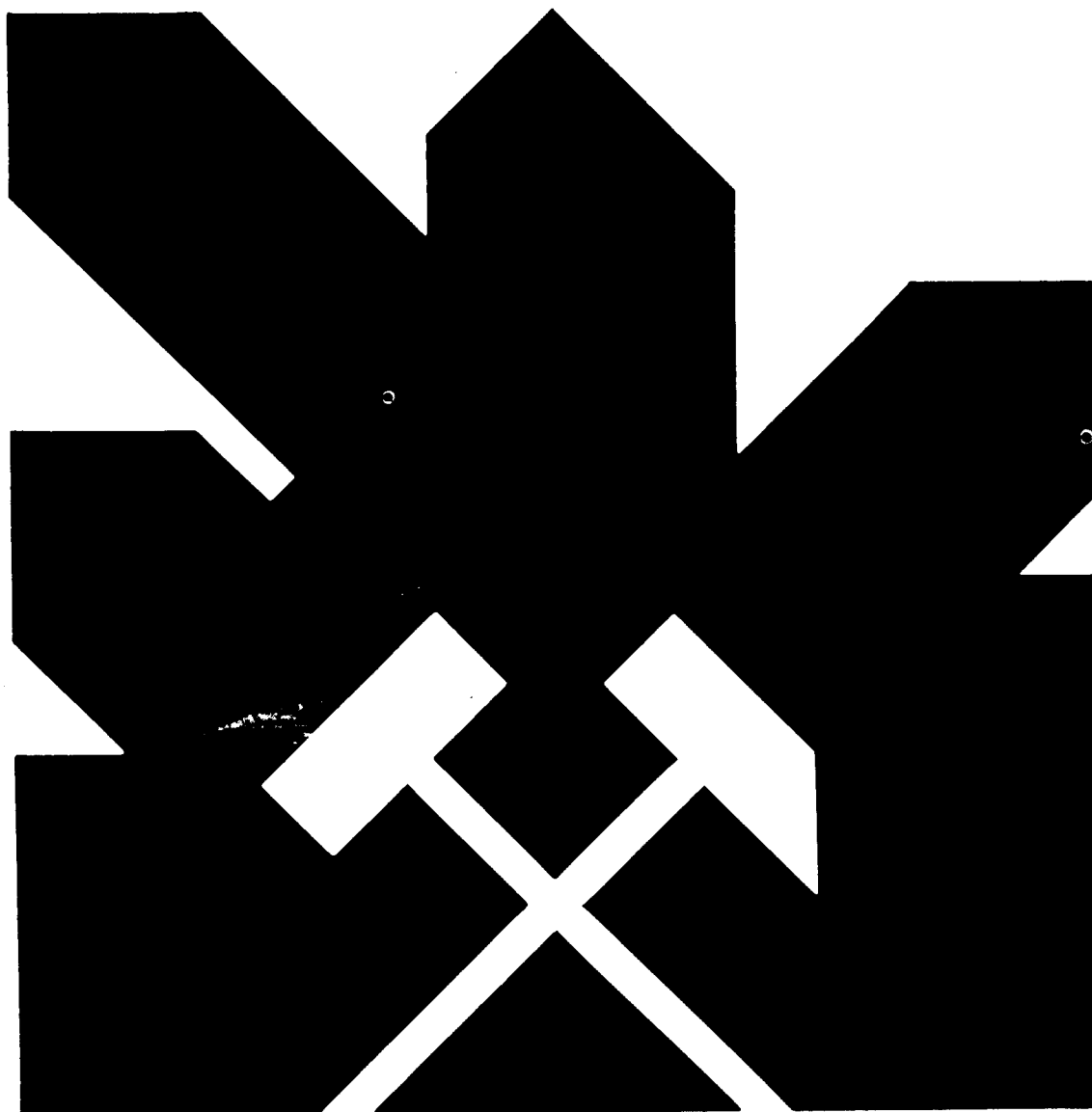


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECI-  
MIENTO A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO.  
(CASTELLON).

VOL. I : MEMORIA

Valencia, Diciembre de 1988



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

31929

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL  
ABASTECIMIENTO A NUCLEOS  
URBANOS DEL MAESTRAZGO.  
CASTELLON.

## I N D I C E

1. <u>INTRODUCCION Y OBJETIVOS</u>	1
2. <u>METODOLOGIA DE TRABAJO</u>	2
3. <u>MARCO GEOGRAFICO</u>	4
3.1.- OROGRAFIA	4
3.2.- HIDROGRAFIA	5
4. <u>GEOLOGIA</u>	6
4.1.- MARCO GEOLOGICO	6
4.2.- SINTESIS ESTRATIGRAFICA	6
4.2.1.- TRIAS.	7
4.2.2.- JURASICO.	9
4.2.2.1.- LIAS - DOGGER	9
4.2.2.2.- MALM	10
4.2.2.2.1.- OXFORDIENSE - KIMMERIDGENSE MEDIO.	11
4.2.2.2.1.1.- Características Litoestratigráficas.	
Distribución de Facies y Potencias	11
4.2.2.2.2.- KIMMERIDGIENSE SUPERIOR - PORTLANDIENSE.	13
4.2.2.2.2.1.-Características Litoestratigráficas.	
Distribución de Facies y Potencias.	13
4.2.3.- TRANSITO JURASICO - CRETACICO.	14
4.2.3.1.- CARACTERISTICAS LITOSTRATIGRAFICAS.	
DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS	15
4.2.4. - CRETACICO INFERIOR.	17
4.2.4.1.- HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE	18
4.2.4.1.1. DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS.	19
4.2.4.2.- BARREMIENSE SUPERIOR	22

4.2.4.2.1.- DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS.	23
4.2.4.3.- BEDOULIENSE BASAL	24
4.2.4.3.1.- DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS.	25
4.2.4.4.- BEDOULIENSE	27
4.2.4.4.1. DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS	28
4.2.4.5. GARGASIENSE	31
4.2.4.5.1. DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS	33
4.2.4.6. ALBIENSE	34
4.2.4.6.1. DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS	35
4.2.5. CRETACICO SUPERIOR	37
4.2.5.1. CARACTERISTICAS LITOSTRATIGRAFICAS.	
DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS	38
4.2.6. Terciario	40
4.2.6.1. CARACTERISTICAS LITOSTRATIGRAFICAS.	
DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS	41
4.2.7. CUATERNARIO	43
4.3. TECTONICA	43
4.3.1. ZONA CENTRAL SUBTABULAR	44
4.3.1.1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES	44
4.3.2. ZONA ORIENTAL FALLADA	46
4.3.3.1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES	47
4.3.3. ZONA SEPTENTRIONAL PLEGADA	52
4.3.3.1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES	53
4.4. EVOLUCION TECTONICA Y PALEOGEOGRAFICA	58
5. <u>HIDROGEOLOGIA</u>	64
5.1. MARCO HIDROGEOLOGICO	64
5.1.1. SUBSISTEMA DE MOSQUERUELA	65
5.1.2. SUBSISTEMA DE MAESTRAZGO	66

5.2. INVENTARIO DE PUNTOS ACUIFEROS	69
5.3. COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO. ACUIFEROS E IMPERMEABLES	70
5.3.1. TRIASICO	70
5.3.2. JURASICO	70
5.3.3. CRETACICO INFERIOR	72
5.3.3.1. HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE	72
5.3.3.2. BARREMIENSE SUPERIOR	73
5.3.3.3. BEDOULIENSE	74
5.3.3.4. GARGASIENSE	75
5.3.3.5. ALBIENSE	76
5.3.4. CRETACICO SUPERIOR	76
5.3.5. TERCIARIO	77
5.3.6. PLIOCUATERNARIO	77
5.4. HIDROQUIMICA	78
5.4.1. Características hidroquímicas del acuífero Jurásico	79
5.4.2. Características hidroquímicas del Hauteriviense - Barremiense	80
5.4.3. Características hidroquímicas del acuífero Barremiense Superior	81
5.4.4. Características hidroquímicas del acuífero Bedouliense	82
5.4.5. Características hidroquímicas del acuífero Gargasiense	83
5.4.6. Características hidroquímicas del acuífero Albiense	84

5.4.7. Características hidroquímicas del Cretácico Superior	85
5.4.8. Características hidroquímicas de los niveles acuíferos del Terciario y Pliocuaternario	86
<b>6. <u>ABASTECIMIENTO A LOS NUCLEOS URBANOS</u></b>	<b>88</b>
6.1. VILLORES	88
6.1.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	88
6.1.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	88
6.1.3. DEMANDA URBANA	90
6.1.4. SOLUCION PROPUESTA	91
6.1.5. VALORACION DE LA SOLUCION PROPUESTA	92
6.2. FORCALL	93
6.2.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	93
6.2.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	93
6.2.3. DEMANDA URBANA	94
6.2.4. SOLUCIONES PROPUESTAS	95
6.2.5. VALORACION DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS	97
6.3. CINCTORRES	98
6.3.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	98
6.3.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	98
6.3.3. DEMANDA URBANA	100
6.3.4. SOLUCIONES PROPUESTAS	102
6.3.5. VALORACION DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS	105
6.4. PORTELL DE MORELLA	106
6.4.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	106
6.4.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	106
6.4.3. DEMANDA URBANA	109
6.4.4. SOLUCION, PROPUESTA Y VALORACION	110

6.5. CASTELLFORT	112
6.5.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	112
6.5.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	113
6.5.3. DEMANDA URBANA	114
6.5.4. SOLUCION, PROPUESTA Y VALORACION	116
6.6. ARES DEL MAESTRE	119
6.6.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	119
6.6.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	119
6.6.3. DEMANDA URBANA	120
6.6.4. SOLUCION, PROPUESTA Y VALORACION	121
6.7. VILLAR DE CANES	123
6.7.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	123
6.7.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	124
6.7.3. DEMANDA URBANA	125
6.7.4. SOLUCIONES PROPUESTAS	126
6.7.5. VALORACION DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS	129
6.8. TORRE EMBESORA	130
6.8.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	130
6.8.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	130
6.8.3. DEMANDA URBANA	131
6.8.4. SOLUCION PROPUESTA Y VALORACION	133
6.9. FREDES	135
6.9.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	135
6.9.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	135
6.9.3. DEMANDA URBANA	136
6.9.4. SOLUCIONES PROPUESTAS	137
6.9.5. VALORACION DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS	139
6.10. CASTELL DE CABRES	140

6.10.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	140
6.10.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	140
6.10.3. DEMANDA URBANA	141
6.10.4. SOLUCION PROPUESTA Y VALORACION	142
6.11. EL BALLESTAR	144
6.11.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	144
6.11.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	145
6.11.3. DEMANDA URBANA	145
6.11.4. SOLUCIONES PROPUESTAS	147
6.11.5. EVALUACION DE LAS PROPUESTAS	152
6.12. CERVERA DEL MAESTRE	152
6.12.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	152
6.12.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	153
6.12.3. DEMANDA URBANA	154
6.12.4. SOLUCION PROPUESTA Y VALORACION	155
6.13. CHERT	157
6.13.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA	157
6.13.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	158
6.13.3. DEMANDA URBANA	159
6.13.4. SOLUCIONES PROPUESTAS	160
6.13.5. EVALUCION DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS	166
7. <u>RECOMENDACIONES</u>	167

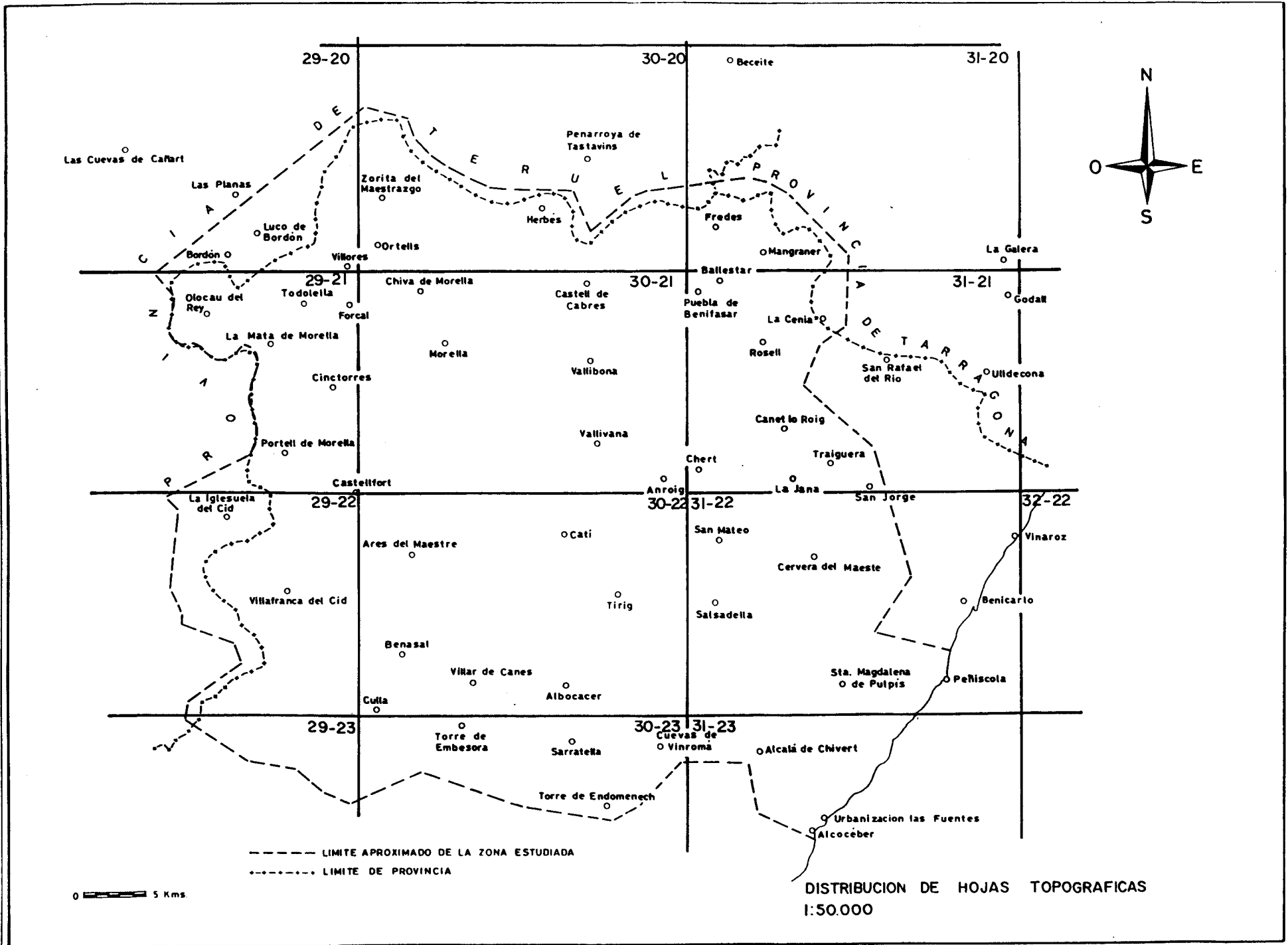


## 1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Como resultado del Convenio de Asistencias Técnicas, entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Excelentísima Diputación Provincial de Castellón y dentro del Capítulo de estudios hidrogeológicos de detalle destinados a la resolución de problemas de abastecimiento a los núcleos urbanos, se ha realizado por el IGME, a través de su oficina regional de Valencia, este informe en el que se recogen los resultados de los estudios geológicos e hidrogeológicos llevados a cabo en una vasta extensión de la región del Maestrazgo así como las distintas alternativas municipales que se proponen para el abastecimiento a los términos afectados por el presente convenio.

El estudio de una superficie tan extensa como la que nos ocupa (3.300 km<sup>2</sup> aproximadamente), responde al interés que para el presente y futuro de la región representa el conocimiento de sus características geológicas e hidrogeológicas.

El trabajo que aquí se presenta ha sido llevado a cabo por los hidrogeólogos Bruno J. Ballesteros Navarro y Jose R. Jiménez Salas.



