERILLA.....	43
4.3.3. RIO IREGUA.....	44
4.3.4. RIO LEZA.....	44
4.3.5. RIO CIDACOS.....	46
4.3.6. RIO ALHAMA.....	46
4.3.7. RIO EBRO.....	46
4.3.8. CONCLUSIONES.....	47
4.3.9. RECOMENDACIONES.....	48
4.4. CARACTERIZACION DE LOS ACUIFEROS ALUVIALES	49
4.4.1. METODOLOGIA.....	49

	.PGA.
4.4.2. ALUVIAL DEL RIO NAJERILLA.....	49
4.4.3. ALUVIAL DEL RIO IREGUA.....	51
4.4.4. ALUVIALES DE LOS RIOS LEZA Y JUBERA	53
4.4.5. ALUVIAL DEL RIO CIDACOS.....	53
4.4.6. ALUVIAL DEL RIO ALHAMA.....	56
4.4.7. ALUVIAL DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO EBRO.....	56
4.4.8. RELACIONES ACUIFERO-RIO.....	57
4.4.9. CONCLUSIONES.....	59
4.4.10 RECOMENDACIONES.....	59
4.5. CONCLUSIONES GENERALES.....	61
5.- DEMANDA URBANA.....	67
6.- PRODUCCION AGRICOLA.....	74
7.- LA HORTICULTURA EN LA RIOJA.....	76
8.- CONCLUSIONES.....	90
9.- SONDEO DE ABASTECIMIENTO A ALCANADRE.....	93

INDICE DE ANEXOS

- Nº 1.- ENSAYOS DE BOMBEO EN POZOS Y SONDEOS**
- Nº 2.- AFOROS DE RIOS Y MANANTIALES**
- Nº 3.- INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA**
- Nº 4.- ESTADISTICAS DE PRODUCCION AGRARIA**
- Nº 5.- BIBLIOGRAFIA**

INDICE DE PLANOS

- 2.1. ISOPIEZAS DEL ALUVIAL DEL EBRO Y SUS AFLUENTES
- 2.2.1. MAPA HIDROGEOLOGICO DE NAJERA
- 2.2.2. MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOGROÑO
- 2.2.3. MAPA HIDROGEOLOGICO DE LODOSA
- 2.2.4. MAPA HIDROGEOLOGICO DE CALAHORRA
- 2.2.5. MAPA HIDROGEOLOGICO DE ALFARO
- 2.2.6. MAPA HIDROGEOLOGICO DE TUDELA
- 3.2.1. PLANO DE SITUACION DE PERFILES GEOELECTRICOS
- 3.2.2. PERFILES GEOELECTRICOS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
10 Y 11

0.- INTRODUCCION

0.- INTRODUCCION

El estudio del Cuaternario del Ebro entre Logroño y Alfaro, así como del cuaternario de los afluentes de la margen derecha en este tramo, (ríos Najerilla, Iregua, Leza, Cidacos y Alhama) constituyen el objetivo del presente estudio.

En esta zona se asienta cerca del 80% de la población provincial y alberga las áreas industriales y agrícolas de mayor interés motivo por el cual se justifica plenamente el profundizar en el conocimiento del modelo funcional de los acuíferos con el fin de asegurar, en todo momento y en cualquier circunstancia, las necesidades de agua, tanto en cantidad como en calidad, para los distintos usos, pero, especialmente para suministro urbano y para regadío.

La infraestructura hidráulica está fuertemente condicionada a la existencia del río Ebro y afluentes con una serie de canales de riego (canales del Najerilla de la margen izquierda y derecha, y canales de Lodosa y Ebro sobre el propio río Ebro). Las aguas del río Ebro unicamente son depuradas y aprovechadas para el abastecimiento del polígono industrial de EL SEQUERO, pero el resto de poblaciones de La Ribera toma las aguas del acuífero cuaternario asociado al río Ebro (Calahorra, Alfaro, etc), o de algún río afluente del propio Ebro (caso del abastecimiento a Logroño con aguas procedentes del río Iregua).

La dependencia del caudal del río Ebro para las practicas de la agricultura de regadío y, de modo indirecto, en la calidad de las aguas subterráneas por efectos de retorno de riegos, orientó la realización del presente proyecto, donde de una manera global se estudiaban los ríos de la zona (con aforos diferenciales en distintas épocas del año), el régimen de los canales de riego, las dosis de riego utilizados, los niveles piezometricos, productividad y cali-

dad de las aguas del acuífero etc. con el fin de conjugar las ventajas comparativas de cada una de las piezas del conjunto hidráulico (río-canales, acuífero).

Como hipótesis de partida, la dirección del proyecto representada por D. Miguel del Pozo Gómez, apuntó las ideas de explotación de los acuíferos, con pozos o sondeos, en las zonas más favorables desde la óptica hidrogeológica con el fin de garantizar en todo momento el suministro de los canales (en concreto el de Lodosa), o incluso detraer aguas del canal de Lodosa para proceder al regadíos de terrenos por encima de la cota topográfica del canal y restituir, canal abajo y con aguas procedentes del acuífero cuaternario, el agua detraída.

En el presente proyecto no se han podido alcanzar todos los objetivos previstos, pero sí se confirman que las hipótesis de partida en el triple juego río-canales-acuífero, son correctos.

Esta 1ª fase del estudio, a pesar de no cumplir todos los objetivos propuestos, sí ha permitido orientar la elaboración de los distintos apartados de la 2ª fase que se pondrá en marcha en fecha próxima (años 1991-1992).

La geofísica realizada por la división de geofísica del ITGE ha sido fundamental en el conocimiento hidrogeológico del acuífero cuaternario y se considera imprescindible la confirmación de la misma con una serie de sondeos mecánicos y ensayos de bombeo con diferentes situaciones de nivel piezométrico.

En el presente trabajo han colaborado por parte de Compañía General de Sondeos, S.A.

D^a Isabel Coletto→ Geoquímica

D^a Regina Rodriguez→ Geóloga

D. Eugenio Villanueva→ Ingeniero Técnico de Minas

D. Antonio Esquinas→ Ingeniero Técnico de Minas

D. Jesús Tenajas→ Geólogo

D. Juan Olivares→ Geólogo

La dirección del proyecto correspondió a D. Miguel del Pozo Gómez del Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE).

1.- CARACTERISTICAS GENERALES

1.1. MARCO GEOGRAFICO

En contraste con el estrecho y cerrado valle de meandros encajados en La Rioja Alta y Alavesa, a partir de Logroño, el valle del Ebro se ofrece en su aspecto más peculiar: un curso perezoso y ondulante sobre una amplia llanura aluvial que el trabajo del hombre ha convertido en una rica y feraz huerta: La Ribera.

Humana y económicamente es a partir de Logroño donde se inicia el tramo medio del Ebro; aguas arriba de la capital, el valle es sólo la antesala de la Ribera.

A partir de Logroño hay un cambio muy importante en la litología en que se inscribe el valle. Se alcanzan las areniscas y arcillas rosadas de las facies Nájera y Rioja Baja; son materiales más friables que los de las facies Haro. Los bancos de areniscas son menos consistentes. El valle se va a inscribir también sobre margas yesíferas y yesos masivos; el conjunto litológico favorece la labor de zapa lateral del Ebro, y el valle, va a poderse ampliar alcanzando una anchura máxima teórica -entre terrazas extremas- de 6 km. en Logroño y 8 ó 9 en Calahorra y Alfaro.

El Ebro incide sobre un área tectónicamente activa cuyos puntos importantes serían:

- a) La orientación general, NO-SE, viene marcada por la disposición de los grandes ejes de plegamiento, que traducen aquí las directrices alpinas.
- b) La adaptación del Ebro a la estructura es un fenómeno sincronico a la movilidad de las estructuras, con lo que el proceso de adaptación es, en ocasiones, traumático; el curso de río puede verse desalojado, para ceder el espacio a promontorios anticlinales.

- c) En general, hacia el SO se hace más moderna la movilidad de los pliegues; el río se ve obligado a desplazarse dejando terrazas en su margen izquierda y devorándolas en la derecha, quedando a veces en contacto con niveles de glácis cada vez más elevados.

Resumiendo, el paisaje morfológico refleja el control estructural, tectónico y litológico, por este orden de prioridades.

A partir de Logroño, el valle del Ebro se ensancha, adoptando una forma "en artesa", quedando la llanura de inundación flanqueada por depositos de terraza que se disponen en cinta a lo largo de las orillas.

En la desembocadura del Leza se pasa de las areniscas y arcillas de la facies Nájera y Rioja y el valle se excava predominantemente sobre las margas yesíferas del centro de la cuenca. Sobre estos materiales se elabora un gran óvalo aluvial que alcanza una anchura de 7 km. El Ebro entra ya en el dominio de las estructuras plegadas, adoptando una trayectoria NO-SE.

A partir de Mendavia el curso del río alcanza las estructuras plegadas del anticlinal de Alcanadre y de Muga Imaz. En Alcanadre se estrecha el óvalo y el Ebro alcanza un área compleja tectónicamente.

En las proximidades de Lodosa, el Ebro incide en la estructura sinclinal de Cabezo; a favor del valle se ensancha, conformando un segundo óvalo en el que se asienta la huerta de Lodosa. En Sartaguda, la llanura de inundación se estrecha.

Entre Santaguda y Milagro, a lo largo de 30 km el valle sigue la dirección NO-SE. Entre Santaguda y Calahorra el lecho de inundación presenta 3 km de anchura.

Aguas abajo de Calahorra el curso sigue la alineación del anticlinal de la Zagosa.

En resumen al inicio del Pleistoceno, el curso del Ebro se abre paso por las Conchas de Haro penetrando en la depresión Riojana. El trazado del Ebro entre Logroño y Alfaro ha venido condicionado por el juego de las estructuras halocinéticas. La acronia de los movimientos halocinéticos, la servidumbre impuesta por el encajamiento del propio río, y la convergencia de alineaciones tectónicas que siguen rumbos estrictamente paralelos explican las anomalías de trazado y la disimetría del valle.

Entre las Conchas de Haro y Logroño, el Ebro corre sobre una región de litología homogénea y medianamente resistente (areniscas, margas arenosas. Formación Haro). Un valle estrecho y encerrado por las altas colinas, gira en torno al Ebro cuyo curso queda ordenado sobre diferentes meandros encajados.

Entre Logroño y Alfaro, arcillas y yesos de litología más blanda se estructuran en pliegues de tectónica reciente a cuyo trazado al Ebro debe adaptarse.

1.2. MARCO GEOLOGICO

Al redactar el presente capítulo se ha podido disponer de toda la información geológica recogida en las publicaciones de la serie MAGNA (editadas por el ITGE, a escala 1:50.000) en la zona objeto de estudio.

En la memoria de la hoja MAGNA nº 204, LOGROÑO, puede leerse:

"El estudio del Terciario Continental de la Depresión del Ebro encierra serios problemas.

El primer problema es el establecimiento de los límites cronoestratigráficos, lo cual viene dificultado por los siguientes factores:

- 1.- Escasez de restos vertebrados fósiles, por lo que la correlación es prácticamente imposible.
- 2.- Los pocos gasterópodos encontrados no tienen un valor estratigráfico claro.
- 3.- El valor estratigráfico de gran parte de los microorganismos recogidos (oogonios de Charáceas y Ostrácodos) es incierto, debido a múltiples causas, como la frecuente resedimentación de los mismos; la difícil identificación de las especies, el limitado conocimiento de la dispersión de los individuos, tanto en el tiempo como en el espacio.
- 4.- El gran número de muestras azoicas.

Estas circunstancias condicionan que la cartografía tenga que basarse en el estudio de las facies litoló

gicas y de sus correlaciones a partir de niveles guías con importantes imprecisiones y lagunas".

Con estas premisas, y dada la óptica hidrogeológica del presente proyecto, no se entra en grandes precisiones sobre la geología de los materiales terciarios que son englobados en una única trama en el mapa.

TERCIARIO.-

Formación Lerín:

Integrada por dos unidades básicamente yesíferas, y otra, intermedia, esencialmente arcillosa. La potencia, difícil de calcular puede ser del orden de 250-300 m.

Formación Tudela

La base de la Formación Tudela representa el paso lateral hacia el SO de las facies evaporíticas de la Formación Lerín, las cuales pueden considerarse como depósitos típicos de centro de cubeta.

Los materiales que la integran son arcillas calcáreas, más o menos limosas, de colores rojos y grises. Presentan intercalaciones de calizas arcillosas gris azuladas, a veces algo arenosos, calizas con nódulos de sílex y de areniscas con óndulas de corriente.

La potencia total de la unidad referida es desconocida con un espesor mínimo de 100 m.

Formación Alfaro

Representa el paso lateral hacia el SO, de la formación Tudela.

Litológicamente está integrada por arcillas calcáreas rojas, mas o menos limosas, con frecuentes intercalaciones de bancos de areniscas.

Existen dos tipos de areniscas. Unas que se disponen en bancos extensos y de poco espesor. Otras, constituyen "cuerpos" de 1 a 3 m de espesor, son de grano variable, matriz calcárea muy poco cementados. Por lo general, representan depósitos de canal.

De forma esporádica aparecen, interestratificados, bancos de yesos con importantes repercusiones hidroquímicas.

No se conoce la potencia total, pero es superior a 400 m.

CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios constituyen el asiento físico de la actividad agrícola regional y los hay de varios tipos. Unos son de origen fluvial y forman las terrazas de las principales rios de la zona (Ebro, Iregua, Cidacos, Alhama, etc), y están constituidos por una acumulacion de cantos de procedencia longitudinal; otros, de origen lateral, que dan lugar a los glácis; otros relacionados con la terraza inferior actual o llanura de inundacion del Ebro y afluentes y que pueden considerarse como fondo aluvial o relleno de valle, y finalmente, otros de menos importancia, como son los "derrubios de ladera" o los "conos de deyeccion".

Frecuentemente las terrazas van asociadas a su correspondiente glácis, formando un único conjunto morfológico sin solucion de continuidad.

No existen evidencias paleontológicas para separar las terrazas y, únicamente, criterios morfológicos y topográficos permiten establecer una cronología que sitúe, relativamente, estos depósitos cuaternarios.

En la cartografía de las hojas del MAGNA incluidos en la zona de proyecto y en sus memorias correspondientes se detalla la relación de las sucesivas terrazas y que aquí simplificamos, dada la naturaleza del estudio, en:

- 1ª Terrazas altas: Niveles (170-180 m); (150-160 m); (110-120 m); (90-100 m); (70-80 m); (60-70 m)
- 2ª Terrazas medias: Niveles (20-30 m); (10-20 m)
- 3ª Terrazas bajas: Niveles (5-10 m); (0-5 m)

El río Ebro presenta en las terrazas bajas a lo largo de su recorrido dos niveles, uno el que corresponde a la terraza de inundación actual o llanura aluvial, con una altitud de 0-5 m; y otro superior, con una altitud de 5-10 m.

La secuencia litológica de estas terrazas se compone de un tramo inferior de gravas, con cantos de caliza, arenisca, y cuarcita, poco cementados, en la que es posible la presencia de algún lentejón de arena, y un tramo superior de arcillas y limos.

El curso actual del Ebro tiene una gran actividad, que se pone de manifiesto evolucionando de forma rápida, como se refleja en la gran cantidad de meandros abandonados sobre la llanura aluvial.

Derrubios de ladera

Se extienden al pie de las alineaciones montañosas del borde meridional. Se trata de depósitos de gravas y bloques poligénicos, no muy rodados, enmarcado por un cemento poco coherente de arenas algo arcillosas. Posiblemente correspondan a conglomerados marginales, relacionados con abanicos aluviales.

Glácis

Formados básicamente por cantos de caliza y arenisca, muy heterométricos, subangulosos, unidos por un cemento arcilloso-calcáreo poco coherente. Su origen habría que buscarlo en la facilidad de los materiales, sobre los que se asienta, a ser erosionados y a la presencia de conglomerados oligo-miocenos, muy frágiles, que suministran los aportes.

2.- HIDROGEOLOGIA

2.- HIDROGEOLOGIA

2.1. CONSIDERACIONES GENERALES

De la serie geológica reseñada con anterioridad, y desde la perspectiva hidrogeológica, conviene señalar:

- 1.- Las distintas formaciones geológicas descritas, (Lerín, Tudela, Alfaro) dentro del terciario, presentan un contenido muy elevado en fracción fina de arcillas, yesos, margas, limos, etc. lo cual condiciona una permeabilidad muy reducida y un escaso interés hidrogeológico. Sólo la formación Alfaro esporádicamente y aprovechando sus lentejones o paleocauces, de naturaleza areniscosa, puede ser capaz de albergar algún acuífero que origine pequeños manantiales, o mediante sondeos, caudales del orden de 1 l/seg. y siempre con calidad del agua deficiente.

Tanto a nivel oficial (IRYDA, TRAGSA) como a nivel privado son varios los intentos de aprovechamiento de los posibles acuíferos en materiales terciarios y, en todos ellos, el resultado ha sido poco satisfactorio.

- 2.- Dentro del Cuaternario el mayor interés se centra en las terrazas del Ebro y concretamente en las terrazas de 0-5 m y los de 5-10 m, conectadas hidráulicamente con el río.

Los derrubios de ladera, glácis y las terrazas colgadas, son los causantes de pequeños manantiales a cota topográfica elevada y muy condicionados por la pluviometría de la zona. Son aprovechados para abastecimiento a poblaciones pequeñas y, los años secos, son los causantes del desabastecimiento y consecuente Alerta Roja de numerosos pueblos.

- 3.- El uso del agua subterránea en toda la zona es muy reducido puesto que está muy desarrollado el sistema de riego por canales superficiales y acequias. No obstante, conviene hacer la salvedad de la importancia estratégica del agua subterránea para abastecimiento puesto que poblaciones de la importancia de Calahorra y Alfaro tienen su suministro de agua en base a pozos o sondeos que captan las terrazas del Cuaternario.
- 4.- En toda la zona objeto de estudio no se dispone, por parte de ningún organismo de la Administración, de puntos de control periódico de niveles piezométricos ni de calidad de las aguas subterráneas lo que limita el alcance del conocimiento de la evolución histórica de dichas magnitudes.
- 5.- La influencia de los excedentes de riego procedentes de las aguas superficiales (canales, acequias, etc.) en la evolución de niveles y en la calidad de las aguas subterráneas es evidente. La temporalidad del riego con aguas superficiales y el desconocimiento de las tasas de riego utilizadas dificultan el establecimiento claro de la relación causa-efecto/agua superficial-agua subterránea.
- 6.- Las cabeceras de los rios Glera, Najerilla e Iregua presentan una calidad de agua excelente y que aguas abajo tiene aplicaciones de interés (abastecimiento, regadio, piscifactorias, etc). Concretamente del rio Najerilla salen dos canales denominados canal de la margen derecha y canal de la margen izquierda cuya utilización básica es el regadio por no poderse utilizar el agua para abastecimiento. En el verano de 1990 hubo graves problemas de abastecimiento en pueblos relativamente próximos al trazado de dichos canales y

en el caso de que la calidad del agua hubiera sido adecuada podría haber solucionado el problema.

- 7.- La piezometría que se presenta a escala 1:100.000 está tomada del Estudio Hidrogeológico del Aluvial del Ebro realizado por la Diputación Foral de Navarra en Febrero de 1982 y corresponde a medidas de niveles tomados en 1976. Durante la realización del inventario en 1989-90 se tomaron medidas de nivel piezométrico de todos los puntos y se contrastaron con la piezometría citada que fué modificada y completada (Plano 2.1.).
- 8.- Dada la disposición tectónica y la naturaleza litológica de los materiales la aportación de las técnicas de investigación geofísica han resultado muy satisfactorias y se consideran completamente imprescindibles para la investigación hidrogeológica de las terrazas del Ebro y del terciario subyacente.

2.2. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

El inventario de puntos se ha reflejado sobre mapas a escala 1:50.000 teniendo en cuenta la información preexistente y referente a la zona de influencia de los cuaternarios de los ríos. El desglose de los puntos inventariados queda como sigue: (Planos 2.2.1.; 2.2.2.; 2.2.3.; 2.2.4.; 2.2.5. y 2.2.6.).

NOMBRE HOJA Y NUMERO	OCTANTE 1	OCTANTE 2	OCTANTE 3	OCTANTE 4	OCTANTE 5	OCTANTE 6	OCTANTE 7	OCTANTE 8
MAJERA 22-10 203		9 5 m 4 p				16 4 m 2 s/10p		
LOGROÑO 23-10 204	3 1m/2p	16 4 m/12p	9 1m/8p	4 4 p	21 10m/1s/13p		13 1m/12p	
CALAHORRA 24-11 243			4 4 p	12 12 s	12 1m/3s/8p	4 3s/1p	6 4p/2s	
LODOSA 24-10 205					3 1s/2p	3 3 p	1 1 p	
ALFARO 25-11 244	1 15				10 1m/9s			

Del total de 150 puntos la distribución es la siguiente:

- Pozos 88
- Manantiales 28
- Sondeos 34

De los sondeos, solo han proporcionado información litológica los nos. 2411.4.001/004/008/011 y 2410.5.010 lo cual da una idea clara de la escasez de obras con vistas la investigación hidrogeológica.

En lo referente a los manantiales, varios de ellos, estan relacionados con los excedentes de riego procedentes de los canales y acequias siendo la prueba más evidente de lo señalado, que el mayor caudal de los citados manantiales se produce durante el verano.

De los puntos inventariados se han tomado muestras para análisis químico en las siguientes hojas:

-	Hoja de Nájera	total	puntos	análisis	...	7
-	Hoja de Logroño ...	"	"	"	...	31
-	Hoja Calahorra	"	"	"	...	10
-	Hoja de Lodosa	"	"	"	...	2
-	Hoja de Alfaro	"	"	"	...	1

Del total de puntos inventariados se ha efectuado ensayo de bombeo en 18 puntos distribuidos de la siguiente manera:

-	Hoja de Nájera	total	de	puntos	aforados	..	3
-	Hoja de Logroño ...	"	"	"	"	..	7
-	Hoja de Calahorra .	"	"	"	"	..	2
-	Hoja de Lodosa	"	"	"	"	..	5
-	Hoja de Alfaro	"	"	"	"	..	1

2.3. ENSAYOS DE BOMBEO

Se han efectuado ensayos de bombeo en un total de 19 puntos; no obstante hay que señalar que de algunos puntos hay diferentes hipótesis de funcionamiento y en otros ha sido imposible la interpretación del ensayo de bombeo.

La relación completa es la siguiente:

NUMERO	NATURALEZA	PROFUNDIDAD	VALORES DE LA TRANSMISIVIDAD
Abto. de Alfaro	SONDEO (Terrazas del Ebro)	Perforación - 41 Entubación - 34,75	Sin pozo imagen T = 20.689 m ² /día. Con pozo imagen a 50 m. → T = 11.367 m ² /día Con pozo imagen a 100 m. → T = 12.856 m ² /día Con pozo imagen a 200 m. → T = 14.336 m ² /día Según ensayo de recuperación T = 14.141 m ² /día
2210.6.0027	POZO (Terrazas Najerilla)	5.90 m.	En descenso T = 2.296 m ² /día En recuperación T = 1.678 m ² /día
2511.5.0012	SONDEO (Terrazas del Ebro)	14.30 m.	No es posible interpretar
2210.6.0028	POZO	6.5 m.	No es posible interpretar.
2210.6.0029	POZO	7,0 m.	Transmisividad = 80 m ² /día
2310.2.0041	POZO (Aluvial de Iregua)	6,0 m.	En recuperación T = 1.963 m ² /día.
2310.2.009	POZO (Aluvial del Iregua)	10,0 m.	En descenso T = 794 m ² /día En recuperación T = 582 m ² /día
2310.2.0040	POZO (Aluvial del Ebro)	7,5 m.	Transmisividad = 538 m ² /día
2310.4.003	POZO (Aluvial del Ebro)	9,0 m.	No interpretable
2410.7.0002	POZO (Aluvial del Ebro)	2,0 m.	Transmisividad = 2.004 m ² /día en descenso T = 1.852 m ² /día en recuperación
2411.7.0009	POZO (Aluvial de Cidacos)	5,5 m.	En descenso T = 165 m ² /día En recuperación T = 250 m ² /día
2411.4.0007	SONDEO (Aluvial del Ebro)	17 m.	Difícilmente interpretable. Con pozo imagen a 20 m. T = 12.705 m ² /día
2411.3.0002 Abto. Calahorra	POZO (Aluvial del Ebro)	9,0 m.	<u>En pozo de bombeo</u> En descenso T = 28.134 m ² /día Con pozo imagen a 25 m → T = 17.740 m ² /día Con pozo imagen a 50 m → T = 21.321 m ² /día En recuperación → T = 34.542 m ² /día <u>En piezómetro a 9 metros</u> En descenso T = 54.694 m ² /día Con pozo imagen a 25 m. T = 9.571 m ² /día Con pozo imagen a 50 m. T = 15.987 m ² /día En recuperación T = 33.023 m ² /día

CONTINUACION.-

NUMERO	NATURALEZA	PROFUNDIDAD	VALORES DE LA TRANSMISIVIDAD
2411.7.0012	POZO (Aluvial de Cidacos)	7,5 m.	No interpretable.
2411.6.0016	SONDEO (Aluvial de Cidacos)	18 m.	No interpretable.
2310.5.0046	POZO (Aluvial de Iregua)	8,0 m.	Transmisividad en ensayo de recuperación $T = 144 \text{ m}^2/\text{día}$
2310.3.0008	POZO (Aluvial del Ebro)	5,0 m.	En ensayo de recuperación. $T = 992 \text{ m}^2/\text{día}$
2310.3.0011	POZO (Aluvial del Ebro)	5,0 m.	En ensayo de descenso $T = 40 \text{ m}^2/\text{día}$ En ensayo de recuperación $T = 200 \text{ m}^2/\text{día}$
2310.6.0003	POZO (Aluvial del Ebro)	8,6 m.	En descenso $T = 803 \text{ m}^2/\text{día}$ Con pozo imagen a 20 m. $T = 405 \text{ m}^2/\text{día}$ Con pozo imagen a 50 m. $T = 521 \text{ m}^2/\text{día}$ Con pozo imagen a 100 m. $T = 558 \text{ m}^2/\text{día}$ En recuperación $T = 985 \text{ m}^2/\text{día}$

CONCLUSIONES:

De los ensayos de bombeo efectuados pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- 1º.- En un gran número de pozos no ha sido posible la interpretación y el cálculo del valor de la transmisividad. Circunstancias tales como: a) Duración del ensayo b) Diametro del pozo c) Problemas con el equipo extractor d) Descensos inapreciables e) Recarga inducida de naturaleza no cuantificada (río, acequias, canales, etc). han impedido el cálculo correcto.
- 2º.- Los valores mayores de transmisividad se dan en los terrazas del Ebro conectadas hidráulicamente con el río.
- 3º.- Los valores de la transmisividad en los cuaternarios de los ríos Najerilla, Leza ó Cidacos son muy variables y en función de circunstancias tales como:
 - Profundidad de la obra.
 - Situación del nivel piezométrico según la época del año. (espesor saturado).
- 4º.- En la interpretación de los ensayos de bombeo en los pozos ó sondeos situados en las terrazas del Ebro y conectados hidráulicamente con el mismo, hay que tener en cuenta esta circunstancia y, así, a título de ejemplo se suponen distintas hipótesis de cálculo de la transmisividad con barreras positivas a 25, 50, 100, 200 ó 500 metros, según los casos.
- 5º.- Los valores de transmisividad obtenidos a partir de los datos del bombeo en descenso presentan, en general, variaciones importantes con relación a los valores

obtenidos con datos de recuperación y que invitan a reflexionar sobre las limitaciones de este tipo de pruebas si no se dispone de toda la información referente al funcionamiento hidrogeológico del acuífero.

