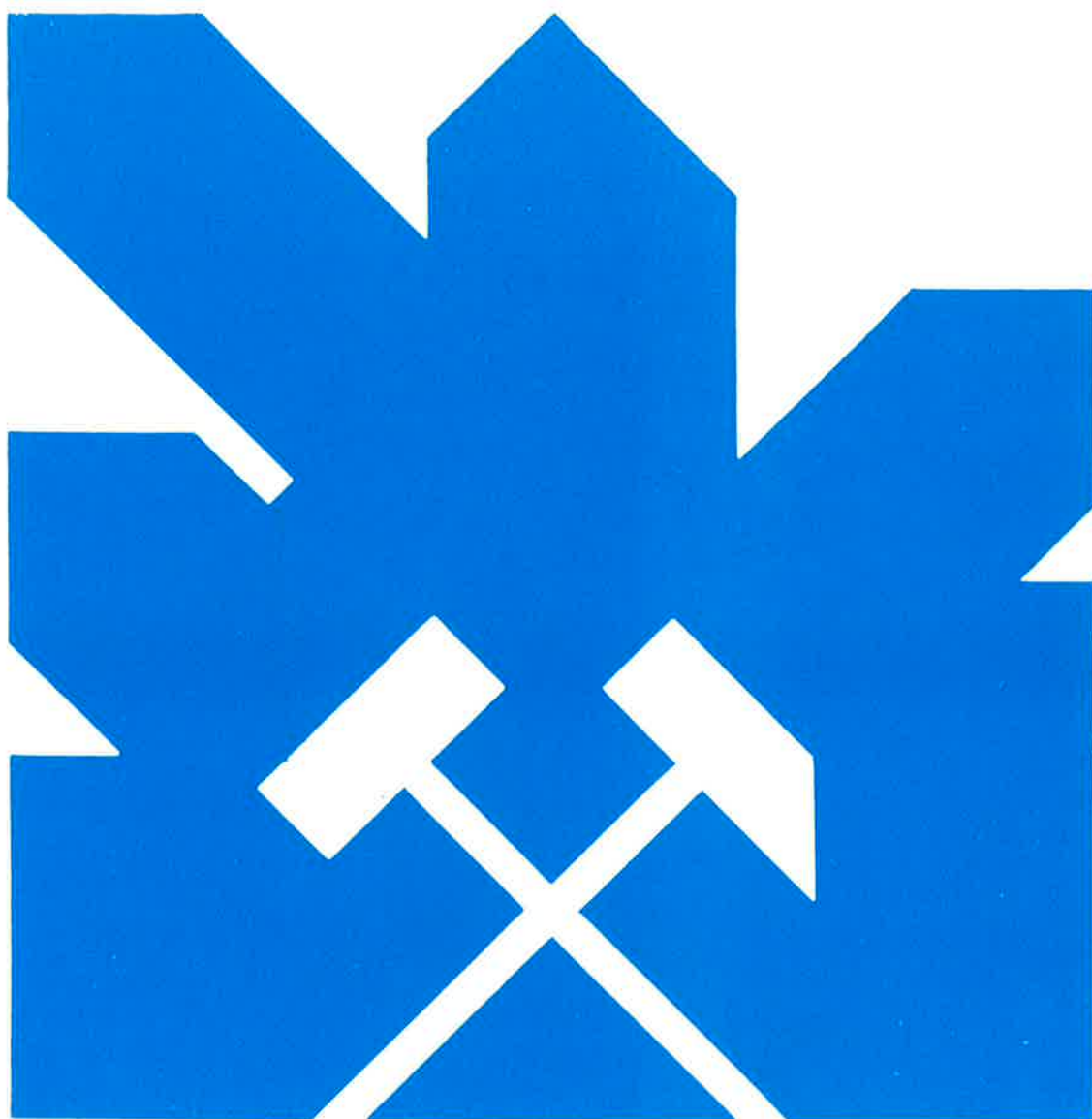


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

ACTUALIZACION DEL ESTUDIO HIDROGEOLOGICO
PARA ABASTECIMIENTO A LOS NUCLEOS URBA--
NOS DE TRAIQUERA-LA JANA. (CASTELLON).

Valencia, Noviembre de 1986



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INDICE

<u>MEMORIA</u>	<u>PAG.</u>
1. INTRODUCCION	1
2. ENCUADRE HIDROGEOLOGICO	2
2.1. Acuífero calizo Gargasiense	2
2.1.1. Litología	3
2.1.2. Características hidráulicas	4
2.1.3. Funcionamiento hidráulico	5
2.1.4. Usos del agua	6
2.2. Acuífero detrítico del Albiense Medio	7
2.2.1. Litología	7
2.2.2. Características hidráulicas	7
2.2.3. Funcionamiento hidráulico	8
2.2.4. Usos del agua	8
2.3. Acuífero Pliocuaternario de la depresión de La Cenia-San Rafael del Río	9
2.3.1. Litología	10
2.3.2. Características hidráulicas	11
2.3.3. Funcionamiento hidráulico	11
3. POSIBILIDADES DE CAPTACION	13
4. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SONDEOS N°1 y 2	15
4.1. Sondeo n° 1	15
4.1.1. Litología	15
4.1.2. Hidrogeología	15
4.1.3. Piezometría	15

4.1.4. Características hidráulicas	17
4.1.5. Conclusiones	17
4.2. Sondeo nº 2	18
4.2.1. Litología	18
4.2.2. Hidrogeología	20
4.2.3. Características hidráulicas	21
4.2.4. Conclusiones	21
5. SOLUCIONES PROPUESTAS	23
5.1. Aprovechamiento de las captaciones existentes	23
5.2. Captación del acuífero Gargasiense inferior	23

1. INTRODUCCION

El Instituto Geológico y Minero de España llevó a cabo en el año 1982 el estudio hidrogeológico de un amplio sector en los términos de Traiguera y La Jana con objeto de ubicar un sondeo de captación que paliase conjuntamente los graves problemas de abastecimiento que tenían planteadas estas poblaciones.

El sondeo recomendado se perforó durante los meses de Septiembre a Diciembre de 1983 con resultado positivo ya que fue aforado en 15 l/seg. con una depresión de 11 m., cifra que duplicaba la demanda teórica de ambas poblaciones. No obstante, una vez comenzada la explotación, se apreció una notable disminución del caudal, de tal modo que con una extracción de 3,5 l/seg. el nivel dinámico bajaba hasta alcanzar la rejilla de aspiración en 15 minutos, necesitándose 45 minutos de recuperación para volver a reiniciar el bombeo.

Previo análisis de las circunstancias que motivaron este comportamiento se aconsejó reprofundizar el sondeo hasta 400 m, recomendación que no pudo llevarse a cabo por lo que se procedió a perforar en sus inmediaciones un nuevo sondeo de 350 m. de profundidad, obra que finalizó en junio de 1986 con unos resultados que defraudaron las expectativas en él depositadas ya que el aforo definitivo, realizado después de su desarrollo mediante acidificación, arrojó un caudal próximo a 3 l/seg, insuficiente para el abastecimiento conjunto de ambas poblaciones.

En el presente informe se pretende hacer una recapitulación de los trabajos hasta ahora realizados, analizar las causas que motivan la baja productividad de los dos sondeos perforados y proponer soluciones alternativas en base a los datos suministrados por dichos sondeos y los trabajos de campo realizados al efecto.