- - - - - LIMITE APROXIMADO DE LA ZONA ESTUDIADA  
 ······ LIMITE DE PROVINCIA

0 5 Kms

DISTRIBUCION DE HOJAS TOPOGRAFICAS  
 1:50.000

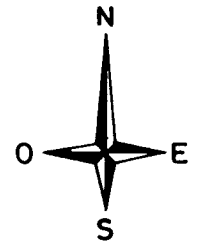
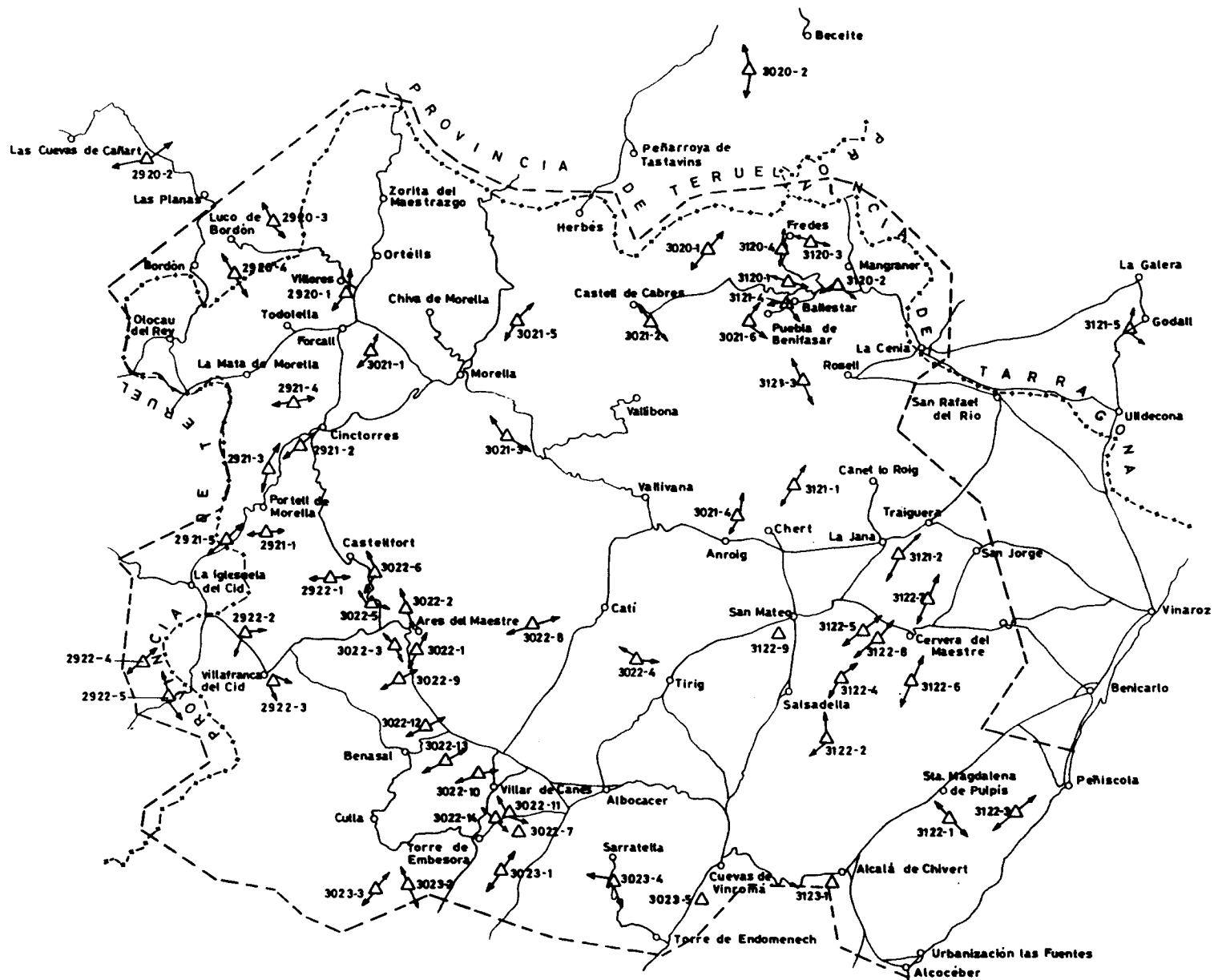
## 2. METODOLOGIA DE TRABAJO

Para la realización de este estudio se han tomado como base los conocimientos adquiridos durante el Proyecto de Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar (IGME-IRYDA, 1.972 - 1.975), el Proyecto de Gestión y Conservación de Acuíferos iniciado en 1.976 por el IGME, y la tesis doctoral de J. Canerot (Recherches Geologiques aux Confins des Chaines Iberiques et Catalane-Espagne 1.974).

Estos conocimientos se han completado con los siguientes trabajos:

- Recopilación y estudio de la información bibliográfica existente.
- Revisión y actualización del inventario de puntos acuíferos existentes en el sector estudiado.
- Interpretación geológica de fotogramas aéreos a escala aproximada 1:33.000.
- Reconocimiento sobre el terreno de un sector de unos 600 km<sup>2</sup> repartidos en torno a los núcleos de población señalados, dentro de la poligonal definida por Fredes, Villores, Portell de Morella, Torre Embesora, Cervera del Maestre y Chert, con levantamientos de perfiles geológicos y series estratigráficas detalladas.
- Realización de la Cartografía Hidrogeológica a escala 1/50.000.

- Análisis e interpretación de los datos obtenidos y elaboración de la memoria final.



- LIMITE APROXIMADO DE LA ZONA ESTUDIADA
- ..... LIMITE DE PROVINCIA
- △ RECORRIDO PARA SU LEVANTAMIENTO

0 — 5 Kms.

MAPA DE LOCALIZACION DE SERIES.-

### 3. MARCO GEOGRAFICO

La región objeto de este trabajo se sitúa al norte de la provincia de Castellón de la Plana, en la Comarca del Maestrazgo. Sus límites se ajustan, de forma grosera, con los de las provincias de Tarragona al nordeste y de Teruel al norte, noroeste y oeste. El límite sur es más arbitrario, se sitúa dentro de la provincia de Castellón y está próximo a las localidades de Vistabella del Maestrazgo, Benafigos, Sierra Engarcerán, Torre Endomenech, Alcalá de Chivert y Torreón de Badún. Al este limita con el mar Mediterráneo.

#### 3.1.- OROGRAFIA

Podemos distinguir una zona oriental en la que desde la costa hacia el interior destaca la Sierra de Irta, que se extiende entre Peñíscola y Torreblanca, con cota máxima de 573 m.s.n.m. y alineada en dirección NNE - SSO

La Sierra de Valdancha Oriental, entre Traiguera y Cuevas de Vinromá, con cota máxima de 715 m.s.n.m. e igualmente alineada en dirección NNE - SSO

Paralelas a las anteriores, las alineaciones de Sierra Engarcerán, hasta las proximidades de Tirig, con cota máxima de 1.078 m.s.n.m. y la de Sierra Espaniguera, hasta las proximidades de Torre Embesora, con cota máxima de 1.082 m.s.n.m.

Estas alineaciones montañosas se destacan sobre un relieve suave que desde el nivel del mar progresa hasta costas medias de 400 m.s.n.m.

Plano de situación de la zona estudiada.



En la zona occidental existen numerosas sierras cuyos relieves son más abruptos, con grandes barrancos encajados en algunos sectores, especialmente hacia el norte y oeste, y cotas que rondan los 1.400 m.s.n.m.

En esta zona destaca por su morfología, la Sierra de Valdancha Occidental en la que se encuentran extensas zonas tabulares a cotas superiores por lo general a 1.100 m.s.n.m., y conocidas en la región con el nombre de "Muelas"

### 3.2.- HIDROGRAFIA

La región, con abundancia de rocas calcáreas, permite una gran infiltración de las aguas superficiales, lo que se traduce en que los cauces y ramblas suelen permanecer secos. Algunos pequeños ríos bastan para asegurar la evacuación de las aguas que no han podido infiltrarse:

Al Este, el río Servol, el Mijares, la rambla Cervera, el río Seco y las ramblas de la Viuda y Carbonera, vierten sus aguas al Mediterráneo.

Al Oeste, las ramblas de Celumbres y de las Truchas y el río Bergantes lo hacen en dirección al Ebro.

Los escasos cursos de agua existentes drenan necesariamente grandes superficies, por lo que las lluvias pueden provocar bruscos y peligrosos aumentos de sus caudales.



#### 4. GEOLOGIA

##### 4.1.- MARCO GEOLOGICO

El área objeto de estudio queda ubicada geológicamente en las estribaciones de la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica, en el sector donde se produce su articulación con la Cordillera Prelitoral Catalana. Dicha situación hace que el sector considerado participe de características geológicas propias a los dos grandes dominios mencionados.

##### 4.2.- SINTESIS ESTRATIGRAFICA

Los materiales y formaciones aflorantes en el tercio Norte de la provincia de Castellón pertenecen a una edad comprendida entre el Triás y el Cuaternario, siendo los sedimentos jurásicos y cretácicos los que se encuentran mejor representados.

El Paleozoico en la región aflora solo, de manera muy reducida, en algún sector localizado más al sur (Hoja de Villafamés), y el Triás aparece, puntualmente, en los alrededores de Torre Embesora bajo su característica facies Keuper.

Las formaciones jurásicas se sitúan preferentemente en la zona Oriental: Sierras de Valdencha Oriental, Alcalá e Irtá, así como en la Sierra del Monte Turmell y zona de Portell de Morella.

El resto de los afloramientos corresponden a materiales cretácicos, salvo los que se localizan en las depresiones de Albocacer, Cuevas de Vinromá, San Mateo y

Alcalá de Chivert, de edad terciario - cuaternaria. También en el extremo Nororiental aparecen formaciones terciarias depositadas discordantemente sobre materiales cretácicos.

Las características litostratigráficas de la región van a ser establecidas en base a series de detalle realizadas por distintos autores, así como por otras levantadas expresamente con motivo de este trabajo. El estudio de dichas series, junto con el reconocimiento geológico de campo, nos ha permitido establecer las bases de la cartografía hidrogeológica.

La localización de las series vienen indicadas en el mapa de la figura nº3 y en el anexo 1 se describen detalladamente cada una de ellas.

#### 4.2.1.- TRIAS.

Como se ha mencionado solo aparece en un pequeño afloramiento al pie de la Sierra de Espaniguera. Sin embargo, sus materiales se extienden ampliamente bajo los sedimentos mesozoicos, en todo el ámbito de la región estudiada. Es por ello, y por el importante papel hidrogeológico que desempeñan, pues conforman la base del acuífero jurásico, por lo que se describirá la secuencia de sus materiales, de manera general, según las características que presentan en áreas próximas donde estos sí afloran.

El Triás en el Maestrazgo se caracteriza por tener una litofacies germánica, en la que se distinguen tres formaciones que se corresponden, de mas antiguo a mas moderno y de muro a techo, con las facies Buntsandstein, Mulschelkalk y Keuper.

- Facies Buntsandstein:

Se manifiesta como un conjunto eminentemente detrítico situado discordante, mediante un conglomerado basal, sobre las formaciones del Paleozoico. Sus materiales se componen de areniscas y arcillas fundamentalmente.

- Facies Mulschelkalk:

Corresponden a un conjunto de claro predominio carbonatado.

- Facies Keuper:

Está constituida por una formación margosoarcilosa versicolor, con niveles evaporíticos.

A la última facies mencionada pertenece el afloramiento triásico de Sierra Esparraguera, donde la formación arcilloso-esífera ha intruido en los materiales jurásicos, a través de fracturas. El espesor de la serie triásica es muy variable, debido, entre otras cosas, a la alta plasticidad que presentan los materiales de su facies Keuper.

Al Norte, fuera ya del área estudiada, en el sector del Pantano de La Pena aparecen sedimentos correspondientes al Triás, cuya secuencia, de muro a techo, es la siguiente:

- .25 metros de dolomías negras tableadas, muy fracturadas, pertenecientes a la facies Mulschelkalk.

- 60 metros de arcillas versicolores, argiolitas de aspecto filitoso y yesos masivos, correspondientes a la facies Keuper. En este punto la fuerte mecanización a la que están sometidos éstos materiales, impide observar con claridad la

potencia de los mismos que, se estima, está situada entre un mínimo de 25 metros y un máximo de 60 metros. Los datos regionales dan una potencia media de 150 metros.

#### 4.2.2.- JURASICO.

Los depósitos de edad jurásica están formados en general por series calizas y calizomargosas con base dolomítica.

Los términos inferiores, correspondientes al Lías y al Dogger, afloran escasamente, predominando, sobre todo, los sedimentos del Malm que suelen constituir potentes series carbonatadas.

En conjunto, las series jurásicas conforman, desde el punto de vista hidrogeológico, una formación acuífera de gran importancia, cuya base impermeable viene dada por los niveles arcillosos de Trías.

Dentro del Jurásico se han diferenciado varios tramos que se estudian por separado.

##### 4.2.2.1.- LIAS - DOGGER

El Lias-Dogger conforma una secuencia esencialmente calizo-dolomítica que aflora solo en los sectores de Sierra de Irta, de la Sierra Espaniguera y en la zona de Fredes - Pantano de Uldecona, así como más al Norte.

En la serie del Pantano de La Pena es el punto más próximo al área estudiada donde aparecen los términos basales. Se distinguen, sobre los terrenos arcilloso - yesíferos de la facies Keuper,:

- Unos sedimentos constituidos por dolomías, carniolas y calizas dolomíticas, con espesor aproximado entre 180 y 190 metros, de edad atribuible al tránsito Triásico - Jurásico.
- Le siguen un paquete, de 80 metros, de calizas micríticas muy recristalizadas, intrasparitas y biomicríticas, de edad Sinemuriense - Pliensbachiense.
- Por encima se sitúa una alternancia de calizas arcillosas a margocalizas nodulosas y margas, pertenecientes al Toarciense, con un espesor aproximado de 30 metros. Este nivel en la Sierra de Irtá es de tan solo 5 metros.
- El Dogger se encuentra representado por un paquete de 70 metros de calizas grises con microlaminación y eventuales niveles oolíticos.

En los restantes sectores donde afloran los niveles del Lías - Dogger, ya dentro del área de estudio (Sierra de Irtá, Sierra de Espanaguera y zona de Fredes), éste aparece muy dolomitizado, sin que pueda saberse en ningún caso su potencia total. Normalmente se presenta bajo una litología de dolomías y calizas dolomitizadas. El máximo espesor visible es de 100 metros en el sector de Fredes, y de 20 a 50 metros en las Sierras de Espanaguera e Irtá.

#### 4.2.2.2.- MALM

Las formaciones rocosas del Jurásico Superior afloran en los núcleos de las principales estructuras anticlinales, tales como las Sierra de Espanaguera, de Irtá, de Valdancha, de Engarcerán, del Monte Turmell y de la Latosa, así como también en la Rambla del río Celumbres que discurre

sobre el anticlinal de Portell - Cinctorres. Como se puede ver constituyen la mayoría de los afloramientos jurásicos.

Se trata, de manera general, de un conjunto calizo - dolomítico con sectores donde se dan secuencias con algunos niveles margosos. Dentro de éste conjunto se han distinguido dos subtramos: Oxfordiense - Kimmeridgiense Medio y Kimmeridgiense Superior - Portlandiense.

Es de remarcar el hecho de la ausencia, en la serie jurásica, de los materiales del Calloviense Superior al Oxfordiense Inferior, que implica una elevación del fondo marino durante esta época. En áreas situadas mas al sur (Desierto de las Palmas, Vitabella y Lucena del Cid) el Jurásico Inferior y Medio han sido erosionados y el Oxfordiense se encuentra reposando directamente sobre el Triás. El contacto de ambas formaciones viene jalonado por un nivel brechóide.

#### 4.2.2.2.1.- OXFORDIENSE - KIMMERIDGENSE MEDIO.

La litología de éste tramo es de calizas micríticas y pelmicritas, a veces parcialmente dolomitizadas, que en la zona más septentrional es francamente dolomítica, como ocurre en las proximidades de Fredes.

#### 4.2.2.2.1.1.- Características Litoestratigráficas. Distribución de Facies y Potencias

- \* En la Sierra de Irtá se presenta un paquete de 270 metros de calizas parcialmente dolomitizadas y/o recristalizadas, cuya edad no sobrepasa el Kimmeridgiense Inferior.
- \* En la Sierra de Valdanca Oriental, junto a Salsadella (Serie de la Ermita de San José),

aparece una litología semejante a la de la Sierra de Irta, también de edad Kimmeridgemse Inferior, con una potencia mínima visible de 70 metros.

Suprayacente al tramo anterior se sitúa un paquete de 85 metros de espesor donde se da una alternancia de margas y margocalizas, y calizas de grano fino a muy fino, que pertenecen ya al Kimmeridgemse Inferior y Medio.

- \* En la Sierra Espaniguera se localiza una potente serie compuesta por:
  - 40 metros de micritas y pelmicritas grises, en bancos decimétricos, con ocasionales niveles margosos, de edad Oxfordiense Superior.
  - 360 metros de micritas finamente tableadas pertenecientes al Kimmeridgiense Inferior y Medio.
- \* Al Suroeste de Torre Emberosa, sector del Rio Moleón, aparecen unas micritas finamente tableadas, de colores gris - beige - marrón, con una potencia mínima de 260 metros, sin que se observe la base de la secuencia. La datación de estos materiales oscila entre el Kimmeridgiense Inferior y Medio.
- \* Hacia el Noroeste la dolomitización se incrementa para llegar a dominar totalmente. En el sector de Fredes se observa una serie continua dolomítica, con espesor aproximado de 145 metros, que abarca desde el Calloviense hasta el Kimmeridgiense. La intensa dolomitización impide una mayor precisión cronoestratigráfica.
- \* Más al Norte, sector de Beceite, faltan todos los términos que van desde el final del Dogger hasta el comienzo del Albiense, lo que implicaría, para

este sector, la instalación durante el periodo considerado, de un área elevada ó de alto fondo que impidió la sedimentación.

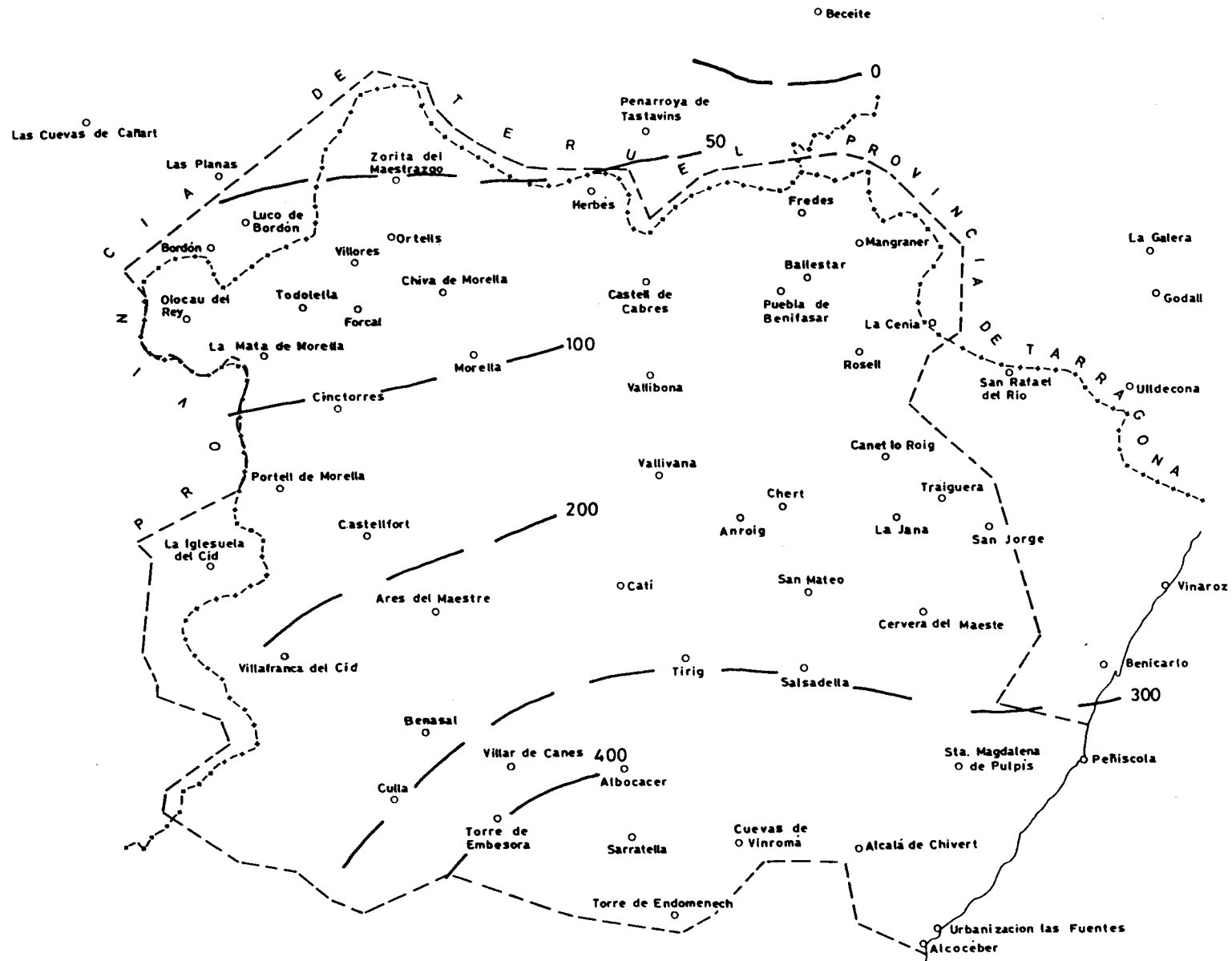
#### 4.2.2.2.2.- KIMMERIDGIENSE SUPERIOR - PORTLANDIENSE.