6º.- Para un adecuado conocimiento de los parámetros hidrogeológicos de las terrazas del Ebro se considera conveniente:

- Disponer de piezómetros.
- Efectuar ensayos escalonados con caudales suficientes que consigan descensos de nivel que permitan una correcta interpretación.
- Repetir los ensayos de bombeo en aguas altas y bajas del río.
- Tener muy en cuenta el régimen de riego de los canales que afectan a las terrazas.
- Controlar la evolución de la calidad del agua subterránea a lo largo del bombeo.

7º.- Para la interpretación de los ensayos de bombeo se ha utilizado el programa ISOAQX (Hydrallogic, 1987). Este programa permite el análisis de ensayos de bombeo en acuíferos libres, confinados o semiconfinados tanto bajo régimen permanente como variable y con bombeo en uno o varios pozos.

Así mismo, permite la consideración de pozos total o parcialmente penetrantes y el análisis de casos en los que el caudal de bombeo no sea constante, simulando tantos escalones de bombeo y recuperación como se hayan producido a lo largo del ensayo.

Los tramos de recuperación de los ensayos se pueden tratar de dos modos: bien asumiendo que se trata de periodos de bombeo, aunque con caudal de extracción nulo, o bien estimando una recta de recuperación por el método gráfico clásico, es decir, representando los descensos residuales frente a un eje de tiempos del tipo $(t+t')/t'$.

Por otra parte, en los casos estudiados en este informe se ha considerado también la existencia de bordes de nivel constante a diferentes distancias del pozo de bombeo a fin de estimar la posible influencia de aportes de agua del río en el ensayo realizado.

El programa utiliza un procedimiento iterativo y de ajuste para calcular los parámetros del terreno en función de los datos de campo del ensayo.

8º.- A la vista de los resultados obtenidos, en lo referente al valor de los parámetros hidrogeológicos, no se ha considerado conveniente la extrapolación de los datos puntuales a toda una zona o área de influencia ya que podía prestarse a equivocaciones.

9º.- Finalmente, volvemos a insistir en la relatividad del valor de los parámetros hidrogeológicos obtenidos en un ensayo de bombeo en una zona y en un tipo de acuífero como es el cuaternario del Ebro. La enorme heterogeneidad del acuífero y su íntima relación con caudales de riego y con el propio río obligan a ser muy prudentes.

2.4. AFORO DE RIOS Y MANANTIALES

Durante los meses de Octubre y Noviembre de 1989 se realizaron una serie de aforos en los principales ríos y manantiales de la zona (con la excepción del río Ebro) y que aquí se presentan por subcuencas hidrográficas:

CUENCA DEL	Najerilla	Nº aforos	8
	Iregua	" "	5
	Leza	" "	10
	Cidacos	" "	8
	Alhama	" "	17

Los principales manantiales aforados han sido:

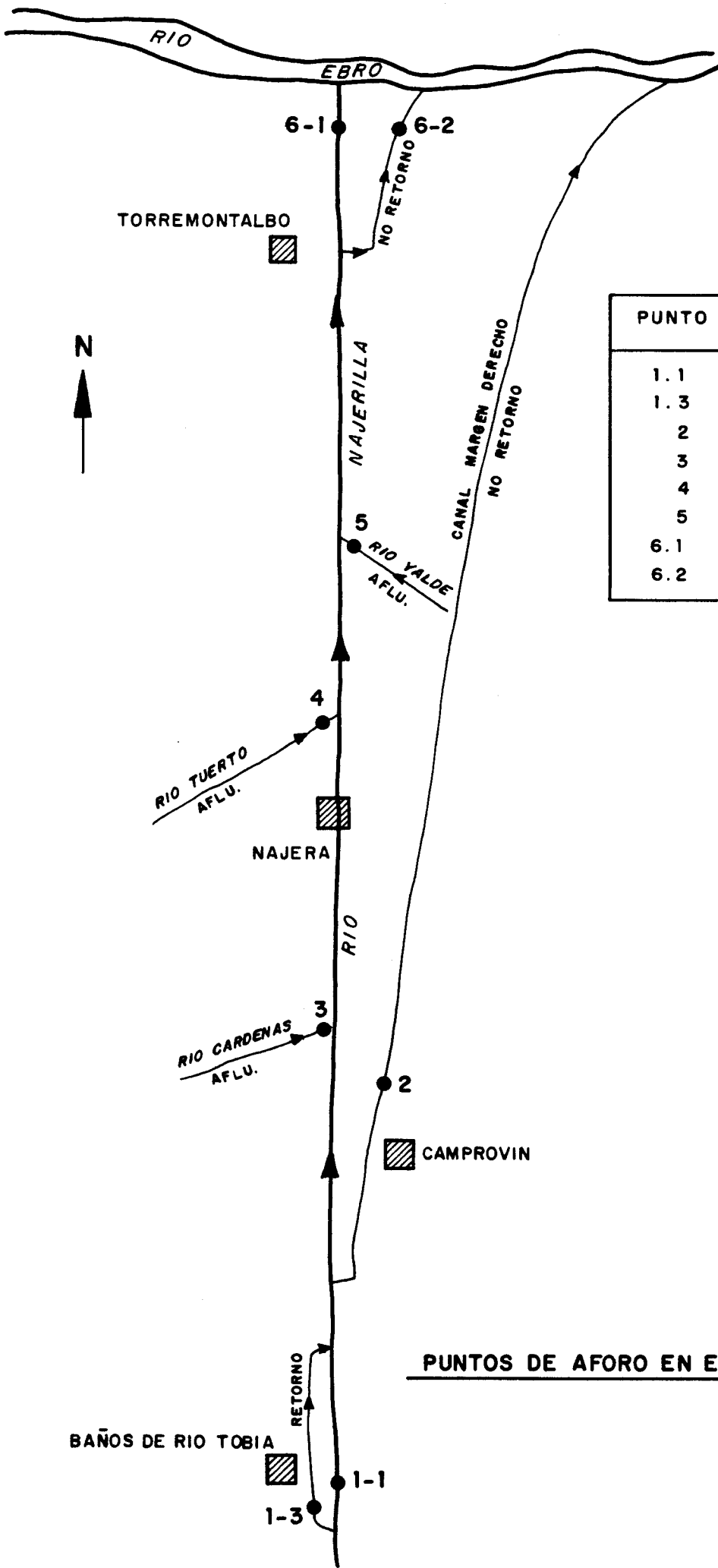
MANANTIALES	Fuente MAHARE	Q = 9.0 l/seg
	" de SOMALO	Q = 20.6 l/seg
	" de la CANALILLA	Q = 0
	" de la REDONDA	Q = 1,2 l/seg
	" de BERNEDA	Q = 0,8 l/seg

Todos los aforos de los ríos se han hecho en los cursos medio y bajo, fuera de los afloramientos mesozoicos y paleozoicos de cabecera y ya metidos dentro del substrato terciario.

Como comentarios de carácter general puede decirse:

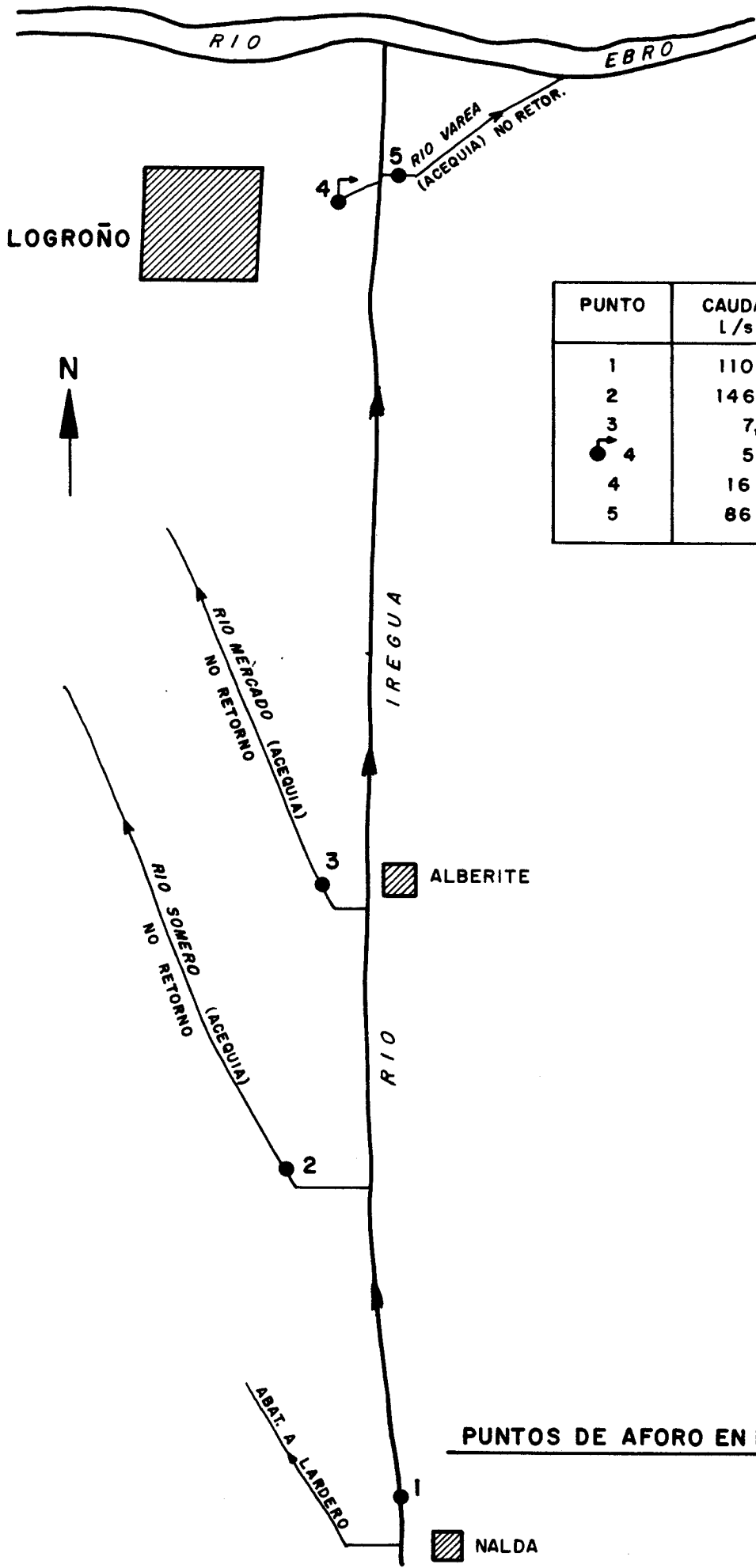
- a) En la época de los aforos, el caudal circulante por los rios era relativamente escaso por lo cual no es posible asegurar que la evolución de los caudales aguas abajo mantenga los mismos ordenes de magnitud con caudales elevados.
- b) Nos encontramos con una enorme dificultad a la hora de valorar exactamente al caudal del rio. Las vegas de los rios son zonas muy explotadas desde el punto de vista agrícola y humano lo cual condiciona acciones humanas sobre el propio rio bien detrayendo caudal del mismo o bien provocando vertidos que enmascaran el regimen natural del rio.
- c) Con una única campaña de aforo resulta difícil de precisar el régimen de posibles ganancias o perdidas de caudal del rio y lo mismo hay que decir en lo referentes a los manantiales.

Un gráfico explicativo de la situación de los aforos y los resultados del mismo se presentan a continuación por subcuencas hidrográficas.



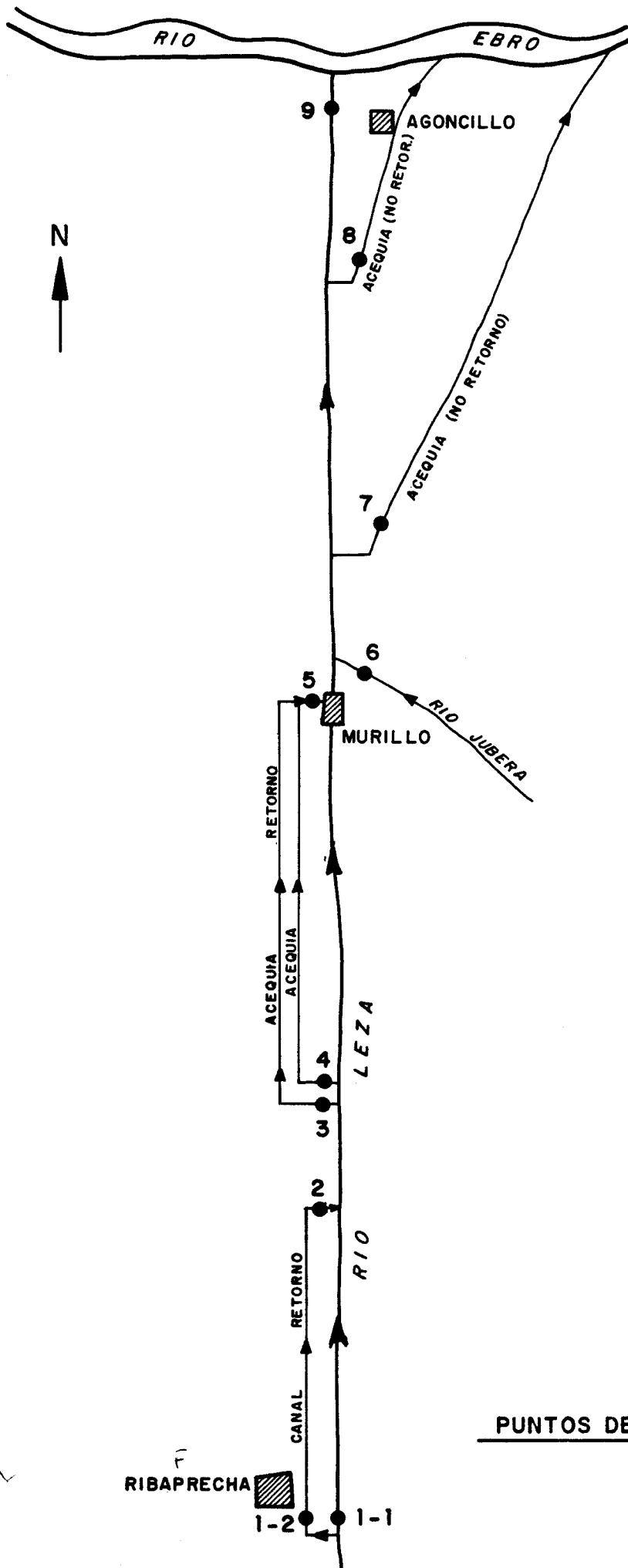
PUNTO	CAUDAL L/s
1.1	875
1.3	11,2
2	503
3	48,3
4	19
5	70,5
6.1	1.147,5
6.2	130

PUNTOS DE AFORO EN EL RIO NAJERILLA



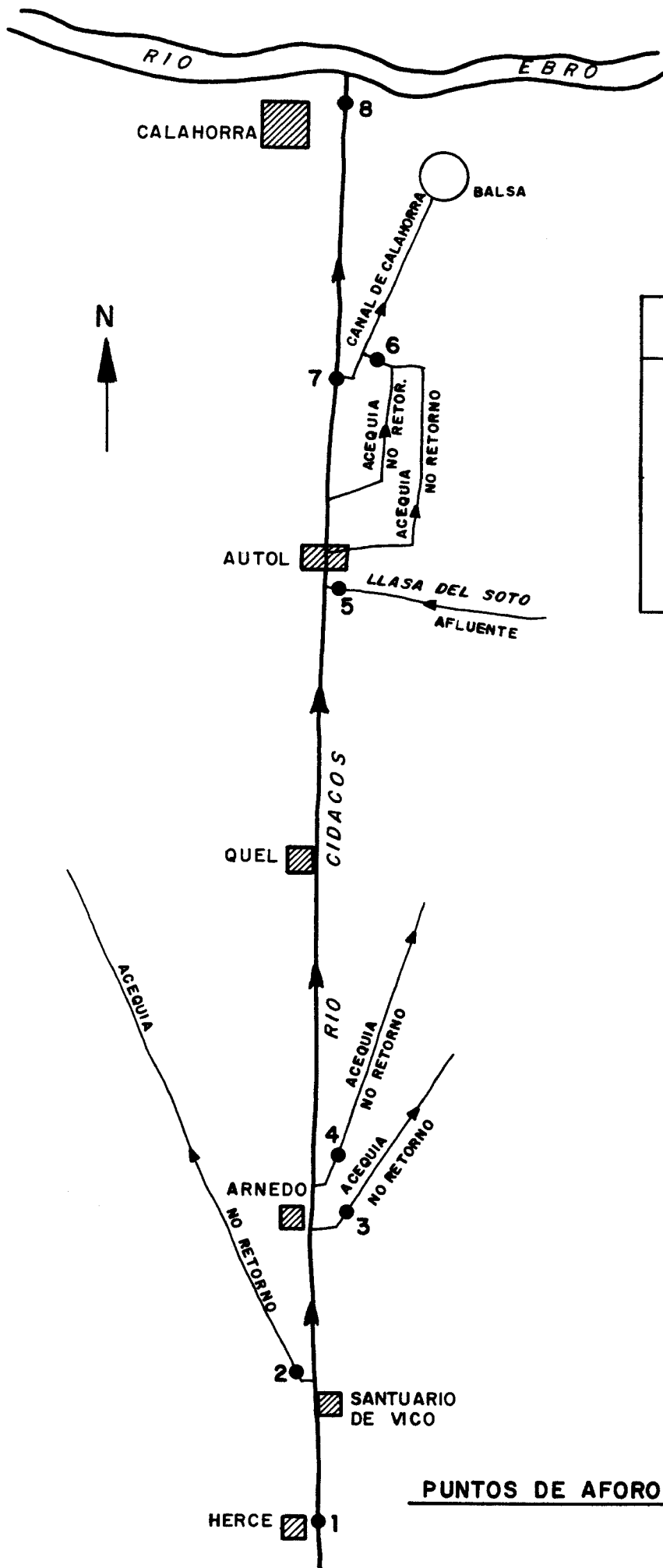
PUNTO	CAUDAL L/s
1	110
2	146
3	7,5
4	5,7
4	16,7
5	86

PUNTOS DE AFORO EN EL RIO IREGUA



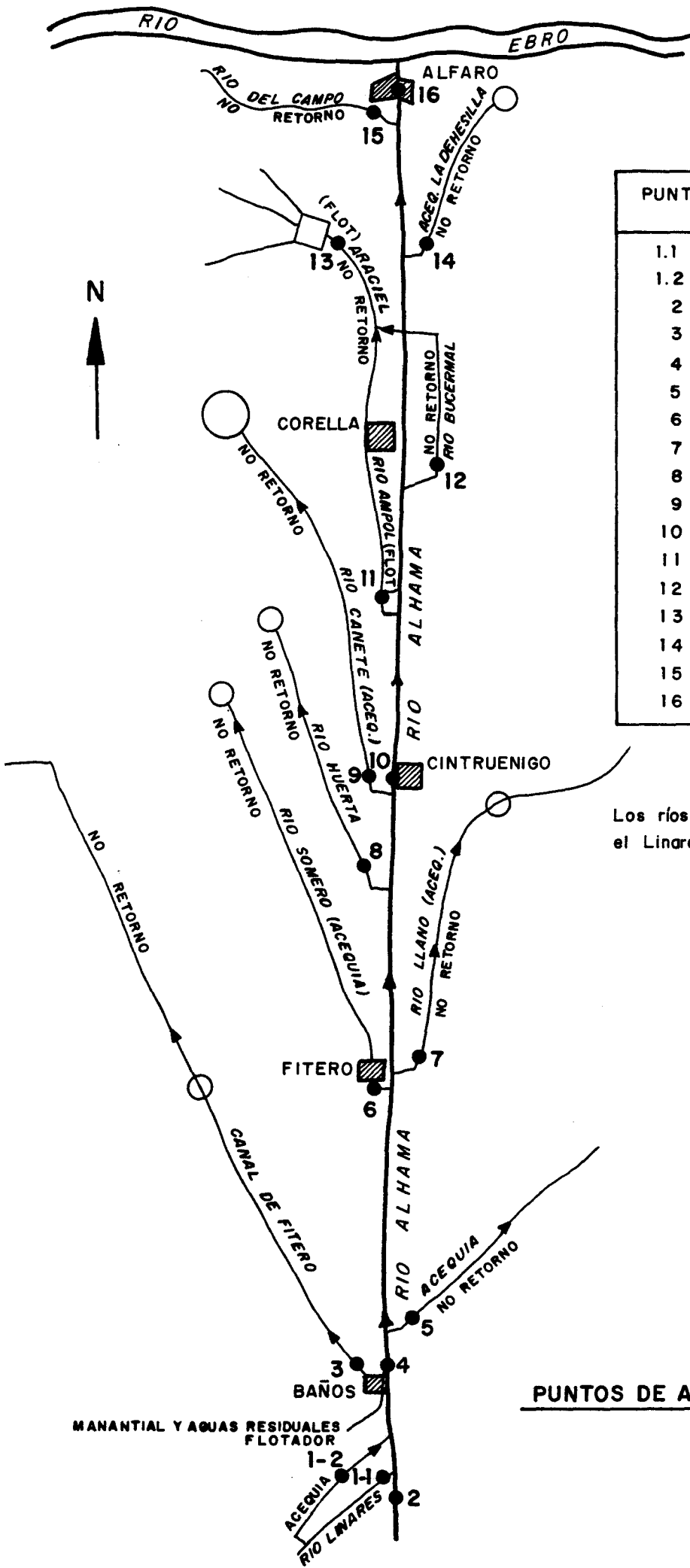
PUNTO	CAUDAL L/s
1.1	20,2
1.2	88,3
2	24,4
3	2,0
4	9,2
5	0,8
6	SECO
7	31,4
8	52
9	80

PUNTOS DE AFORO EN EL RIO LEZA



PUNTO	CAUDAL L/s
1	?
2	1
3	2,8
4	7,2
5	7,8
6	51
7	30,1
8	9,3

PUNTOS DE AFORO EN EL RIO CIDACOS

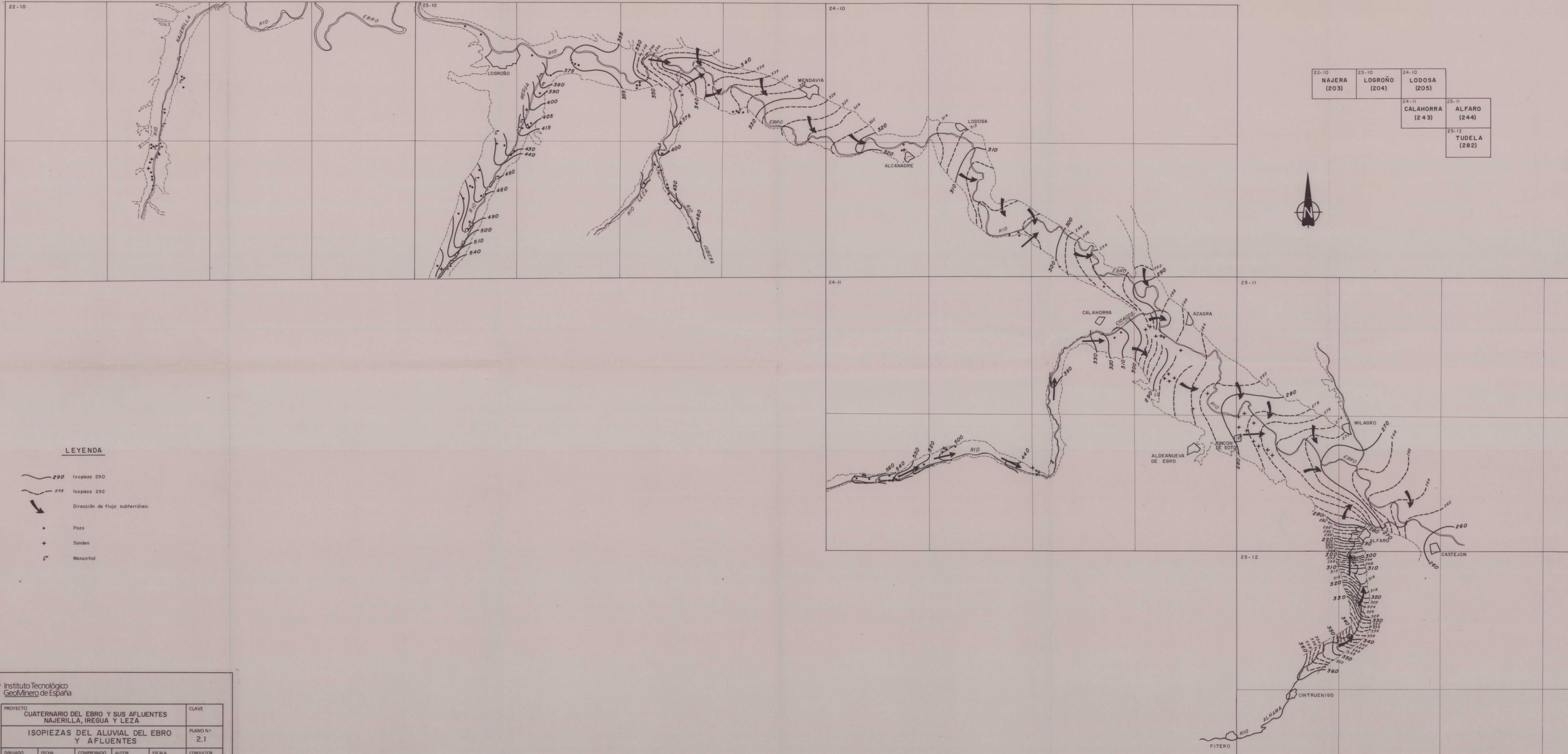


PUNTO	CAUDAL L/s
1.1	21,7
1.2	12,6
2	77
3	69,4
4	2
5	64,3
6	73,2
7	57,0
8	36,6
9	120
10	7,2
11	?
12	29,4
13	2
14	15
15	42,6
16	53

Los ríos excepto el Alhama y el Linares son acequias.

PUNTOS DE AFORO EN EL RIO ALHAMA

MANANTIAL Y AGUAS RESIDUALES FLOTADOR



LEYENDA

- 290 Isopeza 290
- 292 Isopeza 292
- Dirección de flujo subterráneo.
- Pozo
- Sondeo
- Manantial

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO CUATERNARIO DEL EBRO Y SUS AFLUENTES NAJERILLA, IREGUA Y LEZA					CLAVE
ISOPIEZAS DEL ALUVIAL DEL EBRO Y AFLUENTES					PLANO N.º 2.1
DIBUJADO C.G.S., S.A.	FECHA ENERO 1991	COMPROBADO C.G.S., S.A.	AUTOR C.G.S., S.A.	ESCALA 1:100.000	CONSULTOR C.G.S., S.A.



LEYENDA

- PERMEABILIDAD
- ALTA
 - TERRAZAS ASOCIADAS AL EBRO Y CUATERNARIOS ASOCIADOS A RIOS
 - TERRAZAS COLGADAS Y PIEDEMONTE
 - VARIABLE
 - MATERIALES CARBONATADOS Y DETRITICOS MESOZOICOS
 - BAJA
 - ARCILLAS, MARGAS, YESOS Y ARENISCAS Terciario
 - ARCILLAS ROJAS Y YESOS TRIAS. KEUPER.
- POZO
 - ◆ SONDEO
 - MANANTIAL
 - PUNTO DE ANALISIS QUIMICO
 - PUNTO DE ENSAYO DE BOMBEO
 - CANAL
 - ACEQUIAS
 - ESTRUCTURA ANTICLINAL
 - ESTRUCTURA SINCLINAL
 - DIRECCION Y SENTIDO DEL BUZAMIENTO
 - FRACTURA
 - ▲ PUNTO DE AFORO

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO					LEAVE
CUATERNARIO DEL EBRO Y SUS AFLUENTES, NAJERILLA, IREGUA Y LEZA					
MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOGROÑO					PLANO Nº 2.2.2
DIRIGENTE	FECHA	ELABORADO	REVISOR	ESCALA	PROYECTOR
C.G.S., S.A.	ENERO-1991	C.G.S., S.A.	C.G.S., S.A.	1/50.000	C.G.S., S.A.