2. ENCUADRE HIDROGEOLOGICO

El área de estudio se localiza en la zona central del subsistema acuífero del Maestrazgo, al sur de la Sierra de Sola y Norte de la Sierra Perdiguera. Se trata de un subsistema de gran extensión (6.000 km²), constituida por materiales de edades comprendidas entre Triásico y Cuaternario, en la que las formaciones con mayor interés acuífero reside en las calizas y dolomías del Jurásico Inferior-Medio; tránsito Jurásico-Cretácico y Aptiense Superior (Gargasiense); además pueden constituir pequeños acuíferos locales las formaciones margo-calcáreas del Hauteriviense-Barremiense, Bedouliense, así como las arenas del Albiense y materiales pliocuaternarios de las depresiones interiores, que en general dan lugar a acuíferos de características muy pobres, desconectadas del contexto regional sobre el que se asientan, y cuyo máximo interés reside en su superficialidad, lo que permite sean aprovechadas para satisfacer pequeñas demandas puntuales.

Dentro de los términos de Traiguera y La Jana se ha identificado los acuíferos siguientes:

- Acuífero calizo Gargasiense
- Acuífero Detrítico Albiense Medio
- Acuífero Pliocuaternario de La Cenia-S. Rafael del Río.

2.1. Acuífero calizo Gargasiense

Constituye el único de los tres anteriormente citados integrado en el contexto hidrogeológico regional del subsistema acuífero del Maestrazgo.

Tradicionalmente se asigna esta nomenclatura a la

formación comprendida entre las margas bedouliense y las arcillas y arenas del Albiense medio, por lo que en rigor su edad es Gargasiense-Albiense inferior.

2.1.1. Litología

La serie estratigráfica más completa aflora al sur de Traiguera, en los relieves existentes entre esta población y Cervera del Maestre, y se caracteriza por su elevado espesor, superior a 600 m, cifra que contrasta con las manejadas anteriormente a este informe por diversas fuentes, que aludían a un espesor próximo a 300 m.

En sentido descendente, de techo a muro, esta formación se compone de un tramo superior, de 140 m. de espesor, compuesto por una alternancia de calizas intrabioesparíticas y margas en las que las primeras son mayoritarios. Su edad es albiense inferior.

Debajo aparecen 110 m. de calizas gravelosas y oolíticas con algunos niveles de Toucasias y leves intercalaciones margosas, del Gargasiense superior, que a su vez yacen sin solución de continuidad sobre un tramo de características similares en el que se aprecia un incremento de la frecuencia de los niveles margosos así como del componente terrígeno. Su espesor es de 90 m.

El gargasiense inferior presenta un carácter nétamente más calizo, en el que se puede distinguir dos tramos; uno superior constituido por 150 m. de calizas pararrecifales compactas, muy recristalizadas y con abundantes Toucasias y un tramo inferior de 180 m. de potencia constituido por biomicritas de color beige claro; El tramo superior es fácilmente reconocible por su aspecto masivo y la abundancia de Toucasias; Aflora en la cima Perdiguera, entre La Jana y Cervera del Maestre, y está afectado por un intenso

"lapiaz" superficial.

2.1.2. Características hidráulicas

La permeabilidad de los diferentes tramo litológicos que integran esta formación varía notablemente de unos a otros. Las mejores expectativas residen en las calizas pararecifales del Gargasiense inferior, afectados por una intensa carstificación que los dota de una elevada anisotropía desde el punto de vista de este parámetro hidráulico. Ello hace que los sondeos perforados en estos materiales presentes características muy desiguales, siendo numerosos los que han dado resultado nulo o inferior a 5 l/seg, que contrasta con aquellos otros -menos numerosos- aforados con caudales comprendidos entre 40 y 100 l/seg. La productividad de las captaciones en estos materiales presentan una distribución Logarítmica-normal, en la que el caudal más probable es muy inferior al caudal medio del conjunto de las captaciones, o lo que es lo mismo, la probabilidad de alcanzar el caudal medio es inferior al 50%. Todo ello hace que el éxito de toda captación presente un componente fuertemente aleatorio.

Otro tramo susceptible de elevada permeabilidad es el conjunto calcáreo del Gargasiense superior, si bien en este caso no se llega a alcanzar los valores tan altos que localmente se alcanza en el tramo descrito anteriormente.

En el extremo expuesto cabe citar las alternancias de calizas y margas del Albiense inferior, que en los dos sondeos realizados se han revelado como absolutamente impermeables, así como el tramo margo-calizo de 90 m. de espesor que se interpone entre las formaciones del Gargasiense superior e inferior. Al conjunto de la formación Gargasiense se le asignó una transmisividad media de $2.000 \text{ m}^2/\text{día}$.

El resto de las formaciones acuíferas que integran el

subsistema acuífero del Maestrazgo, las calizas y dolomías de tránsito jurásico-Cretácico y del Lías-Dogger, carecen de interés en la zona de estudio debido a la profundidad a la que yacen, que en el caso de la más somera se estima próxima a los 1.500 m, si bien adquiere relevancia en zonas relativamente próximas como son las zonas situadas inmediatamente al norte de Canet Lo Roig y Sureste de San Mateo.

2.1.3. Funcionamiento hidráulico

El funcionamiento hidráulico de la formación acuífera Gargasiense participa de las mismas peculiaridades que el funcionamiento del Subsistema acuífero del Maestrazgo en el que se integra y que se caracteriza por la existencia de dos zonas bien diferenciadas una Septentrional, situada al norte de los Montes de Vallivona-Río Servol, y una meridional situada al sur de dicho límite, en la cual se encuentra el área estudiada, y que tiene un comportamiento anómalo, en el sentido de que se detecta un gradiente anormalmente bajo hacia el litoral, que hace que el nivel piezométrico en zonas interiores relativamente lejanas de la costa (~ 20 km) se sitúe a tan solo 25 m.s.n.m. por lo que se requiere profundidades considerables, con frecuencia superiores a 400 m, para proceder a la captación. Por otra parte, el bajo gradiente hidráulico propicia que el nivel piezométrico no intercepte con la topografía, ni siquiera en las depresiones interiores del Maestrazgo, por lo que no existe manantiales representativos en el interior de este sector del subsistema, en contraposición con lo que suele ser una norma generalizada en los acuíferos interinos del litoral levantino.

Este hecho parece ser achacable a la existencia de uno o más niveles de drenaje de elevada transmisividad desarrollado a favor de las formaciones acuíferas que integran el subsistema que canaliza hacia el litoral, ya sea las planas

de Vinaroz-Peñíscola y Oropesa-Torreblanca o el mar, la mayor parte de los recursos hidráulicos de este sector, estimados en 300 hm³/año. Se desconoce que fracción de esta cifra corresponde al sector comprendido entre el río Servol y la Sierra de Valdancha, en el cual nos encontramos, si bien se estima algo inferior a 50 hm³/año, valor en el que se cifra la alimentación subterránea a la plana de Vinaroz-Peñíscola, a la cual este sector contribuye de manera importante.

2.1.4. Usos del agua

El elevado riesgo geológico de cualquier intento de captación en este subsistema y fundamentalmente, el elevado coste de la misma dada las grandes profundidades que se requieren hacen que el aprovechamiento de sus recursos haya sido hasta hace poco tiempo muy escaso.

A nivel de subsistema, en el sector al sur del río Servol, las únicas extracciones conocidas consistían hasta hace poco en sondeos relativamente recientes destinados al abastecimiento urbano de poblaciones situadas en los Valles interiores del Bajo Maestrazgo, que en la mayoría de los casos captan las formaciones acuíferas del Lias-Dogger y tránsito Jurásico-Cretácico mediante perforaciones de más de 400 m. de profundidad. El volumen anual bombeado es irrelevante en relación con los recursos disponibles, ya que no supera la cifra de 1,5 hm³.