La secuencia de Kimmeridgiense Superior - Portlandiense se diferencia, normalmente, de la anterior por su marcado carácter dolomítico que, de manera general, predomina en toda la región. Según su progresión hacia el Sur y el Suroeste son más frecuentes las calizas y ocasionales intercalaciones margosas, acompañadas a su vez de un espesamiento de las series, que alcanzan un máximo en la Sierra de Espaniguera con 450 metros de potencia.

##### 4.2.2.2.2.1.-Características Litoestratigráficas. Distribución de Facies y Potencias.

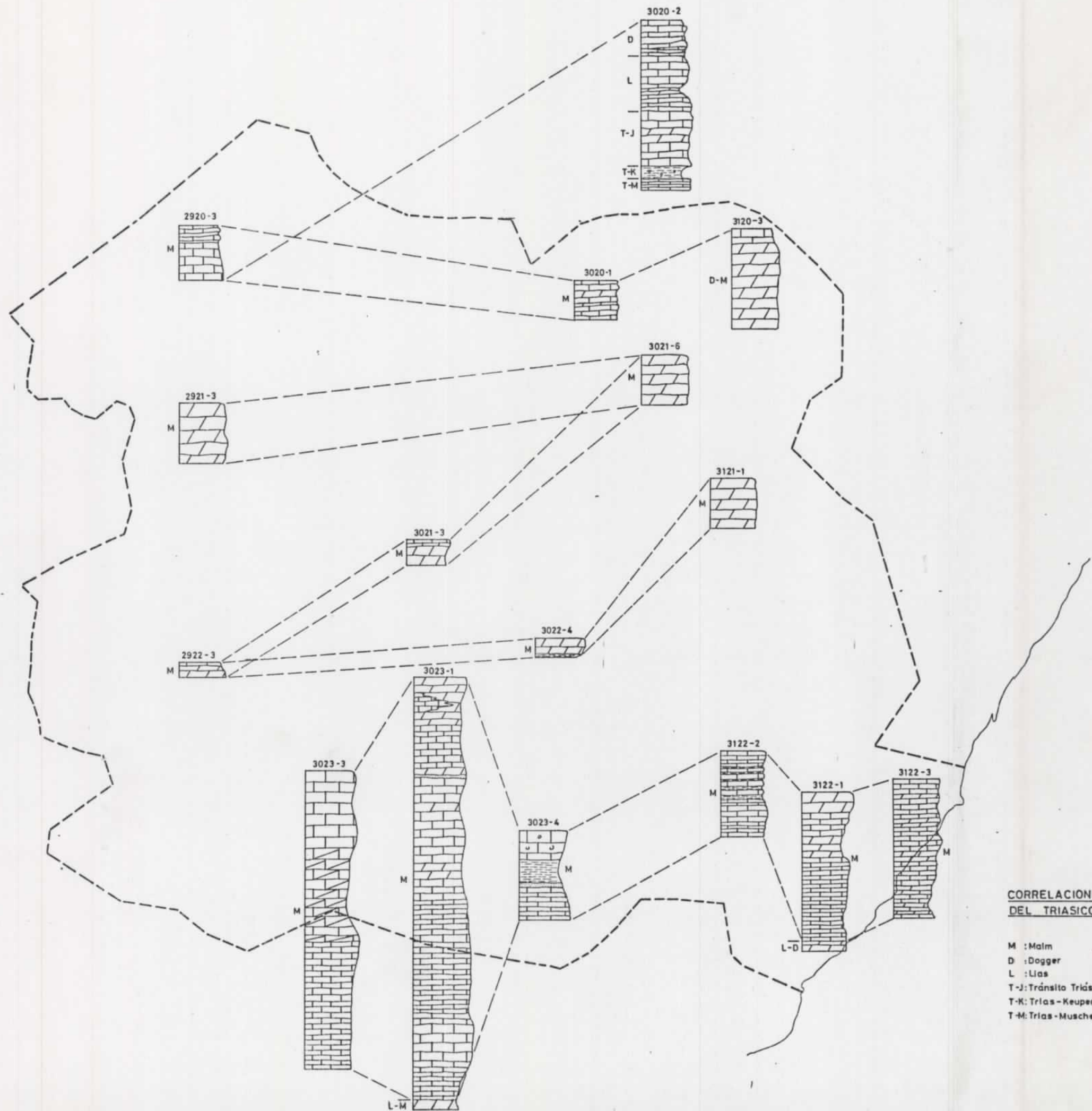
- \* En el sector occidental el espesor de los materiales de esta edad, deducido del sondeo de Bobalar en el anticlinal del mismo nombre, es de 120 metros. Allí se manifiestan con una litología de dolomías masivas (dolosparita) de aspecto sacaroideo.
- \* En el sector de Villores - Luco de Bordón se observa una reducción en la potencia del tramo, que llega a ser de 60 metros en Luco, a la vez que se verifica un cambio en su litología, que pasa a ser de calizas con intercalaciones de margas rojas y grises, tanto mas frecuentes cuanto mas hacia el Norte nos desplazemos.
- \* En el área de Morella - Chert - El Carrascal la serie se compone de una secuencia de dolomías y calizas dolomitizadas, de las cuales no se puede observar el muro. La potencia mínima estimada es





- - - - - LIMITE APROXIMADO DE LA ZONA ESTUDIADA  
 ······ LIMITE DE PROVINCIA  
 — 50 — ISOPACA METROS

**MAPA DE ISOPACAS DEL  
 KIMMERIDGIENSE - PORTLANDIENSE**



**CORRELACIONES LITOESTRATIGRAFICAS  
DEL TRIASICO-JURASICO**

- M : Malm
- D : Dogger
- L : Lias
- T-J: Tránsito Triásico - Jurásico
- T-K: Trias - Keuper
- T-M: Trias - Muschelkalk

1 km

de 100 metros .En dirección Norte aparecen niveles arcillosos y margosos intercalados.

- \* En la zona mas meridional es donde se han determinado la mayores potencias (450 m.). Esta comprende la región que va desde Torre Embesora hasta Alcalá de Chivert.

Aquí la serie es algo más caliza. En los niveles inferiores se suelen dar micritas, biomicrosparitas, intrasparitas y pelsparitas, en bancos decimétricos generalmente, a veces con sílex. En los niveles superiores predominan las dolomías y calizas dolomíticas que, frecuentemente, se sitúan sobre alguna pasada arenosa y/ó pasadas margosas.

- \* En las cercanías de Peñíscola la litología es de calizas y calizas dolomitizadas, y dolomías hacia la base. En las primeras se dan intercalaciones margosas que pueden llegar a tener hasta 15 metros de espesor. La potencia observada en este punto es de al menos 300 metros.

#### 4.2.3.- TRANSITO JURASICO - CRETACICO.

El tránsito Jurásico - Cretácico está representado, en la región del Maestrazgo, por una secuencia esencialmente caliza y fácil de diferenciar en cartografía.

Su límite inferior viene definido por el contacto con la formación dolomítica del Kimmeridgiense Medio - Portlandiense, y su límite superior por una neta superficie de "hardground" que existe entre ésta formación y la inmediatamente superior perteneciente al Hauteriviense. Dicha superficie erosiva marca una laguna estratigráfica de extensión variable en el Cretácico Inferior; hacia el Este la

sucesión es más completa y sus términos pueden llegar a alcanzar el Valanginiense Superior.

En la áreas situadas hacia el Oeste la serie es más reducida, debido, tanto a la evolución paleogeográfica seguida por la cuenca sedimentaria, como a la existencia de una erosión pots-jurásica y ante-hauteriviense. De manera general, se atribuye una edad Portlandiense - Valanginiense a los materiales que constituyen el paso de Jurásico al Cretácico, y sus afloramientos se reparten ampliamente por toda la región.

Las series más potentes se localizan en la zona central - oriental y, sus espesores, decrecen rápidamente, tanto en dirección Norte como en dirección Sur, hasta desaparecer en los alrededores de Peñarroya de Tastavins y en el sector de Adzaneta -Villafamés, respectivamente.

#### 4.2.3.1.- CARACTERISTICAS LITOSTRATIGRAFICAS. DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS

\* La serie más completa se localiza en los alrededores de Salsadella (Serie de San Cristobal - Los Angeles), donde se observa una potente secuencia (360 m.) de calizas (micritas, biomicritas y biopelsparitas) que, en los primeros 100 metros, se presentan recristalizadas y parcialmente dolomitizadas. En su tramo medio se dan algunas pasadas más margosas e impregnaciones ferruginosas. Estas últimas vuelven a aparecer en los niveles superiores.

\* En el sector de Tirig, Catí y Castellfort aparecen, en los niveles intermedios del conjunto calizo, algunos bancos de areniscas ferruginosas y/ó areniscas calcáreas y arcillosas, así como calizas bioclásticas y calizas arenosas. Las

potencias en éstos puntos varían entre los 200 y los 300 metros.

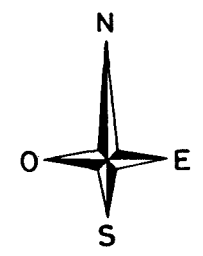
- \* En Portell de Morella la serie Portlandiense - Valaginiense es aún considerable (280 m.) y presenta una litología de calizas micríticas, con intercalaciones más o menos margosas en su parte media - superior.

La secuencia de materiales, situados sobre las dolomías del Kimmeridgiense - Portlandiense, en el anticlinal de Portell de Morella - Cinctorres, es, de muro a techo, la siguiente:

- 40 metros de calizas beige en potentes bancos (1 a 4 metros) de edad Portlandiense.
- 80 metros de calizas bien estratificadas (10 a 15 cm.) con calizas oolíticas, también pertenecientes al Portlandiense.
- 160 metros de calizas ricas en oogonios de Charáceas y Ostrácodos, que alternan con niveles de margas. En la parte alta de estas calizas se localiza el paso a sedimentos de edad Berriasense.

En dirección Norte (Cinctorres y La Mata de Morella) los sedimentos aumentan de espesor, mientras que al Oeste se hacen más frecuentes los niveles margosos de la parte superior del tramo.

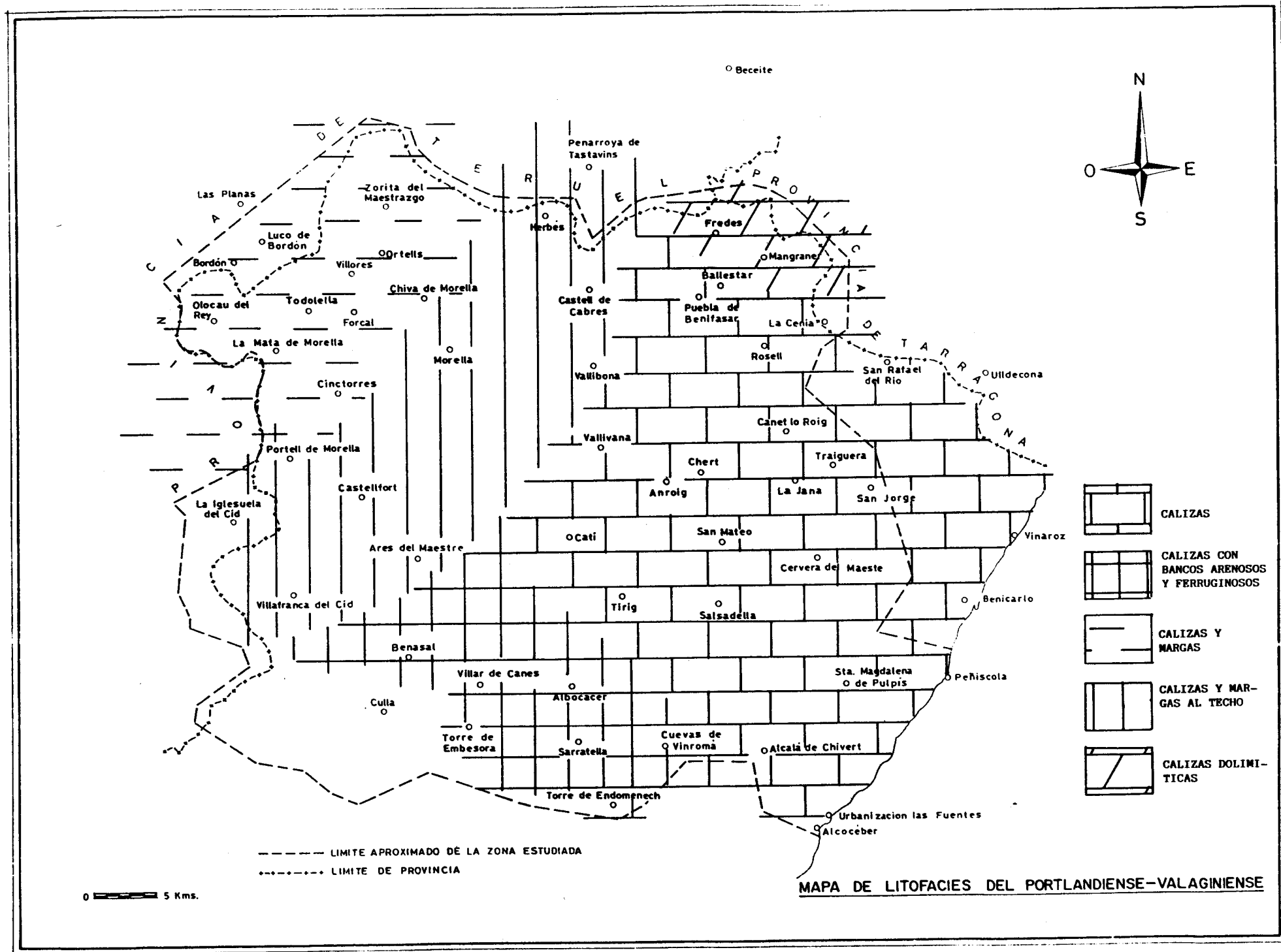
Hacia Villafranca del Cid la serie se reduce considerablemente (125 m.) e incorpora en la base algunos niveles de dolomicritas, situándose, a su vez, las secuencias margosas en la zona intermedia de la serie.



0 5 Kms.

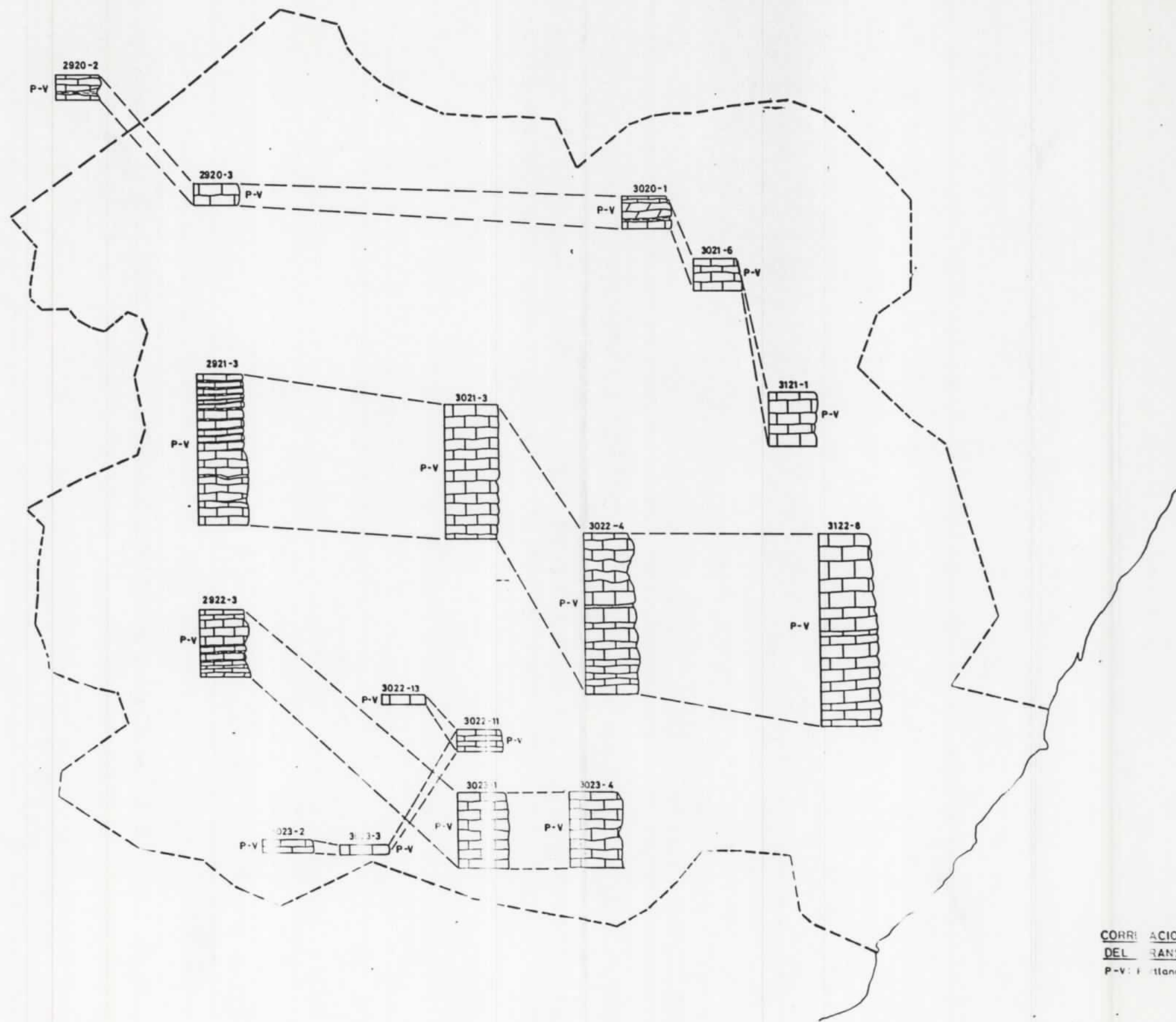
--- LIMITE APROXIMADO DE LA ZONA ESTUDIADA  
 - - - - - LIMITE DE PROVINCIA  
 — 50 — ISOPACA METROS

**MAPA DE ISOPACAS DEL  
 PORTLANDIENSE - VALANGINIENSE**





8



*Para leer*



**CORRECCIONES LITOESTRATIGRAFICAS  
DEL TRANSITO JURASICO - CRETACICO**  
P-V: Irlandiense - itangiense



- \* En el sector meridional (Culla, Villar de Canes, El Sabater) se constata un acuñaamiento muy fuerte del tránsito Jurásico -Cretácico, con espesores muy reducidos (15 metros en Culla y 40 metros en Villar de Canes) y una litología formada por ooesparitas e intramicritas en las que se intercalan algunos bancos de areniscas ferruginosas y areniscas calcáreas.