LEYENDA

- PERMEABILIDAD**
- ALTA**
 - TERRAZAS ASOCIADAS AL EBRO Y CUATERNARIOS ASOCIADOS A RIOS
 - TERRAZAS COLGADAS Y PIEDEMONTE
 - VARIABLE**
 - MATERIALES CARBONATADOS Y DETRITICOS MESOZOICOS
 - BAJA**
 - ARCILLAS, MARGAS, YESOS Y ARENISCAS Terciario
 - ARCILLAS ROJAS Y YESOS TRIAS KEUPER.
-
- POZO
 - SONDEO
 - MANANTIAL
 - PUNTO DE ANALISIS QUIMICO
 - PUNTO DE ENSAYO DE BOMBEO
 - CANAL
 - ACEQUIAS
 - ESTRUCTURA ANTICLINAL
 - ESTRUCTURA SINCLINAL
 - DIRECCION Y SENTIDO DEL BUZAMIENTO
 - FRACTURA
 - PUNTO DE AFORO

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO					CLAVE
CUATERNARIO DEL EBRO Y SUS AFLUENTES, NAJERILLA, IREGUA Y LEZA					
MAPA HIDROGEOLOGICO DE LODOSA					PLANO DE 2.2.3
ELABORADO C.G.S., S.A.	FECHA ENERO-1991	COMPROBADO C.G.S., S.A.	AUTOR C.G.S., S.A.	ESCALA 1/50.000	CONSULTOR C.G.S., S.A.



LEYENDA

- PERMEABILIDAD
- ALTA
 - TERRAZAS ASOCIADAS AL EBRO Y CUATERNARIOS ASOCIADOS A RIOS
 - TERRAZAS COLGADAS Y PIEDEMONTE
 - VARIABLE
 - MATERIALES CARBONATADOS Y DETRITICOS MESOZOICOS
 - BAJA
 - ARCILLAS, MARGAS, YESOS Y ARENISCAS TERCARIO
 - ARCILLAS ROJAS Y YESOS TRIAS KEUPER
- POZO
 - ◆ SONDEO
 - MANANTIAL
 - Q PUNTO DE ANALISIS QUIMICO
 - A PUNTO DE ENSAYO DE BOMBEO
 - CANAL
 - ACEQUIAS
 - ESTRUCTURA ANTICLINAL
 - ESTRUCTURA SINCLINAL
 - DIRECCION Y SENTIDO DEL BUZAMIENTO
 - FRACTURA
 - ▲ PUNTO DE AFORO

		PROYECTO CUATERNARIO DEL EBRO Y SUS AFLUENTES, NAJERILLA, IREGUA Y LEZA		CLAVE	
		MAPA HIDROGEOLOGICO DE CALAHORRA		PLANO N.º 2.2.4	
DIBUJADO C. G. S., S. A.	FECHA ENERO-1991	COMPROBADO C. G. S., S. A.	AUTOR C. G. S., S. A.	ESCALA 1/50.000	CONSULTOR C. G. S., S. A.

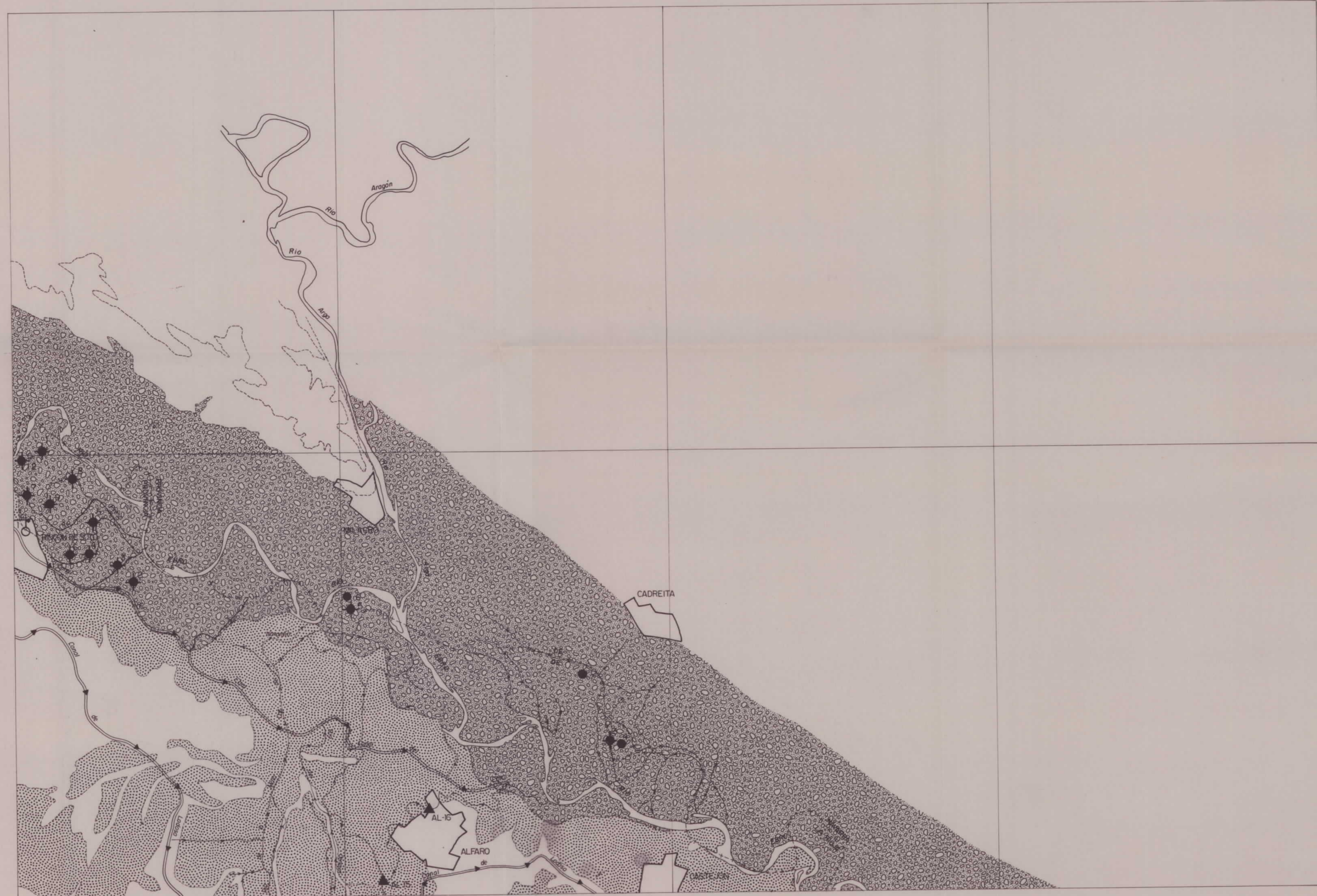


LEYENDA

- PERMEABILIDAD**
- ALTA**
 - TERRAZAS ASOCIADAS AL EBRO Y CUATERNARIOS ASOCIADOS A RIOS
 - TERRAZAS COLGADAS Y PIEDEMONTE
 - VARIABLE**
 - MATERIALES CARBONATADOS Y DETRITICOS MESOZOICOS
 - BAJA**
 - ARCILLAS, MARGAS, YESOS Y ARENISCAS. TERCIARIO
 - ARCILLAS ROJAS Y YESOS TRIAS. KEUPER.
-
- POZO
 - SONDEO
 - MANANTIAL
 - PUNTO DE ANALISIS QUIMICO
 - PUNTO DE ENSAYO DE BOMBEO
 - CANAL
 - ACEQUIAS
 - ESTRUCTURA ANTICLINAL
 - ESTRUCTURA SINCLINAL
 - DIRECCION Y SENTIDO DEL BUZAMIENTO
 - FRACTURA
 - PUNTO DE AFORO

Instituto Tecnológico GeoMinero de España

PROYECTO		CUATERNARIO DEL EBRO Y SUS AFLUENTES, NAJERILLA, IREGUA Y LEZA		CLAVE
MAPA		HIDROGEOLOGICO DE TUDELA		PLANO Nº
				2.2.6
ELABORADO:	FECHA:	ELABORADO:	FECHA:	ESCALA:
C.G.S., S.A.	ENERO-1991	C.G.S., S.A.	C.G.S., S.A.	1/50000
				PROYECTO:
				C.G.S., S.A.



LEYENDA

- PERMEABILIDAD**
- ALTA**
 - TERRAZAS ASOCIADAS AL EBRO Y CUATERNARIOS ASOCIADOS A RIOS
 - TERRAZAS COLGADAS Y PIEDEMONTE
 - VARIABLE**
 - MATERIALES CARBONATADOS Y DETRITICOS MESOZOICOS
 - BAJA**
 - ARCILLAS, MARGAS, YESOS Y ARENSICAS TERCARIO
 - ARCILLAS ROJAS Y YESOS TRIAS. KEUPER.
- POZO
 - ⊕ SONDEO
 - MANANTIAL
 - PUNTO DE ANALISIS QUIMICO
 - PUNTO DE ENSAYO DE BOMBEO
 - CANAL
 - ↘ ACEQUIAS
 - ⊕ ESTRUCTURA ANTICLINAL
 - ⊖ ESTRUCTURA SINCLINAL
 - DIRECCION Y SENTIDO DEL BUZAMIENTO
 - FRACTURA
 - ▲ PUNTO DE AFORO

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO		CUATERNARIO DEL EBRO Y SUS AFLUENTES, NAJERILLA, IREGUA Y LEZA		CLASE	
		MAPA HIDROGEOLOGICO DE ALFARO		PLANO 2.2.5	
DIBUJADO	FECHA	DISEÑADO	ELABORADO	ESCALA	REVISADO
C.G.S., S.A.	ENERO-1991	C.G.S., S.A.	C.G.S., S.A.	1/50.000	C.G.S., S.A.

3.- GEOFISICA

3.1. PRIMERA CAMPAÑA

El servicio de geofísica del ITGE ha realizado dos campañas de investigación geofísica en la zona objeto de estudio, con el método de sondeos eléctricos verticales (SEV) y con el objeto de definir el espesor y geometría de los terrenos cuaternarios repartidos por la provincia de Logroño.

Ambas campañas han sido objeto de sendos informes del citado servicio.

La primera campaña contó con un total de 119 SEV distribuidos en tres zonas denominados:

- ZONA A: Area de Nájera-Navarrete
- ZONA B: Area de Villamediana-Logroño
- ZONA C: Area de Lodosa

El apartado de RESUMEN Y CONCLUSIONES del citado informe así como el plano geológico y los planos de situación de los citados SEV también se adjuntan. (Planos nºs 3.1.1.; 3.1.2.; 3.1.3. y 3.1.4.).

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El Servicio de Geofísica del ITGE ha realizado un estudio eléctrico mediante el método de Sondeos Eléctricos Verticales (S.E.V.), con el objetivo de definir el espesor y geometría de varios terrenos cuaternarios repartidos por la provincia de Logroño.

Estos terrenos cuaternarios son terrazas y zonas de inundación del río Ebro y algunos de sus afluentes. Su composición consiste en gravas y conglomerados más o menos compáctas. Por debajo de este Cuaternario se encuentra el

Terciario, compuesto principalmente por materiales arcillosos.

Dada la composición de estas formaciones, se atribuye un caracter resistivo al Cuaternario, mientras que al Terciario se le atribuye características conductoras. Los valores de resistividad son muy variables, tanto en el resistivo superficial como en el conductor subyacente. Esto es debido, en el caso del Cuaternario, a la existencia de distintas terrazas, superpuestas unas sobre otras, que poseen distintos valores de resistividad, de todas formas la correlacion de estas terrazas en los distintos perfiles, no siempre ha sido posible, por lo que se ha buscado principalmente el horizonte de separación entre el Cuaternario y el Terciario, y correlacionando las distintas terrazas allí donde haya sido viable. Por su parte el Terciario tambien presenta mucha variedad, existiendo variaciones grandes de los valores de resistividad, dificultando grandemente su correlación, de todas formas no era objetivo de este informe el estudio del Terciario, necesitandose una menor separación entre los SEV para realizarlo.

En algunos perfiles, se observan tramos con valores de resistividad intermedia, esto es, ni totalmente resistivas ni totalmente conductoras, variaciones de 50 a 90 Ω .m. Esto puede corresponder a zonas de transición del Cuaternario al Terciario, dificil de atribuirlos como uno u otro, y que donde aparecen imposibilitan definir con claridad la profundidad del horizonte de separación.

El nº total de S.E.V. realizados ha sido de 119, su ubicación y número fué determinado por técnicos de la Dirección de Aguas Subterráneas de I.T.G.E. siendo realizado este trabajo a petición de ellos.

La calidad de las curvas de campo obtenidas no ha sido buena en general, dificultando grandemente su interpretación, aunque solamente ha sido desechado uno de los sondeos.

Se ha dividido este trabajo en varias zonas, debido a la gran separación existente entre ellas, estas son:

Zona A.- Najera

Zona B.- Logroño

Zona C.- Lodosa

Algunas de estas zonas se ha subdividido a su vez en subzonas, y con los S.E.V. realizados en cada una de ellas se han confeccionado los perfiles geoeléctricos.

Del estudio de estos perfiles obtenemos las siguientes conclusiones en cada una de las zonas:

Zona A.- Nájera

Subzona rio Najerilla y Ebro.- No se encuentran grandes espesores del resistivo superficial. Solo destaca la zona de los S.E.V. A-7, A-14, A-16, donde se observa un tramo conductor superficial seguido de un tramo resistivo, este último es posible que sea debido a tramos arenosos dentro del Terciario.

Subzona Navarrete-Fuenmayor.- Presenta un resistivo superficial poco potente, cuyo espesor aumenta a medida que nos aproximamos al río Ebro (20 m.).

Zona B. Logroño:

Subzona rios Iregua y Ebro.- Destaca en esta zona el pequeño espesor del resistivo superficial en los sondeos próximos al río, mientras que los S.E.V. B-30, B-31 y B-38 aparece un espesor potente del resistivo superficial, lo que se aparta un poco de lo que se pensaba en principio. Podría ser interesante la realización de un sondeo mecánico de investigación en esta zona con el fin de obtener datos más precisos.

Por otra parte conviene estudiar los tramos resistivos que aparecen en los S.E.V. B-5 y B-6 a una profundidad media, por si pueden tener interés desde el punto de vista hidrogeológico.

Subzona del Polígono Industrial de Sequero y alrededores. No se observan espesores potentes del resistivo superficial. Existen tramos con resistividades comprendidas entre 60 y 80 Ω .m. que pueden corresponder a zonas de transición entre el Cuaternario y el Terciario.

Zona C Lodosa.-

El máximo espesor del resistivo superficial se encuentra en los S.E.V. próximo al río, que alcanzaría en algunas zonas entre los 60 m. y 80 m. (?). En los bordes de separación de la denominada terraza 6 con la zona de inundación los S.E.V. presentan valores de resistividad más bajos.

Por último tenemos que reseñar, que los datos utilizados para esta interpretación son los obtenidos de los S.E.V. y que la calidad de estos en esta campaña es posible que no sea la más adecuada. La interpretación final se ha realizado tras mantener una reunión con técnicos de la Dirección de Aguas Subterráneas conocedores de la zona, y en la cual se plantearon las dudas aquí reseñadas. Si la obten-

ción de nuevos datos provenientes de posteriores investigaciones (sondeos mecánicos, otras campañas geofísicas etc.) lo aconsejan, se podría reinterpretar esta campaña, ya partiendo de datos más precisos.

Como consecuencia del informe de la primera campaña quedaron puestos de manifiesto una serie de puntos de interés hidrogeológico y se propuso una campaña de sondeos mecánicos con el fin de valorar la bondad de la información geofísica y obtener datos de índole hidrogeológica.

Los sondeos mecánicos recomendados son:

PERFIL	ZONA	ENTRE S.E.V.	PROFUNDIDAD RECOMENDADA	SONDEO Nº
II	VILLAME- DIANA LOGROÑO (B)	Nº 5 Y Nº 6	160 M.	1
V	VILLAME- DIANA LOGROÑO (B)	Nº 30 Y Nº 31	80 M.	2
II	POLIGONO SEQUERO (B)	Nº 52 Y Nº 53	50 M.	3
V	POLIGONO SEQUERO (B)	Nº 64 Y Nº 65	100 M.	4
I	LODOSA (C)	Nº 4 Y Nº 8	80 M.	5
IV	LODOSA (C) SEQUERO (B)	Nº 17 Y Nº 18	80 M.	6
V	LODOSA (C)	Nº 19 Y Nº 20	50 M.	7

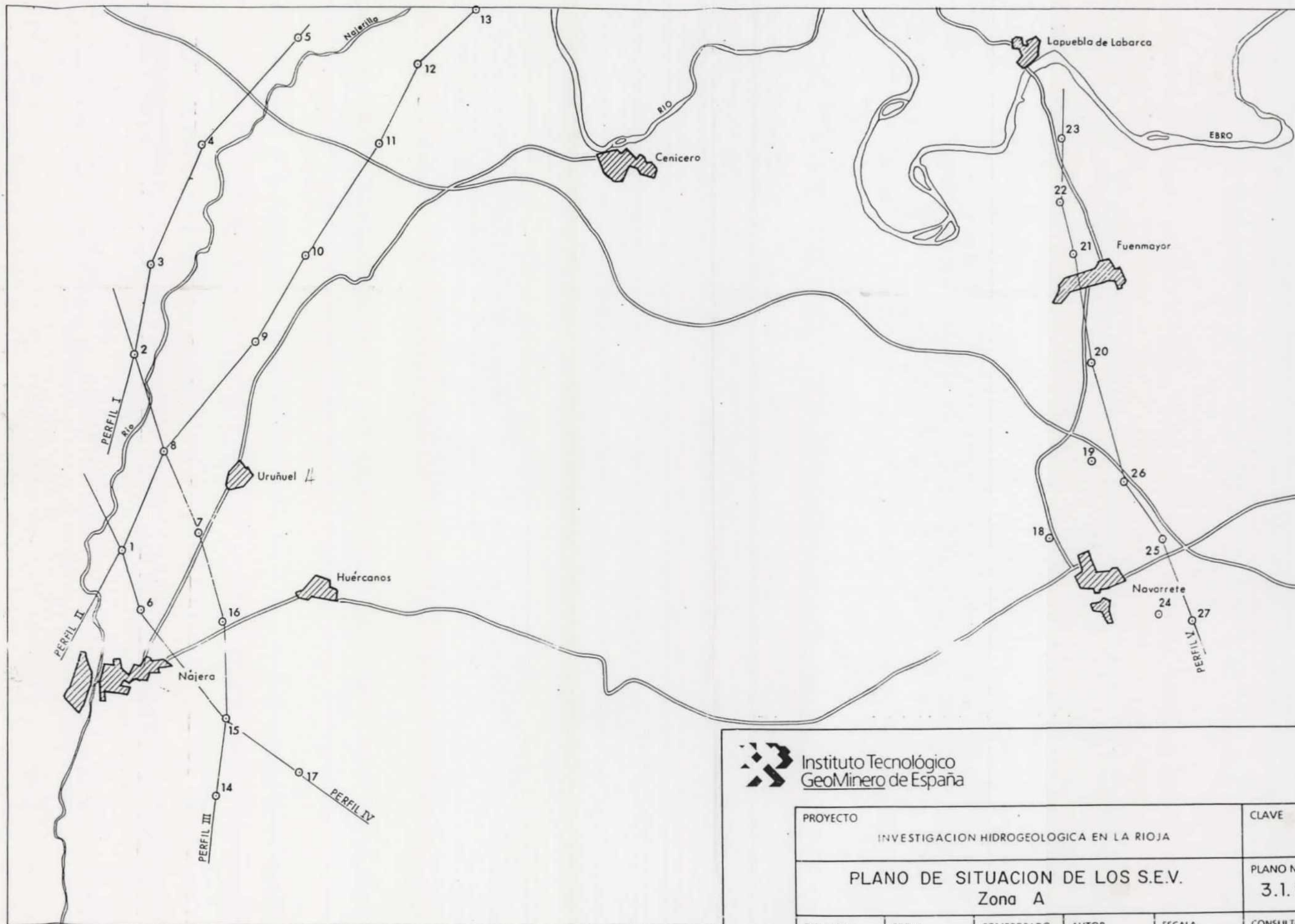


LEYENDA

- (30) 25 Sondaje eléctrico vertical.
25 = Número de S.E.V.
(30) = Espesor atribuido a las terrazas del Ebro.
- Afloramiento de materiales terciarios.
- Espesor de la terraza.

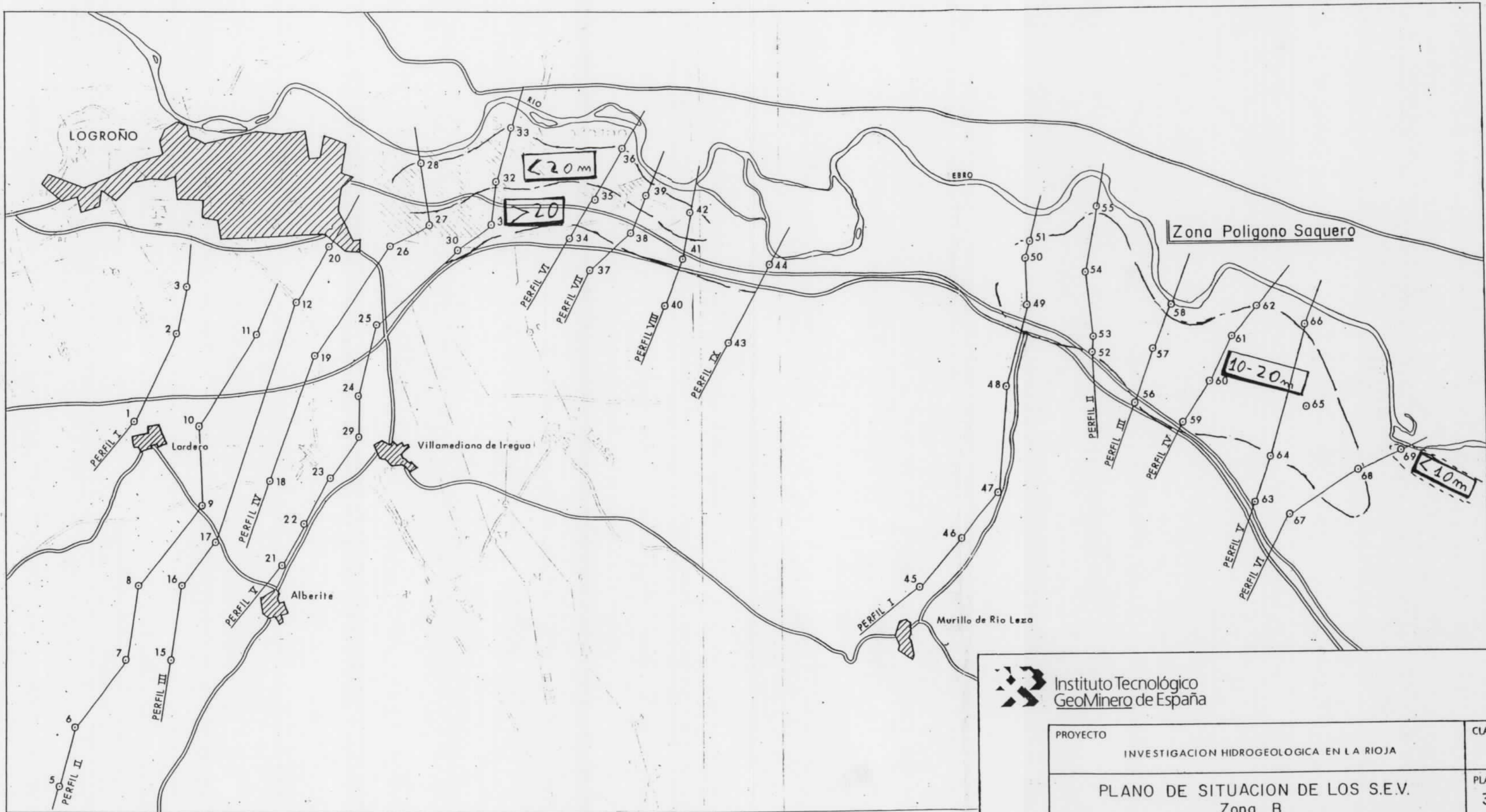
Instituto Tecnológico GeoMinero de España

PROYECTO					CLAVE
CUATERNARIO DEL EBRO Y SUS AFLUENTES NAJERILLA, IREGUA Y LEZA					
PLANO DE SITUACION DE PERFILES GEOELECTRICOS					PLANO N.º
					3.2.1
DIBUJADO	FECHA	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA	CONSULTOR
C.G.S., S.A.	ENERO 1991	C.G.S., S.A.	C.G.S., S.A.	1: 50.000	C.G.S., S.A.