En el sector concreto que nos ocupa, las captaciones conocidas son los dos sondeos objeto de este informe, situándose la captación significativa más próxima a 7 km. en dirección ENE (Masía de La Bota), en la intersección del río Servol con el límite municipal de San Jorge. Más al Este las captaciones se hacen mucho más numerosas.

También existen importantes captaciones ligadas a

este subsistema al norte del río Servol, término de San Rafael del Río y extremo Septentrional del de Traiguera, en donde se detecta un espectacular incremento del número de perforaciones a pesar de la elevada profundidad requerida para la captación, que con frecuencia se aproxima a los 500 m. La distancia que los separa de los sondeos nº 1 y 2 de Traiguera es superior a 10 km, y en todos los casos se capta el acuífero Gargasiense.

2.2. Acuífero detrítico del Albiense Medio

Se trata de un acuífero colgado, de pobres características, ampliamente representado en el sector de Traiguera.

2.2.1. Litología

La formación acuífera está constituida por niveles arenosos y, ocasionalmente, barras calizas de poco espesor intercalados en una formación de arcillas, arenas y areniscas cooliníferas que afloran inmediatamente al sur del paralelo de Traiguera con un espesor próximo a 90 m. Se trata de la formación conocida como "Arenas del Maestrazgo", equivalente lateral de ámbito marino de las facies Utrillas.

2.2.2. Características hidráulicas

Las características hidráulicas de esta formación son muy pobres a juzgar por la productividad de las captaciones conocidas, que en el mejor de los casos no supera el caudal de 2,2 l/seg. con un descenso de 65 m, que representa una transmisividad del orden de 6 m²/día. El bajo valor de este parámetro es atribuible a la naturaleza coolinítica de las arenas, por lo que cabe la posibilidad que en aquellos sectores en los que por cambio lateral las arenas no vayan acompañadas de estas arcillas o que los niveles productivos sean barras calizas, los rendimientos de las captaciones

mejoren apreciablemente. Tal es el caso de la perforación realizada 500 m. al Este de Traiguera.

No obstante no es este el principal problema de este acuífero, sino la escasez de recursos, como se verá más adelante.

2.2.3. Funcionamiento hidráulico

La alimentación del acuífero proviene fundamentalmente de la infiltración del agua de lluvia sobre los afloramientos albienses e incluso sobre las calizas suprayacentes que afloran entre Traiguera y la Sierra de Sola.

En el supuesto de una lluvia útil de 50 mm, similar al valor adoptado en otras áreas de topografía y climatología similar, los recursos del acuífero son del $0,3 \text{ hm}^3/\text{año}$, que lógicamente debe de ser drenados en dirección SW, debido al fuerte control topográfico que normalmente rige la circulación en acuíferos poco transmisivos y superficiales como el que nos ocupa.

Las descargas naturales conocidas corresponden a los pequeños manantiales ubicados en el Bco. de la Fuente, inmediatamente al norte de Traiguera, que drenan del orden de $0,07 \text{ hm}^3/\text{año}$. Posiblemente, también corresponden a descargas de este acuífero a parte de las aguas que eventualmente discurren por el Bco. de Barranquet.

El nivel piezométrico es muy superficial y normalmente no supera los 10 m. de profundidad.

2.2.4. Usos del agua

El aprovechamiento de los recursos de este acuífero se efectúa a través de numerosas captaciones -todas ellas de

muy escasa productividad- que en la mayoría de los casos corresponden a antiguas norias para uso agrícola, próximas al Bco. de Barranquet y Bco. de la Fuente.

A lo largo de este último barranco hay también una serie de captaciones consistentes en pozos abiertos y sondeos a percusión con una profundidad no superior a 90 m. En la actualidad solo está en uso una perforación que en el mejor de los casos suministra 190 m³/día, destinados al abastecimiento de Traiguera, así como un antiguo pozo abierto de gran diámetro y 20 m. de profundidad que en épocas húmedas suministra hasta 150 m³/día, parte de los cuales provienen de la recogida de las aguas subálveas del barranco que le llegan mediante una antigua conducción construída al efecto.

A destacar los frecuentes problemas de arrastres en los sondeos a percusión y la captación de aguas no potables desde el punto de vista bacteriológico en los pozos abiertos, posiblemente debido a fugas de la red de alcantarillado de Traiguera y/o a la presencia de granjas porcinas en las inmediaciones del Bco. de las Fuentes.

La mayor parte de las captaciones ligadas a este acuífero se encuentran actualmente sin uso debido a su vulnerabilidad a las sequías. No obstante, en el último año se han realizado algunas perforaciones a percusión con unas profundidades próximas a 100 m. que en un caso concreto ha resultado de gran productividad, ya que según la información verbal recogida fue aforado en 1.000 l/min. Independientemente de la veracidad de este dato, la entidad del acuífero permite vaticinarle un rápido agotamiento en caso de que no se adopte una rígida disciplina de explotación.

2.3. Acuífero Pliocuaternario de la depresión de La Cenia-San Rafael del Río.

Bajo esta denominación se alude al acuífero ubicado en los materiales que colmatan la depresión de La Cenia-San Rafael del Río. En ella también está representada los materiales terciarios, si bien su interés hidrogeológico es mucho menor que la de los materiales pliocuaternarios suprayacentes.

El acuífero está ampliamente representado en el término de Traiguera, en cuyo límite meridional se asienta esta población.

2.3.1. Litología

La litología de los materiales que colmatan esta cuenca es conocida gracias a la existencia de campañas de prospección geofísica realizada con anterioridad. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la existencia de un sustrato resistivo, que generalmente se corresponde con calizas cretácicas situadas a profundidades de hasta 400 m, sobre las que se desarrolla una capa conductora de espesor comprendido entre 60 y 300 m. y resistividades variables entre 10 y 100 ohm.m. cuya litología es asimilable a arcillas con eventuales intercalaciones conglomeráticas, posiblemente de edad miocena.

Finalmente, sobre este nivel se sitúa un conjunto de niveles resistivos, asimilables a conglomerados con intercalación de arcillas y arenas, de edad pliocuaternaria, en los cuales reside el mayor interés hidrogeológico de la serie. Dentro del área estudiada estos niveles conglomeráticos presentan un desarrollo muy escaso en los sectores próximos a Traiguera, incrementando su importancia en las inmediaciones del río Servol, en donde el talud excavado por el río pone al descubierto unos niveles conglomeráticos cementados de características espectaculares; su espesor en ese sector es próximo a 50 m.

2.3.2. Características hidráulicas

La permeabilidad de esta formación acuífera varía notablemente en función de la granulometría siendo máxima en las inmediaciones del río Servol, en donde el pozo 3121-7004, con tan solo 4 m. de penetración en el acuífero extrae un caudal punta de 35 l/seg. con un descenso inapreciable. Al norte del río la permeabilidad disminuye apreciablemente, no obstante lo cual los pozos perforados en esa zona son susceptibles de rendimientos moderados, como es el caso del Bco. de Barbiguera, aforado con un caudal de 10 l/seg.

Al sur del río Servol, en el sector más próximo a Traiguera, la transmisividad disminuye drásticamente. La productividad de los numerosos sondeos y pozos existentes no supera, salvo en un caso conocido, el caudal de 1 l/seg.