Mas al Este se recuperan las potencias en las Sierras de Espaneguera y Engarceran, donde se encuentran unos 130 - 140 metros de calizas, en algunos puntos ligeramente dolomitizadas.

- \* Desde la zona central en dirección Norte, se produce también una progresiva reducción del espesor de la serie (100 metros en Chert, 60 en Bel y al Norte de Castell de Cabres), hasta desaparecer en la proximidades de Fredes. A la vez, se observa un incremento progresivo en el grado de dolomitización de sus materiales y una mayor frecuencia de los niveles margosos.

- \* El sector Noroccidental, donde se encuentra Villores, participa de la misma reducción en el espesor de los materiales del tránsito Jurásico - Cretácico (45 a 55 metros), si bien aquí la dolomitización es muy ligera y, junto a las intercalaciones margosas, se pueden dar algunos niveles areniscosos, así como eventuales horizontes de calizas brechoides.

#### 4.2.4. - CRETACICO INFERIOR.

El Cretácico Inferior constituye gran parte de los afloramientos del área objeto de estudio. Aparece sobre todo en la mitad occidental (Muelas de Ares y Castellfort,

sinclinal de Morella, Muela de Chert.....), con potentes secuencias de materiales de facies diferentes, que pueden ir de las netamente carbonatadas (calizas del Gargasiense) a las claramente detríticas (Areniscas del Maestrazgo de edad Albiense).

El límite inferior viene dado por la superficie de un hard-ground suprayacente a las formaciones carbonatadas del tránsito Jurásico - Cretácico. Su diferenciación del Cretácico Superior no es tan clara y se establece en base a criterios de orden litológico y estratigráfico. Viene marcada por el paso de la formación detrítico - arcillosa, del Albiense a la carbonatada del Cretácico Superior.

Los materiales de esta edad conforman un gran ciclo sedimentario que comienza con la transgresión del Hauteriviense y finaliza con la regresión Albiense, con episodios regresivos y transgresivos dentro del mismo.

Se han distinguido varios tramos que a continuación se comentarán.

#### 4.2.4.1.- HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE

Se trata de una formación caracterizada por presentar una alternancia de niveles carbonatados y margosos, con dominio, dependiendo del sector, de unos ó de otros, y situada, mediante una discordancia erosiva, sobre las formaciones infrayacentes del tránsito Jurásico - Cretácico.

Como regla general los niveles margosos son más frecuentes hacia el Oeste, donde la serie es más ferruginosa, con areniscas intercaladas y frecuentes suelos ferruginosos. Es de remarcar la gran cantidad de niveles lummaquéllicos que

englobada entre las poblaciones de La Cenia y Al-bocacer.

\* Hacia el Sur se produce una reducción de espesor en la serie, hasta que desaparece en el sector de Villafamés - Adzaneta. Al mismo tiempo se observa un cambio de facies, con aparición de calizas gravelosas y oolíticas (Sierra de Irtá) y niveles arrecifales, estos últimos en la zona de Torre Embesora (20 m.) y Culla, con ausencia de los niveles más inferiores del tramo Hauteriviense - Barremiense, que en este sector oscila entre los 30 y 110 metros de potencia.

\* Entre Fredes y La Cenia la secuencia estratigráfica es esencialmente caliza, sobre todo en la mitad inferior del tramo, donde se dan calizas bioclásticas y margas con Charáceas. Estas últimas se hacen más frecuentes hacia el techo donde llegan a constituir, cerca del Convento de Benifasar, un nivel de 10 metros de margas grises y pardas. Para este sector la potencia oscila en torno a los 160 metros.

\* Prácticamente toda la mitad occidental de la región, atendiendo a las características litológicas y sedimentológicas, se puede subdividir a su vez en dos subsectores:

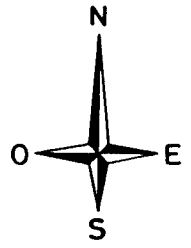
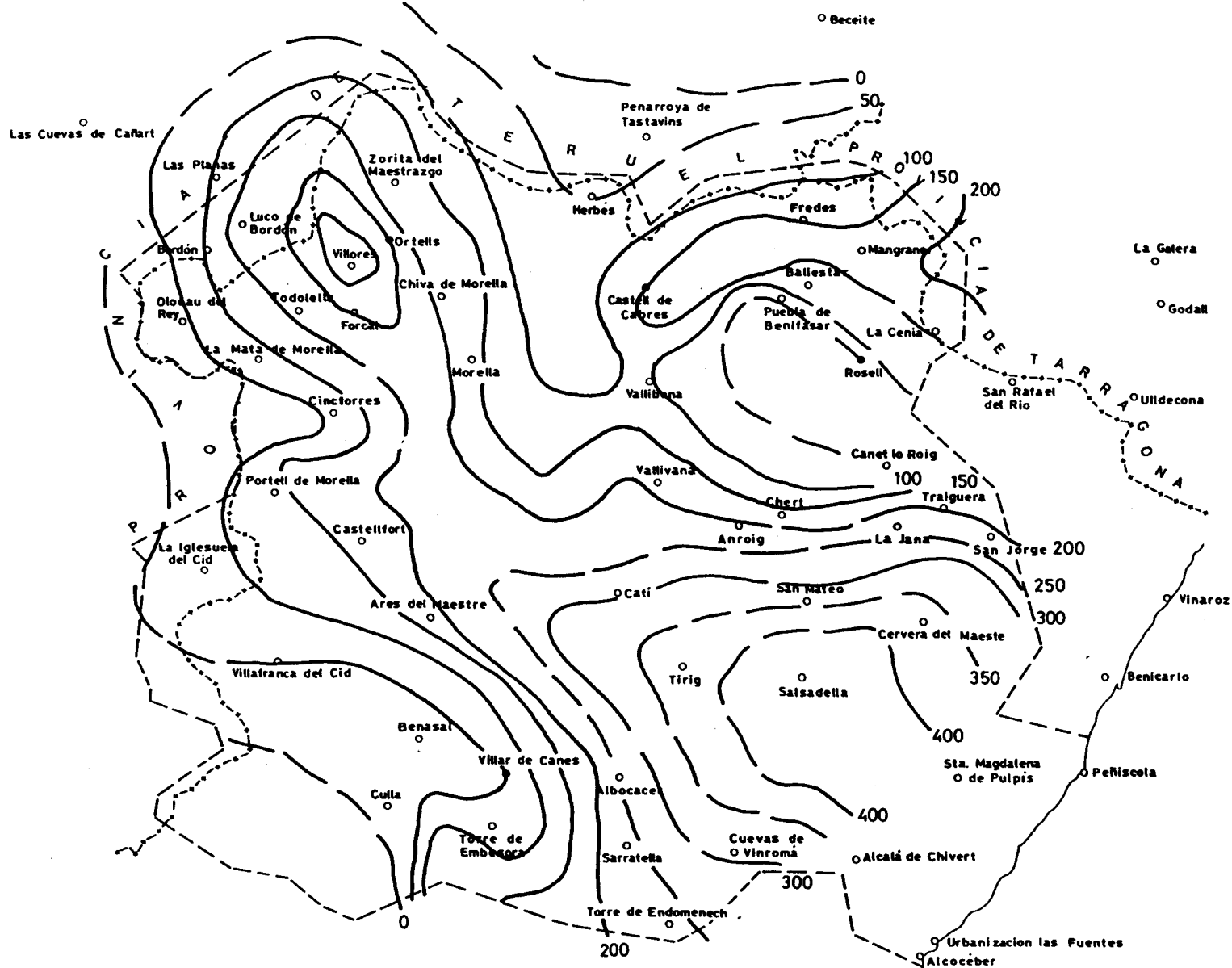
- Sector centro - occidental (al Este de la línea formada por Morella - Ares del Maestre)

.Se da una mayor frecuencia de los sedimentos carbonatados, sobre todo en los niveles más inferiores. Cerca de Tirig encontramos una alternancia de 350 metros de margas, calizas margosas, oomicritas, con algún nivel intercalado de areniscas, y frecuentes suelos ferruginosos.

- Sector al Oeste de la línea Morella - Ares del Maestre.

Se observa una intensificación en el carácter detrítico de la serie, constituyendo lo que Canerot (1974) denomina "Capas de Mirambel" cuya composición litológica corresponde a un conjunto alternante de margas, calizas bioclásticas, margas arenosas y calizas arenosas con ostrácodos y charáceas. Los últimos niveles son más abundantes en las áreas más orientales, mientras que los más detríticos lo son en las más occidentales. Por otra parte, suele presentarse un nivel basal arenoso de pequeño espesor (2 a 4 m.)

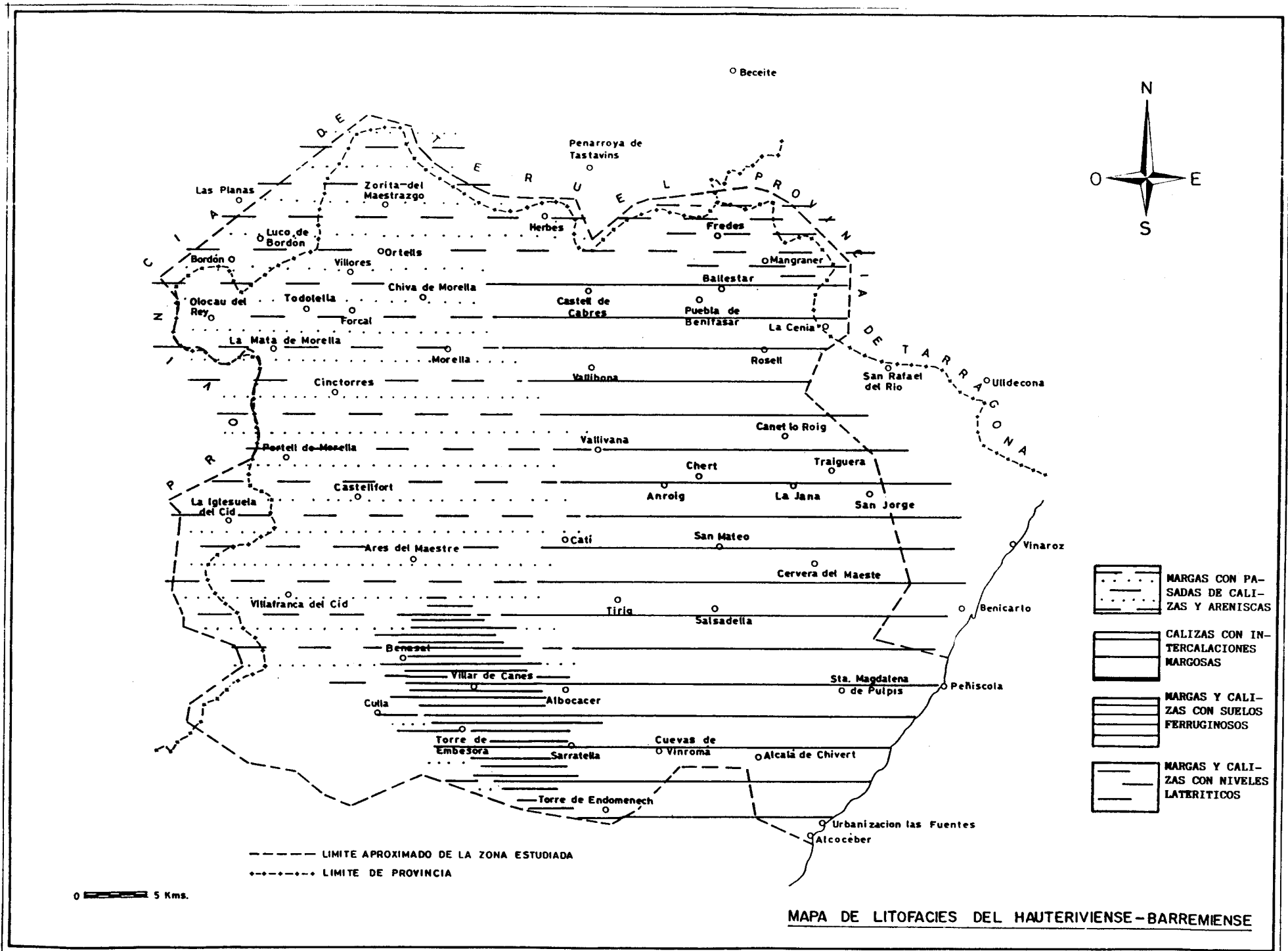
En las cercanías de Portell de Morella se observa una secuencia rítmica de areniscas, margas y calizas, en la que los episodios arenosos presentan cemento calcáreo y las margas pueden incluir episodios margocalizos. Los niveles netamente calizos presentan una litología de calizas bioclásticas, calizas arenosas y calizas arcillo arenosas. En cuanto a la potencia, es muy variable y, como norma general, tiende a reducirse en sentido Oeste, con 350 metros en Tirig, 300 en Ares - Catí, 160 en Castellfort y 145 en las cercanías de Portell. Hacia el Norte y Noreste también sufre una disminución de espesor, con 98 a 145 metros en Cincorres y entre 90 y 120 metros en la región de Carrascal - Morella. Esta regla tiene sus excepciones, como por ejemplo en Villores, donde la formación Hauteriviense - Barremiense presenta cerca de 300 metros de espesor.



0 ——— 5 Kms.

----- LIMITE APROXIMADO DE LA ZONA ESTUDIADA  
 - - - - - LIMITE DE PROVINCIA  
 ——— ISOPACA METROS

**MAPA DE ISOPACAS DEL  
 HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE**



#### 4.2.4.2.- BARREMIENSE SUPERIOR

Suprayacente al tramo estudiado en el capítulo anterior, se sitúa un horizonte calcáreo, fácilmente diferenciable en campo, que es en realidad la secuencia superior más carbonatada de los mismos materiales del Hauteriviense - Barremiense. Así pues el criterio empleado para su separación es netamente litológico. Dicha diferenciación será muy útil a la hora de abordar el capítulo de hidrogeología en la región, ya que constituye un nivel acuífero dispuesto sobre el tramo anterior, impermeable a escala regional.

Morfológicamente conforma un resalte topográfico sobre los materiales margosos de la formación infrayacente. En la zona central es muy típica su disposición subhorizontal, situado en las partes superiores de las "Muelas" ó áreas elevadas y planas. Su límite superior viene definido por el paso a la formación arcillo - arenosa suprayacente, mucho mas blanda, perteneciente el Bedouliense Basal.

La litología es, esencialmente, de calizas bioclásticas, con algunos niveles margo - arenosos que, progresivamente hacia el Este (Sierra de Valdancha, Torre Embesora), pasan a calizas micríticas, biomicríticas esparíticas e intraclásticas, con desaparición de los escasos niveles de margas y areniscas que se dan en el sector occidental. La fauna encontrada en estos materiales es de Orbitolínidos primitivos y Choffatellas.

En cuanto a la potencia del Barremiense Superior es mucho más uniforme que la del tramo anterior, con una media entre 30 y 50 metros de espesor y reducción de la serie hacia el Suroeste y el Noroeste. El máximo se

dispone según un eje de dirección aproximada SE -NO que pasa por Cincorres, Chert y Cervera del Maestre.