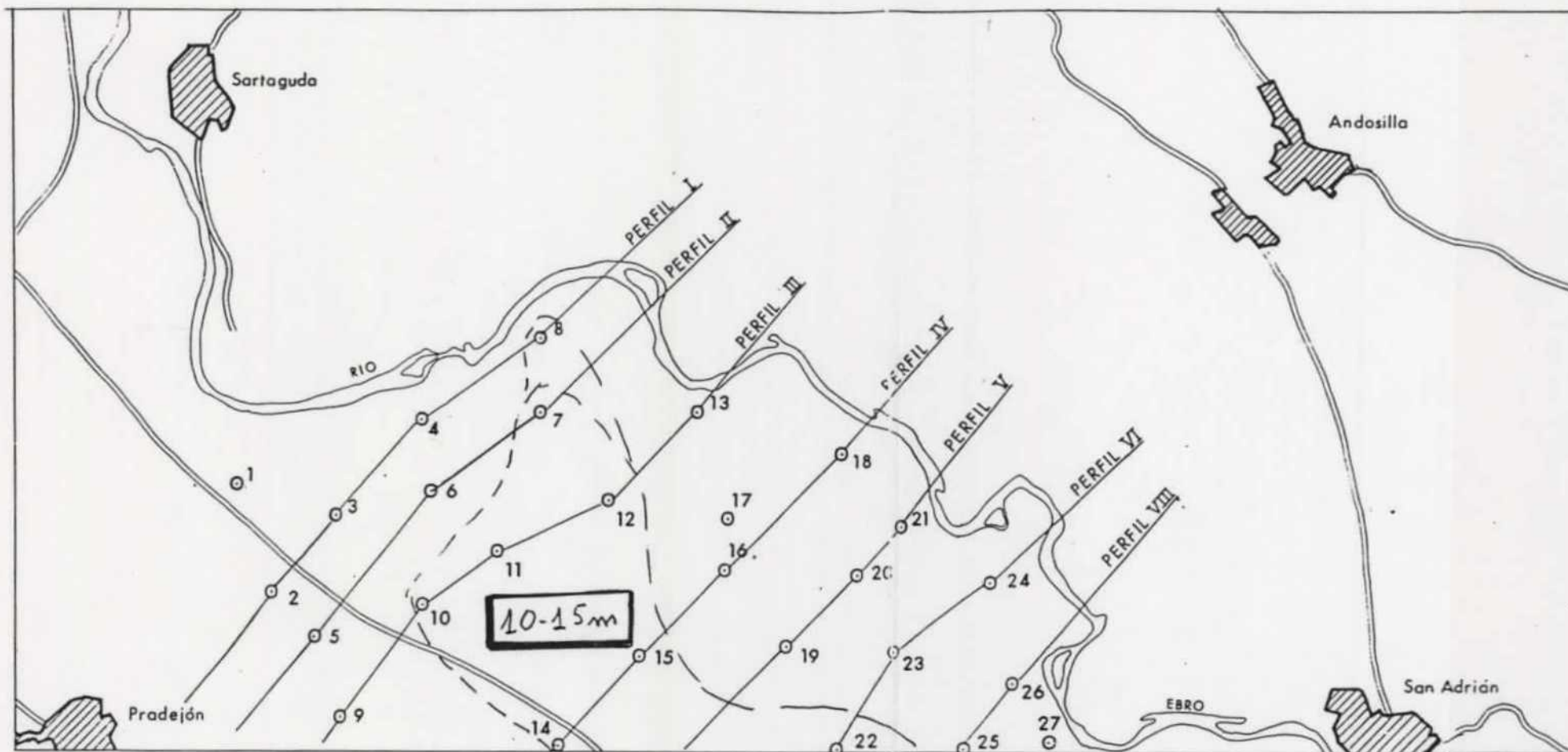
 Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO					CLAVE
INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA EN LA RIOJA					
PLANO DE SITUACION DE LOS S.E.V.					PLANO N.º
Zona A					3.1.2
DIBUJADO	FECHA	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA	CONSULTOR
J.A. Heras	ABRIL 1.990	Felix M. Rubio	Felix M. Rubio	1:50.000	




 Instituto Tecnológico
 GeoMinero de España

PROYECTO INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA EN LA RIOJA					CLAVE
PLANO DE SITUACION DE LOS S.E.V. Zona B					PLANO N.º 3.1.3
DIBUJADO J. A. Haras	FECHA ABRIL 1.990	COMPROBADO Felix M. Rubio	AUTOR Felix M. Rubio	ESCALA 1: 50.000	CONSULTOR



 Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO					CLAVE
INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA EN LA RIOJA					
PLANO DE SITUACION DE LOS S.E.V.					PLANO N.º
Zona C					3.1.4
DIBUJADO	FECHA	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA	CONSULTOR
J.A.Heras	ABRIL 1.990	Felix M.Rubio	Felix M.Rubio	1:50.000	

3.2.- SEGUNDA CAMPAÑA

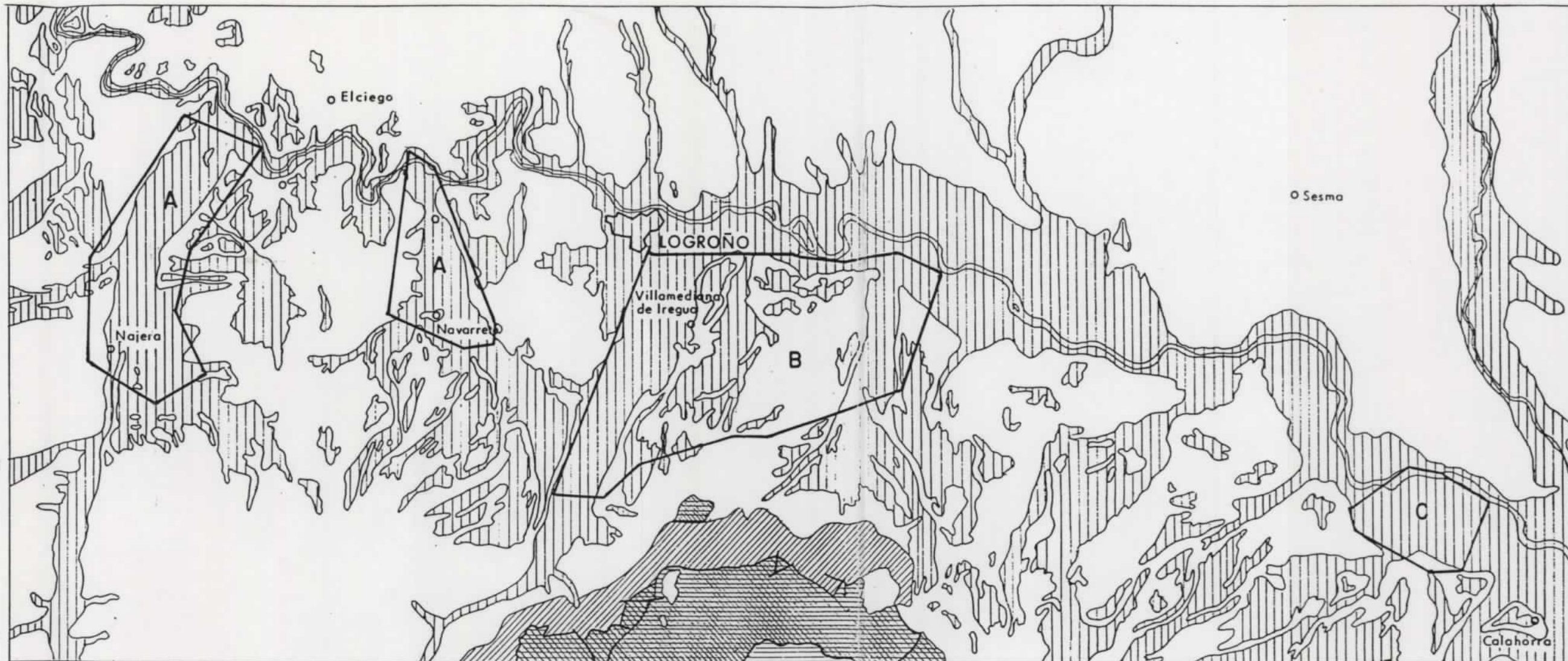
Analizada la información proporcionada por la primera campaña se consideró de interés completarla con datos procedentes de las hojas de Calahorra y Alfaro; con tal fin se programaron seis (6) perfiles con un total de 28 S.E.V. en la hoja de Calahorra y otros seis (6) perfiles con un total de 26 S.E.V. en la hoja de Alfaro.

La interpretación de los 12 perfiles señalados se recoge en el Plano 3.2.1. y fue proporcionada por el Servicio de Geofísica del I.T.G.E. Del perfil nº 1 se adjuntan dos interpretaciones, estando más de acuerdo con la interpretación B. Como comentarios a la 2ª campaña de geofísica cabe decir:

PERFIL	ESPEJOR MAXIMO TERRAZA ASOCIADA AL RIO EBRO	COTA ABSOLUTA CONTACTO TERCARIO-CUATERNARIO	TIPO DE INTERPRETACION
1	20 m.	280 m.s.n.m.	A Y B más correcta la B
2	15 - 25 m.	290 m.s.n.m.	DISCUTIBLE
3	20 m.	275 m.s.n.m.	CORRECTA
4	56 - 60 m.	250 m.s.n.m.	DISCUTIBLE
5	10 - 15 m.	290 m.s.n.m.	DISCUTIBLE
6	25 m.	275 m.s.n.m.	CORRECTA
7	25 m.	260 m.s.n.m.	CORRECTA
8	10 - 30 m.	260 m.s.n.m.	CORRECTA
9	10 m.	240 m.s.n.m.	CORRECTA
10	20 - 70 m.	200 m.s.n.m.	DISCUTIBLE
11	20 - 70 m.	190 m.s.n.m.	DISCUTIBLE
12	40 - 70 m.	225 s.u.m.	DISCUTIBLE

En base a los citados perfiles se ha elaborado los planos 3.2.1. y 3.2.2. donde se aprecian "umbrales" y "depressiones" dentro de las terrazas cuaternarias asociadas al río Ebro.

La confirmación, mediante sondeos mecánicos, de los perfiles geofísicos y de los citados umbrales y depressiones resulta imprescindible para poder cuantificar la importancia hidrogeológica de las terrazas.

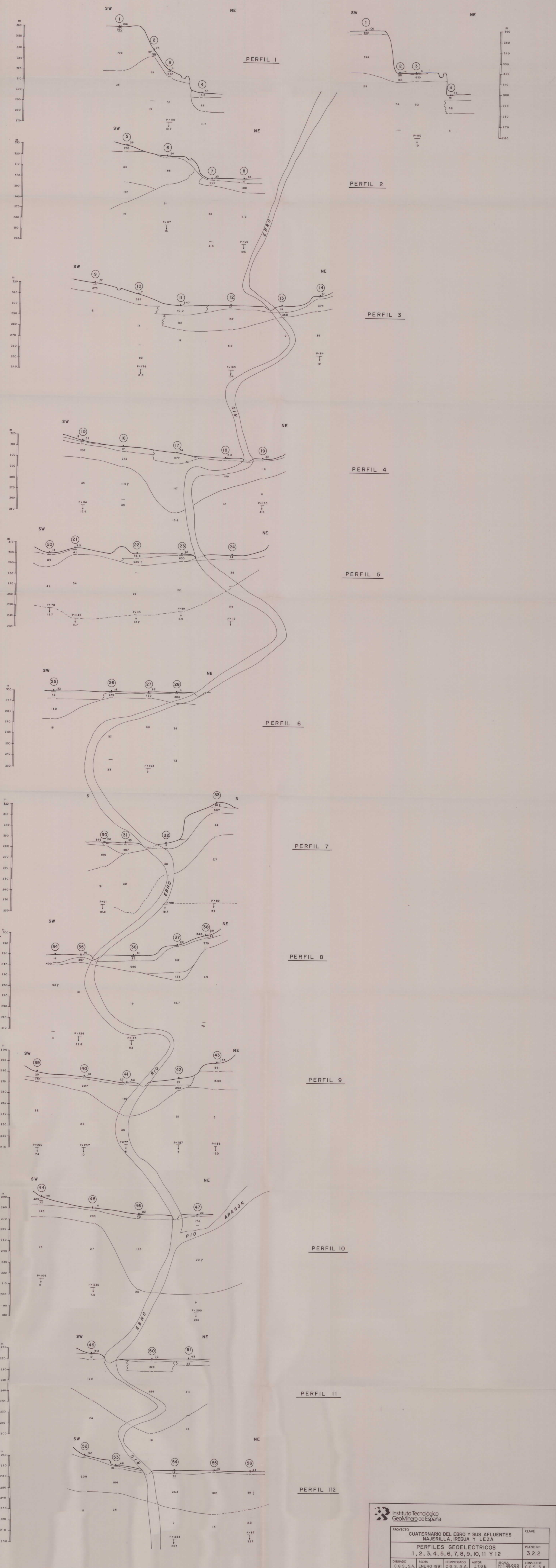


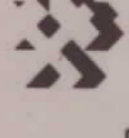
LEYENDA

-  QUATERNARIO
-  Terciario
-  CRETACICO
-  JURASICO
-  TRIASICO

 Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO				CLAVE	
INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA EN LA RIOJA					
PLANO GEOLOGICO Y DE SITUACION GENERAL				PLANO N.º 3.1.1	
DIBUJADO	FECHA	COMPROBADO	AUTOR	ESCALA	CONSULTOR
J.A. Heras	ABRIL 1990	Felix M. Rubio	Felix M. Rubio	1:200.000	—



 Instituto Tecnológico Geomínero de España		
PROYECTO CUATERNARIO DEL EBRO Y SUS AFLUENTES NAJERILLA, IREGUA Y LEZA	CLAVE	
PERFILES GEOELECTRICOS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 Y 12		PLANO N.º 3.2.2
DIBUJADO C.G.S., S.A.	FECHA ENERO 1991	COMPROBADO C.G.S., S.A.
	ALTOR I.T.G.E.	ESCALA H=1:25.000 V=1:10.000
		CONSULTOR C.G.S., S.A.

4.- HIDROQUÍMICA

4.- HIDROQUIMICA

4.1.- OBJETIVOS

En esta primera fase se ha procedido a caracterizar químicamente cada uno de los aluviales incluidos en el estudio. También se han buscado las posibles relaciones entre ellos, entre las aguas superficiales y subterráneas, y de éstas con el medio litológico.

Una cuestión importante ha sido la estimación de calidad, sobre todo considerando los puntos de abastecimiento y sus posibles problemas de contaminación.

4.2. DATOS ANALITICOS DISPONIBLES

Dentro de la campaña de química realizada para este proyecto se han recogido 16 muestras de aguas superficiales y 49 de aguas subterráneas (ver anexo 1).

También se han considerado análisis procedentes de estudios anteriores en el mismo área, especialmente de informes sobre abastecimientos urbanos.

En el mes de junio se ha efectuado un muestreo extensivo coincidente con la campaña de inventario.

Otro muestreo se ha realizado en noviembre, a la vez que los ensayos de bombeo, y en éste, se ha ampliado el número de muestras recogidas, además de repetir el análisis en 8 de los puntos. Las diferencias que se pueden observar entre los resultados de una y otra campaña pueden deberse a:

- Distintas condiciones de bombeo; en pozos de gran diámetro son necesarios unos bombeo prolongados que garanticen la suficiente renovación de las aguas que almacenan.

- Estacionalidad de la calidad. El verano supone en general una época de recarga del acuífero por infiltración excedentes de riego.

Se ha comprobado que las diferencias son más notables en aguas de menor mineralización como cabía de esperar.

En total se ha dispuesto entonces de:

18 análisis de aguas superficiales y, 57 análisis de aguas subterráneas.

En algunos de ellos se dispone de datos de temperatura, pH y conductividad recogidos en campo.

4.3. ANALISIS DE LA RED FLUVIAL

4.3.1. Metodología

El criterio seguido para el muestreo de los ríos ha sido la recogida sistemática de muestras al comienzo y final de su paso por cada uno de los aluviales incluidos en el estudio.

Con respecto al Ebro, se han analizado puntos antes y después de cada afluente, con el fin de observar las posibles variaciones que ejerzan éstos sobre su naturaleza.

La red de recogida se esquematiza en la figura 4.3.1. Las muestras se recogieron en octubre de 1989.

4.3.2. Rio Najerilla

Las aguas de este río se pueden clasificar como bicarbonatadas-cálcicas. Hacia su confluencia con el Ebro presenta un incremento general en sus concentraciones iónicas, aunque manteniéndose dentro de una buena calidad desde el punto de vista químico. Los únicos índices de contaminación disponibles se refieren a los nitratos. Estos se mantienen en rangos aceptables, con un máximo de 29,7 mg/l en su parte baja.

De las múltiples acequias que derivan del río Najerilla se dispone análisis del llamado "Canal de la margen derecha" en la toma que tiene el ayuntamiento de Huércanos para abastecimiento. A falta de datos sobre microbiología, las características químicas de estas aguas son óptimas para el consumo. Considerando los problemas de escasez de agua en las poblaciones de la cuenca baja de este río, podría considerarse la posibilidad de utilización de

estas aguas para consumo público, que inevitablemente incluiría las debidas precauciones para preservarlas de contaminación (tuberías, canales cubiertos, etc).

4.3.3. Rio Iregua

Al igual que el anterior, las aguas que circulan por este río son de naturaleza bicarbonatada cálcica. Están ligeramente más mineralizadas que en el Najerilla y presentan también una tendencia a incrementar sus concentraciones aguas abajo.

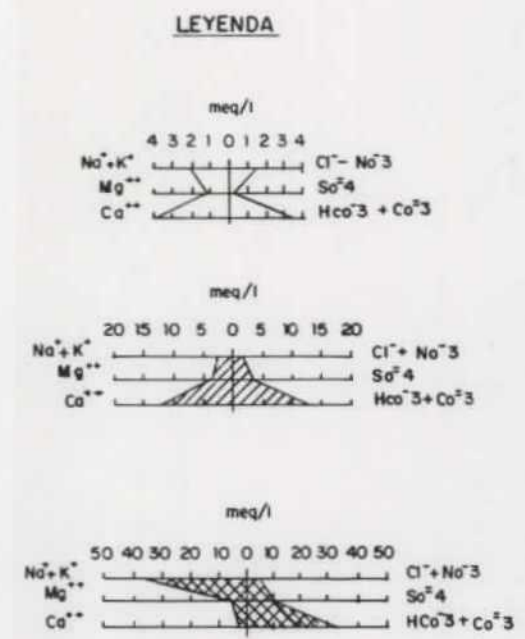
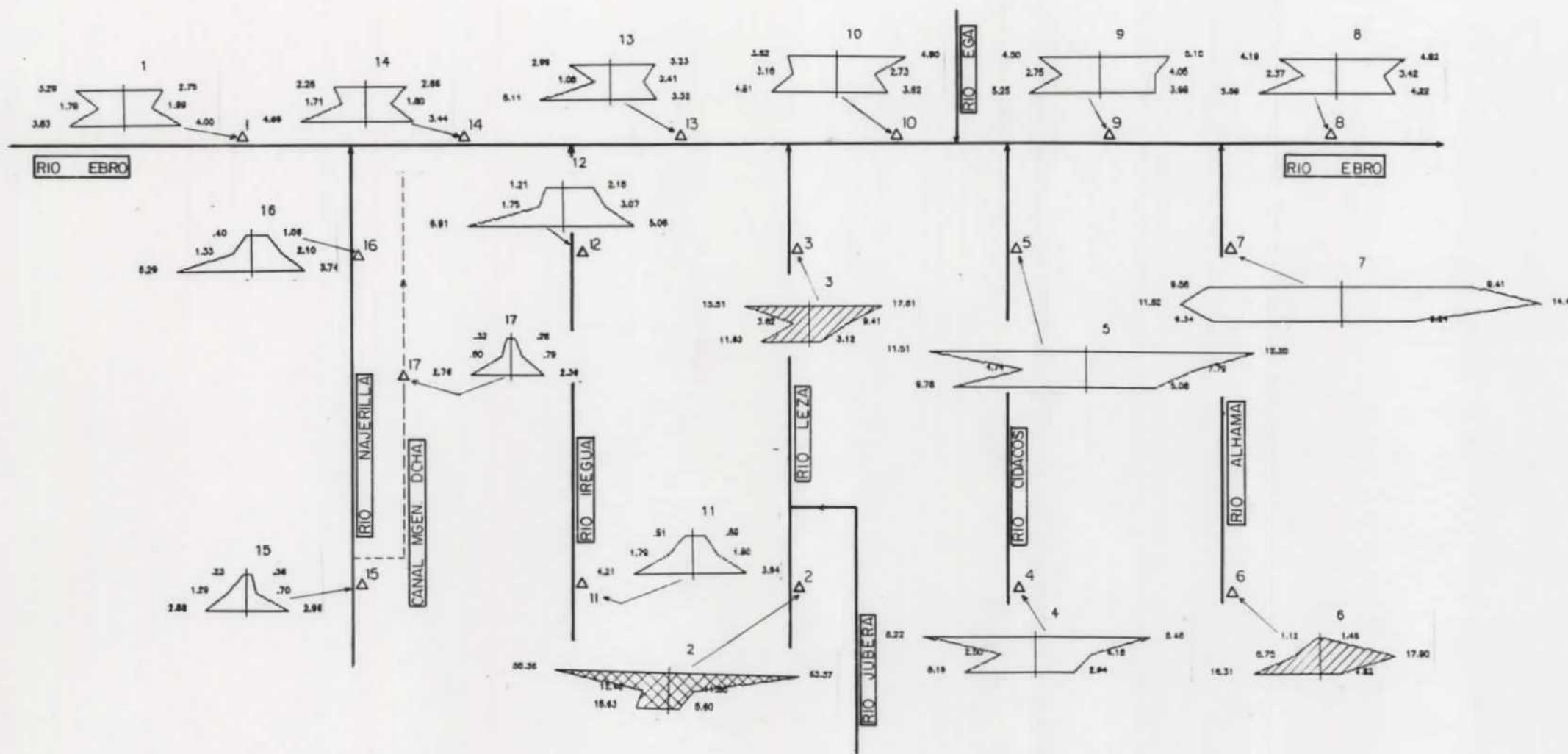
La concentración de nitratos es más elevada llegando a alcanzar 55,8 mg/l.

4.3.4. Rio Leza

Se observa en este río una naturaleza y evolución muy distintas a los 2 anteriores.

Al comienzo del aluvial (Ribafrecha) el carácter es claramente clorurado sódico de elevada mineralización. (TSD algo inferior a 5000 mg/l).

Esto probablemente se relaciona con las formaciones que atraviesa aguas arriba (Triás en facies Keuper ó incluso el Terciario continental). Casi en su confluencia con el Ebro, su naturaleza ha variado, disminuyendo también su concentración. En Agoncillo, predomina el carácter clorurado sódico pero la proporción de sulfatos es mucho mayor. El TSD ha bajado a menos de 2000 mg/l (disminución del 60%) lo que indica un proceso de dilución importante a lo largo de su recorrido. Tanto el proceso de dilución como el incremento proporcional de sulfatos deben estar relacionados fundamentalmente con: a) la aportación de su afluente el río Jubera; b) la contribución del propio aluvial (recarga natural y excedentes de riego).



- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1- Baños de Ebro | 9- Rincón de Soto |
| 2- Ribafrecho | 10- Ladosa |
| 3- Agoncillo | 11- Nalda |
| 4- Arnedo | 12- Villamediana |
| 5- Calahorra | 13- El Recajo |
| 6- Confluencia con R.Linares | 14- Fuenmayor |
| 7- Alfaro | 15- Baños de Río Tobía |
| 8- Castepín | 16- Torremontalbo |
| | 17- Huércanos |

Fig.- 4.3.1 ESQUEMA DE SITUACION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y DIAGRAMAS DE STIFF.

4.3.5. Río Cidacos

En este río se aprecia también el predominio de facies cloruradas sódicas pero mucho más mitigadas (menor mineralización total, alto porcentaje de sulfatos y bicarbonatos). Durante su recorrido no se modifican sus relaciones iónicas, aunque sí se aprecia un incremento general de la mineralización. Se trata de aguas muy duras.

4.3.6. Río Alhama

Al comienzo del aluvial la naturaleza predominante de las aguas es la sulfatada cálcica con una mineralización fuerte (conductividad próxima a $1.700 \mu\text{S}/\text{cm}$). Aguas abajo se incrementan considerablemente las proporciones de cloruros y sodio, apareciendo singularmente un alto porcentaje de magnesio, que no se ha registrado en ninguno de los otros casos. Este hecho puede ser atribuido a los aportes procedentes de fases mucho más magnésicas (magnesitas?) presentes en su cuenca y que no están relacionadas con la mineralogía del resto. La proximidad de los conocidos balnearios de Cervera de Río Alhama y Fitero parecen también indicar la singularidad tanto mineralógica como estructural de la zona.

4.3.7. Río Ebro

El muestreo realizado en este río se planteó con objeto de registrar los posibles cambios en su naturaleza química producidos en respuesta a la contribución de cada afluente. Sin embargo, al quedar fuera del objetivo del proyecto el estudio de la margen izquierda, no se puede realizar una evolución completa, en especial aguas abajo de la confluencia del Ega, uno de sus afluentes más caudalosos.

Según se observa en la figura 1 hay pocas variaciones en su carácter y la influencia de los ríos que llegan

a él es mínima probablemente debido a su importante caudal respecto a ellos sin predominio claro de ningún ión. En general se observa una tendencia al aumento de la mineralización.

4.3.8. Conclusiones

Dentro del conjunto de los afluentes se pueden distinguir 2 grupos:

- El primero lo forman el río Najerilla y el Iregua, que tienen aguas bicarbonatadas cálcicas y de media-baja mineralización.

- Los ríos Leza, Cidacos y Alhama muestran un carácter mucho más salino que puede variar de clorurado sódico (Leza) a sulfatado cálcico-magnésico (Alhama).

Estas diferencias dependen especialmente de los materiales que aportan agua en sus cuencas (calizas, dolomías, yesos, sales). Así, la naturaleza de estos ríos vendrá determinada por el medio geológico.

El río Ebro sin embargo muestra una composición bastante uniforme en todo el tramo considerado que no se ve afectado por la composición de sus afluentes. Su gran caudal respecto a éstos y su largo recorrido antes de entrar en zona de estudio minimiza los posibles efectos que tuvieran sobre él.

En cuanto al análisis sobre la contaminación se han determinado las concentraciones en nitratos y anhídrido fosfórico que no son muy elevadas. Su calidad, a falta de analizar otros elementos minoritarios, es buena en el río Najerilla y el Iregua, siendo el resto aguas muy duras y de mineralización fuerte. Desde el punto de vista bacteriológi-

co, pese a no disponer de datos, es previsible algún problema, debido a que en algunos casos existen deficiencias en la depuración de vertidos urbanos, industriales, etc.

4.3.9. Recomendaciones

Aunque el estudio se circunscribe solamente a la parte donde existen depósitos aluviales, es evidente que las características químicas de los ríos vienen en gran parte determinadas por su recorrido anterior.

Por esto, y si se quiere llegar a establecer un conocimiento más preciso de la naturaleza y evolución de los ríos, sería necesario hacer más análisis en distintas épocas del año e incluyendo también las zonas de cabecera.

4.4. CARACTERIZACION DE LOS ACUIFEROS ALUVIALES

4.4.1. Metodologia

Se han tomado muestras de una serie de puntos distribuidos en los aluviales y terrazas asociadas a los ríos. En algunos de ellos, que estaban incluidos en las campañas de bombeo, se han tomado 2 muestras: una en el momento del inventario y otra después de una extracción prolongada. Por ello se puede considerar como más representativo del acuífero el valor obtenido en el segundo muestreo.

4.4.2. Aluvial del rio Najerilla

Para la caracterización de este acuífero se han considerado 7 puntos de aguas subterráneas (2 pozos y 5 manantiales). Los pozos están situados en el propio aluvial y los manantiales corresponden a drenajes de las terrazas (ver figura 4.4.2.).

Según se observa en esa misma figura hay una tendencia general al enriquecimiento en sulfatos y cloruros aguas abajo.

Las muestras de los pozos obtenidas al comienzo del aluvial presentan facies bicarbonatadas cálcicas y las de los manantiales experimentan un aumento notable en sulfatos y cloruros.

Se trata de aguas de buena calidad aunque duras. En algún caso los nitratos llegan a ser elevados (22102016). También la cantidad de nitritos y amonio pueden llegar a impotabilizar las aguas de algunas captaciones.

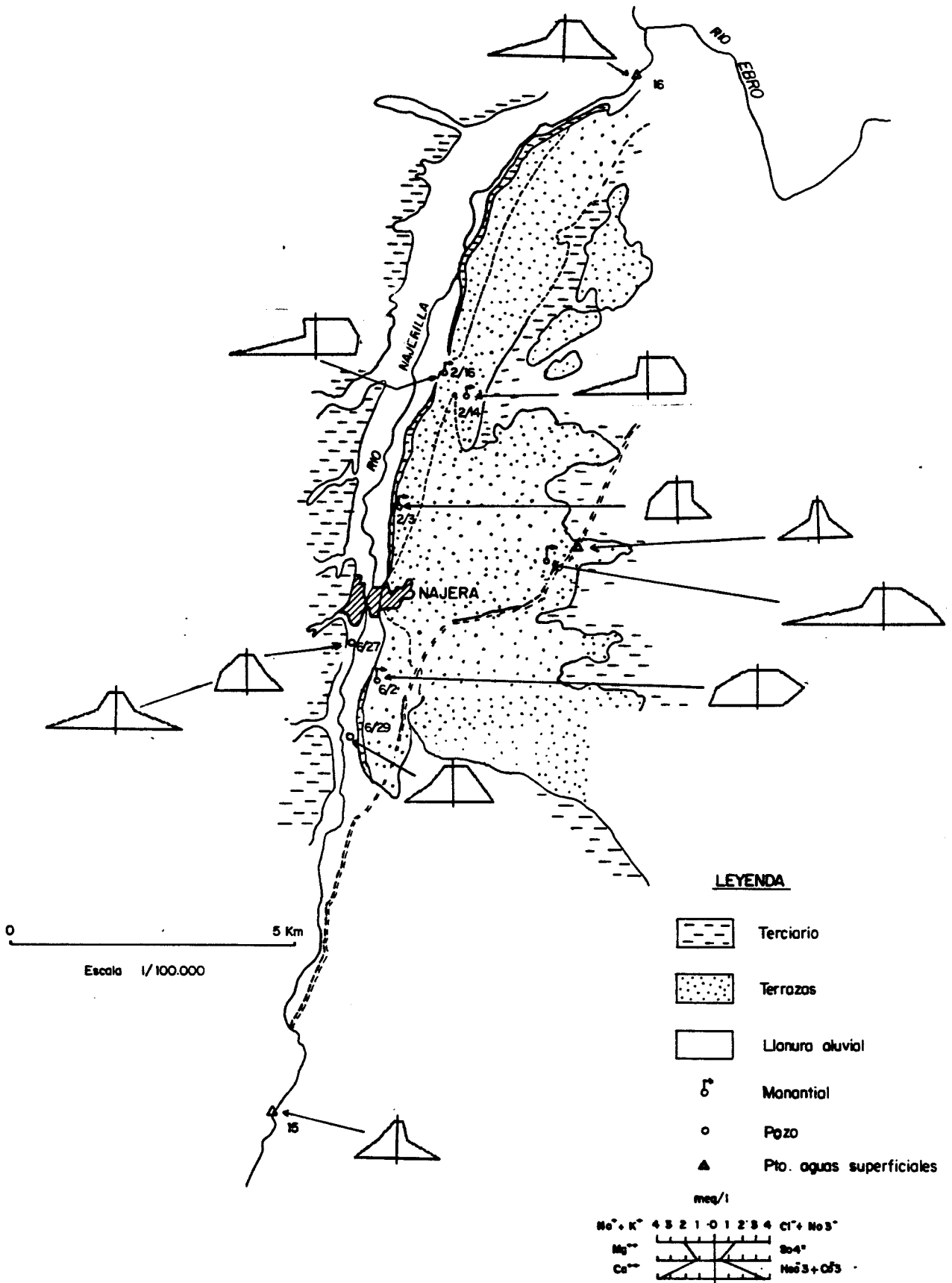


Fig. 4.4.2.- SITUACION DE PUNTOS MUESTREADOS Y DIAGRAMAS DE STIFF EN EL ALUVIAL DEL RIO NAJERILLA

4.4.3. Aluvial del río Iregua

Se han muestreado un total de 11 puntos: 1 sondeo, 7 pozos y 3 manantiales (ver fig. 4.4.3.).