2.3.3. Funcionamiento hidráulico

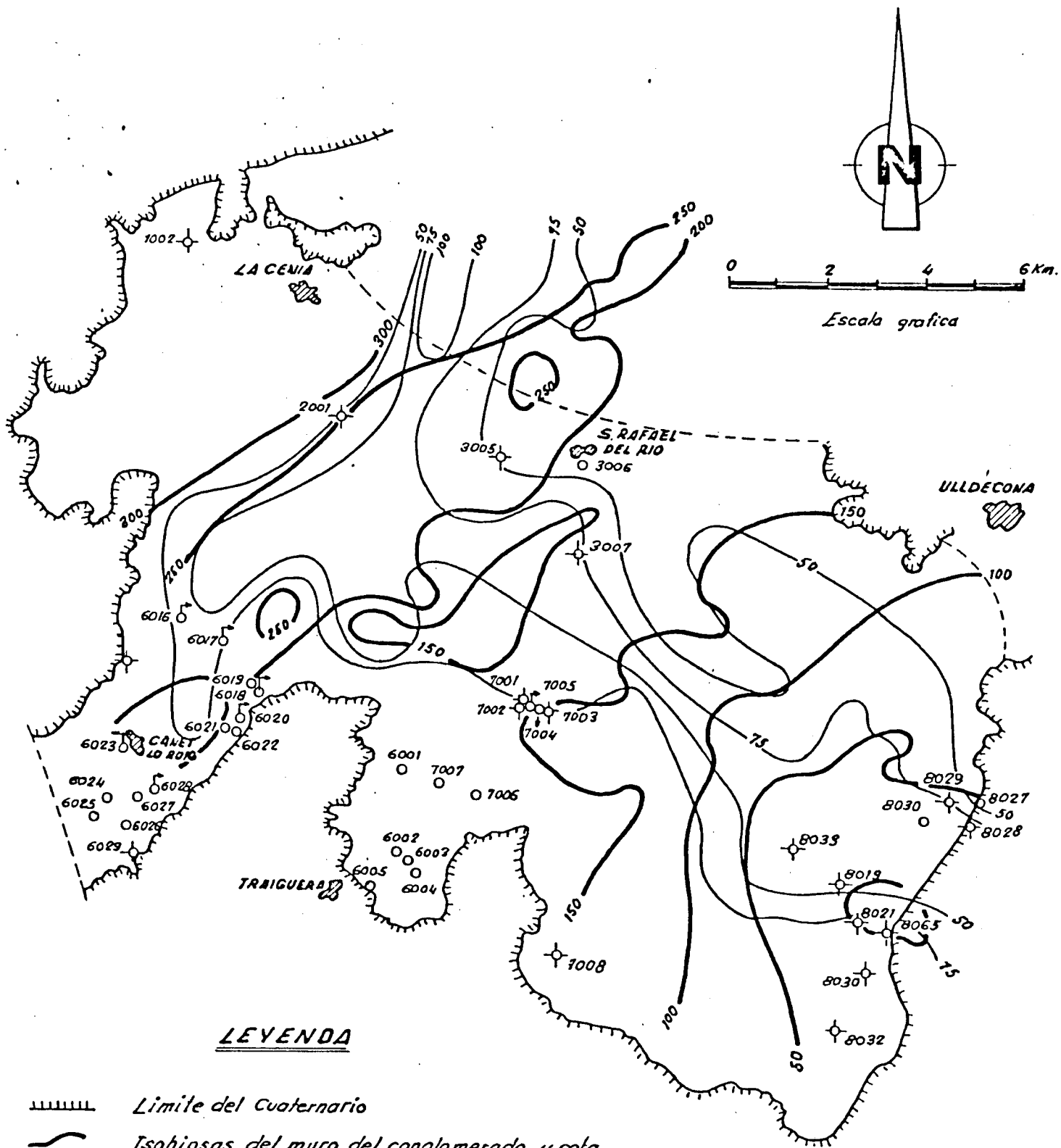
Los recursos de este acuífero, concretamente del sector que se extiende al sur del río Cenia, se estima ascienden a 11 hm³/año y proviene la infiltración del agua de lluvia y ocasionalmente de la infiltración a partir de las avenidas de los ríos Servol y Cenia. Las salidas naturales se producen por transferencia subterránea a la plana de Vinaroz-Peñíscola y salidas por emergencias, la mayoría de ellas situadas sobre los ríos Cenia y Servol y barrancos subsidiarios. Se trata en general de manantiales de 2-3 l/seg. que drena las capas más superficiales, si bien también se contabilizan emergencias de apreciable entidad, como el manantial La Reisera (3121-7005) que drenan anualmente del orden de 0,75 hm³. En la actualidad todas las surgencias drenan caudales muy inferiores a los habituales debido al descenso del nivel piezométrico como consecuencia de la sequía.

La superficie piezométrica sigue a grandes rasgos las vicisitudes de la topografía. En la mayoría de las captaciones se encuentran comprendida entre 2 y 14 m. de profundidad, e indica escorrentía subterránea en dirección SE.







Tradicionalmente, las aguas de este acuífero han sido ampliamente utilizadas mediante el aprovechamiento de manantiales y la captación mediante norias. En la actualidad este esquema ha variado; Así, el manantial de La Peisera ha pasado de ser utilizado para el movimiento de molinos de aceite a quedar completamente seco por efecto de la regularización mediante pozo y sondeo a que está sometido y las aguas se utilizan normalmente para la dotación de regadíos (38 ha) y, cuando la situación lo requiere, complementan el abastecimiento urbano de Traiguera y Canet. Las tradicionales extracciones mediante norias han sido sustituida por las provenientes de numerosos sondeos que solo en contadas ocasiones superan los 50 m. de profundidad.

Dentro del sector más próximo a Traiguera, el que se extiende a ambos lados de la carretera a S. Rafael del Río, al sur del río Servol, se ha registrado en los últimos años una gran proliferación de sondeos que en la mayoría de los casos tienen rendimientos inferiores a 50.000 l/día y que suelen estar destinados al abastecimiento de granjas avícolas y porcinas.

En general, la extensión del acuífero, la dispersión de las captaciones y el escaso volumen bombeado hace que no existan problemas de sobreexplotación, aunque si se detecta una gran vulnerabilidad a las fluctuaciones estacionales de la piezometría, debido a la superficialidad de los niveles más transmisivos, lo que hace que la aptitud de este acuífero para la regularización sea mala.



LEYENDA

-  *Limite del Cuaternario*
-  *Isohipsas del muro del conglomerado y cota*
-  *Isopacas de conglomerado y valor en metros*
-  *Sondeo*
-  *Pozo*
-  *Manantial*
- 7006 *N.º Inventario*

CUATERNARIO DE LA DEPRESION DE LA CENIA - SAN RAFAEL DEL RIO

ISOHIPSAS E ISOPACAS DE LA FORMACION DETRITICA

3. POSIBILIDADES DE CAPTACION

A la vista de lo expuesto cabe concluir lo inadecuado de los acuíferos detríticos del Albiense Medio y Pliocuaternario para satisfacer con las mínimas garantías de continuidad la demanda urbana de Traiguera y La Jana.

En el caso del acuífero detrítico del albiense Medio hay que citar como factores negativos la vulnerabilidad a la contaminación por las actividades antrópicas que se desarrolla en su superficie; vulnerabilidad a la sequía, bajísima productividad en la mayoría de las captaciones y, sobre todo, recursos totalmente insuficientes para satisfacer la demanda planteada, por lo que en el caso sumamente improbable -aunque no imposible- de una captación con el rendimiento adecuado, aparecería con rapidez problemas de sobreexplotación. Por otra parte, este acuífero ha sido captado en los primeros 60 m. de las dos perforaciones realizadas por el IGME, con resultados muy pobres, tal como sugiere el descenso de nivel durante los valvuleos de limpieza.