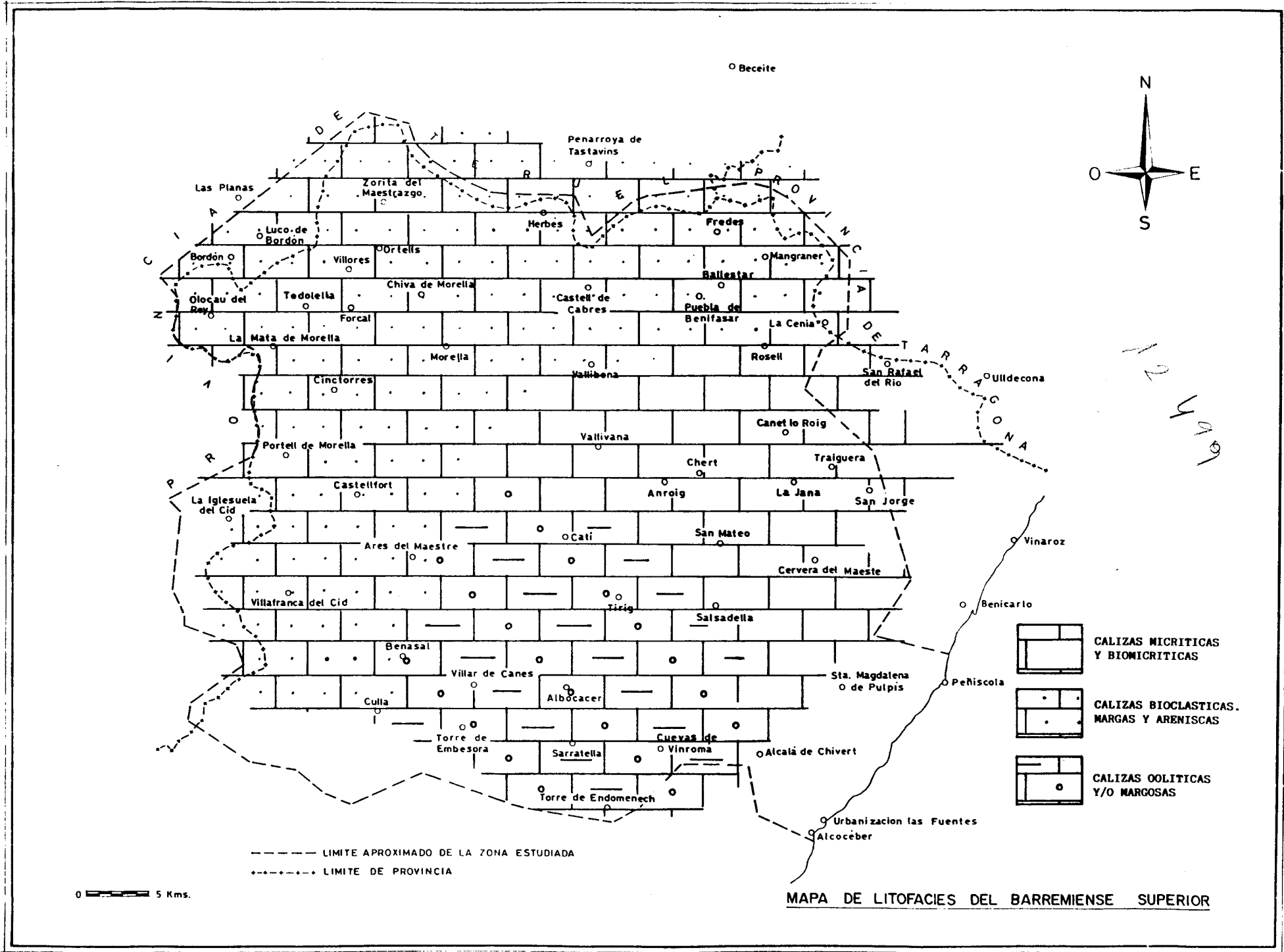
#### 4.2.4.2.1.- DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS.

Según lo expuesto, y estudiado por sectores, las características que presenta el Barremiense Superior son:

- \* En Portell de Morella aparece con 30 metros de calizas biosparíticas, intrabiosparitas e intrasparitas.
- \* En las cercanías de Cincorres (Serie de Mas de Roig) se presentan unos 50 metros de calizas bioclásticas con niveles de margas y areniscas intercaladas. Encima de este conjunto se encuentra depositado un nivel de 15 metros de margas y calizas biodetríticas margosas, que pueden pertenecer ya al Albiense Basal.
- \* En Villorres está representado por un paquete bastante margoso, que no permite diferenciarlo del tramo infrayacente. Su espesor debe de ser de escasos metros.
- \* Junto a Chert (Serie del Bco. de Moliná) se distinguen netamente tres niveles bien definidos:
  - Un conjunto inferior de 20 metros, compuesto por micritas y biomicritas en bancos gruesos con pasadas margocalizas.
  - Un nivel margoso intermedio de 8 metros de espesor.







- Un conjunto superior de micritas gris claro, algo margosas, en niveles delgados, con potencia aproximada de 20 metros.
- \* En Fredes el Barremiense Superior aparece bajo una litología de 40 metros de micritas grises con finos niveles pardo - rojizos intercalados.
- \* Próximo a Cervera del Maestre se encuentra representado por 50 metros de calizas esparíticas masivas de color beige.
- \* En el sector entre Culla y Torre Embesora sufre una reducción (20 - 40 m. de potencia), al igual que cerca del Villafranca del Cid (15 m.), que, más al Sur, hace que el Barremiense Superior se encuentre ausente de la serie sedimentaria. En los dos primeros lugares mencionados, está formado por calizas masivas gravelosas y oolíticas (CANEROT, 1.974) en las que se intercala algún nivel de margas, mientras que en Villafranca se presenta en forma de calizas biodetríticas con niveles de caliza margosa, e intercalaciones areniscosas hacia la base.

#### 4.2.4.3.- BEDOULIENSE BASAL

El paso del Barremiense al Aptiense está representado, en la región del Maestrazgo, por una sedimentación de carácter eminentemente terrígeno. Sus afloramientos están repartidos ampliamente por todo el área de estudio, y aparecen sobre todo en el sinclinal de Morella, Chert y sector de La Jana, diferenciados netamente del Barremiense Superior y del Bedouliense Inferior tanto por su litología como por su coloración, ya que conforman un horizonte blando, fácilmente erosionable, de colores rojizos

y/ó amarillentos, jalonado por los resaltes duros y calizos de las formaciones infra y suprayacentes.

J. Canerot (1.974) asigna a estos depósitos una edad atribuible al Bedouliense Basal por la presencia en ellos de Palorbitolina Lenticularis, Ostracodos y Charáceas que, como veremos más tarde, son características del Bedouliense en la región, así como, también, por la ausencia de Orbitolínidos Primitivos, característicos de las capas del Hauteriviense - Barremiense. Estos hechos, unidos a una datación exacta de los tramos superior e inferior, que enmarcan a las capas terrígenas, han hecho posible la precisión en su datación.

Su potencia, que varía con facilidad de unos puntos a otros, rara vez supera los 50 metros y alcanza uno de sus máximos en los alrededores de Morella.

#### 4.2.4.3.1.- DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS.

Estas capas estudiadas en distintos lugares presentan las siguientes características:

- \* En gran parte de la región (Zona central, occidental y septentrional) la litología dominante es de margas, arcillas y areniscas micáceas, de tonos rojizos, y a veces verdosos o grisáceos, que ocasionalmente pueden presentar algún nivel calizo - arenoso. Este conjunto de materiales conocido con el nombre de "Capas Rojas de Morella", fue definido por J. Canerot en 1.974.

Dichas capas, ampliamente representadas en el sinclinal de Morella, pueden observarse al Este de Forcall, donde adquieren unos 50 metros de espe-

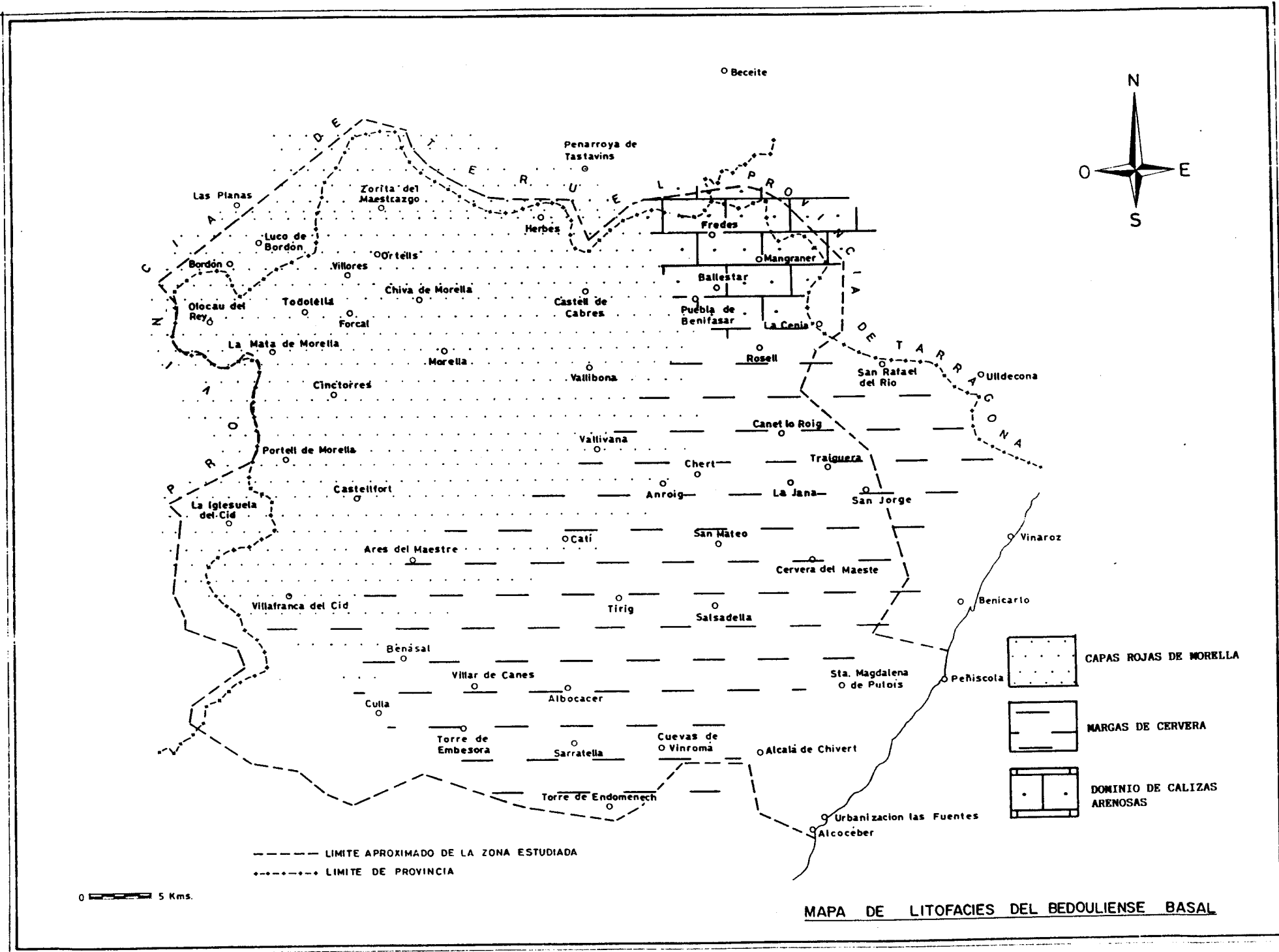
sor, así como en Cinctorres y Villoros, con 40 m. de potencia en cada caso.

- \* En dirección Este y Sur, y a partir de un arco que se podía describir entre las poblaciones de Chert, Tirig y Benasal, se produce un cambio gradual a margas arenosas, margocalizas y areniscas micáceas con niveles carbonatados, de colores amarillentos y rojizos. Localmente se encuentran con yesos (serie de San Mateo). Esta formación se conoce bajo la denominación de "Margas de Cervera del Maestre" y se han observado muy bien en la serie de La Jana, con 40 metros de espesor, así como en las proximidades de Cervera del Maestre, donde tienen entre 40 y 50 metros.

Al Oeste de Chert (Serie del Bco. de Moliná) se puede contemplar una secuencia de carácter transicional entre los dos tipos de facies que hemos señalado para los materiales del Bedouliense Basal. Aparecen en este lugar, de muro a techo,:

- Un nivel, de 45 metros, de margas y arcillas grises y pardas con algunos horizontes areniscosos y micáceos.
- Una pasada carbonatada de 5 a 7 metros de espesor.
- Un paquete de 10 metros de areniscas rojas y pardas, margas blancas y calizas gris pardas biodetríticas con inclusiones de limonita y fuertes manchas rojo - pardas.
- \* En la zona meridional, al igual que en tramos anteriores, se produce una reducción y desaparición progresiva de éste tipo de sedimentación. Así en Villar de Canes solo se llegan a medir 10 metros, al igual que en la



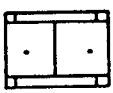




----- LIMITE APROXIMADO DE LA ZONA ESTUDIADA  
 ..... LIMITE DE PROVINCIA

0 5 Kms.

MAPA DE LITOFACIES DEL BEDOULIENSE BASAL

-  CAPAS ROJAS DE MORELLA
-  MARGAS DE CERVERA
-  DOMINIO DE CALIZAS ARENOSAS

Rambla de la Carbonera, próxima a Ares del Maestre. Entre la Iglesiasuela y Villafranca del Cid se tienen 20 metros mientras que, al Sur de los puntos mencionados, los materiales del Bedouliense se encuentran ausentes.

- \* En la esquina Noreste (Sector Fredes - La Cenia) existe un cambio a facies netamente carbonatadas, las Margas de Cervera pasan a calizas arenosas y calizas bioclásticas con alguna intercalación margocaliza, difíciles de diferenciar por presentarse bajo la misma litología que la del Bedouliense Inferior.

#### 4.2.4.4.- BEDOULIENSE

El Bedouliense en el Maestrazgo está formado por dos conjuntos bien definidos:

- Uno inferior, fundamentalmente calizo, caracterizado por su gran contenido en Orbitolínidos (Palorbitolina Lenticularis), de edad Bedouliense Inferior y Medio.
- Otro superior, eminentemente margoso, también con gran contenido faunístico (Orbitolínidos, lamelibranchios y ammonites). Por la frecuente presencia de Plicátula Placunea, este nivel es conocido por el nombre de "Margas con Plicátulas". La edad del tramo es Bedouliense Superior.

Eventualmente puede presentarse un nivel muy neto de calizas masivas, con espesor reducido (10 - 20 metros), situado, bien entre los dos conjuntos aludidos (los niveles mas altos de las calizas con Orbitolinas son ya margosos), ó bien englobado dentro del conjunto margoso superior.



Los materiales del Bedouliense quedan bien diferenciados cartográficamente de las margas, arcillas y areniscas, mucho más blandas y de relieve más suave, del Bedouliense Basal, aunque en algunos puntos se pueden producir pasos graduales entre una y otra formación.

El límite superior, por el contrario, es muy neto ya que, suprayacente a las Margas con Plicátulas, se encuentra la formación carbonatada del Gargasiense, que será estudiada con posterioridad.

La potencia que alcanzan las capas Bedoulienses suele estar entre 125 y 190 metros, con reducción importante en la región suroccidental donde desaparecen al sur de la población de Culla.

#### 4.2.4.4.1. DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS

Estudiadas en sus diferentes áreas de afloramiento, los sedimentos aquí considerados se presentan con los siguientes caracteres:

- \* En el sector comprendido entre Morella, Chert y Cervera del Maestre se manifiestan con su secuencia más típica, tanto en espesor como en facies litológica. Respecto a los primeros, tienden a crecer suavemente hacia Morella y Villoros (en Cervera del Maestre se presentan 140 metros y en Morella 175 metros), en cuya dirección el Bedouliense Inferior y Medio tiende a incrementar su contenido en margas.

Así, en la secuencia litológica de las proximidades de La Jana, J. Canerot (1.974) distingue:

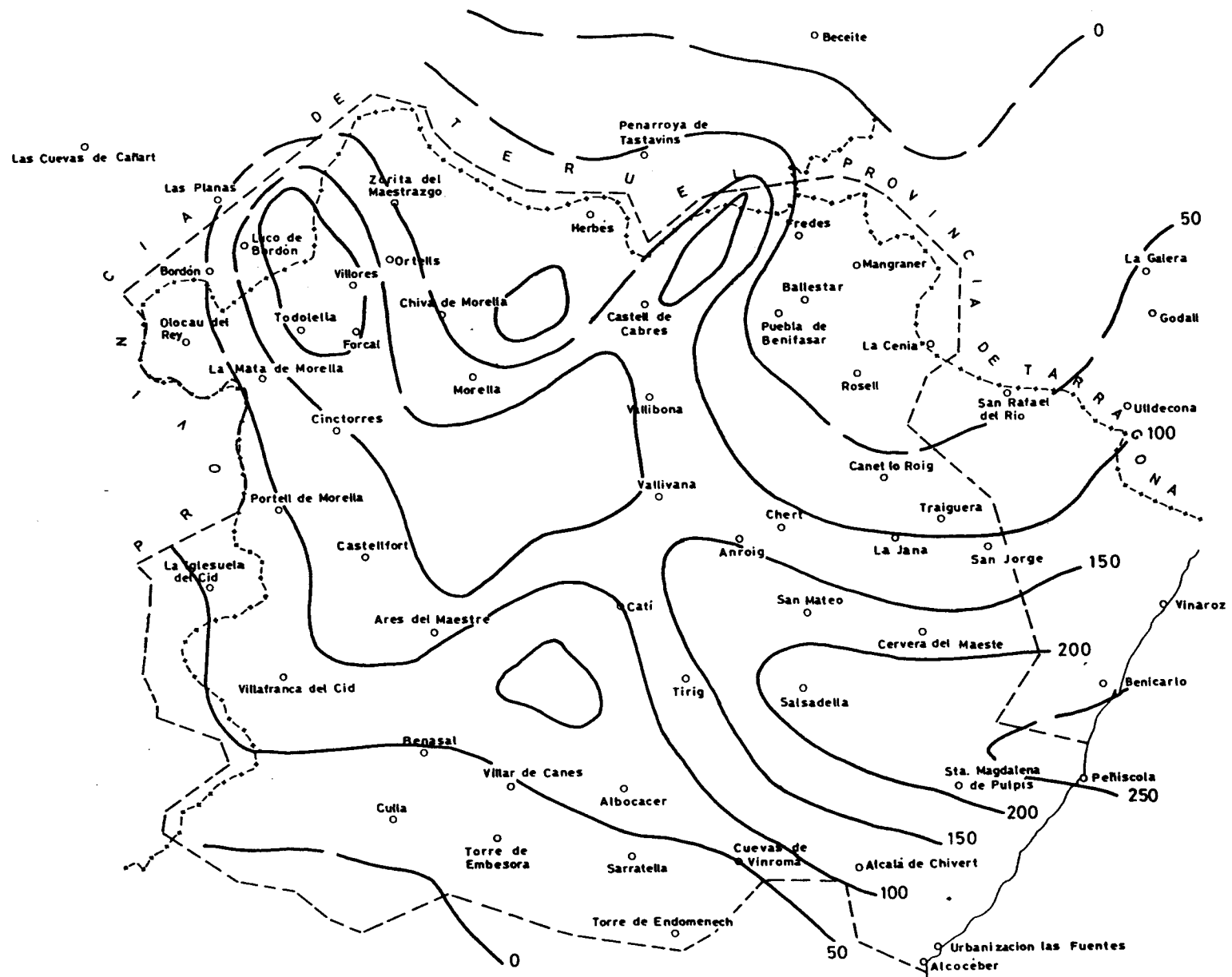
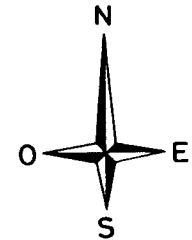
- 70 metros de calizas beige, finamente cristalinas ó bioclásticas, con Palorbitolinas, e intercalaciones de margas Kaki, pertenecientes al Bedouliense Inferior.
- 40 metros de margas y calizas margosas beiges, correspondientes a las Margas con Plicátulas del Bedouliense Superior.