En primer lugar, hay que establecer una distinción clara entre la naturaleza de las aguas en el sondeo y el resto de muestras.

El sondeo con una profundidad de 50 m, atraviesa los depósitos cuaternarios, aunque afecta en su mayoría a los materiales terciarios.

Sus aguas tienen un carácter sulfatado sódico y están altamente mineralizadas. Esta naturaleza puede sugerir dos hipótesis sobre su origen:

- La presencia de sulfato sódico en la materia sólida. Este mineral no es frecuente en la naturaleza, y por su alta solubilidad cabría esperar que hubiera mineralizado el agua más intensamente. Esta posibilidad parece poco probable si además consideramos la gran subsaturación de esta fase mineral en el agua muestreada.

- Es más fácil que los sulfatos procedan fundamentalmente de yesos y que posteriormente se haya producido un rápido cambio catiónico $\text{Ca}^{+2} \rightarrow 2\text{Na}^{+}$ en el seno de las arcillas que componen la formación margosa.

El resto de muestras representativas de los depósitos cuaternarios muestran esta distribución: en la parte alta del acuífero, hasta Alberite, las facies presentes son de tipo mixto poco diferenciadas. Aguas abajo se incrementa la mineralización adoptando un carácter sulfatado-cálcico.

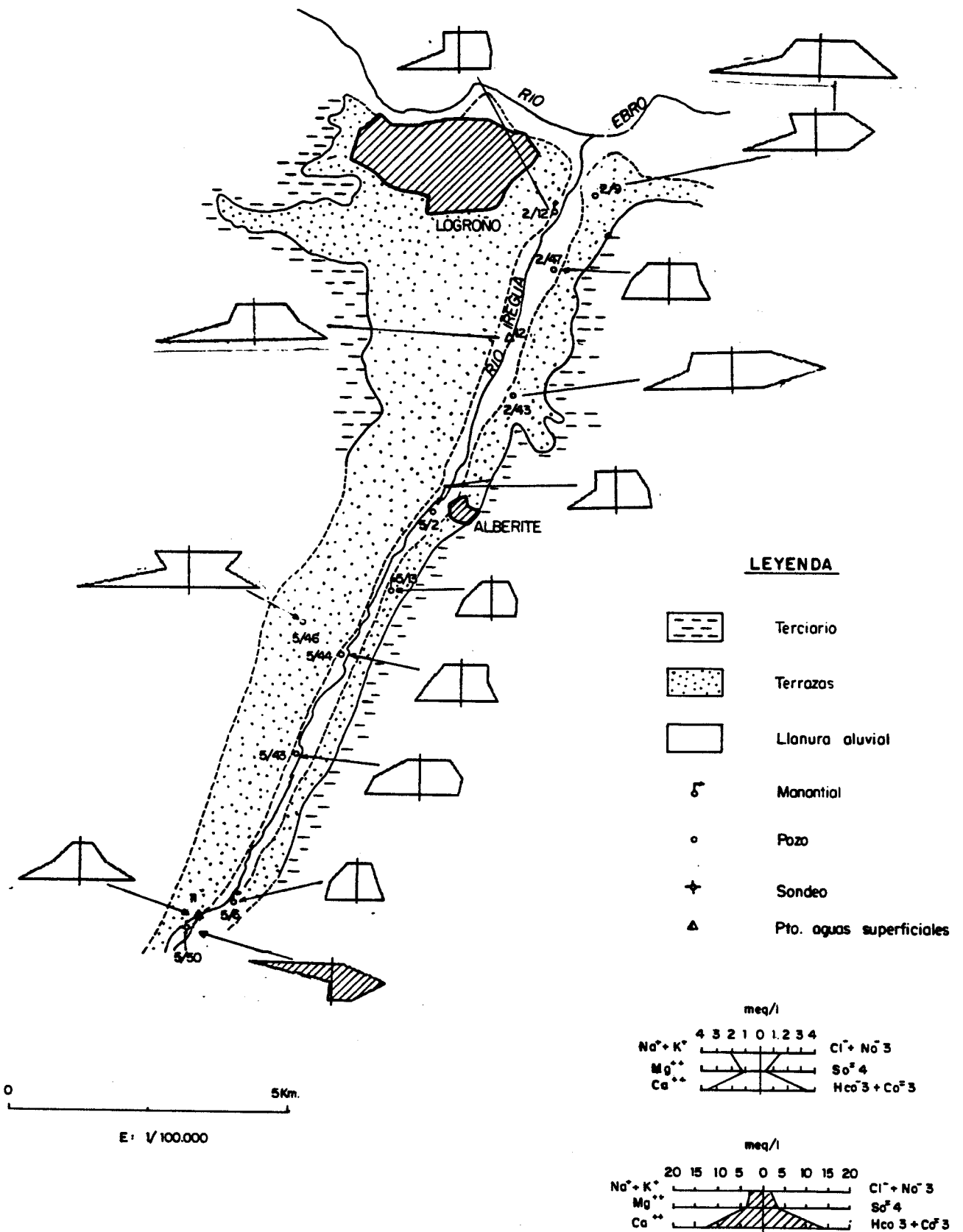


Fig.4.4.3.- SITUACION DE PUNTOS MUESTREADOS Y DIAGRAMAS DE STIFF EN EL ALUVIAL DEL RIO IREGUA

La mayoría de las aguas sobrepasan los límites tolerables de nitratos y anhídrido fosfórico para su utilización en abastecimientos (BOE 20-9-90) todas son duras o muy duras.

4.4.4. Aluviales de los ríos Leza y Jubera

Para caracterizar el aluvial del río Jubera y disponer de dos análisis que corresponden a una galería y un pozo (ver figura 4.4.4.). Ambos presentan un carácter sulfatado cálcico, aumentando mucho la mineralización según se avanza aguas abajo.

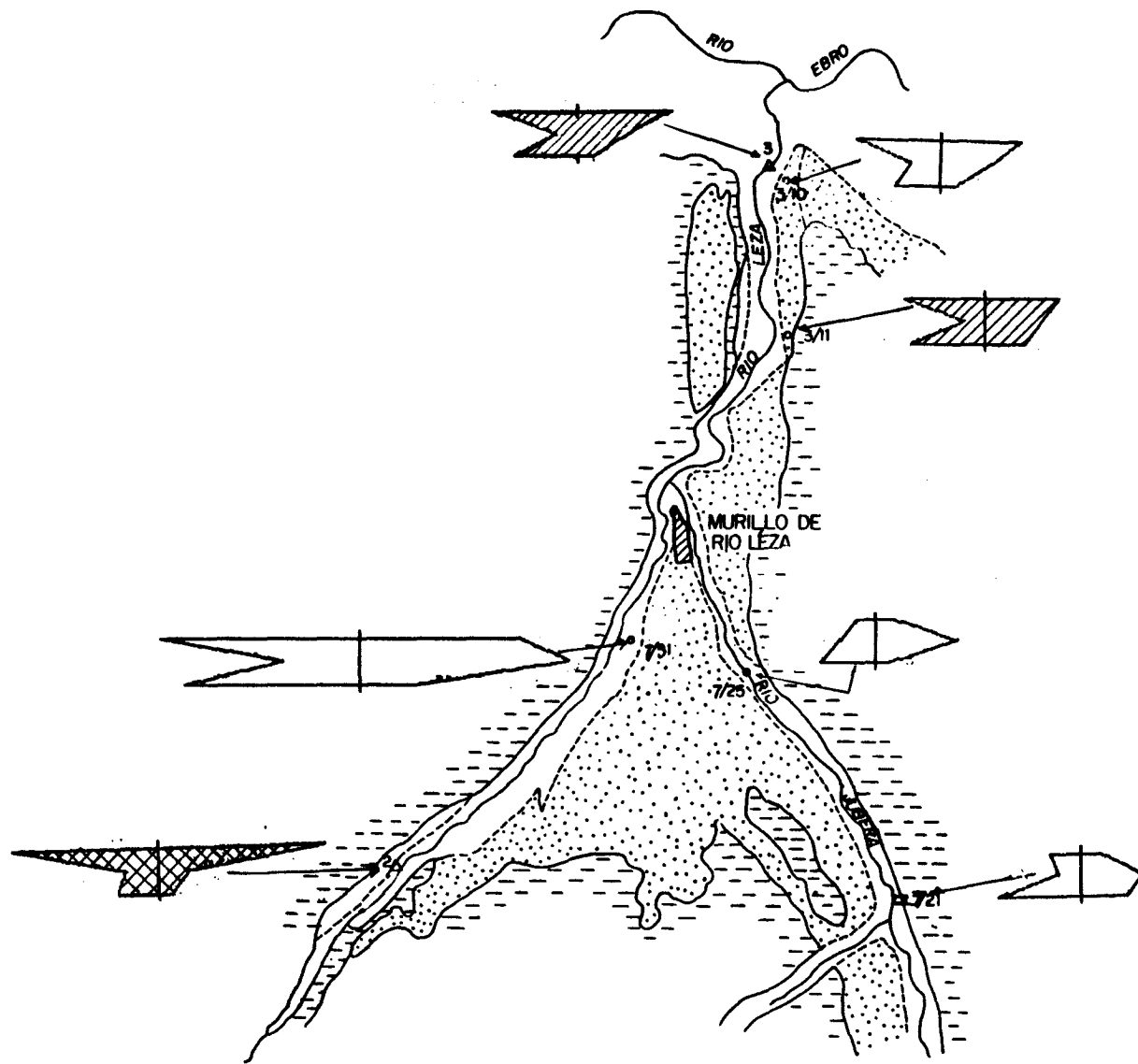
En el caso del aluvial del río Leza se observa que antes de Murillo de Río Leza los sulfatos son mayoritarios, mientras que aguas abajo, el predominio es para los cloruros, que además confieren una alta mineralización total en las aguas.

En ambos aluviales las aguas son muy duras y bastante mineralizadas. La cantidad de nitratos y fosfatos es moderadamente alta.

4.4.5. Aluvial del río Cidacos

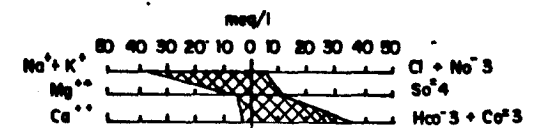
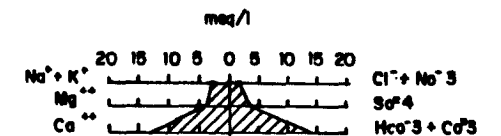
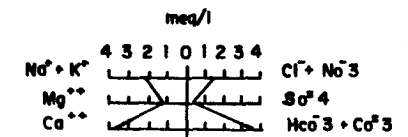
En su caracterización se han utilizado 5 muestras, 4 de ellas procedentes de pozos y una de sondeo (ver figura 4.4.5.).

Se aprecia una homogeneidad bastante importante a lo largo del aluvial presentando todo él una naturaleza <clorurada-sulfatada sodico-cálcica. No tiene calidad adecuada para abastecimiento dada su alta salinidad. Los fosfatos están casi siempre presentes en cantidades relativamente altas y los nitratos no son muy elevados salvo casos concretos (66,5 mg/l en el punto 24116014).



LEYENDA

-  Terciario
-  Terrazos
-  Llanura aluvial
-  Pozo
-  Galería
-  Pto. aguas superficiales



0 5Km.
E: 1/100.000

Fig. 4.4.4.- SITUACION DE PUNTOS MUESTREADOS Y DIAGRAMAS DE STIFF EN LOS ALUVIALES DE LOS RIOS LEZA Y JUBERA.

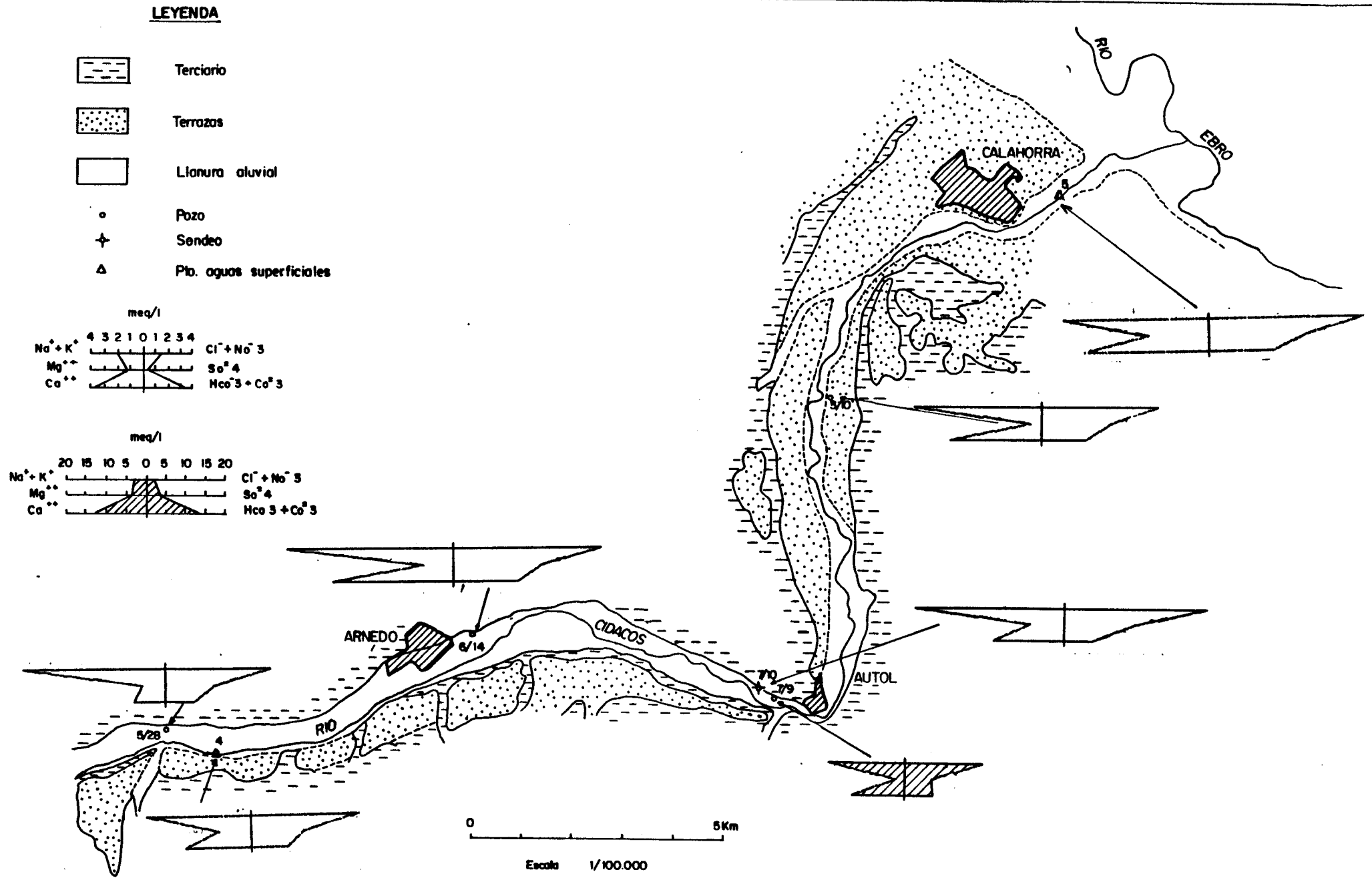


Fig. 4.4.5.- SITUACION DE PUNTOS MUESTREADOS Y DIAGRAMAS DE STIFF EN EL ALUVIAL DEL RIO CIDACOS.

4.4.6. Aluvial del río Alhama

Aunque la mayor parte de este aluvial no entra en zona de estudio (pertenece a la Comunidad Autónoma de Navarra) se hará una somera caracterización en función de estudios anteriores.

Según el "Proyecto Hidrogeológico de Navarra" (1981) las aguas de los cuaternarios relacionados con el río Alhama son uniformes, muy duras y fuertemente mineralizadas. Desde el punto de vista iónico son sulfatadas cálcicas y calcico magnésicas. También hay que destacar el alto contenido en cloruros, que en general es superior al de bicarbonatos.

4.4.7. Aluvial de la margen derecha del río Ebro

En la zona comprendida entre Logroño y Alfaro se han muestreado un total de 13 puntos (1 manantial, 3 sondeos y 9 pozos) (ver figura 4.4.7.).

Estas muestras son representativas de distintas partes del cuaternario, ya que algunos afectan a la propia llanura aluvial y otros se sitúan sobre las terrazas bajas conectadas.

Todas las aguas analizadas son bastante mineralizadas y duras. No se observan tendencias claras hacia ningún tipo de facies aunque en todas predominan el sodio y el calcio entre los aniones. La distribución de los cationes no está tan marcada aunque aparecen con mayor frecuencia los sulfatos y cloruros como mayoritarios.

Los nitratos son más elevados que en el resto de aluviales superando en algunos casos los 110 mg/l (23101-017, 23102039). En el caso del abastecimiento a Calahorra se

disponen de 3 análisis a partir del año 1975. Aunque no son datos suficientes para establecer una evolución parece observarse una tendencia al enriquecimiento en nitratos aunque se mantiene por debajo de los límites admisibles según las normas de potabilidad (se ha registrado un máximo de 42,1 mg/l).

Se tiene conocimiento de problemas relacionados con el manganeso en la zona de Alcanadre, aunque no se dispone de ningún análisis ni informe al respecto. Esto podría venir determinado por la presencia de lechos de materia orgánica entre los depósitos cuaternarios o por algún foco contaminante cercano que confiera un carácter reductor al medio.

4.4.8. Relaciones Acuífero-Río

Comparando las características químicas de las aguas subterráneas y superficiales se ha podido comprobar que:

- En el caso del Najerilla y del Iregua, las diferencias son apreciables, siendo más mineralizadas las aguas del acuífero. El aumento en la proporción de sulfatos y cloruros que se produce en el río puede estar entonces relacionado con los aportes de los materiales cuaternarios y posiblemente también del Terciario.

- En los aluviales de los ríos Leza y Cidacos, la naturaleza de aguas superficiales y aguas subterráneas es muy similar. De esto no se puede deducir el tipo de relación acuífero-río aunque sí indica la alta permeabilidad de los materiales.

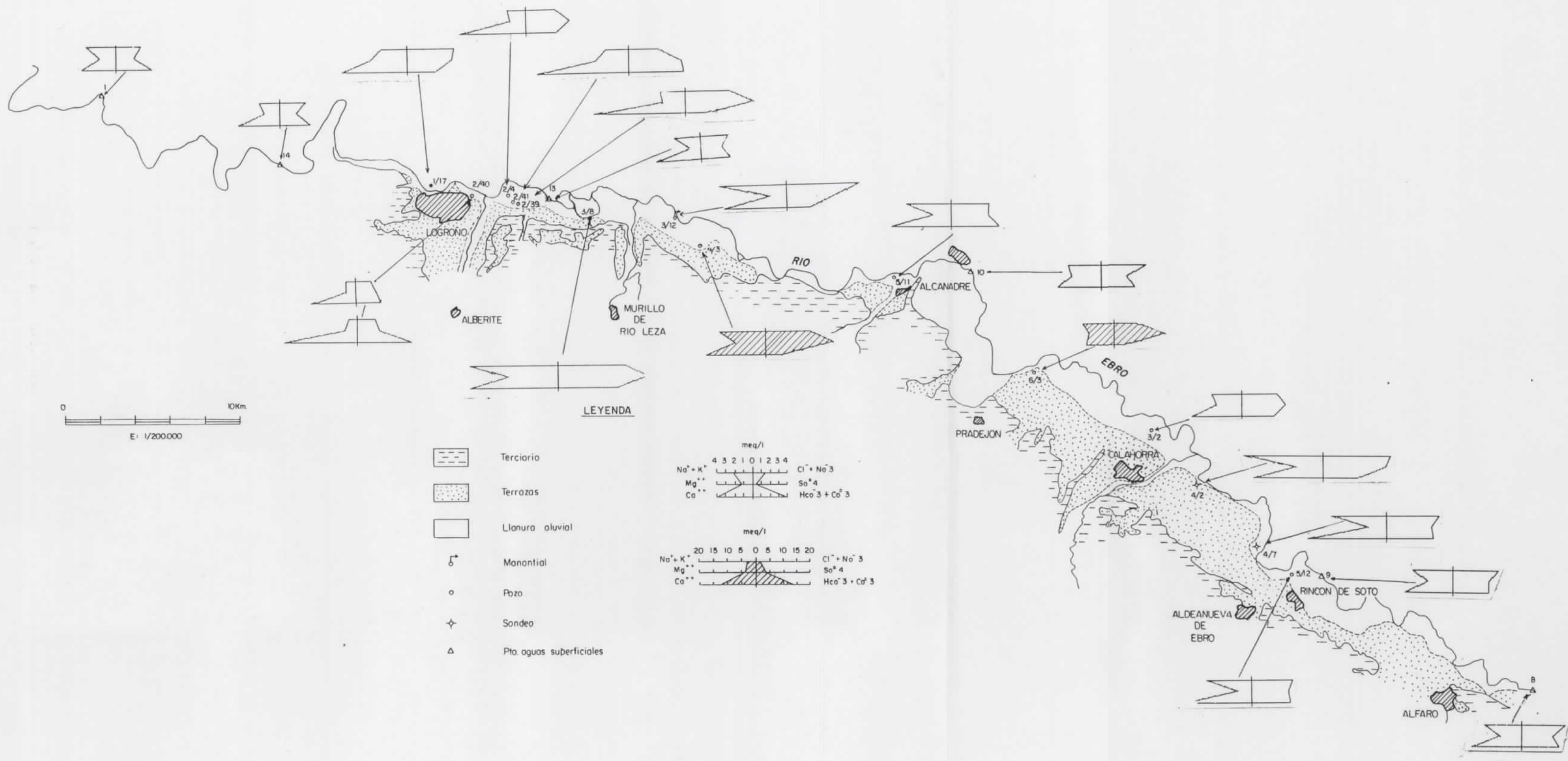


Fig. 4.4.7. - SITUACION DE PUNTOS MUESTREADOS Y DIAGRAMAS DE STIFF EN LA MARGEN DERECHA DEL ALUVIAL DEL RIO EBRO (LOGROÑO-ALFARO)

4.4.9. Conclusiones

Para el caso de los aluviales se puede mantener también la misma distinción que en el caso de la red superficial.

Por un lado el aluvial del río Najerilla, y en menor grado el del Iregua, presentan una menor mineralización que el resto. Según nos acercamos al Ebro van adquiriendo una naturaleza sulfatada-cálcica.

El resto de aluviales tienen desde el principio facies más mineralizadas. En los depósitos relacionados con el río Leza las aguas varían de sulfatadas sódico-cálcicas a cloruradas aguas abajo. Las aguas del aluvial del Jubera son sulfatadas cálcicas. En el caso del acuífero del Cidacos su carácter es clorurado-sulfatado sódico-cálcico sin apenas cambios de unas zonas a otras. En el caso del Alhama hay que destacar la presencia de magnesio en proporciones más altas que en el resto.

4.4.10. Recomendaciones

Para un mejor conocimiento de las características químicas de los acuíferos, y por tanto de sus posibilidades de uso, sería aconsejable establecer una red de control periódico. Esto ayudaría a determinar también posibles variaciones temporales, que como se ha visto pueden llegar a ser importantes.

La mayoría de los puntos de agua en la zona corresponde a pozos de gran diámetro. Por esto, es muy importante que el agua haya tenido una adecuada renovación (bombeo prolongado) antes de su recogida para que sea representativa de las aguas presentes en el acuífero.

La red a establecer podría coincidir con los puntos destinados a abastecimiento, ya que son los que cumplen esta condición.

Como se ha apuntado, el Terciario puede aportar aguas muy mineralizadas a los depósitos cuaternarios. Podría ser conveniente controlar algún punto dentro de estos materiales y ver su relación con estos acuíferos, si es que ésta existe.

En las cuencas de los ríos Alhama y Cidacos existen conocidos balnearios (Arnedillo, Cervera de río Alhama, Fitero) y sería muy interesante conocer la relación que puedan tener este tipo de aguas en la naturaleza de los ríos y aluviales.

La contaminación principal en el área provendrá de las actividades agrícolas y de vertidos urbanos no controlados. Se ha visto que en algunos puntos el problema de los nitratos es importante y sería fundamental controlar su evolución por la influencia que puede tener en la potabilidad de las aguas.

4.5. Conclusiones generales

Desde el punto de vista químico se pueden distinguir dos grupos principales (Ver figura 7):

- Ríos Najerilla, Iregua y aluviales asociados.
- Ríos Leza, Jubera, Cidacos, Alhama y aluviales asociados.