En el caso del acuífero detrítico pliocuaternario, su aptitud para suministrar el caudal requerido a una distancia razonable del punto de destino del agua es prácticamente nula. Se requeriría proceder a la captación en el sector transmisoro próximo al río Servol, en donde la probabilidad de conseguir rendimientos adecuados es elevada. No obstante, hay que citar dos inconvenientes; la vulnerabilidad a las fluctuaciones piezométricas, dada la superficialidad de los niveles transmisivos, y la incidencia de eventuales riadas en las características organolépticas y bacteriológicas de las aguas, que obligaría temporalmente a la suspensión del suministro.

Todo ello conduce a reafirmar al acuífero gargasiense como el más adecuado para satisfacer conjuntamente la demanda de Traiguera y La Jana, ya sea mediante el aprovechamiento de los sondeos ya existentes, previa acometida de las obras que se consideren oportunas, o mediante la perforación de un nuevo sondeo.

4. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SONDEOS N° 1 y N° 2

4.1. Sondeo n° 1

4.1.1. Litología

El sondeo se encuentra emplazado sobre materiales del Albiense Medio, en los cuales permaneció durante los primeros 53 m. de perforación. A continuación atravesó una alternancia de calizas y margas, absolutamente impermeables, atribuibles al Albiense inferior y Gargasiense Superior, hasta alcanzar el metro 207, a partir del cual, y hasta el final de la perforación (297 m) se atraviesa parcialmente la formación carbonatada del Gargasiense superior, objetivo del sondeo.

4.1.2. Hidrogeología

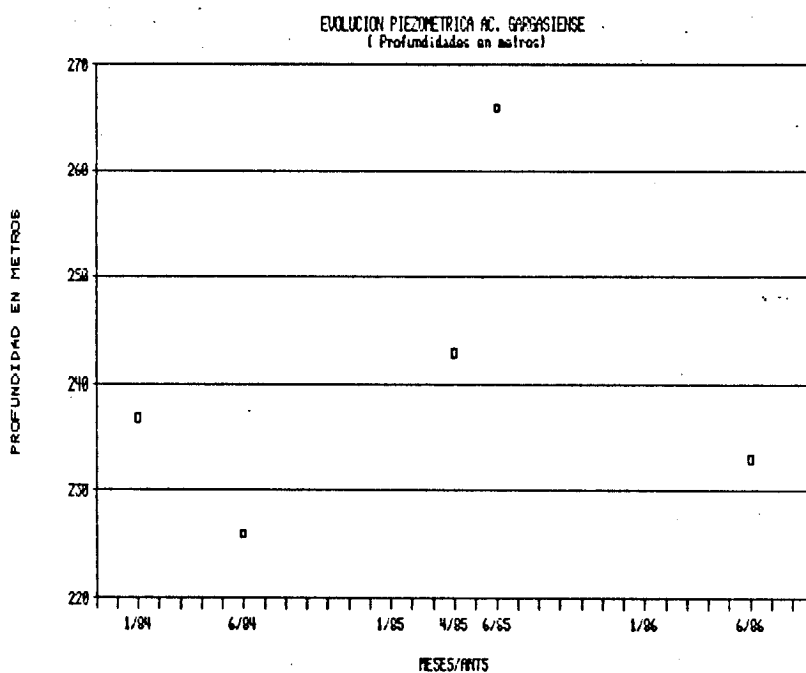
El primer aporte de agua detectado se produjo antes de alcanzar el metro 10 y correspondía al pequeño acuífero detrítico albergado en los materiales del Albiense Medio, que en este sector concreto presenta características muy pobres a juzgar por los descensos producidos por los valvuleos de limpieza.

El acuífero regional se cortó a los 224 m. de profundidad, perdiéndose bruscamente el nivel del acuífero Albiense (6 m.), quedando el nivel piezométrico definitivo a 219 m. de profundidad.

4.1.3. Piezometría

El nivel piezométrico en el período comprendido entre diciembre de 1983 y junio de 1986 ha oscilado entre 219 y 266 m. de profundidad, cifras que representa cotas absolutas comprendidas entre 50 m.s.n.m. y aproximadamente el nivel del

mar.



La magnitud de esta oscilación es desmesuradamente grande con respecto a lo que cabría esperar de este sector habida cuenta que las extracciones han sido de escasa consideración en relación con los recursos disponibles, y a la vista del entorno geológico del sondeo no hay evidencia de ninguna compartimentación que pudiera justificar los descensos producidos. Todo ello, unido al hecho de que durante las épocas de baja piezometría el nivel de agua se sitúa a cotas próximas al nivel del mar, o incluso negativas, sugiere que los descensos piezométricos no son debidos a causas naturales y tienen su origen en los intensos que se producen mas al Este, en el término de San Jorge.

A pesar de la distancia que separa estas extracciones del sondeo presuntamente afectado, la afección es posible si se admite el carácter cárstico del acuífero, con elevadas transmisividades y bajísimos coeficientes de almacenamiento.

4.1.4. Características hidráulicas

Los diversos aforos y bombeos de limpieza efectuados resultaron inicialmente positivos; así, en el bombeo de ensayo realizado en Enero de 1984 con un caudal 18 l/seg. y nivel estático a 237 m. de profundidad, se consiguió la estabilización con un descenso dinámico de 18 m, resultando una transmisividad de $130 \text{ m}^2/\text{día}$, en tanto que en el bombeo de ensayo realizado en Mayo de 1984 con un caudal constante de 15 l/seg. y nivel estático inicial de 226 m. se obtuvo una transmisividad de $198 \text{ m}^2/\text{día}$ y un descenso dinámico estabilizado de 11 m. No obstante, las curvas /descensos-log. tiempo registraban un brusco descenso en cuanto que el nivel de agua alcanzaba los 243-245 m. de profundidad, lo que sugiere que la apreciable transmisividad obtenida corresponde al tramo comprendido entre esa profundidad y el metro 224, presentando el resto de los materiales infrayacentes características hidráulicas mucho más pobres.

Esta apreciación queda confirmada con la realización de sendos aforos con niveles estáticos iniciales por debajo del metro 243, en los que la transmisividad y consiguientemente la productividad del pozo descendía a cifras muy bajas (1 l/seg) que lo hacían inaprovechable.

4.1.5. Conclusiones

De todo lo expuesto se deduce que los problemas que afectan a este sondeo tienen su origen en el hecho, completamente imprevisible, de que el tramo productivo coincida con la zona de oscilación del nivel de agua, lo que unido a la magnitud de las fluctuaciones por estar este sector influenciado por las captaciones de San Jorge, hacen al sondeo sumamente vulnerable a los descensos piezométricos. Así, en los dos bombeos de ensayo citados anteriormente, el hecho de

que los niveles estáticos iniciales variaron en 11 m. se traduce en una disminución de la transmisividad próxima al 35%, en tanto que con niveles estáticos a profundidades inferiores a 243-245 m. el pozo es prácticamente improductivo.