Algo mas al Oeste, en Chert, hemos podido observar, suprayacente al Bedouliense Basal, la siguiente secuencia (Serie del Bco. de Molina):

- 13 metros de margocalizas, margas y calizas bioclásticas y esparíticas.
- 88 metros de calizas gris-beige, micríticas, biomicríticas y esparíticas, muy karstificadas, con finos niveles de margas. Presentan abundante fauna de Equínidos (Toxaster y Heteraster), Lamelibranquios y Orbitolínidos (Palorbitolina Lenticularis). En la base presenta un nivel de 13 metros de margocalizas, margas y calizas bioclásticas, y al techo otro de 15 metros de calizas margosas con intercalaciones de margas. Su edad es Bedouliense Inferior.
- 15 metros de intrabiosparitas e intrabiomicritas con abundantes foraminíferos y lamelibranquios. Este nivel puede asociarse ya a la "Barra de Morella". Su edad debe ser Bedouliense Inferior, aunque no se descarta su pertenencia al Superior.
- 30 metros de margas y margocalizas con abundante fauna de Plicátulas, foraminíferos, lamelibranquios en general, y ammonites en parte piritizados.

En los alrededores de Morella (Serie Fte chorrado) la secuencia es mas arcillosa, se dan, de muro a techo,;

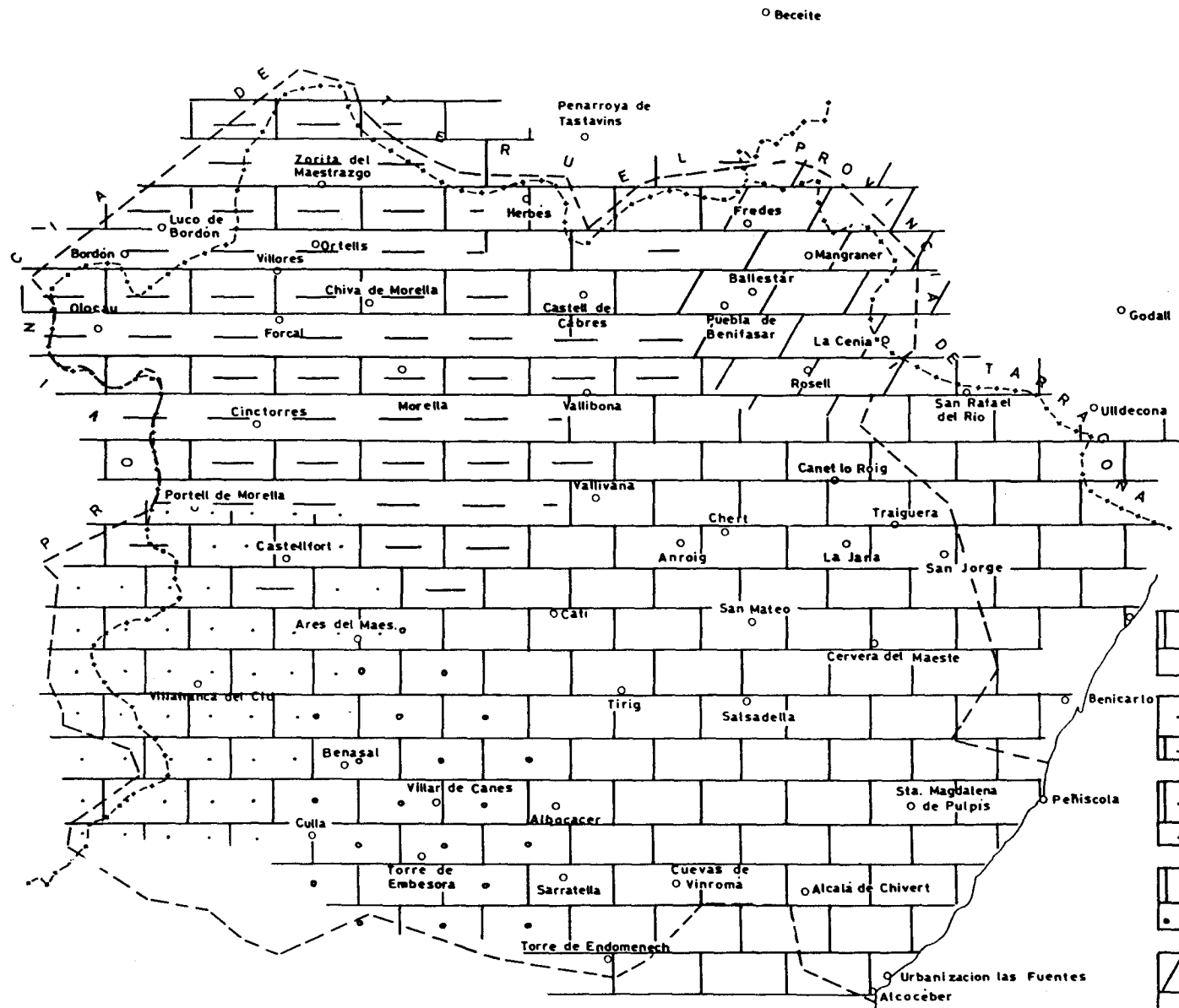
- 80 metros de calizas beige con abundantes pasadas de margas y margocalizas, con un nivel basal de calizas bioclásticas. Edad Bedouliense Inferior.
- 15 metros de calizas masivas pertenecientes a la Barra de Morella.
- 80 metros de margas y margocalizas con Plicátulas del Bedouliense Superior.
- \* En los sectores Sur y Suroeste las series se comprimen, presentando un cambio, en el Bedouliense Inferior, a facies de calizas bioclásticas, margas y margas arenosas, visibles entre cinctorres y Villafranca del Cid, con potencias entre 25 y 90 metros; y a facies de micritas, oomicritas y biopelsparitas, entre Ares del Maestre y Sierra Engarceran, que incluso aparecen, en éste último punto, en el Bedouliense Superior. En dicho sector la potencia del Bedouliense completo (Inferior y Superior) decrece progresivamente desde aproximadamente los 80 metros, medidos al Sureste de Ares, hasta los 30 metros de Villar de Canes y Sierra Engarceran.
- \* En el territorio ocupado entre las localidades de La Cenia y Fredes, el Bedouliense Inferior se coloca directamente sobre el Barremiense Superior, formando un solo conjunto de calizas esparíticas con Orbitolínidos, parcialmente dolomíticas, de 25 a 40 metros de espesor. El Bedouliense Superior, por otra parte, sigue representado por 15 a 30 metros de margas con Plicátulas. La potencia de



----- LIMITE APROXIMADO DE LA ZONA ESTUDIADA  
..... LIMITE DE PROVINCIA  
—— 50 —— ISOPACA METROS

0 5 Kms.

MAPA DE ISOPACAS DEL  
BEDOULIENSE



----- LIMITE APROXIMADO DE LA ZONA ESTUDIADA  
 ..... LIMITE DE PROVINCIA

0 5 Kms.

**MAPA DE LITOFACIES BEDOULIENSE INFERIOR Y MEDIO**

La Litofacies del Bedouliense Superior es de Margas con Plicóculas

ambos tramos se sitúa entre los 40 y los 70 metros.

#### 4.2.4.5. GARGASIENSE

Los materiales de edad gargasiense se caracterizan por ser netamente carbonatados y presentar gran abundancia faunística. Su litología más típica es la de calizas con Toucasias y Orbitolínidos que se diferencian muy bien, desde el punto de vista morfológico y cartográfico, de las margas con Plicátulas del Bedouliense Superior, conformando por lo general resaltes topográficos muy definidos. El límite superior que se ha considerado, para este tramo está localizado en el cambio de la facies carbonatada a los depósitos arenosos del Albiense.

Es de hacer notar que los niveles superiores del tramo aquí diferenciado, pueden pertenecer ya al Albiense Inferior en algunos sectores, dado que no es totalmente sincrónico en toda la región.

En el sector estudiado el Gargasiense presenta dos conjuntos:

- Un tramo infrayacente, de edad Gargasiense Inferior, formado por biomicritas y biosparitas con gran cantidad de Toucasias y Orbitolinas, que se encuentra dolomitizado en el sector de la Cenia y Fredes, así como al Sur y Suroeste de Culla y Torre Embesora (zona de Peñagolosa).

En estos últimos lugares se da ya un claro nivel dolomítico basal.

Este tramo presenta, en la mayoría de los lugares donde aparece, un fuerte diaclasado que le con-

fiere unas buenas propiedades hidrogeológicas, con desarrollo de fenómenos de Karstificación.

- El tramo suprayacente, de edad Gargasiense Superior-Albiense Inferior, presenta un cambio a materiales más terrígenos; intercalados entre las calizas aparecen niveles margosos con ostreidos y calizas nodulosas, a veces glauconíticas ó ferruginosas, que se hacen progresivamente mas abundantes hacia el techo, al mismo tiempo que desaparecen los niveles con Toucasias. Las últimas capas constituyen un paso gradual a la formación detrítica de las areniscas del Albiense.

En conjunto, este tramo presenta una tonalidad rojiza, por lo que se le conoce con el nombre de "Capas Rojas de Benasal". Dicho nivel aparece solo en las zonas occidental y meridional.

En general, los sedimentos gargasienses se extienden por una amplia zona, con potencias, normalmente crecientes en dirección Sur, que oscilan entre los 50 y 75 m. en Bel y Fredes, y los más de 200 metros en las proximidades de Cervera del Maestre. Más al Sur, fuera del área de estudio, es donde se presentan los mayores espesores, zona de Villafames y Desierto de las Palmas, lugares que han constituido una zona de umbral paleogeográfico durante gran parte de su historia sedimentaria, invirtiéndose el proceso durante el periodo de tiempo que aquí se estudia. En la serie del Río Moleón se puede observar como la formación gargasiense se dispone, discordantemente, sobre el Kimmeriense-Portlandiense con ausencia de toda la secuencia intermedia.

En el sector al Sur de Culla se produce una súbita reducción de potencia. Por otra parte, en toda el área

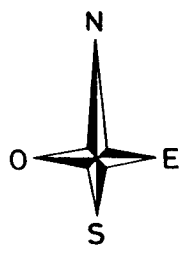
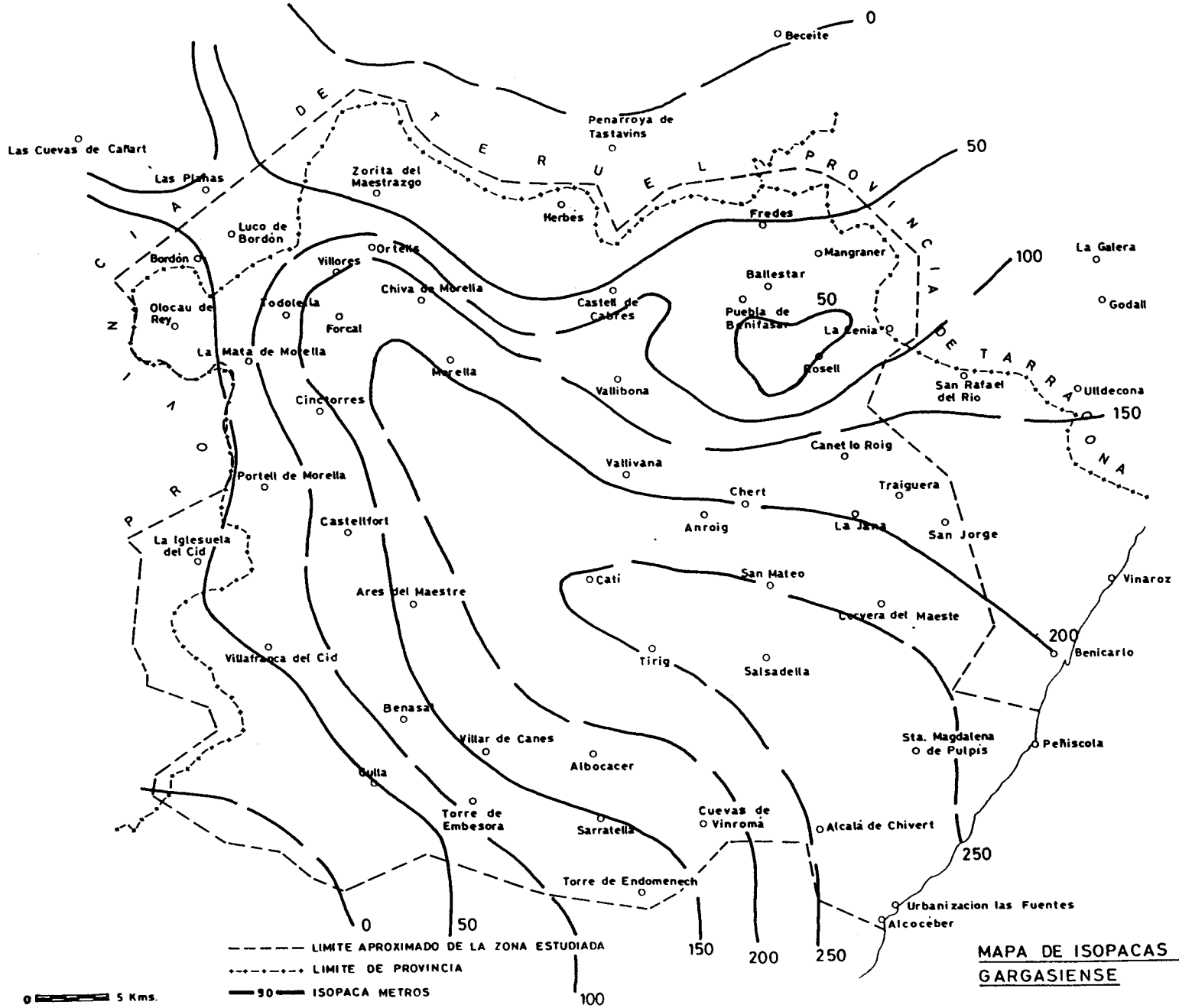
suroccidental los espesores oscilan entre los 40 metros (Villafranca del Cid) y los 50 metros (Bco. de Las Truchas y Ctra. Portell - La Iglesiasuela).

#### 4.2.4.5.1. DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS

Las características litoestratigráficas que presenta el Gargasiense en los distintos sectores, se pueden resumir en las siguientes:

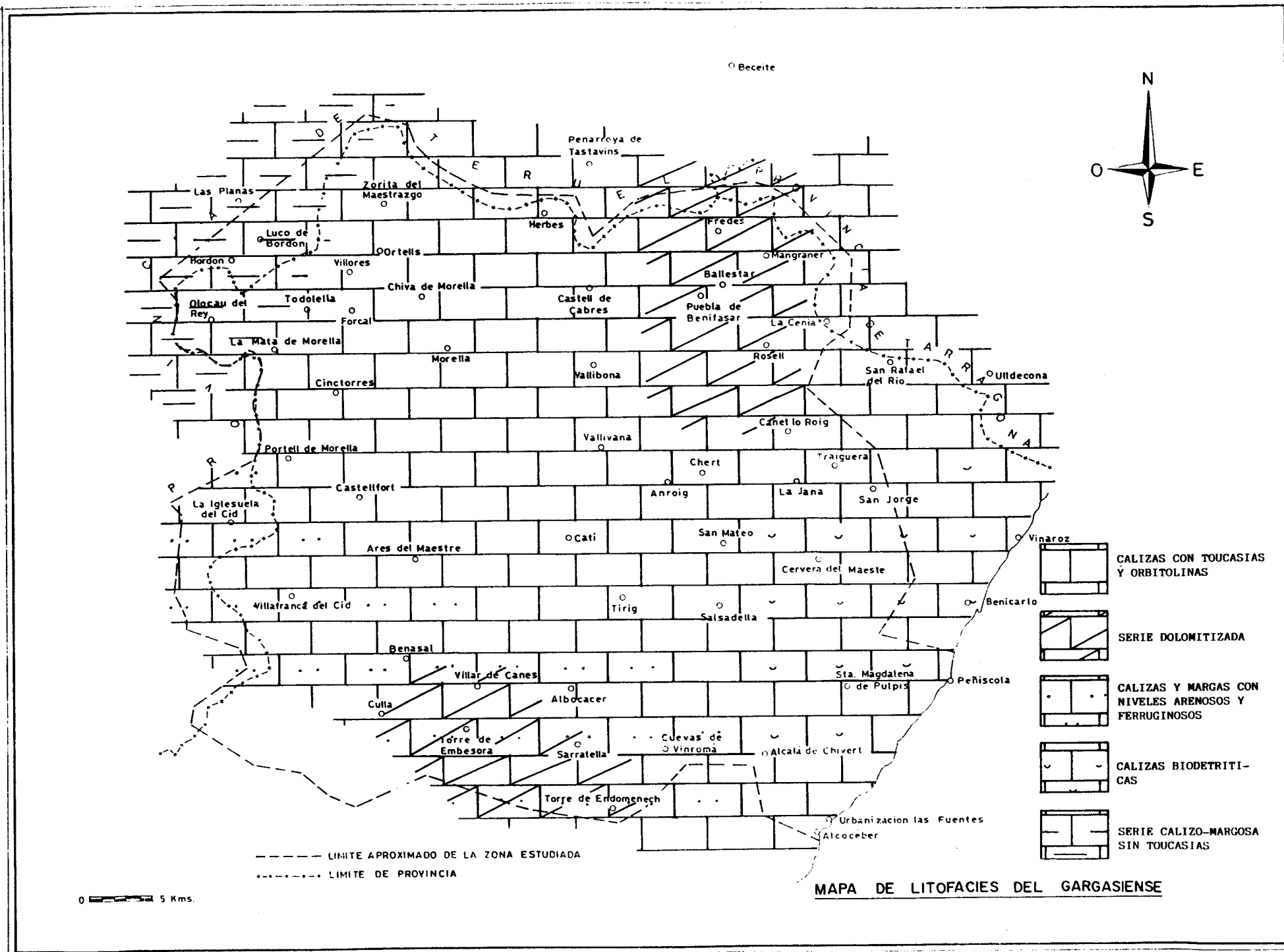
- \* En las proximidades de Villafranca de Cid (Serie de Parreta - Tena) se observa un tramo inferior con 15 metros de espesor, de calizas grises con Toucasias, y otro superior formado por 25 metros de calizas gravelosas, calizas detríticas y oolíticas, calizas glauconíticas y calizas arenosas muy ferruginosas. Los niveles mas altos de este último tramo se asignan al Albiense Inferior.
- \* Mas al Sur, cerca de Villar de Canes, el Gargasiense aparece con un tramo inferior formado por 90 metros de calizas de aspecto masivo (biomicritas y biosparitas) con Toucasias y Orbitolinas, con un nivel basal (10 - 20 m.) de dolomías rojizas. El tramo superior está constituido por 60 metros de calizas (micritas, biopelmicritas y esparitas), en bancos gruesos, con gran cantidad de Orbitolinas y escasas Toucasias, así como ocasionales pasadas de margas blanco-amarillentas.
- \* En el sector oriental la serie típica se puede ver entre Cervera y La Jana. Allí, la secuencia es de un tramo inferior de 150 metros de calizas grises con Toucasias y Orbitolinas, a las que se superponen 50 metros de calizas gravelosas y bioclásticas.