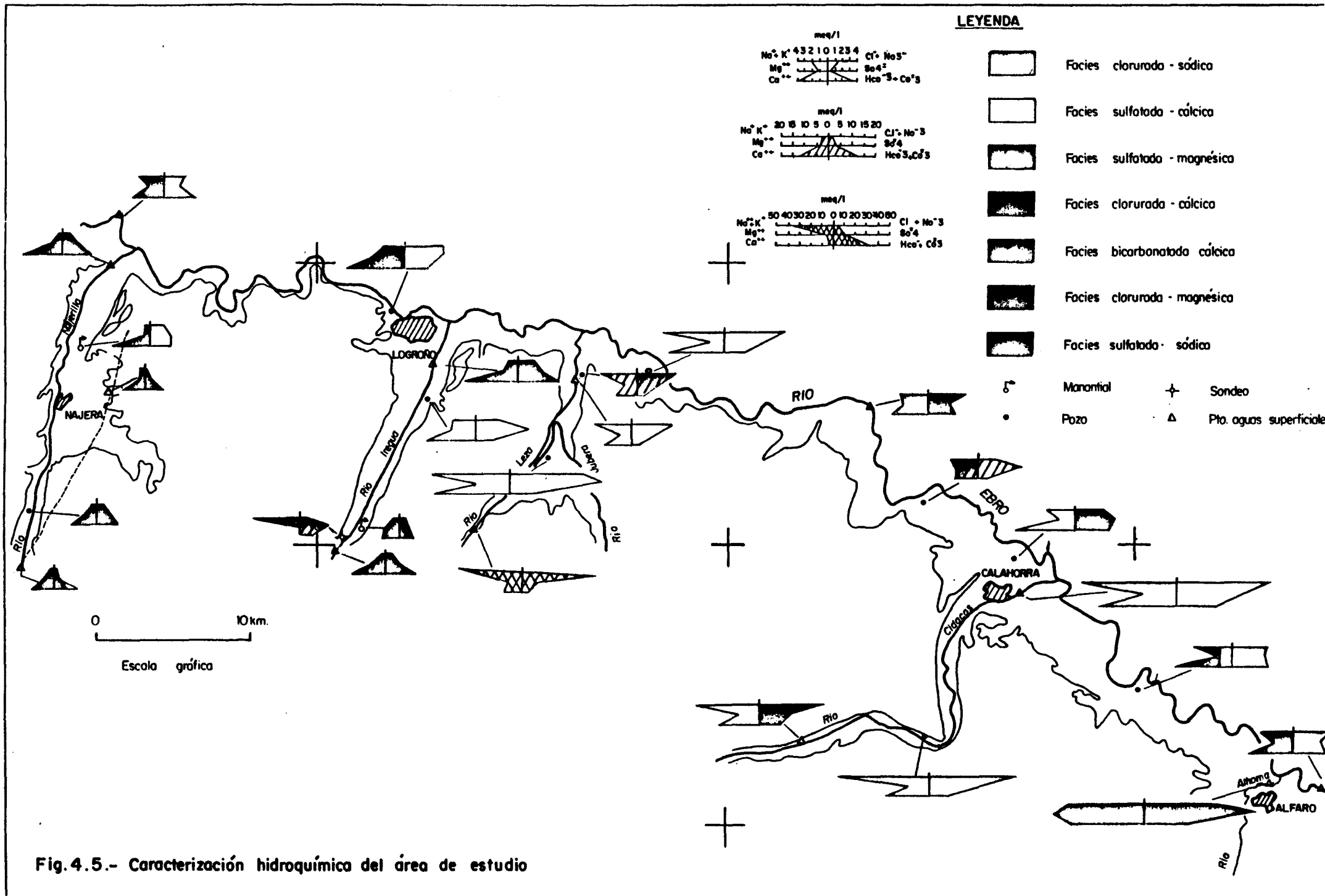
En el primer grupo las aguas son fundamentalmente bicarbonatadas cálcicas. Las muestras recogidas en el acuífero están más concentradas en sulfatos y cloruros que el río, al que van aportando aguas que modifican progresivamente su composición.

El segundo grupo abarca una serie de aguas mucho más mineralizadas donde predominan los cloruros y sulfatos sobre el resto de iones.

Por su parte el río Ebro y depósitos asociados presentan un comportamiento diferente.

Este río no tiene un carácter muy diferenciado presentando facies mixtas. Las aguas del acuífero son sulfatadas y cloruradas con sodio y calcio como aniones principales.

Todas las aguas analizadas son duras-muy duras y respecto a los parámetros de contaminación determinados, hay problemas puntuales respecto a la concentración de nitratos, nitritos y anhídrido fosfórico.



DATOS ANALITICOS

DATOS ANALITICOS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS MUESTREADAS

FECHA WATER ISIS	REFERENCIA	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	NO3 mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	K mg/l	Cond S/cm	pH	NO2 mg/l	NH4 mg/l	SiO2 mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l
30/08/89	22102003	26.9	54.7	146.4	0	23.1	12.7	23.3	44.1	1.4	395	7.78	0.00	0.19	11.59	0.00	0.00
09/08/89	22102014	35.5	125.8	158.6	0	47.8	14.0	9.2	104.2	1.0	532	7.98	0.00	0.00	9.79	0.01	0.00
09/08/89	22102016	42.5	141.8	168.4	0	66.5	15.4	9.0	120.6	4.3	599	7.87	0.82	0.00	10.22	0.00	0.00
30/08/89	22106002	36.9	158.5	107.4	0	26.3	14.0	34.5	68.1	2.9	580	7.74	0.34	0.00	12.02	0.02	0.00
30/08/89	22106027	16.3	63.4	151.3	0	0.0	10.0	22.1	44.5	1.9	397	7.59	0.00	0.00	10.13	0.03	0.00
30/08/89	22106029	23.4	90.9	168.4	0	18.3	12.0	19.0	68.1	1.4	473	7.71	0.00	0.22	10.30	0.02	0.07
09/08/89	23101017	112.7	241.0	196.5	0	134.4	64.8	50.8	146.3	5.1	1075	8.07	0.00	0.00	10.82	0.03	0.00
09/08/89	23102004	72.3	234.0	205.0	0	75.7	45.4	21.9	150.7	6.5	868	8.14	0.04	0.00	9.62	0.00	0.00
09/08/89	23102009	58.1	200.7	147.7	0	44.0	39.4	17.5	101.8	4.6	653	8.02	0.00	0.00	8.41	0.00	0.00
09/08/89	23102012	48.2	110.5	133.0	0	42.1	23.4	13.6	87.4	2.1	520	0.01	0.28	0.00	8.41	0.00	0.00
09/08/89	23102039	104.9	376.1	137.9	0	127.2	56.8	29.9	206.0	12.6	1190	7.95	0.20	0.00	10.47	0.00	0.00
09/08/89	23102040	39.7	110.5	173.3	0	33.1	24.0	13.4	102.2	4.1	553	8.15	0.21	0.00	8.84	0.02	0.00
30/09/89	23102043	86.5	319.6	139.1	0	24.7	58.1	37.5	124.2	11.8	1126	7.53	0.13	0.14	13.31	0.02	0.00
30/08/89	23102047	49.6	105.5	179.4	0	33.1	32.1	32.8	66.9	4.8	615	7.74	0.06	0.00	9.12	0.01	0.00
09/08/89	23103008	289.3	467.7	295.3	0	38.5	253.8	82.0	137.5	4.7	1767	8.14	0.15	0.00	10.39	0.01	0.00
13/12/89	23103008	245.3	479.7	410.0	0	40.3	227.1	67.6	199.6	4.8	1988	7.29	0.00	0.00	9.38	0.00	0.00
09/08/89	23103010	516.2	467.7	185.5	0	36.7	354.0	63.2	165.9	8.3	2236	8.08	0.22	0.00	10.65	0.01	0.00
09/08/89	23103011	488.5	494.6	211.1	0	31.4	347.4	56.2	176.4	1.7	2225	8.08	0.00	0.00	8.41	0.00	0.00
13/12/89	23103011	489.2	508.6	468.6	0	7.8	347.4	42.6	272.1	2.1	2673	7.15	0.00	0.00	8.95	0.00	0.00
09/08/89	23103012	268.0	262.9	161.1	0	36.7	173.7	23.1	142.3	3.1	1247	8.01	0.00	0.00	6.70	0.05	0.00
09/08/89	23104003	439.6	1,044.7	253.8	0	33.1	300.6	111.9	370.3	13.4	2725	8.07	0.18	0.00	9.10	0.02	0.00
13/12/89	23104003	572.2	1,212.5	378.3	0	33.1	394.1	137.9	444.1	11.8	3664	7.24	0.00	0.15	10.41	0.00	0.00
30/08/89	23105002	44.0	110.5	151.3	0	16.8	29.4	17.3	67.3	5.2	600	7.73	0.14	0.00	9.44	0.06	0.09
30/08/89	23105006	24.1	67.8	117.2	0	21.5	14.0	22.4	44.1	1.7	401	7.83	0.22	0.00	7.83	0.02	0.00
30/08/89	23105013	24.8	86.2	106.2	0	28.0	14.0	22.9	50.1	1.4	430	7.74	0.17	0.00	8.80	0.05	0.00
30/08/89	23105043	53.9	141.8	164.8	0	36.7	18.7	38.4	78.6	3.6	695	7.66	0.36	0.00	12.66	0.02	0.00
30/08/89	23105044	48.9	90.9	156.2	0	31.4	22.7	26.3	64.5	9.3	485	7.85	0.16	0.15	11.20	0.02	0.00
13/12/89	23105046	105.6	125.8	307.5	0	47.8	52.8	19.9	158.7	2.8	1066	7.27	0.00	0.18	9.12	0.00	0.09
30/08/89	23105050	90.0	607.4	253.8	20.4	0.0	440.9	4.4	10.8	0.6	1832	8.38	0.00	0.12	10.20	0.16	0.00
13/12/89	24106003	234.7	770.5	262.4	0	38.5	227.1	73.7	237.7	8.0	2131	7.46	0.00	0.00	9.98	0.09	0.00

FECHA ANÁLISIS	REFERENCIA	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	NO3 mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	K mg/l	Cond S/cm	pH	NO2 mg/l	NH4 mg/l	SiO2 mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l
09/07/89	24106003	265.2	933.1	216.0	0	38.5	253.8	109.9	199.6	8.3	2005	8.14	0.13	0.00	9.19	0.00	0.00
09/07/89	24113002	112.7	234.0	222.1	0	42.1	76.8	34.0	112.2	3.3	912	8.02	0.20	0.00	7.30	0.01	0.00
13/12/89	24113002	112.0	248.1	281.9	0	42.1	80.2	22.9	152.3	2.8	1140	7.44	0.00	0.00	7.30	0.06	0.01
09/08/89	24113010	312.0	262.9	214.8	0	19.9	227.1	10.5	143.1	6.4	1437	8.09	0.00	0.00	11.33	0.00	0.00
09/07/89	24114002	236.8	337.5	231.9	0	60.0	193.7	34.8	153.9	14.2	1417	8.08	0.07	0.00	10.65	0.01	0.00
13/12/89	24114007	178.0	241.0	317.3	0	53.8	140.3	24.8	176.4	5.4	1409	7.33	0.00	0.00	11.96	0.00	0.02
30/08/89	24115028	295.7	188.1	141.6	0	0.0	253.8	22.1	47.7	3.4	1300	7.54	0.00	0.00	8.80	0.02	0.05
09/07/89	24116014	373.6	337.5	313.6	0	66.5	273.9	28.5	190.4	47.6	1845	8.04	0.00	0.00	15.11	0.08	0.00
13/12/89	24117009	706.2	337.9	439.3	0	21.5	447.6	28.0	272.5	16.6	3073	7.25	0.00	0.00	14.60	0.01	0.00
30/08/89	24117010	399.2	270.5	134.2	0	0.0	267.2	32.6	112.6	8.3	1777	7.62	0.00	0.00	13.89	0.02	0.04
13/12/89	25115012	148.2	200.7	269.7	0	33.1	113.6	18.0	150.3	3.7	1142	7.38	0.11	0.00	7.88	0.00	0.03
24/07/89	22106027	16.3	63.4	280.7	0	3.5	10.7	16.1	97	1.7	456	7.15	0.00	0.00	6.87	0.00	0.00
24/11/89	23102009	56.7	188.1	334.4	0	51.8	36.7	33.6	155.5	4.5	891	7.36	0.00	0.00	9.17	0.00	0.00
24/11/89	23102040	43.2	120.6	369.8	0	47.8	18.7	16.5	162.3	3.8	784	7.27	0.00	0.00	7.41	0.00	0.06
24/07/89	23102041	80.1	281.3	379.5	0	66.5	52.1	46.2	206	11.8	1215	7.39	0.00	0.00	11.48	0.00	0.00

DATOS ANALITICOS DE LAS AGUAS SUPERFICIALES MUESTREADAS

FECHA ANALISIS	REFERENCIA	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3 mg/l	CO3 mg/l	NO3 mg/l	Na mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	K mg/l	Cond S/cm	pH	NO2 mg/l	NH4 mg/l	SiO2 mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l
27/11/89	1	90.8	95.7	244.1	0	12.2	73.5	21.6	76.6	3.7	681	7.46	0	0.21	2.08	0.04	0.0
24/11/89	2	2247.5	569.3	341.7	0	3.5	1269.2	150.8	312.6	7.1	6670	7.91	0	0	7.83	0.01	
2/11/89	3	625.3	451.8	190.4	0	0	354	43.8	232.5	4.6	2537	7.75	0	0	6.37	0	
2/11/89	4	290	200.7	179.4	0	18.3	187	30.2	103.8	3.6	1349	7.86	0	0	7.08	0	
24/11/89	5	419.7	374	310	0	23.1	260.5	57.4	195.6	7.2	2074	7.88	0	0	9.02	0	0.0
2/11/89	6	36.9	859.1	294.1	0	26.3	23.4	81.7	326.3	3.9	1694	8.02	0	0.15	15.5	0.02	0.0
2/11/89	7	316.9	691.3	319.7	0	29.7	213.8	140.6	186.8	11.1	2222	7.76	0	0	8.31	0.02	
27/11/89	8	156.7	164.3	257.5	0	31.4	93.5	28.7	111.8	4.8	1027	7.83	0	0.18	3.91	0.01	0.0
24/11/89	9	160.2	194.3	242.9	0	36.7	100.2	33.3	105	5.7	1076	7.69	0.07	0	3.86	0.03	0.0
2/11/89	10	153.9	131.1	220.9	0	34.9	80.2	38.2	96.2	5.2	942	7.58	0	0	3.16	0.02	0.0
2/11/89	11	22	86.2	240.4	0	16.8	10.7	21.6	84.2	1.8	461	8.24	0	0.26	4.74	0	
24/11/89	12	45.4	147.3	308.8	0	55.8	26.1	21.2	138.3	2.9	751	7.86	0	0.33	10.62	0	
2/11/89	13	89.3	115.5	202.6	0	44	66.1	13.1	102.2	4.5	698	7.6	0	0.22	3.22	0.04	0.0
2/11/89	14	73	86.2	209.9	0	49.8	48.8	20.7	93.8	6.1	635	7.27	0	0.36	4.34	0.03	
24/11/89	15	9.9	33.6	180.6	0	4.9	4.8	15.6	57.7	1	291	7.6	0	0	4.44	0	
24/11/89	16	20.6	100.6	228.2	0	29.7	8	16.1	105.8	2.2	517	8.18	0	0	6.01	0	
9/88	17	9.9	37.8	144	0	0	6.7	7.3	55.3	1	280	7.5	0	0	6.05	0.01	

1. RIO EBRO EN BAÑOS DE EBRO
2. RIO LEZA EN RIBAFRECHA
3. RIO LEZA EN AGONCILLO
4. RIO CIDACOS EN ARNEDO
5. RIO CIDACOS EN CALAHORRA
6. RIO ALHAMA CONFLUENCIA CON EL R. LINARES
7. RIO ALHAMA EN ALFARO
8. RIO EBRO EN CASTEJON
9. RIO EBRO EN RINCON DE SOTO
10. RIO EBRO EN LODOSA
11. RIO IREGUA EN NALDA
12. RIO IREGUA EN VILLAMEDIANA
13. RIO EBRO EN EL RECAJO
14. RIO EBRO EN FUENMAYOR
15. RIO NAJERILLA EN BAÑOS DE RIO TOBIA
16. RIO NAJERILLA EN TORRENTALBO
17. CANAL DE LA MARGEN DERECHA DEL NAJERILLA

5.- DEMANDA URBANA

5.-DEMANDA URBANA

La elaboración de encuestas se ha efectuado atendiendo a la división geográfica de cuenca o subcuenca hidrográfica y, así, tenemos:

	Nº de Terminos Municipales encuestados	Nº de Habitantes abastecidos.
Cuenca de Najerilla	7	11.568
Cuenca del Iregua	8	133.275
Cuenca del Leza	2	2.845
Cuenca del Cidacos	4	19.896
Cuenca del Ebro	8	39.014
TOTAL	29	206.598

En forma de cuadro se presentan a continuación el total de los 29 términos municipales encuestados.

MUNICIPIO	N° HABITANTES	PROCEDENCIA ABAST.	USO URBANO	USO INDUSTRIAL	PROBLEMAS	AGUAS RESIDUALES	
						TRATAM.	VERTIDOS
HERCE	396	Verano - pozo 241150028 - Yasa Valezos		No		Depuradora	Cidacos
ARNEDO	≈ 13.000	Pozos	147-17.000 m ³ /trimestre	450-600 m ³ /trimestre Champ, conserveras abastecimiento propio.	Utilizar a ve- ces pozo re- gantes.		Cidacos ≈ 30 l/sg
QUEL	≈ 3.000	Pozo	31.418 m ³ /tr	1.504 m ³ /tr			Cidacos
AUTOL	3.500	Manantial, pozos				Lagunas, de- puradoras en proyecto.	
TOTAL	19.896						

DATOS SOBRE ABASTECIMIENTO CUENCA DEL CIDACOS

MUNICIPIO	Nº HABITANTES	PROCEDENCIA ABAST.	USO URBANO	USO INDUSTRIAL	PROBLEMAS	AGUAS RESIDUALES TRATAM. VERTIDOS	
LOGROÑO							
AGONCILLO	876	Río Jubera - Aguas arriba Murillo	50.000 m ³ /año			2 depuradoras (Recajo, Agavallles).	Ebro
POLIGONO EL SEQUERO		Río Ebro	Suplemento	500.000 m ³ /año			Ebro en Arrúbal
ARRUBAL	100	Polig. Ebro	5.000 m ³ /mes	No		Fosas septicas	Ebro
ALCANADRE	1.000	Pozo Toma del Ebro 73.000 m ³ /año	50%	50%. 3 conserveras 3 embotelladoras	Manganeso	Depuradora	Ebro
PRADEJON	2.823	Pozo 1ª sem. 89 80.221 m ³ 2ª sem. 88 93.000 m ³	70%	30%. (3 conserv. 2 champi. 2 ceram.	No	Legunas depuradoras	
CALAHORRA	18.600	2 pozos	75%	25% (otras con captación propia)		filtro verde	Ebro
ALDEANUEVA DE EBRO	2.700	1 pozo ppal 2 pozos más antiguos 1.000 m ³ /día		4 industrial con captación propia aunque enganchadas a la red. Granjas.	Nitratos		Ebro
RINCON DE SOTO	3.415	Pozo 251150040 facturación 82.000 m ³ /4 meses. 40% total		Mínimo.	No		Ebro
ALFARO	9.500	Aguas Moncayo 200 m ³ /d a pozo cerca de Ebro 2.600-800 m ³ /día	25%	75% (conserv.)			Alhama
TOTAL	39.014						

DATOS SOBRE ABASTECIMIENTO CUENCA DEL EBRO

MUNICIPIO	Nº HABITANTES	PROCEDENCIA ABAST.	USO URBANO	USO INDUSTRIAL	PROBLEMAS	AGUAS RESIDUALES	
						TRATAM.	VERTIDOS
RIBAFRECHA	1.130	Fuentes río Leza (del Rastauro) Consumo = 71307 m ³ /año		No hay (alguna granja)	Agosto	Había depuradora.	Río Leza
MURILLO DE RIO	1.715	Río Jubera - Corrales de ValdeCalahorra. 2º trim. 89-1983 m ³ (por la falta de contadores puede ser incluso el doble).		No	No	Depuradora	Río Leza
TOTAL	2.845						

DATOS SOBRE ABASTECIMIENTO CUENCA DEL LEZA

MUNICIPIO	Nº HABITANTES	PROCEDENCIA ABAST.	USO URBANO	USO INDUSTRIAL	PROBLEMAS	AGUAS RESIDUALES TRATAM. VERTIDOS	
NALDA	900	Río Solver-Panzares					Río Miguel
ALBELDA DE IREGUA	2.500	Río Iregua en Viguera (28 l/sg) Manantial de la Encinilla (2 l/sg)	Licoreras, granjas, esca-yolas. En total menos de la mitad	No			Río Iregua
ALBERITE	1.975	Toma conjunta con Villamediana del río Iregua.	Mayoritario	Conservas y bodegas			Río Iregua
VILLAMEDINA DE IREGUA	1.900	Galería filtrante en Albelda (aguas abajo de la de Lardero) 200 l/s. Gasto - 800 m ³ /día En puente Madre agua de Logroño.		Polig. industrial con poco consumo (almacen)	De calidad y cantidad. Proyecto comprar agua a Logroño. Les quitan agua a los regantes del río Antigo.	Dep. abandonada. En proyecto colector a a Logroño. Puente madre fase septica.	Río Iregua.
Lardero	2.800	Pozo envío Iregua	Total	No			
Logroño	119.000	Río Iregua Presa Ortigosa	90%	10%	Deterioro de calidad	No	Ebro
Navarrete	2.100	Río Iregua					
Fuenmayor	2.100	Río Iregua					
TOTAL	133.275						

DATOS SOBRE ABASTECIMIENTO CUENCA DE IREGUA

MUNICIPIO	Nº HABITANTES	PROCEDENCIA ABAST.	USO URBANO	USO INDUSTRIAL	PROBLEMAS	AGUAS RESIDUALES	
						TRATAM.	VERTIDOS
BAÑOS DE RIO TOBIA	2.000	Canal izq., manantial ó canalillo cño 900 - 1000 m ³ /día		45-50% total		Sin depurar	Najerilla
ARENZANA DE ABAJO	414	Manantial terciario		De poca importancia (carpintería, muebles, 2 granjas.	Cortes de agua (muy justos)	Pozos ciegos	Barranco Najerilla
TRICIO	450 (verano 1000)	Manantial (posible relación el río Yalde)	Mayoritario	Las que hay tienen pozo. Está en construcción un polígono	Cortes nocturnos	Depuradora	Najerilla
NAJERA	6.200	Pozos aluvial 1ª semes. 132717 m ³ 2ª semes. 221976 m ³	Conjunto	Conjunto	Solo problemas de presión en barrios altos.	Depuradora en construcción	Najerilla
URUÑUELA	800	Manantiales área de Somalo ó 2,5-8 l/sg					
HORMILLEJA	90 - 95	Manantial Valporras (Terciario)					
SAN ASENSIO	1.550	Manantial			En verano muy importantes		
TOTAL	11.568						

DATOS SOBRE ABASTECIMIENTO CUENCA DEL NAJERILLA

6.- PRODUCCION AGRICOLA

6.- PRODUCCION AGRICOLA

Según estadísticas agrarias para el año 1985, el total provincial de hectáreas en regadío se sitúa próximo a 46.000 y repartido de la siguiente forma:

- Regadío de cereales.....	10.500 h.
" " hortalizas.....	11.100 h.
" " industriales.....	3.600 h.
" " forrajeras.....	3.894 h.
" " leguminosas.....	1.000 h.
" " frutales.....	5.700 h.
" " patatas.....	8.862 h.
" " viñas.....	1.166 h.
	<hr/>
TOTAL	45.822 h.

La distribución geográfica del regadío es como sigue:

- Río Glera + Tirón + canal margen derecha Najerilla	= 7.934 + 6.898 + 2.285 = 17.117 h.
- Canal margen izquierda de Najerilla.....	4.936 h.
- Río antiguo (Iregua).....	2.632 h.
- Canal de Lodosa (dentro de la Rioja).....	9.183 h.
- Comunidad Ebro - Alhama.....	7.000 h.
	<hr/>
TOTAL	40.868 h.

La diferencia entre las 45.822 h. del total provincial y lo indicado en el cuadro suprayacente (40.868 h), se reparte entre las cuencas del Cidacos, Leza y Jubera.

La distribución general de la superficie de cultivo (en miles de hectáreas) y la evolución en los últimos años de los principales cultivos puede apreciarse en las diferentes tablas ofrecidas en anexo 4.

7.- LA HORTICULTURA EN LA RIOJA

7.- LA HORTICULTURA EN LA RIOJA

En el cuadro relativo a producción agrícola figuran las hortalizas como el tipo de cultivo con mayor número de hectáreas en regadío, (11.100); esta razón, unida a su importancia económica, y por disponer de una reciente y documentada publicación de D. Javier Castro Fernández (1989) presentamos las principales magnitudes de este sector para el periodo 1982-1987.

CULTIVOS	SUPERFICIES OCUPADAS MEDIA DE 6 AÑOS (PERIODO 1982-87)					
	Secano	%	Regadío	%	TOTAL	%
Cereales	66.171	57,53	11.740	25,35	77.911	48,30
Legumbres Secas	346	0,30	912	1,97	1.258	0,78
Cultivos Indust.	2.534	2,20	11.698	25,28	14.232	8,82
Forrajeras	2.814	2,45	3.950	8,54	6.764	4,20
Hortalizas	1.715	1,48	10.976	23,73	12.691	7,87
Otros Herb.	5	0,01	123	0,26	128	0,08
Herbáceos	73.585	63,97	39.399	85,15	112.984	70,05
Viñedo	30.567	26,58	1.073	2,32	31.640	19,62
Frutales	8.891	7,73	4.870	10,53	13.761	8,53
Otros leños.	1.984	1,72	926	2,00	2.910	1,80
Leñosos	41.442	36,03	6.869	14,85	48.311	29,95
Herb. + Leños.	115.027	100	46.268	100	161.295	100

Fuente: LA HORTICULTURA EN LA RIOJA (1989). J.C.F.

CUADRO Nº 1
SUPERFICIES OCUPADAS POR LA AGRICULTURA
VALOR MEDIO DEL PERIODO 1982-1987

	SUPERFICIES has.			PRODUCCION Tns.		
	LA RIOJA	ESPAÑA	%	LA RIOJA	ESPAÑA	%
1 ACELGA	73	3.983	1,83	1.628	85.287	1,91
2 AJO	226	39.901	0,57	1.421	237.780	0,60
3 ALCACHOFA	1.326	26.024	5,10	9.885	360.911	2,74
4 APIO	9	1.780	0,51	243	48.031	0,51
5 BERENJENAS	7	4.095	0,17	102	110.706	0,09
6 BORRAJA	67	312	21,47	1.541	7.097	21,71
7 CALABAZA/CIN	32	5.982	0,53	864	180.481	0,48
8 CARDO	84	1.122	7,49	1.680	23.377	7,19
9 CEBOLLA	313	34.293	0,91	9.310	1.165.913	0,80
10 CEBOLLITA	151	1.867	8,09	3.020	28.473	10,61
11 CHAMPIÑON	54	249	21,69	15.573	52.063	29,91
12 COL REPOLLO	473	20.577	2,30	12.960	500.283	2,59
13 COLIFLOR	2.120	11.127	19,05	36.040	230.132	15,66
14 ESCAROLA	43	3.599	1,19	1.008	78.110	1,29
15 ESPARRAGO	2.687	20.298	13,24	6.700	77.826	8,61
16 ESPINACA	58	3.381	1,72	1.044	55.809	1,87
17 FRESA	59	9.792	0,60	472	190.456	0,25
18 GUINDILLA	61	405	15,06	732	3.932	18,62
19 GUISANTE V.	505	11.297	4,47	2.785	55.949	4,98
20 HABAS V.	149	16.897	0,88	1.424	155.423	0,92
21 JUDIAS V.	528	25.158	2,10	4.642	245.047	1,89
22 LECHUGA	531	24.934	2,13	14.337	589.386	2,43
23 MELON	51	66.857	0,08	1.086	951.512	0,11
24 NABO	4	1.425	0,28	72	22.491	0,32
25 PEPINO	93	5.915	1,57	1.953	251.190	0,78
26 PEPINILLO	408	2.564	15,91	6.512	29.742	21,89
27 PIMIENTO	483	27.163	1,78	7.488	692.795	1,08
28 PUERRO	656	2.810	23,35	16.150	54.928	29,40
29 RABANO	4	1.074	0,37	56	16.097	0,35
30 REMOL. MESA	4	751	0,53	80	15.667	0,51
31 SANDIA	41	25.837	0,16	995	539.607	0,18
32 TOMATE	1.334	57.034	2,34	49.449	2.399.647	2,06
33 ZANAHORIA	59	6.215	0,95	1.475	172.373	0,86
34 HORT. VARIAS	108	11.198	0,96	1.044	149.220	0,70
	12.801	475.916	2,69	213.771	9.777.741	2,19

Nota: Fuente LA HORTICULTURA EN LA RIOJA (1989). J.C.F.