De acuerdo con esta explicación, la inproductividad actual del pozo no es irreversible. No obstante es posible que el actual acabado del pozo incida negativamente en la misma, ya que la zona filtrante de la entubación se sitúa entre los metros 240 y 282, enfrentada a una zona poco transmisiva y por debajo de la zona realmente productiva. Cabe la posibilidad de que esta circunstancia no impidiera en los primeros meses de vida del sondeo el acceso del agua al interior del mismo a través del espacio anular, pero lógicamente, con el paso del tiempo, es más que probable que las paredes del sondeo en sus tramos más incompetentes se hayan cerrado sobre la tubería o se hayan producido "puentes" que impidan el acceso de agua. En estas circunstancias, la única alternativa para la recuperación del pozo sería la extracción y ranurado de la tubería o, si esto no fuera posible, el rajado de la misma "in situ".

4.2. Sondeo nº 2

4.2.1. Litología

En la perforación se han atravesado 60 m. de materiales del Albiense medio, C^{2-3}_{16-16} , representados por una alternancia de arcillas, arenas y areniscas.

Desde el metro 60 hasta el metro 109 se atraviesan una alternancia de calizas marrones y margas grises en paquetes de 10-14 m. las primeras y 2-7 m. las segundas. El conjunto es de edad Albiense inferior y corresponde al techo de la formación cartografiada en el Mapa Geológico 1:50.000 con las siglas C^{2-1}_m 15-16

Desde el metro 109 hasta el 185 se atraviesan calizas bioesparíticas con leves intercalaciones margosas, y entre los metros 185 y 204 calizas y margas. El conjunto corresponde a la mitad inferior del tramo C_{m2-1}^{15-16} , de edad Albiense inferior.

Hasta el metro 280 se atraviesan calizas gravelosas y oolíticas con leves intercalaciones margosas, muy fosilíferas (C_c^{2-1} 15-16), y a partir de esta profundidad y hasta el final de la perforación se atraviesan una alternancia de calizas bioclásticas, gravelosas y oolíticas, y calizas y margocalizas grises-azuladas. Así, entre los metros 280 y 290 se cortan calizas gravelosas y oolíticas beige claras con intercalaciones de margas amarillentas arenosas en los metros 280-285, y entre los metros 290 y 295 se atraviesan calizas bioclásticas y oolíticas beige que constituyen una auténtica lumaquela de orbitolinas, e intercala niveles calizos grises, muy zoógenos con presencia de Boveinas.

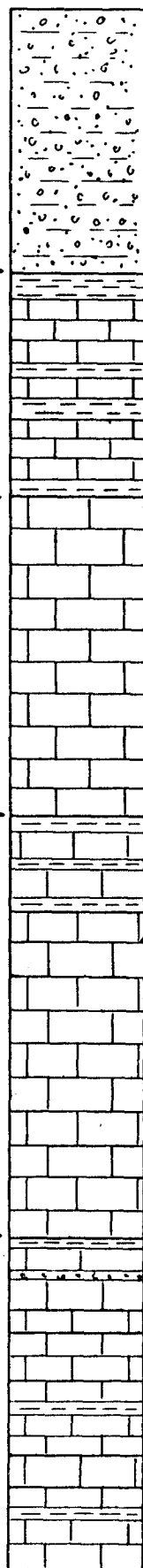
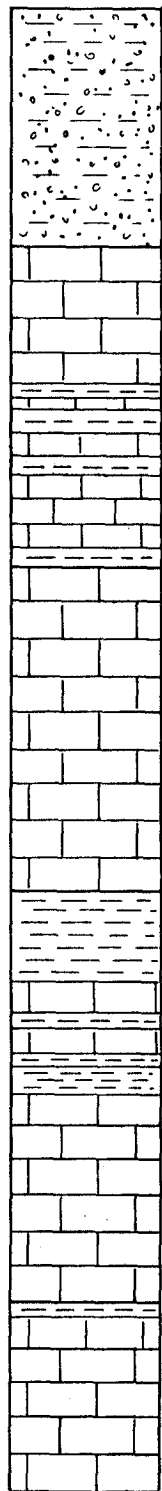
Desde el metro 295 al 300 se cortan calizas intraclásticas grises oscuras, algo margosas, con orbitolinas y boveinas, y entre el metro 300 y 310 se atraviesan calizas bioclásticas beige con intercalaciones margosas. Presentan abundante fauna de algas dasycladáceas y algunos miliolidos.

Entre los metros 310 y 324 aparecen calizas y margocalizas grises muy detríticas con niveles de margas grises muy fosilíferas (orbitolinas); hasta el metro 331 se cortan calizas intraesparíticas beige con numerosas recristalizaciones de caliza no deposicional y abundantes secciones de lamelibranquios, para atravesar a continuación hasta el metro 350 materiales de litología similar a la del tramo situado entre los metros 310 y 324.

SONDEO Nº 1
3121 - 6031

SONDEO Nº 2
3121 - 6032

0
50
100
150
200
250
300
350



ARCILLAS, ARENAS Y ARENISCAS

CALIZAS Y MARGAS GRISES

CALIZAS BIOESPARITICAS CON LEVES INTERCALACIONES
MARGOSAS GRISES

CALIZAS Y MARGAS

CALIZAS GRAVELOsas Y OOLITICAS BEIGES

CALIZAS GRAVELOsas CON MARGAS ARENOSAS Y
CALIZAS BIOCLASTICAS CON ORBITOLINAS

CALIZAS INTRACLASTICAS GRISES OSCURAS

CALIZAS BIOCLASTICAS CON DASYCLADACEAS

CALIZAS Y MARGOCALIZAS GRISES CON ORBITOLINAS

INTRAESPARITAS BEIGES CON SECCION DE LAMELIBRANQUIOS

CALIZAS Y MARGOCALIZAS GRISES CON ORBITOLINAS

ALBIENSE SUP.

ALBIENSE INF. - GARGASIENSE SUP.

GARGASIENSE SUPERIOR

El incremento del carácter detrítico de la serie a partir del metro 280, así como la asociación faunística encontrada justifica la equiparación de este tramo con el cartografiado con las siglas C_S^{21} 15-16', en la Hoja de Ulldecona del Mapa Geológico Nacional, de edad Gargasiense superior-Albiense inferior.

La columna atravesada es muy similar a la del sondeo nº 1, si bien muestra un descalaje variable entre 5 y 12 m. debido posiblemente a la interposición de alguna pequeña fractura. En ambos casos la serie atravesada es menos potente que la descrita en el epígrafe 2.1.1.

4.2.2. Hidrogeología

A lo largo de la perforación se han atravesado dos acuíferos: Uno somero, de carácter local, constituido por las areniscas del Albiense medio, con el nivel piezométrico situado a 6 metros de profundidad, y otro encuadrado en el contexto hidrogeológico regional y constituido por las calizas del Gargasiense superior-Albiense inferior, con el nivel piezométrico a 233 m. de profundidad, a una cota de 37 m.s.n.m. aproximadamente.

El nivel de agua correspondiente al acuífero superficial se mantuvo durante la perforación hasta llegar al metro 251, a partir de cuyo momento bajó lentamente hasta situarse al nivel correspondiente al acuífero profundo.

En relación con el sondeo nº 1, la nueva perforación presentó características muy similares tal como era de esperar dado su planteamiento. No obstante se detectaron dos diferencias notables: El decalaje, arriba comentado, de la columna litológica atravesada, y la menor transmisividad de los materiales atravesados, tal como denota el hecho de que el nivel de agua correspondiente al acuífero superficial se

perdiere con lentitud en vez de con la brusquedad con que sucedió en la primera perforación, originando el colapso de la entubación.