0 5 Kms.

MAPA DE ISOPACAS DEL GARGASIENSE



- \* En el sector Nororiental y en las proximidades de El Ballestar se constata una dolomitización de la serie. Se observan, de muro a techo,:
  - 50 metros de calizas masivas de color beige (biomicritas), con gran cantidad de Orbitolínidos y Toucasias, y calizas margosas, con pasadas dolomíticas.
  - 10 metros de calizas con margas y margocalizas.
  - 15 metros de calizas bioclásticas y areniscas con cemento ferruginoso, de colores ocre.
- \* En la zona de Castell de Cabres y Morella, el Gargasiense viene representado por 50 a 150 - 200 metros de calizas masivas con Toucasias
- \* Mas al Oeste, las calizas se cargan en intercalaciones margosas que, en Luco de Bordón, adquieren, en conjunto, 60 metros de espesor.

#### 4.2.4.6. ALBIENSE

Los materiales depositados durante el Albiense se caracterizan por constituir una formación eminentemente detrítica. Sus afloramientos se localizan con preferencia en los sectores periféricos del área estudiada, con ausencia de ellos en toda el área central de la misma a causa de los fenómenos erosivos actuales. Las potencias de dichos materiales son reducidas ya que no suelen sobrepasar los 60 metros.

Es de hacer notar que los niveles inferiores de esta formación pueden pertenecer, en algunos sectores, a la última etapa del Gargasiense Superior, ya que, como vimos en el capítulo anterior, la separación con la formación garga-

siense no es totalmente sincrónica. Otro tanto sucede con el límite superior, dado que el Albiense Superior puede quedar englobado en la formación carbonatada suprayacente que alcanza hasta el Cenomaniense.

#### 4.2.4.6.1. DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS

Atendiendo a sus características litoestratigráficas, en los sedimentos de esta edad pueden diferenciarse dos conjuntos; uno depositado en un medio marino: "Areniscas del Maestrazgo", y otro depositado en un medio continental: "la facies Utrillas", que estudiaremos por separado.

- \* Las Areniscas del Maestrazgo ocupan todo el área central y oriental de la región, normalmente se disponen de manera concordante sobre la formación del Gargasiense y corresponden a la continuación del depósito, en medio marino, de los materiales de la facies Utrillas.

Su litología está compuesta esencialmente por arenas, areniscas y margas, con intercalaciones de calizas.

- \* En los sectores más orientales existe una mayor abundancia de los niveles carbonatados. En la Sierra de Engarceran se observan unos 60 metros de alternancias de calizas, arcillas y arenas. Más hacia el Este, en la Sierra de Valdancha Oriental, pasan a conformar un nivel basal de calizas arenosas con Melobésias.
- \* Hacia el Norte, y en los alrededores de Traiguera, se localizan entre las areniscas, que aquí son dominantes, niveles de lignito. Estos mismos

niveles pueden encontrarse en Fredes, ubicados en las capas inferiores de la formación arenosa.

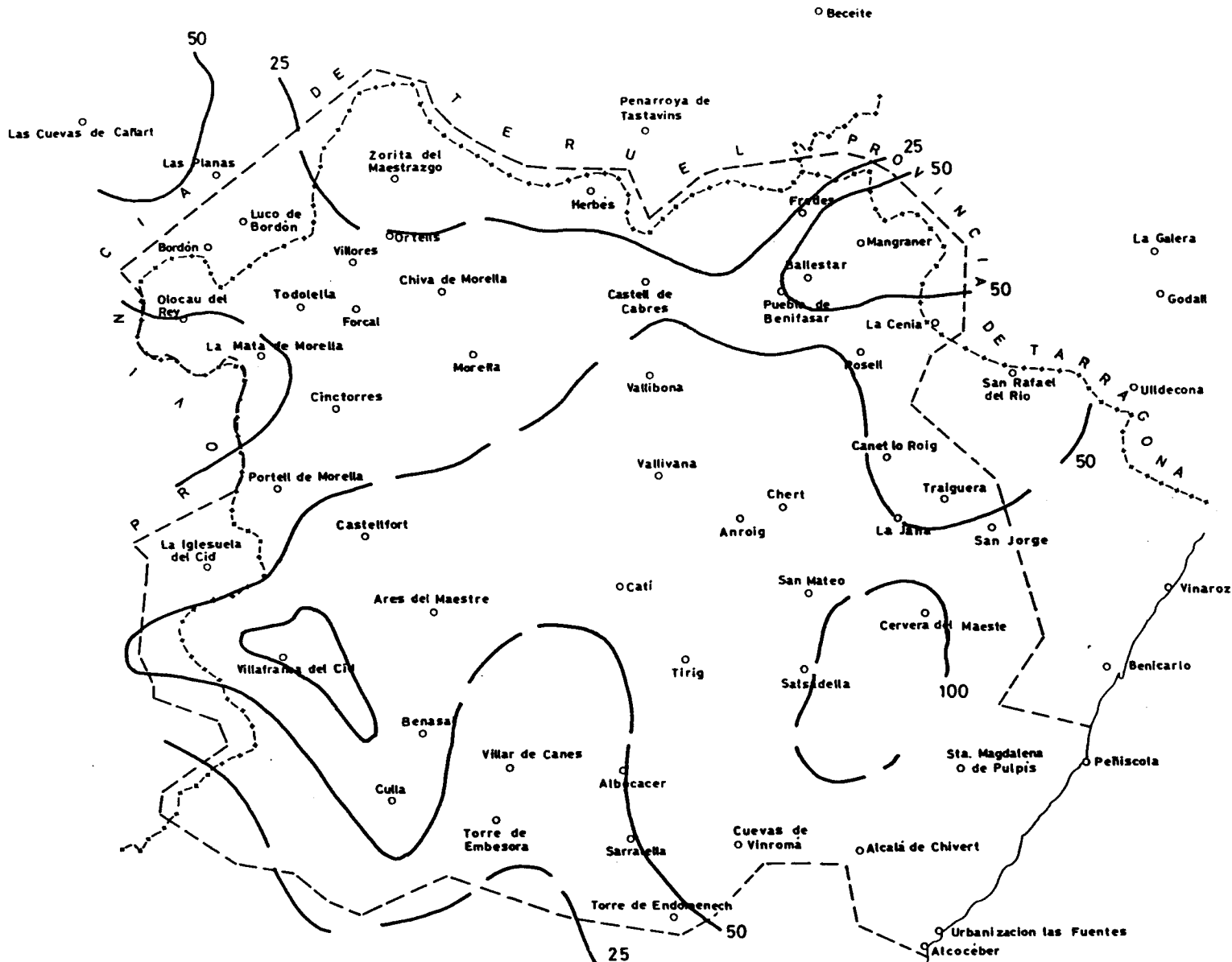
En la zona de El Ballestar, un poco más al Sur, el Albiense se presenta con unos 70 metros de predominio margoso, en los que se intercalan niveles de areniscas blanquecinas y calizas, con ligeras pasadas carbonosas en las primeras.

- \* Con el desplazamiento hacia el Oeste las series presentan un dominio de arenas y areniscas, con algunos niveles carbonatados, al mismo tiempo que aumenta la frecuencia de los niveles ferruginosos. Así en Villar de Canes se pueden ver 40 metros de materiales con estas características, al igual que, mas al Norte, cerca de Morella (Serie Peña-blanca-Esperave).
- \* En sectores ubicados mas al Oeste, a partir de la línea que pasa por Villafranca y Morella, comienzan las intercalaciones de éstos materiales con los de la facies Utrillas, estudiados a continuación.

#### FACIES UTRILLAS

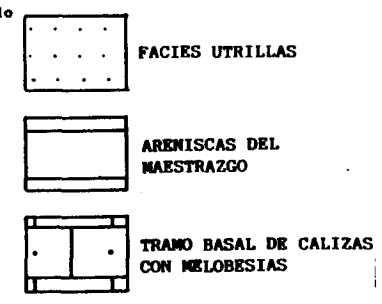
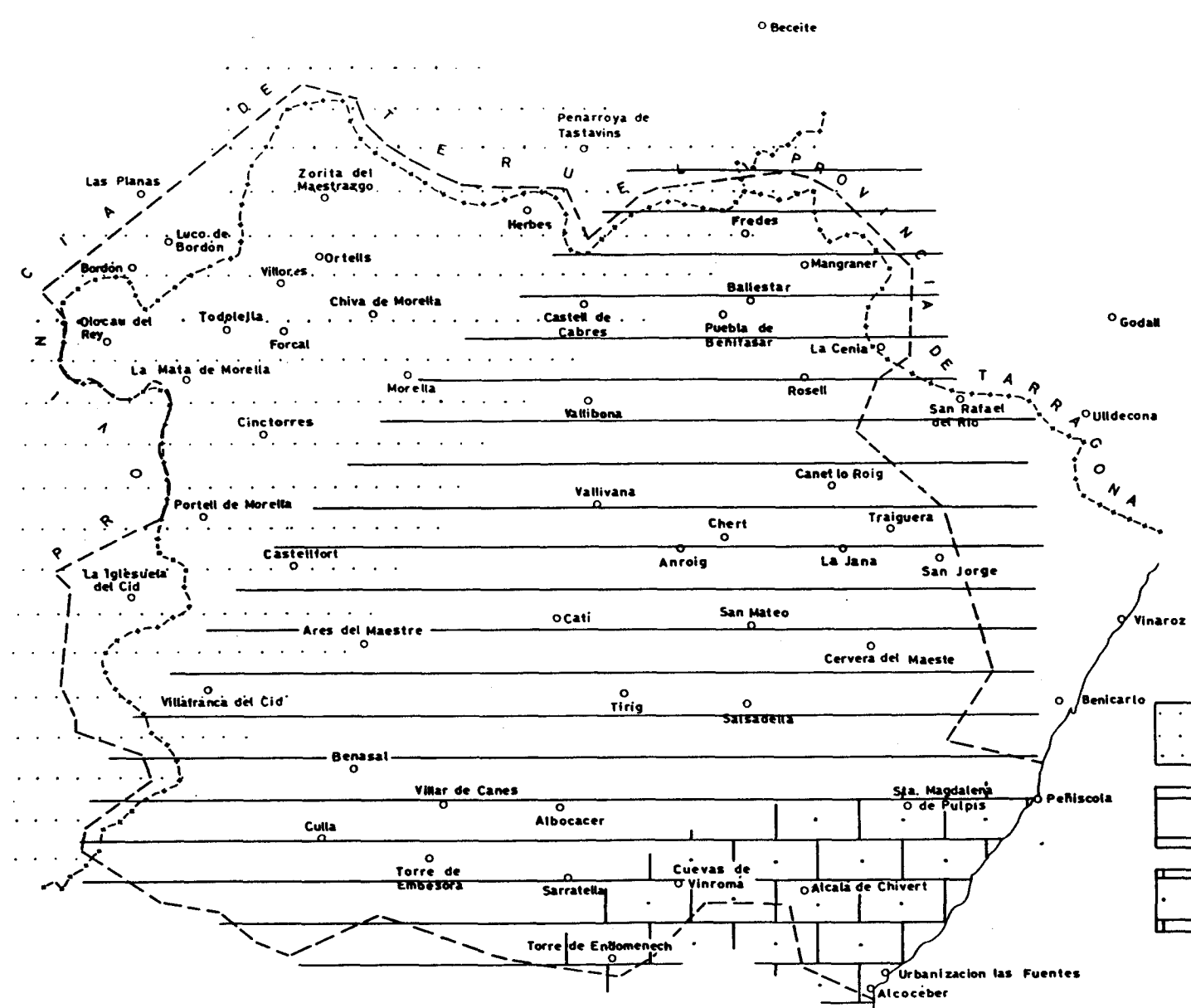
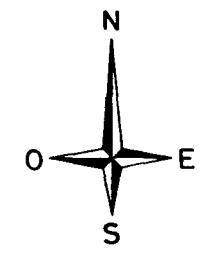
Como se acaba de comentar en las áreas más occidentales de la región, donde pueden situarse sobre cualquier tramo de sedimentos cretácicos, e incluso sobre formaciones jurásicas y triásicas fuera ya del área tratada, como en el Pantano de la Pena y el sector de Ejulve, al Norte y Deste respectivamente.

Su litología es muy constante y está formada por un complejo de areniscas, arenas finas bien clasificadas y arcillas, de colores variados, con predominio del blanco y



- - - - - LIMITE APROXIMADO DE LA ZONA ESTUDIADA  
 ······ LIMITE DE PROVINCIA  
 — 50 — ISOPACA METROS

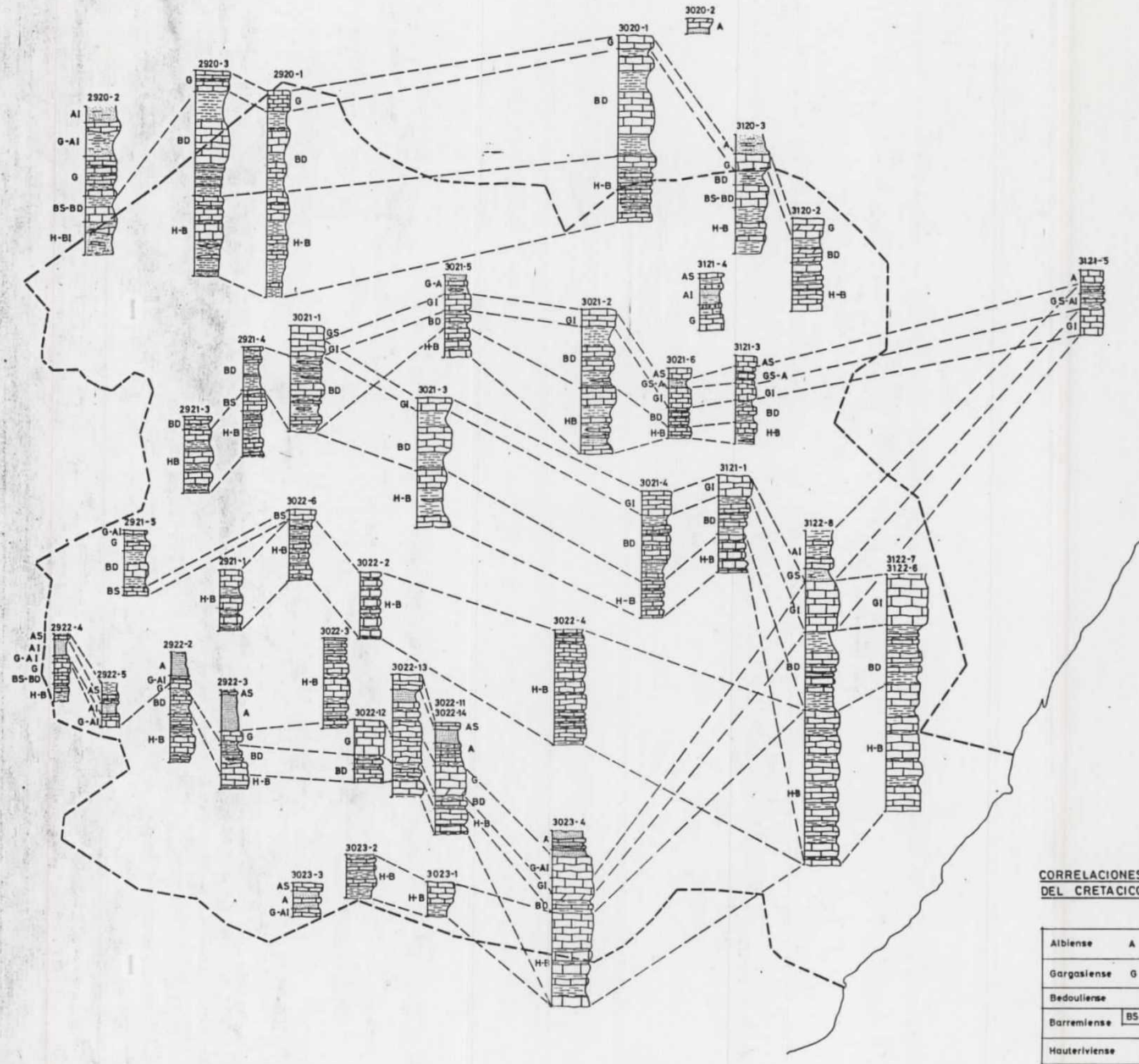
MAPA DE ISOPACAS DEL ALBIENSE



0 5 Kms.