CUADRO N° 2. RELACION ENTRE LAS SUPERFICIES DE CULTIVO Y LA PRODUCCION DE HORTALIZAS EN LA RIOJA Y ESPAÑA PARA EL AÑO 1986

	CULTIVO HORTICOLA	AÑO 1.987				Nº	CULTIVO HORTICOLA	AÑO 1.987			
		SEC.	REG.	TOTAL	%			SEC.	REG.	TOTAL	%
1	Acelga	-	77	77	0,58	18	Guindilla	-	59	59	0,45
2	Ajo	16	257	273	2,08	19	Guisante Verde	164	835	999	7,61
3	Alcachofa	-	1.182	1.182	9,00	20	Haba Verde	12	122	134	1,02
4	Apio	-	15	15	0,11	21	Judía Verde	68	712	780	5,94
5	Berenjena	-	6	6	0,05	22	Lechuga	-	463	463	3,53
6	Borraja	-	69	69	0,52	23	Melón	4	56	60	0,46
7	Calabaza/cin	-	35	35	0,27	24	Nabo	-	13	13	0,10
8	Cardo	-	95	95	0,72	25	Pepino	-	64	64	0,49
9	Cebolla	-	329	329	2,51	26	Pepinillo	-	297	297	2,26
10	Cebollita	-	154	154	1,18	27	Pimiento	-	451	451	3,43
11	Champiñón	-	34	34	0,26	28	Puerro	-	658	658	5,02
12	Col Repollo	19	443	462	3,52	29	Rábano	-	6	6	0,05
13	Coliflor	-	2.155	2.155	16,42	30	Remol. de Mesa	-	2	2	0,01
14	Escarola	-	51	51	0,39	31	Sandía	4	43	47	0,36
15	Esparrago	1.452	1.123	2.575	19,62	32	Tomate	-	1.268	1.268	9,66
16	Espinaca	-	56	56	0,43	33	Zanahoria	12	71	83	0,63
17	Fresa	-	55	55	0,42	34	Hortal. Varias	4	114	118	0,90
TOTALES								1.755	11.370	13.145	100

Nota: Fuente LA HORTICULTURA EN LA RIOJA (1989). J.C.F.

CUADRO Nº 3. SUPERFICIE OCUPADA POR LAS HORTALIZAS

Nº	CULTIVO	AÑO 1987 Has.	CULTIVO	AÑO 1980 Has.	CULTIVO	AÑO 1972 Has	Nº
1	Esparrago	2.575	Esparrago	2.900	Esparrago	2.383	1
2	Coliflor	2.155	Alcachofa	1.420	Tomate	1.813	2
3	Tomate	1.268	Coliflor	1.281	Pimiento	980	3
4	Alcachofa	1.182	Tomate	1.272	Guisante V.	773	4
5	Guisante V.	999	Lechuga	850	Pepinillo	650	5
6	Judía Verde	780	Pimiento	769	Col Repollo	567	6
7	Puerro	658	Puerro	567	Haba Verde	550	7
8	Lechuga	463	Guisante Verde	432	Judía Verde	460	8
9	Col Repollo	462	Col Repollo	356	Coliflor	438	9
10	Pimiento	451	Judía Verde	331	Alcachofa	430	10
11	Cebolla	329	Pepinillo	309	Lechuga	427	11
12	Pepinillo	297	Cebolla	245	Puerro	389	12
13	Ajo	273	Ajo	235	Cebolla	273	13
14	Cebollita	154	Pepino	148	Cardo	264	14
15	Haba Verde	134	Haba Verde	97	Ajo	253	15
	SUMA	12.180	SUMA	11.212	SUMA	10.650	

Nota: Fuente LA HORTICULTURA EN LA RIOJA (1989). J.C.F.

CUADRO Nº 4. SUPERFICIE OCUPADA POR LAS 15 HORTALIZAS DE MAYOR CULTIVO

Nº	CULTIVOS HORTICOLAS	MILLONES	%	Nº	CULTIVOS HORTICOLAS	MILLONES	%
1	ACELGA	45,4	0,50	18	GUINDILLA	33,0	0,36
2	AJO	430,4	4,76	19	GUISANTE VERDE	232,4	2,58
3	ALCACHOFA	678,9	7,50	20	HABA VERDE	38,0	0,42
4	APIO	20,2	0,22	21	JUDIA VERDE	683,5	7,56
5	BERENJENA	6,9	0,07	22	LECHUGA	328,8	3,64
6	BORRAJO	63,5	0,70	23	MELON	41,4	0,46
7	CALABACIN	19,2	0,21	24	NABO	3,0	0,03
8	CARDO	64,1	0,71	25	PEPINO	47,7	0,53
9	CEBOLLA	266,5	2,95	26	PEPINILLO	255,7	2,83
10	CEBOLLITA	123,2	1,36	27	PIMIENTO	308,1	3,41
11	CHAMPIÑON	1.257,9	13,90	28	PUERRO	361,9	4,00
12	COL REPOLLO	221,3	2,45	29	RABANO	5,5	0,06
13	COLIFLOR	1.076,9	11,90	30	REMOL. MESA	1,2	0,01
14	ESCAROLA	42,8	0,47	31	SANDIA	35,7	0,40
15	ESPARRAGO	1.350,3	14,92	32	TOMATE	836,8	9,25
16	ESPINACA	28,2	0,31	33	ZANAHORIA	50,1	0,55
17	FRESA	35,2	0,39	34	HORTAL. VARIAS	58,3	0,59
						9.047,5	100,00

Nota: Fuente LA HORTICULTURA EN LA RIOJA (1989). J.C.F.

CUADRO Nº 5. VALOR DE LA PRODUCCION HORTICOLA RIOJA EN MILLONES DE PESETAS. AÑO 1987

SUPERFICIE					PRODUCCION				VALOR DE LA PRODUCCION				
Nº	CULTIVO	Has.	%Ind.	%Acu.	CULTIVO	Tons.	%Ind.	%Acu.	CULTIVO	MILLO.	%Ind.	%Acu.	Nº
1	ESPARRAGO	2.575	19,62	19,62	TOMATE	53.340	23,97	23,97	ESPARRAGO	1.350,3	14,92	14,92	1
2	COLIFLOR	2.155	16,42	36,04	COLIFLOR	38.790	16,80	40,70	CHAMPIÑON	1.257,9	13,90	28,82	2
3	TOMATE	1.268	9,66	45,70	ALCACHOFA	16.548	7,17	47,94	COLIFLOR	1.076,9	11,90	40,72	3
4	ALCACHOFA	1.182	9,00	54,70	PUERRO	16.450	7,13	55,07	TOMATE	836,8	9,25	49,97	4
5	GUISANT.V.	999	7,61	62,31	COL REPOL.	12.569	5,44	60,51	JUDIA V.	683,5	7,56	57,53	5
6	JUDIA V.	780	5,94	68,25	LECHUGA	12.501	5,42	65,93	ALCACHOFA	678,9	7,50	65,03	6
7	PUERRO	658	5,01	73,26	CHAMPIÑON	11.052	4,79	70,72	AJO	430,4	4,76	69,79	7
8	LECHUGA	463	3,52	76,78	CEBOLLA	9.870	4,27	74,99	PUERRO	361,9	4,00	73,79	8
9	COL REPOL.	462	3,52	80,30	ESPARRAGO	8.122	3,52	78,51	LECHUGA	328,8	3,64	77,43	9
10	PIMIENTO	451	3,43	83,73	JUDIA V.	7.679	3,33	81,84	PIMIENTO	308,1	3,41	80,84	10
11	CEBOLLA	329	2,50	86,23	PIMIENTO	7.216	3,13	84,97	CEBOLLA	266,5	2,95	83,79	11
12	PEPINILLO	297	2,26	88,49	GUISA V.	5.666	2,46	87,43	PEPINILLO	255,7	2,83	86,62	12
13	AJO	273	2,08	90,57	PEPINILLO	4.752	2,06	89,49	GUISANTE V.	232,4	2,58	89,20	13
14	CEBOLLITA	154	1,17	91,74	CEBOLLITA	3.080	1,33	90,82	COL REPOLLO	221,3	2,45	91,65	14
15	HABA VERDE	134	1,02	92,76	CARDO	2.375	1,03	91,85	CEBOLLITA	123,2	1,36	93,01	15
	PARCIAL RESTANTES	12.180 945	92,76 7,24	100,00	PARCIAL RESTANTES	212.010 18.816	91,85 8,15	100,00	PARCIAL RESTANTES	8.412,6 634,9	93,01 6,99	100,00	
	TOTAL	13.125	100,00	100,00	TOTAL	230.826	100,00	100,00	TOTAL	9.047,5	100,00	100,00	

Nota: Fuente LA HORTICULTURA EN LA RIOJA (1989). J.C.F.

CUADRO Nº 6. CLASIFICACION DE LAS HORTALIZAS SEGUN SUPERFICIE, PRODUCCION Y VALOR DE LA PRODUCCION PARA 1987

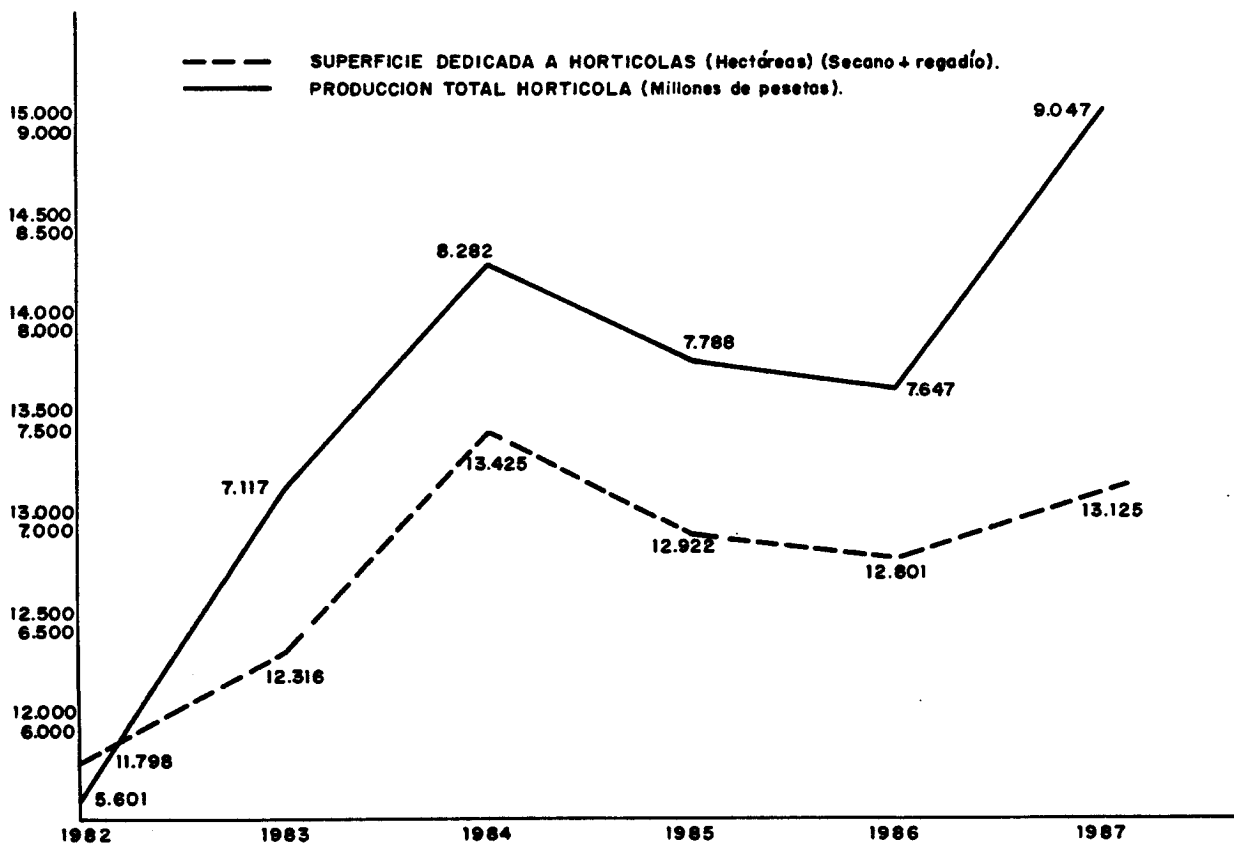
Nº	CULTIVO	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	Nº
1	ESPARRAGO	2.383	2.894	3.084	3.212	3.225	3.034	2.854	2.950	2.900	2.172	2.165	2.311	2.384	2.563	2.687	2.575	1
2	COLIFLOR	438	399	1.255	995	629	1.104	1.124	1.000	1.281	1.340	1.390	1.384	1.538	1.898	2.120	1.155	2
3	TOMATE	1.813	1.795	2.586	3.051	1.815	1.695	1.760	1.550	1.272	1.508	1.470	1.678	1.971	1.518	1.334	1.268	3
4	ALCACHOFA	430	509	486	213	549	874	1.003	1.400	1.420	1.560	1.437	1.532	1.764	1.525	1.326	1.182	4
5	GUISANTE V.	773	603	590	575	370	451	483	490	432	368	421	324	441	449	505	999	5
6	JUDIA V.	460	354	273	284	401	341	381	390	331	332	347	361	427	451	528	780	6
7	PUERRO	389	401	526	527	545	543	540	572	567	607	585	554	679	640	656	658	7
8	LECHUGA	427	420	593	575	339	597	844	872	850	774	685	941	848	663	531	463	8
9	COL REPOLLO	567	419	451	476	480	449	448	447	356	414	402	432	412	421	473	462	9
10	PIMIENTO	980	1.088	968	1.044	1.014	997	1.002	1.050	769	750	823	746	630	508	483	451	10
11	CEBOLLA	273	294	285	262	260	270	248	324	245	247	260	279	359	342	313	329	11
12	PEPINILLO	650	804	889	789	617	566	69	793	309	317	293	438	466	496	408	297	12
13	AJO	253	256	267	285	317	287	31	330	235	232	239	272	289	234	226	273	13
14	CEBOLLITA	98	198	171	178	149	124	17	187	92	98	117	129	166	149	151	154	14
15	HABA V.	550	425	233	210	146	205	15	89	97	121	125	145	181	158	149	134	15
	CARDO	264	165	162	93	91	93	12	105	78	120	110	114	94	98	84	95	
	GINDILLA	50	95	110	248	248	96	7	45	42	57	75	65	62	60	61	59	
	CHAMPIÑON	10	26	33	37	38	41	4	31	33	34	44	5	54	58	54	34	
	BORRAJA	-	-	-	-	-	30	2	-	23	23	-	-	54	40	67	69	

Nota: Fuente LA HORTICULTURA EN LA RIOJA (1989). J.C.F.

CUADRO Nº 7. SUPERFICIE OCUPADA EN LOS AÑOS 1972 Y 1987, POR LAS HORTALIZAS MAS IMPORTANTES

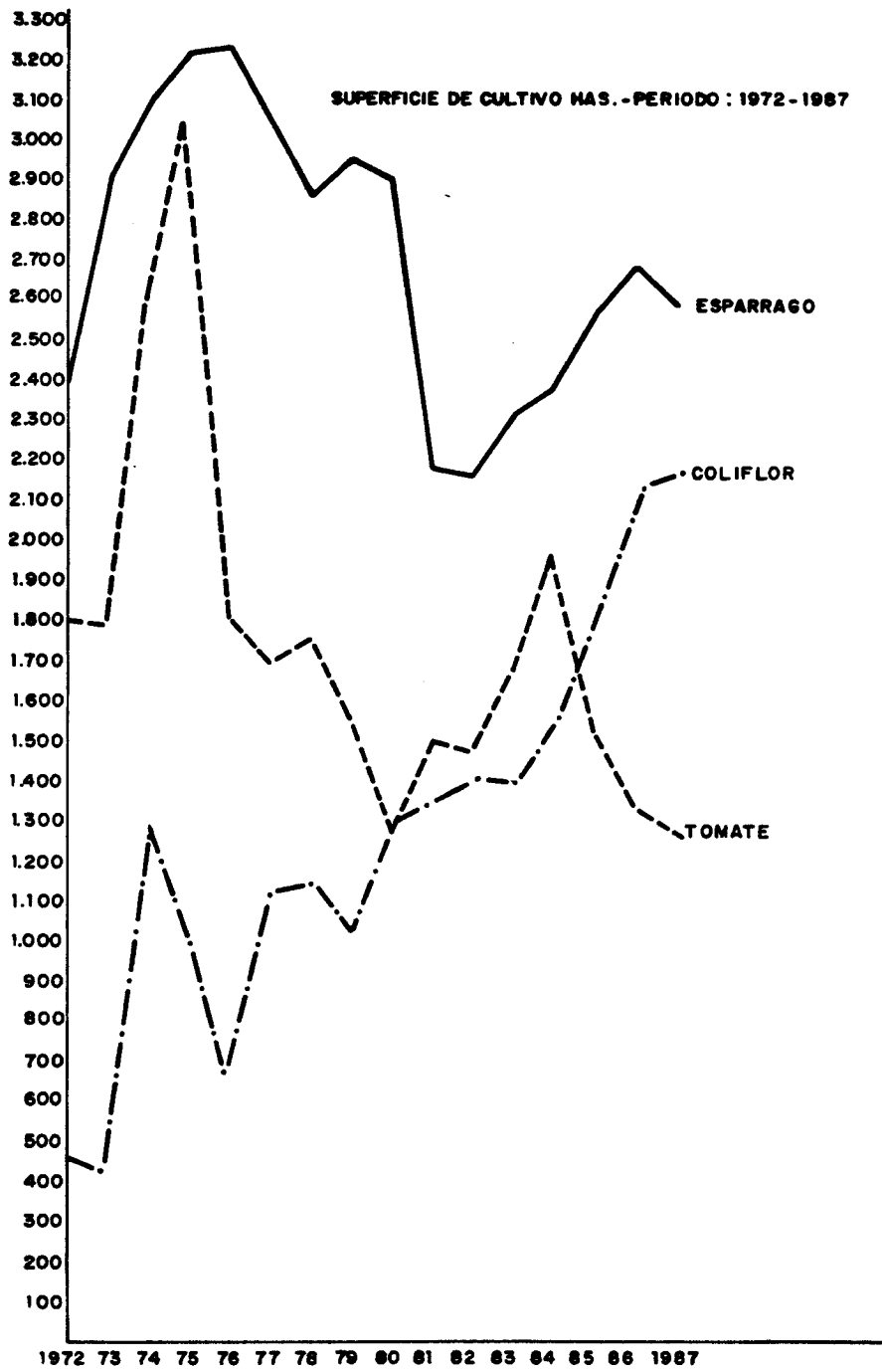
En los gráficos n^os. 1, 2, 3 y 4 queda reflejada la evolución de las principales magnitudes indicadas en los cuadros anteriores.

GRAFICO Nº 1.- EVOLUCION DE LA SUPERFICIE Y PRODUCCION HORTICOLA EN LOS ULTIMOS AÑOS



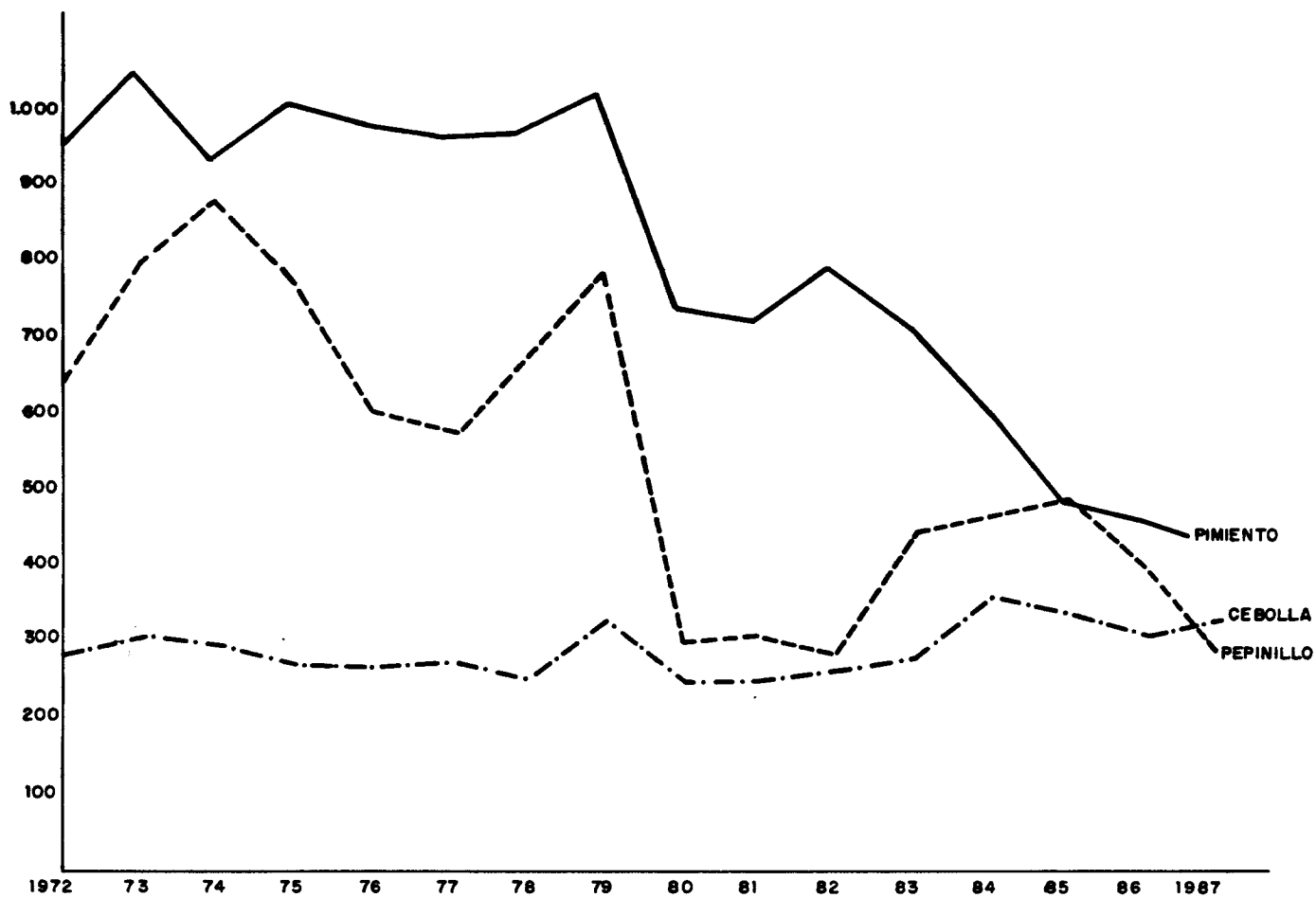
Fuente LA HORTICULTURA EN LA RIOJA por J. CASTRO FERNANDEZ. 1989

GRAFICO Nº 2.- EVOLUCION DE LA SUPERFICIE DE CULTIVO DEL ESPARRAGO, COLIFLOR Y EL TOMATE. 1972-1987



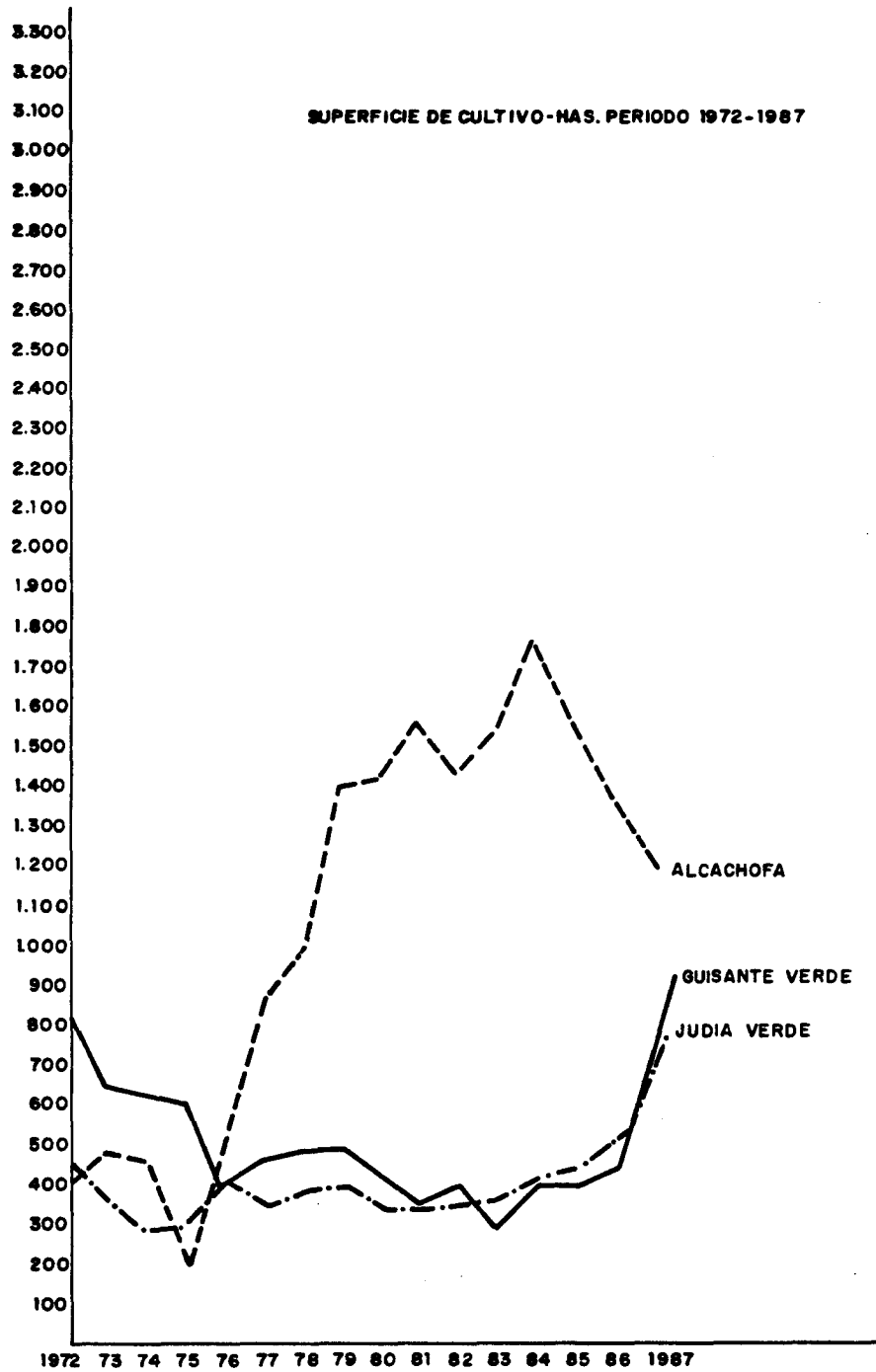
Fuente LA HORTICULTURA EN LA RIOJA por J. CASTRO FERNANDEZ. 1989

GRAFICO Nº 3.- EVOLUCION DE LA SUPERFICIE DE CULTIVO DEL PIMIENTO, CEBOLLA Y PEPINILLO. 1972-1987.



Fuente LA HORTICULTURA EN LA RIOJA por J. CASTRO FERNANDEZ. 1989

GRAFICO Nº 4. - EVOLUCION DE LA SUPERFICIE DE CULTIVO DE LA ALCACHOFA, GUISANTE VERDE Y JUDIA VERDE. 1972 -1987.



Fuente LA HORTICULTURA EN LA RIOJA por J. CASTRO FERNANDEZ. 1989.

8.- CONCLUSIONES

8.- CONCLUSIONES

- 1º.- El estudio hidrogeológico del Cuaternario del Ebro entre Logroño y Alfaro, así como, del cuaternario de los afluentes de la margen derecha, en este tramo (Najerilla, Iregua, Leza, Cidacos y Alhama) constituyen el objetivo del presente trabajo.
- 2º.- En la zona estudiada reside cerca del 80% de la población provincial y alberga las áreas industriales y agrícolas de mayor interés.
- 3º.- La mayor parte de la zona estudiada está comprendida entre las cotas 800 y 270 m.s.n.m.
- 4º.- Humana y económicamente es a partir de Logroño donde se inicia el tramo medio del Ebro que forma una amplia llanura aluvial que la actividad humana ha convertido en una rica y férz huerta conocida como La Ribera.
- 5º.- Sólo de la formación Alfaro, (dentro de las distintas formaciones descritas para el terciario) y esporádicamente, se tiene constancia de explotación de aguas subterráneas mediante sondeos, siempre con caudales de extracción muy limitados y con calidad de agua deficiente.
- 6º.- Dentro del Cuaternario el mayor interés hidrogeológico se centra en las terrazas del Ebro conectadas hidráulicamente con el río.
- 7º.- El uso del agua subterránea en toda la zona es reducido al estar muy desarrollado el riego por canales y acequias.