La diferencia en la posición del nivel de agua se encuentra dentro del margen de variabilidad anual de la piezometría.

4.2.3. Características hidráulicas

A espensas de la interpretación definitiva de los bombes de ensayo realizados, la productividad de la captación es muy inferior a la del sondeo nº 1 y a la que a priori cabría esperar, con un rendimiento inferior a 3 l/seg.

El posterior desarrollo mediante acidificación no dió el resultado apetecido, ya que la mejora conseguida apenas supuso un incremento de 0,5 l/seg.

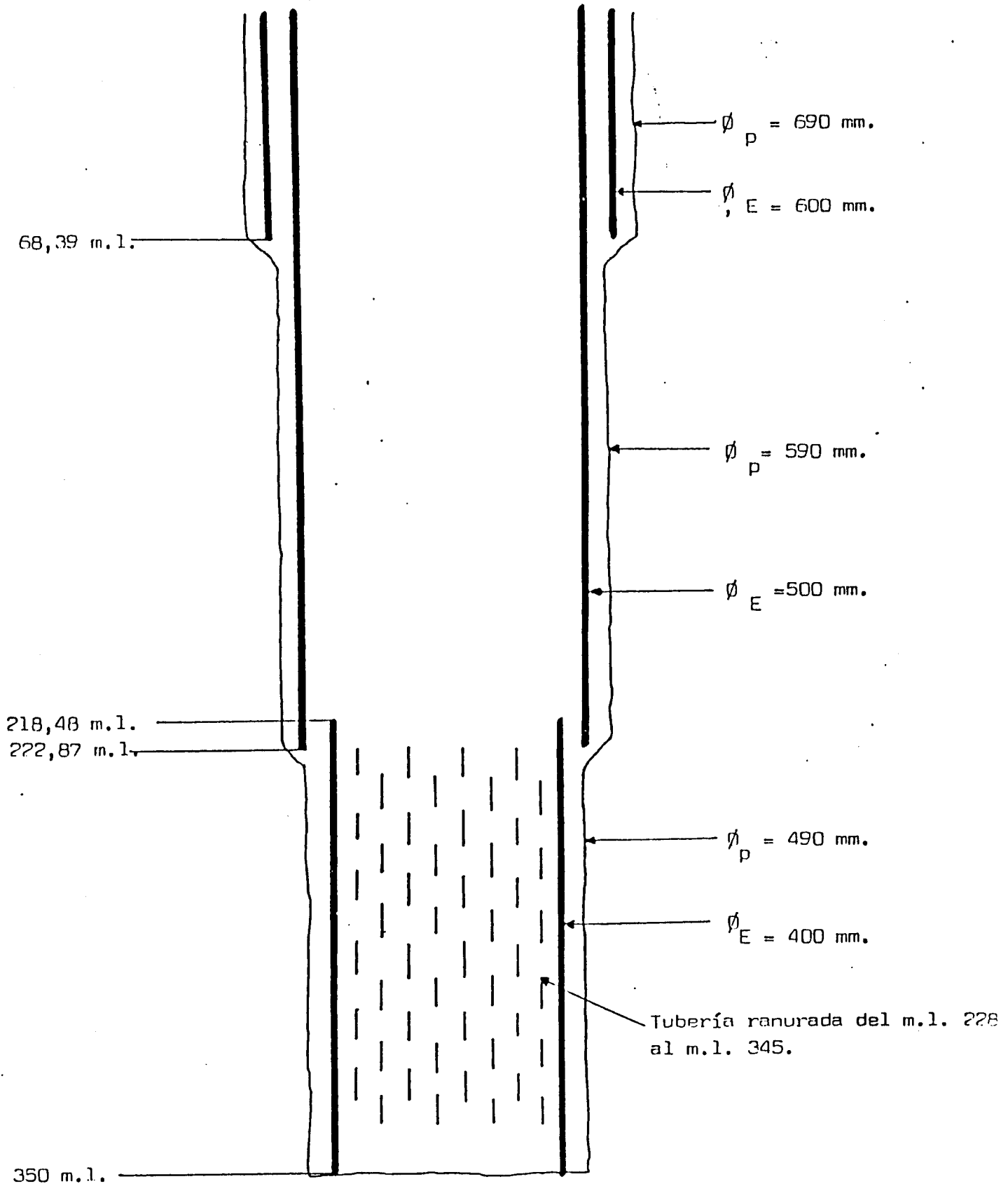
4.2.4. Conclusiones

Los resultados defraudan por la baja transmisividad de los materiales atravesados, que sin duda están afectados por una carstificación diferencial sin que ninguno de cuyos conductos preferenciales han sido perforados, por lo que el hecho "a priori" favorable de cortar el primer nivel productivo a una profundidad mayor que en el sondeo nº 1 -con lo que se contaba con mayor margen para producir depresiones y se reducía considerablemente la vulnerabilidad de la captación a los descensos piezométricos- ha quedado negativamente compensada por la menor permeabilidad de la formación acuífera atravesada.

La actuación más inmediata para mejorar la productividad de este sondeo consiste en reintentan la acidificación teniendo en cuenta una premisa obviada en la

acidificación precedente, cual es la inconveniencia de alcanzar elevadas presiones durante el proceso, ya que la escasa diferencia existente entre la profundidad a la que se encuentra el nivel de agua (233 m) y la principal zona productiva (251 m) aconseja que no se alcance presiones superiores a 1 ó 1,5 atmósferas para evitar que esta quede en seco. En las presentes circunstancias el sistema más adecuado es el de acidificación por gravedad.

ESQUEMA CONSTRUCTIVO DEL 2º SONDEO DE TRAIQUERA Y LA JANA (Castellón).



5. SOLUCIONES PROPUESTAS

5.1. Aprovechamiento de las captaciones existentes

Se requeriría la mejora de la productividad de los sondeos existentes mediante la acometida de alguna de las obras arriba apuntadas:

Sondeo nº 1

Ranurado de la entubación entre los metros 224 y 240.

Esta iniciativa permitiría el acceso del agua procedente del principal tramo productivo y que en la actualidad presumiblemente se encuentra cegado. No obstante, persistiría la vulnerabilidad de este sondeo a las fluctuaciones piezométricas.

Sondeo nº 2

Acidificación a gravedad o a baja presión. En este último caso sería indispensable que la presión en cabeza de sondeo no superase la carga hidráulica que en el momento previo de la acidificación existiese a la altura del primer nivel productivo (251 m).

5.2. Captación del acuífero Gargasiense inferior

Con esta alternativa se pretende captar las calizas masivas con Toucasias que subyacen a los materiales captados por los Sondeos nº 1 y 2. La potencialidad hidráulica de la misma es superior a la del resto de los materiales Gargasienses debido a estar afectada por una intensa carstificación que en superficie (zona Perdiguera) se manifiesta por un intenso "lapiaz" superficial.

La formación presenta al Sur de Traiguera un espesor de 150 m. y yacen sobre 180 m. de calizas biomicríticas claras, igualmente con interés acuífero, si bien no presentan muestras de estar afectados por una carstificación tan intensa.

Al techo se sitúa calizas y margocalizas muy detríticas, de 90 a 110 m. de espesor, de las cuales los 40 primeros han sido atravesados en el sondeo nº 2; restan por tanto 50-70 m. hasta alcanzar el techo de la formación.

Para la captación de este acuífero existen dos opciones:

a) Reprofundización del sondeo nº 2

Esta primera opción presenta la ventaja de aprovechar en su totalidad las conducciones existentes, así como requerir la perforación de un número relativamente reducido de metros para alcanzar los objetivos perseguidos. La obra se ajustaría a las siguientes especificaciones.