- 8º.- La preservación de la calidad del agua subterránea se considera muy importante ya que el abastecimiento de pueblos tales como Calahorra y Alfaro tienen su origen en ella.
- 9º.- En toda la zona no se dispone de ningún punto de control periódico de niveles piezométricos ni de evolución de la calidad química del agua subterránea.
- 10º.- El número de puntos de inventario es reducido y la calidad de la información sobre litología es escasa.
- 11º.- Los aforos de los ríos, con una única campaña y dado que los mismos están muy afectados por actividades humanas, no ha permitido el precisar el régimen de posibles ganancias o pérdidas.
- 12º.- Los ensayos de bombeo, en pozos y sondeos, han sido analizados por el programa ISOAQX. La mayor dificultad ha radicado en que, con la excepción del ensayo del sondeo de Alfaro efectuado por el ITGE, para los demás ensayos no se ha podido disponer de equipo de extracción propio.
- 13º.- Los ensayos de bombeo, en los pozos o sondeos ubicados en las terrazas, están muy condicionados por los canales y acequias de riego con lo cual en la interpretación de los mismos se han supuesto diversas hipótesis de afección.
- 14º.- La calidad química de las aguas ha quedado definida a la escala del trabajo; con vistas al futuro se considera que determinados aspectos concretos (manganeso, nitratos, sulfatos, metales pesados, propiedades mine-romedicinales, etc), deben ser objetos de atención específica.

15^o- La ejecución de sondeos mecánicos se considera imprescindible para aquilatar el grado de validez de la investigación geofísica.

16^o- Se debe disponer de ensayos de bombeo en sondeos con piezómetros para tratar de cuantificar la importancia de la recarga procedente de los canales y el grado de conexión hidráulica con el río Ebro.

9.- SONDEO DE ABASTECIMIENTO A ALCANADRE (LA RIOJA)

9.- SONDEO DE ABASTECIMIENTO A ALCANADRE (LA RIOJA)

Conocido el problema de la calidad del agua del pozo de abastecimiento a Alcanadre (exceso de contenido en ión manganeso y en ión hierro) se pensó en la posibilidad de obtener agua de mejor calidad de las propias terrazas del río Ebro en zonas relativamente alejadas de las actuales captaciones. Con tal fin se visitó el término municipal a mediados de Diciembre de 1990 y se decidió la zona y el tipo de obra a ejecutar.

La ubicación del punto fue condicionada por la existencia de terrenos del Ayuntamiento en las terrazas del Ebro unos 2.300 m aguas arriba del municipio. Esta terraza se consideró que, de alguna manera, estaba separada de la terraza más inmediata asociada al pueblo y donde se sitúan las actuales captaciones.

Desde un principio se tenía claro que el problema de las terrazas del Ebro, en esta zona, era mucho mas de calidad que de cantidad y se actuó en consecuencia.

Con fecha Diciembre de 1990 se tomó una muestra de agua de un pozo abierto y situado a unos 200 m del lugar elegido para la futura captación y el resultado figura en el análisis efectuado en el Centro de Análisis de Aguas, S.A. y como comentarios al mismo puede señalarse:

- a) Agua fuertemente mineralizada
- b) Valores muy elevados de dureza, conductividad y sólidos disueltos.
- c) Valores fuera de los límites de C.a.E. en sulfatos, sodio, calcio y magnesio.
- d) Valores inapreciables de ión hierro, ión manganeso o nitrato.

Con las premisas del análisis químico se pensó que se debía sondear donde estaba previsto ya que no se detectaba ni hierro ni manganeso y, por otro lado, el acondicionar adecuadamente el sondeo con un bombeo prolongado conseguiría mejorar la calidad del agua en lo relativo a dureza y contenido iónico, sobre todo de sulfatos.

CARACTERISTICAS DEL SONDEO

- > Diámetro de perforación de 0 - 20 m —> 660 m.m.
- > Diámetro de entubación de + 1 - 4 m —> 650 m.m.
de + 1 - 8 m —> 350 m.m.
- > Tipo de filtro - Puentecillo de 1.5 m.m entre los metros 4 y 5.50
- > Relleno y taponado del sondeo entre el metro 8 y el metro 20
- > Grava silícea de 3-5 mm del metro 8 hasta el metro 0
- > Tanto la tubería de 650 m.m como la de 350 m.m se encuentran cementados en los metros superiores
- > Columna litológica:
 - De 0 a 6 m —> Grava, arenas y bolos de cuarcita
 - De 6 a 20 m —> Margas, yesos y arcillas de tonalidad rojiza y muy plástica (Ver croquis del sondeo)

Análisis del agua

Con posterioridad a la ejecución del sondeo se procedió a realizar un ensayo de bombeo informal y con el único objeto de bombear con caudal próximo a 4 l/seg, y efectuado el día 19 de Febrero de 1991; los resultados son los que figuran en el estadillo de Geomecánica y Aguas, S.A. y como destacable tenemos:

- a) Agua muy fuertemente mineralizada
- b) Valores excepcionalmente altos de dureza, conductividad y residuo seco

- c) Valores fuera de los límites del C.a.E. en sulfatos, cloruros, sodio, calcio y magnesio
- d) Valores inapreciables en nitratos
- e) Presencia de ión manganeso con valor de 0,3 mg/l (fuera de los límites del código)

A la vista de los resultados obtenidos el ITGE decidió realizar el ensayo de bombeo de escasa duración en el sondeo de referencia y con tal motivo redactó el "Informe sobre el ensayo de bombeo realizado en el sondeo de Alcanadre (La Rioja)" que adjuntamos, íntegramente.

Como comentario de interés hidrogeológico interesa resaltar que la calidad química del agua parece que mejora con el tiempo de bombeo, en concreto en lo referente a iones hierro y manganeso que son, en principio, los iones que mayores problemas presentaban. Consideramos de interés el prolongar el tiempo de bombeo en el sondeo ya que es posible que tanto el Fe^{++} como el Mn^{++} llegaran a desaparecer, pero sin olvidar que la mineralización del agua sigue siendo excesiva.

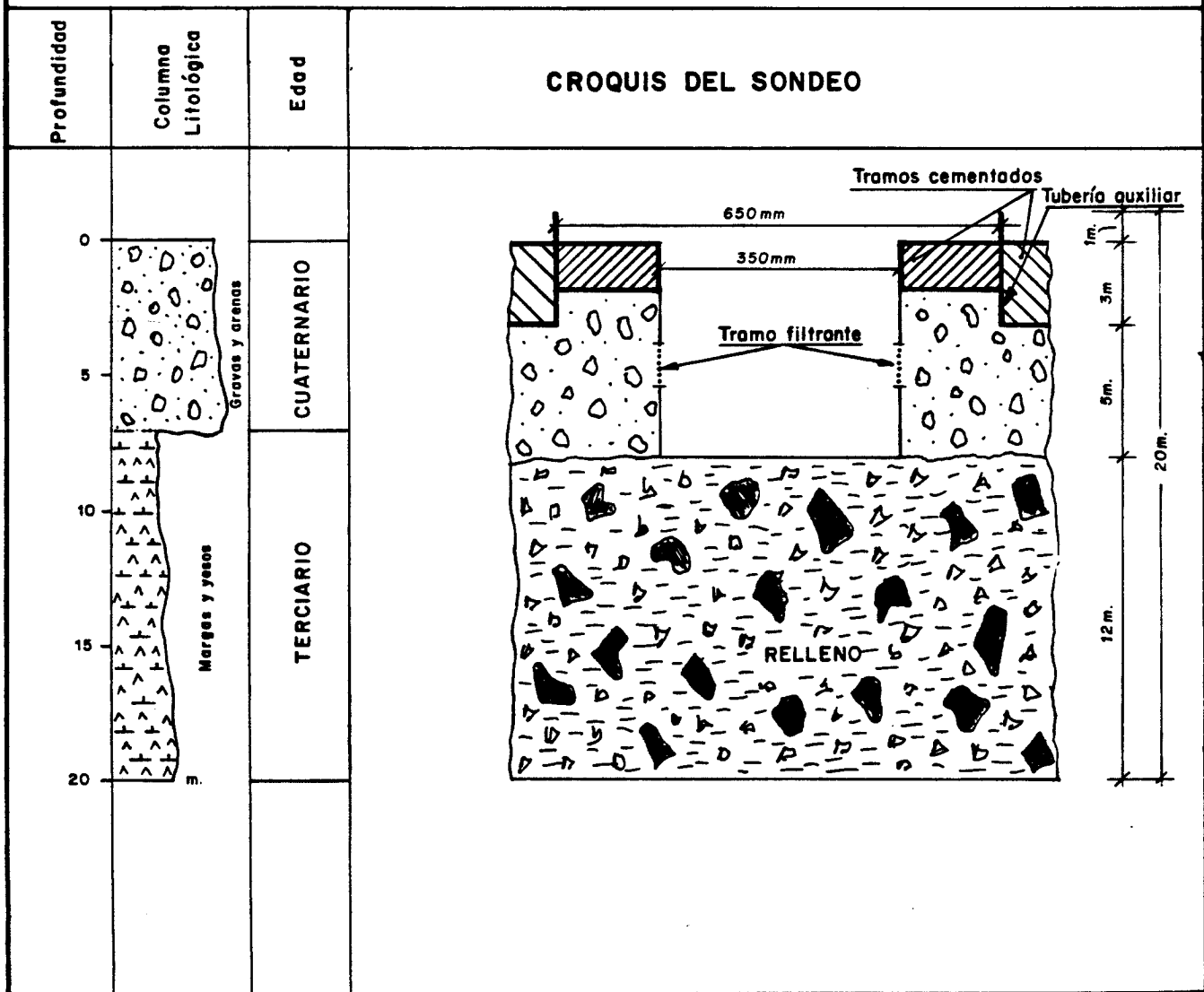
Quizá, en la misma zona, un pozo abierto de 6-7 m sin penetrar para nada en las formaciones terciarias presentara una mejor calidad del agua ya que no se justifica la mineralización tan elevada.



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO CUATERNARIO DEL EBRO Y SUS AFLUENTES					CLAVE
SONDEO ABASTECIMIENTO ALCANADRE (LA RIOJA)					PLANO N.º
DIBUJADO	FECHA Marzo - 1991	COMPROBADO	AUTOR C.G.S.,S.A.	ESCALA V= 1:250 H= 1:10	CONSULTOR C.G.S.,S.A.

COORDENADAS: X = 726700
Y = 868650
Z = 340





Análisis de una muestra de agua remitida por:

Denominación de la muestra:

COMPANIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.

CORAZON DE MARIA, 15
 28002 MADRID

ALCANADRE - RÍOJA. 04-12-90.

Nº referencia plano.

RESULTADOS ANALITICOS DE MACROCONSTITUYENTES

		mg/litro	meq/litro	% meq/litro
Cloruros expresados en ion	Cl ⁻	145.3	4.10	13.39
Sulfatos	SO ₄ ⁻	1,085.5	22.60	73.81
Bicarbonatos	CO ₃ H ⁻	239.2	3.92	12.80
Carbonatos	CO ₃ ⁻	0.0	0.00	0.00
Nitratos	NO ₃ ⁻	0.0	0.00	0.00
Sodio	Na ⁺	120.2	5.23	17.19
Magnesio	Mg ⁺⁺	172.2	14.16	46.55
Calcio	Ca ⁺⁺	217.6	10.86	33.70
Potasio	K ⁺	6.5	0.17	0.55

ANALISIS FISICO-QUIMICO, DETERMINACIONES ESPECIALES, OTROS DATOS Y OBSERVACIONES.

Conductividad a 20°C	1,985 µS/cm.	NO ₂ ⁻	0.00 mg/litro.
Punto de Congelación (t).....	-0.05 °C	NH ₄ ⁺	0.00 mg/litro.
Sólidos disueltos	1,986.59 mg/litro.	Li ⁺	0.00 mg/litro.
pH	7.04	B...	0.13 mg/litro.
CO ₂ libre (t).....	34.65 mg/litro.	P ₂ O ₅	0.32 mg/litro.
Grados franceses dureza	126.15	SiO ₂	1.09 mg/litro.
rCl + rSO ₄ /rCO ₃ H + rCO ₃	6.81	Fe...	0.00 mg/litro.
rNa + rK/rCa + rMg	0.22	Mn...	0.00 mg/litro.
rNa/rK	31.37		
rNa/rCa	0.48		
rCa/rMg	0.77		
rCl/rCO ₃ H	1.05		
rSO ₄ /rCl ⁻	5.51		
rMg/rCa	1.30		
i.c.b.	-0.32		
i.d.d.	-0.05		

La Empresa CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. está autorizada por el MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TURISMO (O. N. 16 7-87), y habilitada para colaborar con los Organismos de Control (Comisaría de Aguas) en el ejercicio de las funciones de control de vertidos de aguas residuales.

Nº Registro: 2289171290

Murcia, 17 de Diciembre de 1.990

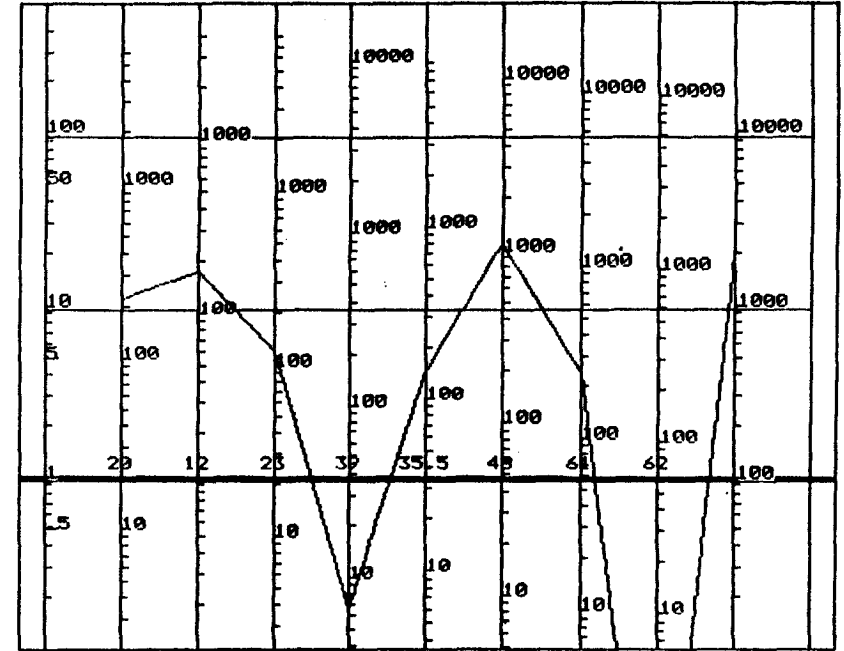
M. Dolores Saura Pintado
 Lada en Ciencias Químicas

(e) : Parámetro calculado.
 Nota: Para obtener copia citar número registro.

GRAFICOS GEOQUIMICOS.

Nº REGISTRO: 2289171290

DIAGRAMA LOGARITMICO DE SCHOELLER-BERKALOFF. (Modificado)
 Ca⁺⁺ Mg⁺⁺ Na⁺ K⁺ Cl⁻ SO₄⁻ CO₃H⁻ NO₃⁻ S.D.



S.D. = Sólidos disueltos.
 NOTA.- Los parámetros están expresados en mg/l.

DIAGRAMA DE PIPER.

- A = Sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas.
- B = Cloruradas y/o sulfatadas sódicas.
- C = Bicarbonatadas sódicas.
- D = Bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas.
- 1 = Tipo magnésico.
- 2 = " sódico.
- 3 = " cálcico.
- 1' = " sulfatado.
- 2' = " clorurado.
- 3' = " bicarbonatado.

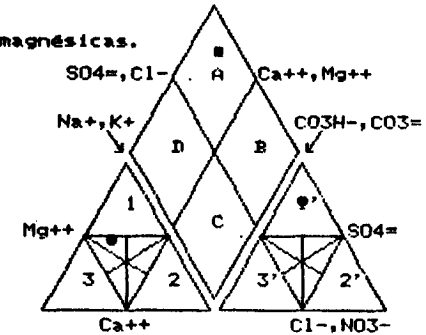
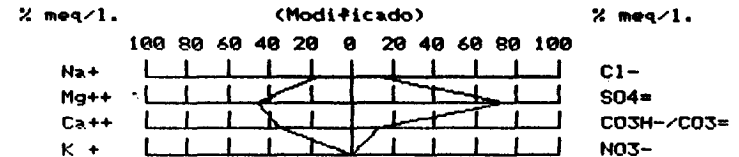


DIAGRAMA DE STIFF
 (Modificado)



AGUA SULFATADA-MAGNESICA

GEOMECANICA Y AGUAS, S.A.

ANALISIS N° :

FECHA DE MUESTREO : 19-02-91

PETICIONARIO : C.G.S.

FECHA DE ANALISIS : 20-02-91

DENOMINACION : ALCANADRE

HOJA DE ANALISIS

RESULTADOS ANALITICOS :

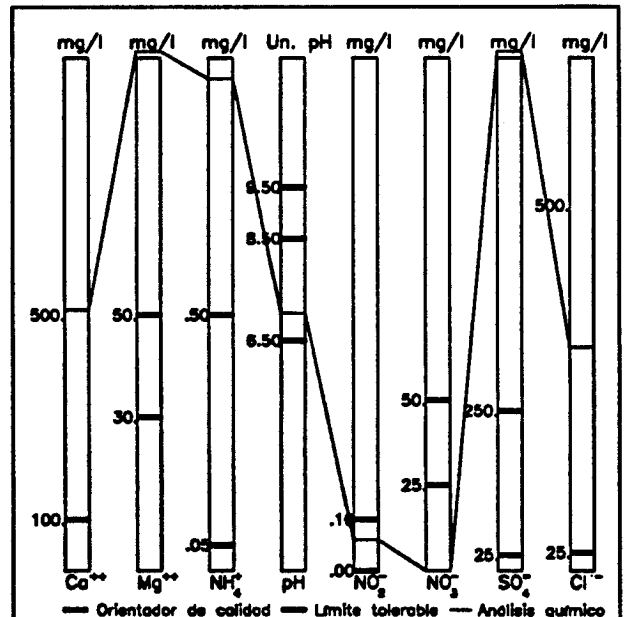
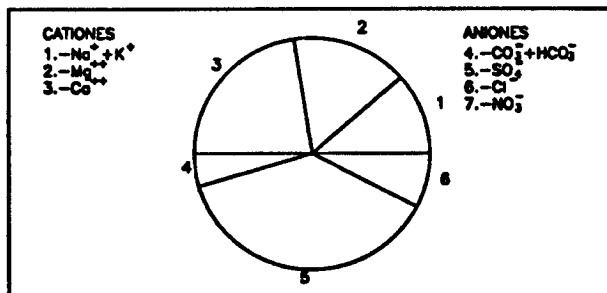
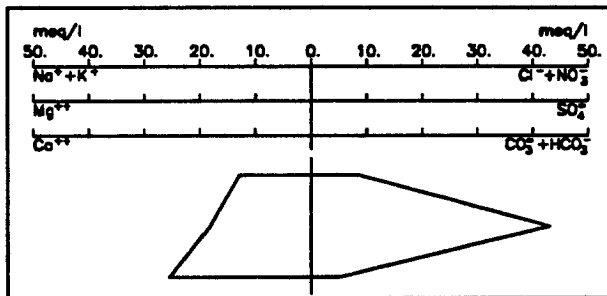
CATIONES				ANIONES			
		mg/l	meq/l		mg/l	meq/l	
Litio	Li ⁺	.00	.00	Sulfatos	SO ₄ ⁻²	2074.00	43.14
Sodio	Na ⁺	290.00	12.61	Cloruros	Cl ⁻	306.00	8.63
Potasio	K ⁺	9.20	.24	Carbonatos	CO ₃ ⁻²	.00	.00
Calcio	Ca ⁺⁺	510.00	25.50	Bicarbonatos	HCO ₃ ⁻	316.00	5.18
Magnesio	Mg ⁺⁺	220.00	18.17	Nitratos	NO ₃ ⁻	.00	.00
Amonio	NH ₄ ⁺	.96	.05	Nitritos	NO ₂ ⁻	.06	.00

ANALISIS FISICOS :

Conductividad a 25 °C (µS/cm)	4050.
Dureza calculada (ppm CaCO ₃)	2183.60
pH	7.03
Residuo seco calc. (ppm)	2131.58
Error analítico (%)	.66

RELACIONES IONICAS

Cl/Na	.68	Mg/Ca	.71
Cl/(Na+K)	.67	Na/Ca	.49
Cl/SO ₄	.20	Na/K	53.56
(CO ₃ +HCO ₃)/Ca	.20	SO ₄ /Ca	1.69
(CO ₃ +HCO ₃)/(Ca+Mg)	.12	SO ₄ /(Ca+Mg)	.99



Según Reglamentación Técnico-Sanitaria de 20/08/90

OTRAS DETERMINACIONES :

Mn = 0.3 mg/l



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**INFORME SOBRE EL ENSAYO DE BOMBEO
REALIZADO EN EL SONDEO DE ALCANA-
DRE (LA RIOJA).**



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

1.- ANTECEDENTES.

El sondeo "Alcanadre" se ha realizado dentro del "Estudio hidrogeológico del Cuaternario del Ebro y sus afluentes (C.A. La Rioja)" a su vez incluido el el "Proyecto de actualización de infraestructura hidrogeológica, vigilancia y catálogo de acuíferos. Años 1.988-1.989 y 1.990".

En el estudio estaba prevista la realización de un sondeo de investigación y metodológico. La dirección del Proyecto estimó conveniente el emplazamiento del sondeo en termino municipal de Alcanadre, para investigar el contenido de manganeso en la pequeña terraza aluvial situada al oeste del mencionado termino municipal.

Finalizadas las obras de perforación se desplazó un equipo móvil del Instituto Tecnológico Geominero de España para llevar a cabo un ensayo de bombeo a fin de extraer las oportunas muestras de agua para su análisis químico a la vez que estudiaba el comportamiento de ola captación de cara a cuantificar el posible caudal de explotación de la misma.

El presente informe describe las pruebas realizadas y sintetiza las conclusiones derivadas del análisis de las mismas.

2.- EQUIPO DE BOMBEO.

El material móvil utilizado para la realización del presente bombeo pertenece al Parque de Maquinaria del ITGE, y estando compuesto por los elementos que a continuación se detallan:

- Grupo electrógeno de 300 K.V.A.
- Grupo moto-bomba de 15 CV. de potencia.
- Tubería de impulsión de 4" de diámetro.
- Tubería porta-sondas de 1/2" de diámetro.
- Bidón calibrado para aforo del caudal.
- Sonda eléctrica para registro del nivel de agua.
- Material auxiliar.

El grupo moto-bomba se ha instalado a 6,50 m. de profundidad.

3.- PRUEBAS DE BOMBEO.

Se realiza el ensayo durante los días 14 y 15 de Marzo de 1.991, partiendo con el nivel estático a 2,14 m. de profundidad.

El bombeo se inicia con un caudal de 5 l/s.

En el minuto 7 el nivel dinámico llega a la rejilla de aspiración de la bomba, quedándose reducido el caudal a partir de este momento a 4 l/s, cifra que se mantuvo prácticamente constante hasta el final del bombeo.

La duración de la prueba fué de 1.400 minutos.

Finalizado el bombeo se han tomado medidas de la recuperación durante 150 minutos, ascendiendo el nivel en este tiempo al metro 2,14, lo cual supone la recuperación total del nivel estático inicial.

En la prueba en recuperación se oyen aguas colgadas hasta que el nivel dinámico se sitúa sobre el metro 2,50 aproximadamente.

En el transcurso del bombeo se han recogido siete muestras de agua para el seguimiento de la calidad química. En el informe se adjuntan solamente los análisis correspondientes a las muestras nº 1 y 7, dado que apenas existen diferencias entre los resultados obtenidos.

4.- PARAMETROS HIDROGEOLOGICOS. CALCULO DE LA TRANSMISIVIDAD.

Teniendo en cuenta que el bombeo se ha desarrollado en rejilla con un caudal prácticamente constante, se puede tantear el valor de la transmisividad por el método de Thiem.

Empleando la expresión

$$T \text{ (m}^2\text{/día)} = \frac{Q \text{ (l/s)}}{d \text{ (m)}} \times 100$$

donde

$$Q \text{ (caudal de bombeo)} = 4 \text{ l/s}$$
$$d \text{ (depresión originada)} = 4,36 \text{ m.}$$

se tiene:

$$T = \frac{400}{4,36} = 91 \text{ m}^2\text{/día}$$

La Transmisividad calculada debe considerarse como valor orientativo, ya que los ensayos en régimen permanente nos son, en principio, los mas adecuados para el estudio del pozo ni del acuífero.

Se acompañan los partes del bombeo y de la recuperación registrados durante el presente ensayo.

5.- CONCLUSIONES.

Del análisis del ensayo realizado se deducen las siguientes conclusiones:

- 1) El sondeo, en el bombeo efectuado, no ha presentado problemas de arrastres ni turbidez en el agua.
- 2) El caudal que se ha aforado durante la ejecución del ensayo ha sido de 4 l/s en rejilla, estando ésta instalada a 6,50 m. de profundidad.
- 3) La transmisividad obtenida para el acuífero captado ha sido de 91 m²/día, valor que puede calificarse como "medio".

Teóricamente un acuífero de estas características podría aportar caudales de 1 l/s por metro deprimido.

- 4) El objetivo principal del ensayo era investigar de forma general la calidad química del agua, y en particular su contenido en Manganeso y en Hierro.

Los resultados de las muestras analizadas, que se adjuntan al final del informe, para el manganeso y el hierro no presentan contenidos superiores a los límites establecidos por la vigente Reglamentación

Técnico-Sanitaria para el Abastecimiento y Control de Calidad de las Aguas Potables de Consumo Público, sin embargo, se observan valores no tolerables en cuanto al contenido de Sulfatos, Calcio y Magnesio, con cifras muy superiores a las máximas que marca la mencionada Reglamentación.

Madrid, Marzo 1.991
INSTITUTO TECNOLOGICO
GEOMINERO DE ESPAÑA,



ANALISIS DE DOS MUESTRAS DE AGUA PRESENTADAS POR AFOROS,
PERTENECIENTES AL SONDEO DE ALCANADRE (LOGROÑO)

	Muestra nº 1 14-3-91		Muestra nº 7 15-3-91	
Sodio, Na	284	mg/l	306	mg/l
Potasio, K	8	"	8	"
Amonio, NH ₄	0'02	"	0'02	"
Magnesio, Mg	204	"	230	"
Calcio, Ca	475	"	458	"
Cloruros, Cl	285	"	315	"
Sulfatos, SO ₄	1920	"	1925	"
Bicarbonatos, CO ₃ H.	277	"	350	"
Carbonatos, CO ₃ ...	0	"	0	"
Nitratos, NO ₃	12	"	15	"
Nitritos, NO ₂	0'04	"	0'09	"
Fosfatos, PO ₄	0'01	"	0'01	"
Sílice, SiO ₂	11'3	"	10'7	"
Hierro, Fe	0'022	"	0'021	"
Manganeso, Mn	0'018	"	0'008	"
Sólidos disueltos..	3480'4	"	3617'2	"
pH.....	7'6		7'4	
conductividad a 25 C	3860	micromohs/cm	3930	µmohs/cm

Madrid 6 de Mayo de 1.991

El jefe del Laboratorio