Profundidad final: 560 m.

Columna litológica: 350 a 410 m. Calizas y margocalizas detríticas.

410 a 560 m. Calizas masivas recristalizadas.

Nivel piezométrico: 225-240 m. de profundidad.

Caudal más probable: 15 ± 5 l/seg.

b) Captación en las inmediaciones del Bco. de las Robledas.

Esta segunda alternativa contempla la realización de un nuevo sondeo con las siguientes características:

Profundidad: 450 m.

Situación (Coordenadas Lambert)

x: 936.200 m.

y: 662.900 m.

z: 300 m.s.n.m.

En la hoja nº 571 (Vinaroz) de MTN a escala 1:50.000.

Accesos: A partir del camino de Calig, que parte del punto kilométrico 11,6 de la carretera Zaragoza-Vinaroz.

Columna litológica:

0-190 m. Calizas gravelosas y oolíticas con leves intercalaciones margosas.

190-300 m. Calizas y margocalizas detríticas.

300-450 m. Calizas recristalizadas con Toucasias.

Nivel piezométrico: 270 m. de profundidad.

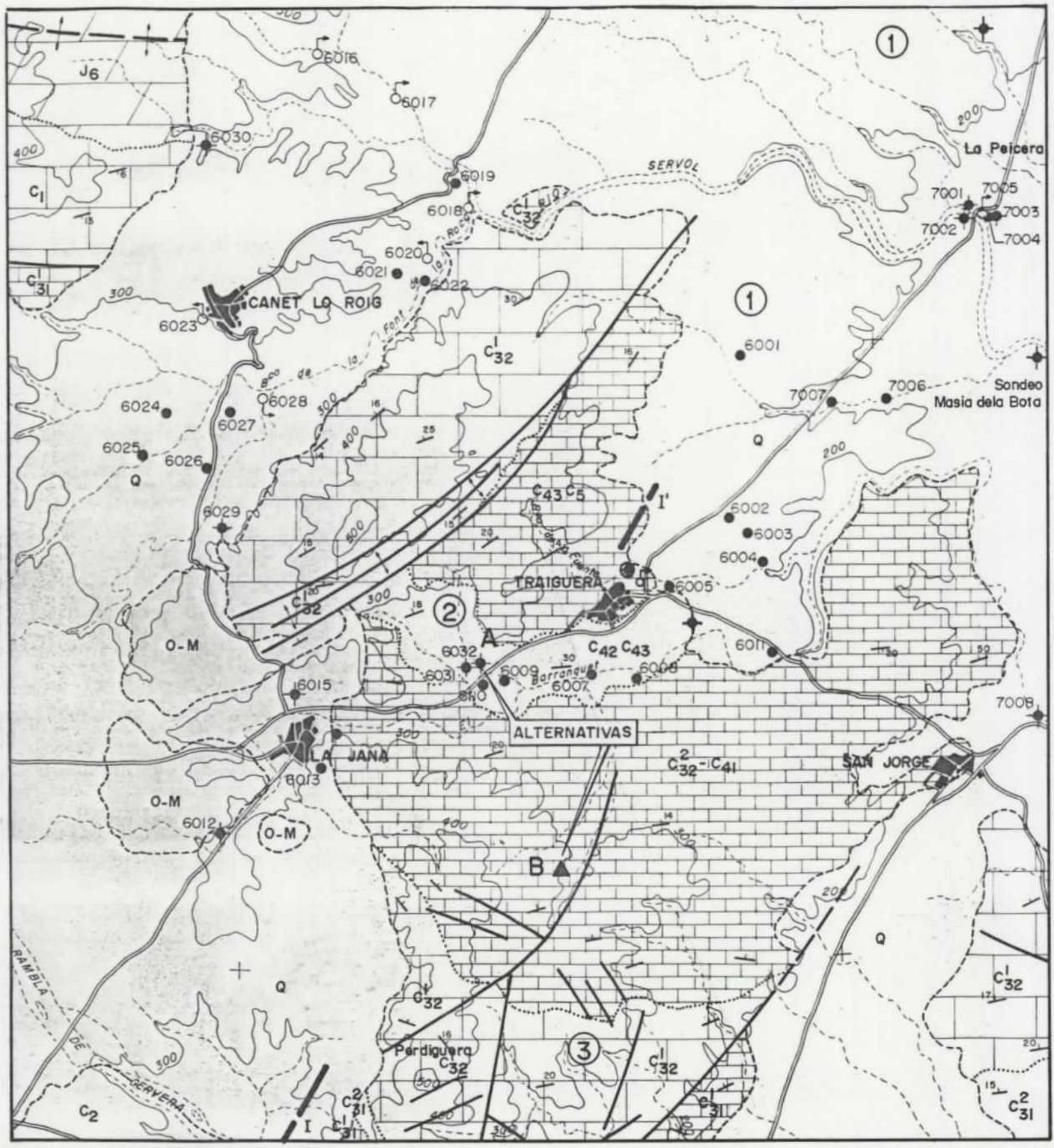
Caudal más probable: 15 ± 5 l/seg.

Diámetro de perforación:

Se iniciará con un diámetro tal que se alcance la profundidad estimada para la cámara de bombeo (350 m) con un diámetro no inferior a 400 m, una vez

efectuadas las reducciones a que hubiera lugar.

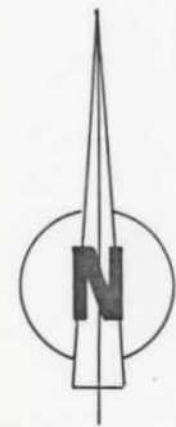
En caso positivo, esta alternativa requiere una conducción adicional de 2,5 km. de longitud aproximadamente, hasta enlazar con las conducciones existentes.



LEYENDA

CUATERNARIO	Q	Conglomerados, arenas y arcillas		C2	HÄUTERVIENSE - BARREMIENSE	Margocalizas y calizas	
OLIGOCENO - MIOCENO	O-M	Calizas, margas y conglomeradas		C1	BERRIASIENSE - VALANGINIENSE	Calizas	
CRETACICO	C43 - C45	ALBIENSE SUP. CENOMANIENSE	Calizas arenosas, margas y arenas ferruginosas.	JURASICO	J6	KIMMERIDGIENSE SUP. - PORTLANDIENSE	Dolomias, calizas y calizas dolomíticas.
	C42 - C43	ALBIENSE MEDIO SUPERIOR	Arenas, areniscas y arcillas.		J5	KIMMERIDGIENSE INF. - OXFORDIENSE	Calizas micríticas
	C32 - C41	GARGASIENSE SUP. ALBIENSE INF.	Calizas, margas y arenas.			CONTACTO NORMAL	
	C32	GARGASIENSE INF.	Calizas masivas			CONTACTO DISCORDANTE	
	C23	BEDOULIENSE SUP.	Margas			FALLA	
	C31	BEDOULIENSE INF.	Calizas y margas			EJE ANTICLINAL	
						BUZAMIENTO	
						CAPAS HORIZONTALES	
						CORTE HIDROGEOLOGICO	
						POZO	
						SONDEO	
						MANANTIAL	
						SONDEO PROPUESTO	

- ① ACUIFERO PLIOCUATERNARIO DE LA CENIA - S. RAFAEL
- ② ACUIFERO DETRITICO DEL ALBIENSE MEDIO
- ③ ACUIFERO GARGASIENSE



ESCALA: 1/50.000