--- LIMITE APROXIMADO DE LA ZONA ESTUDIADA  
 - - - - - LIMITE DE PROVINCIA  
 ——— ISOPACA

MAPA DE LITOFACIES DEL ALBIENSE



**CORRELACIONES LITOSTRATIGRAFICAS DEL CRETACICO INFERIOR**

Albiense	A	AS
		A1
Gargasiense	G	GS
		GI
Bedouliense		BD
Barremiense		BS
Hauteriviense		H-B



rojo ladrillo. Son frecuentes los niveles ferruginosos, así como los lignitíferos y caoliníticos.

- \* En el sector estudiado donde mejor se observa esta formación es al Oeste de Villafranca del Cid, con 30 a 60 metros de arenas y limos, abigarrados y blanquecinos, con tramos lignitosos y nódulos ferruginosos. En la serie de Villafranca tienen una potencia algo mayor, (110 metros)
  
- \* En el borde Noroccidental de la región, en la serie de Ladruñan, se constata la presencia de un nivel de 45 a 50 metros de las mismas características indicadas, suprayacente a una serie alternante, de 95 a 100 metros, de margas arenosas y areniscas ferruginosas y calizas arenosas.

#### 4.2.5. CRETACICO SUPERIOR

Sobre los sedimentos detríticos del Albiense se dispone una formación carbonatada que, morfológicamente, conforma un resalte muy visible en cartografía y pertenece, en conjunto, al Cretácico Superior.

Sus afloramientos, en el área tratada, son escasos y se dan preferentemente en la zona más meridional, donde pueden observarse solo los términos inferiores. Inmediatamente más al Sur (Vall d'Alba, Benlloch) los materiales del Cretácico Superior adquieren un mayor desarrollo en superficie, al mismo tiempo que presentan series más completas.

Así pues, dada su escasa representación en el área que nos incumbe, el Cretácico Superior solo ha podido estudiarse de manera muy sucinta.

La serie, allá donde se presenta completa, ya que ha sido erosionada en la mayor parte de los lugares donde aflora, constituye un potente conjunto carbonatado que comienza en el Albiense Superior y que, en algunos puntos, puede alcanzar el Daniense. Como se puede ver su diferenciación no reviste significado cronoestratigráfico.

Sus sedimentos, por otra parte, corresponden a un gran ciclo sedimentario que comienza con la transgresión marina del Albo-Cenomaniense y termina en la gran regresión fini-cretácica, con algún ligero episodio regresivo intermedio de menor importancia, momento en que la región es llevada a la emersión (J. CANEROT, 1.974).

#### 4.2.5.1. CARACTERISTICAS LITOSTRATIGRAFICAS. DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS

- \* Dentro del área de estudio la secuencia completa solo puede observarse en la serie de Navajuelo, en el límite Suroccidental de la misma.

Allí, para un total de 415 metros de espesor, aparece de muro a techo:

- Un conjunto inferior carbonatado-detritico-margoso, compuesto por 135 metros de calizas bioclásticas y calizas biodetriticas a areniscas de grano grueso, y margas, de edad Albiense Superior - Cenomaniense Inferior.
- Un conjunto calizo-margoso formado por 65 metros de calizas bioclásticas con intercalaciones margosas en su mitad inferior, pertenecientes al Cenomaniense.
- Un conjunto calizo-dolomítico constituido por unos 105 metros de calizas dolomíticas, calizas y

dolomías bien karstificadas, con predominio dolomítico en los primeros 65 metros y predominio calcáreo en los últimos 40 metros. Su edad corresponde al Cenomaniense Superior - Senoniense Inferior.

- Un paquete netamente calizo formado por 50 metros de calizas compactas, a veces brechoides, pertenecientes al Senoniense.
- Un conjunto superior calizo-margoso, con 60 metros de potencia, constituido por calizas margosas y, en menor medida, por margas, perteneciente también al Senoniense.
- \* Hacia el Este, y siempre en la zona mas meridional, se observan los niveles inferiores de la serie, correspondientes al Albiense Superior-Cenomaniense, bajo una litología de calizas con orbitolinas (micritas, intrabiomicroritas y biopelsparitas). Cerca de Villar de Canes se encuentran solo 20 metros de éstos materiales y en Culla pueden llegar hasta los 90 metros. Los niveles superiores han sido barridos por la erosión, tanto por la potscretácica como por la actual.

En la Sierra de Engarceran aparece de nuevo una serie mas completa compuesta por dos tramos, uno inferior, de edad Cenomaniense-Turonense, formado por 110 metros de dolomías y calizas, y otro superior, del Senoniense, constituido por 90 metros de calizas en bancos decimétricos, algo conglomeráticos, y con niveles de margas en su parte superior.

- \* En el extremo Nororiental se localizan también algunos afloramientos del Cretácico Superior,

siempre en el tramo Albiense Superior-Cenomaniense.

En general no superan los 35 metros de potencia visible (se encuentran erosionadas) y están representados por una litología de calizas y calizas limosas con algunos niveles dolomíticos (doloparitas), estos últimos aumentan en dirección Este (Sierra de Godall), mientras que se observa una mayor componente detrítica (calizas arenosas, arenas ferruginosas) en sentido opuesto (sector de Bel). En lugares más occidentales los niveles inferiores de este tramo pasan, mediante cambio lateral de facies, a los sedimentos detríticos del Utrillas.

- \* Hacia el Norte, y fuera del área estudiada, el Cretácico Superior sufre una reducción de espesor. En el Pantano de La Pena está representado por un conjunto inferior, de edad Cenomaniense, compuesto por 60 metros de calizas algo arenosas y dolomías, y por un conjunto superior, de edad Senoniense, formado por 80 metros de calizas dolomitizadas y calizas con margas. Este último nivel se encuentra coronado por una superficie de Hard-Ground, sobre los que se encuentran depositados los sedimentos cenozoicos.

#### 4.2.6. TERCIARIO

Dispuestos de manera discordante sobre las formaciones mesozoicas se sitúan los materiales de edad terciaria, localizados con preferencia en zonas tectónicamente hundidas que, con dirección aproximada NE-SO paralela a la costa, se desarrollan en los sectores de Alcalá de Chivert, San Mateo, Canet lo Roig, Albocacer, Torre Endomenech y La Cenia.

Los sedimentos terciarios son netamente continentales, de tipo fluvial y lacustre, y corresponden a los materiales que han ido rellenando, progresivamente, las fosas tectónicas originadas en el Mioceno. Dominan ampliamente los conglomerados, areniscas y arcillas, con eventuales pasadas carbonatadas, todo ello dentro de un complejo litológico donde los cambios de facies son extraordinariamente frecuentes.

El espesor de la serie terciaria es muy variable, dependiendo del lugar, y desconocido en la mayoría de los casos. La existencia de sondeos ha permitido conocer su valor en algunos puntos, encontrándose que pueden llegar a tener mas de 450 metros de potencia.

#### 4.2.6.1. CARACTERISTICAS LITOSTRATIGRAFICAS. DISTRIBUCION DE FACIES Y POTENCIAS

En conjunto se puede observar la siguiente secuencia de materiales:

- \* Un tramo basal, de edad Oligoceno, discordante sobre el Cretácico Superior y afectado por el plegamiento, con una litología de calizas de origen lacustre, margas y margocalizas y conglomerados. Dichos sedimentos solo se han observado en el área mas septentrional y alcanzan una potencia de 140 metros en las proximidades de Bordón, donde, por otra parte, escasean los niveles calizos. En la depresión de La Cenia se tienen, al menos, 40 metros de dichos materiales, con una serie más carbonatada.

En dirección Norte, fuera del sector estudiado (Serie Pantano de la Pena), el Oligoceno llega a tener de 350 a 370 metros de espesor con una litología de conglomerados, areniscas y arcillas.

\* Un conjunto, de edad Oligoceno Superior-Mioceno, en el que se diferencian claramente dos formaciones:

- Formación inferior conglomerática, correspondiente al oligoceno Superior-Mioceno. Está compuesta por conglomerados calizos heterométricos, de matriz arenosa, e intercalaciones de areniscas, que presentan un origen fluvio-torrencial.

Su potencia oscila en torno a los 140 metros.

Esta formación conglomerática se sitúa discordante sobre el Mesozoico en gran parte de la región donde el Oligoceno no se presenta.

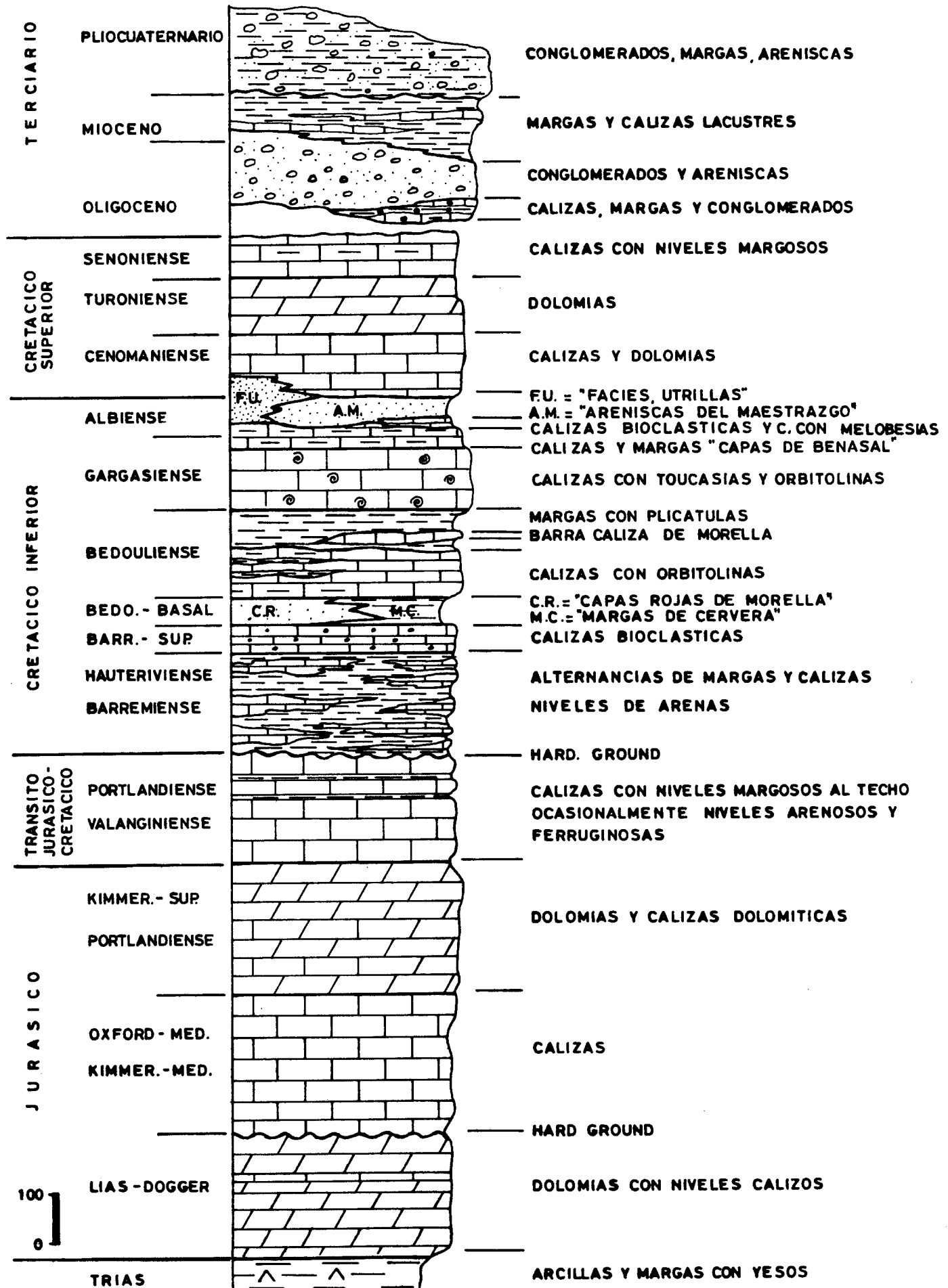
- Formación superior margocaliza, de edad Mioceno probable Pontiense; constituida por margas y calizas lacustres con ocasionales yesos y niveles carbonosos y conglomeráticos. Su potencia es, normalmente, de 80 a 100 metros.

La formación margocaliza se encuentra suprayacente a la formación conglomerática, o bien en cambio lateral de facies con ella.

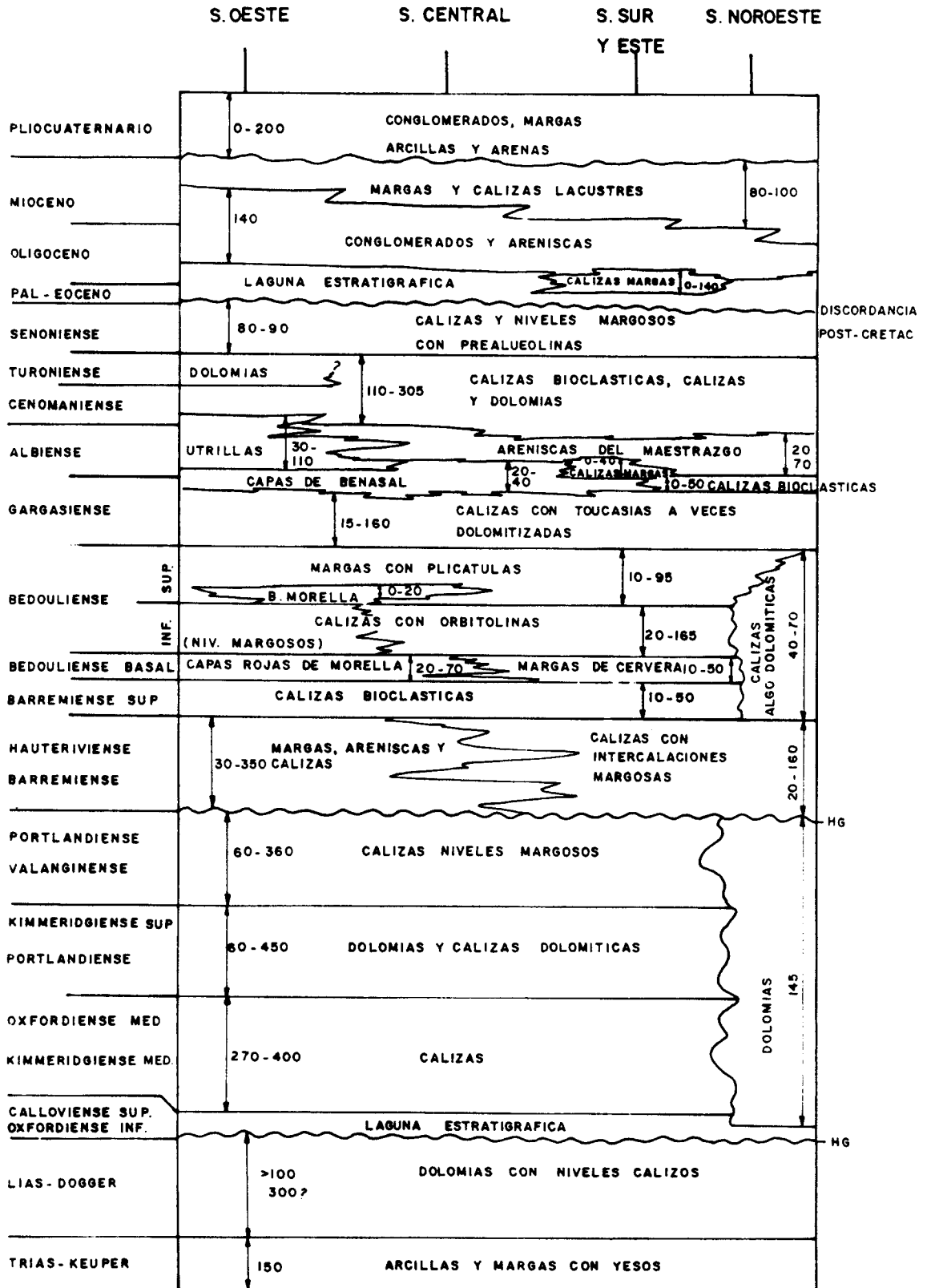
En la depresión de La Cenia, donde se presentan las dos formaciones que se acaban de describir, éstas son de edad Oligoceno-Mioceno Inferior.

- Un conjunto de materiales pliocuaternarios, representado por conglomerados, margas, arcillas y arenas de colores rojizos, que ocupan una gran extensión en la región que va desde Albocacer a La Cenia, y escasamente representados en el sector más meridional (Depresiones de Cuevas de Vinromá y Alcalá de Chivert). Su potencia solo se ha

**SERIE LITOLÓGICA SINTÉTICA EN EL MAESTRAZGO CENTRAL**



# RELACIONES ESTATIGRAFICAS ENTRE LAS UNIDADES LITOLÓGICAS EN EL MAESTRAZGO





podido determinar mediante sondeos, en los que se han cortado hasta 200 metros de estos materiales.

#### 4.2.7. CUATERNARIO

Gran parte de los sedimentos cuaternarios han sido englobados dentro del conjunto pliocuaternario que se acaba de describir. Sus afloramientos y potencias suelen ser de escasa relevancia y están ubicados por lo general en zonas deprimidas, cauces de ríos y ramblas, así como formando terrazas aluviales y conos de deyección.

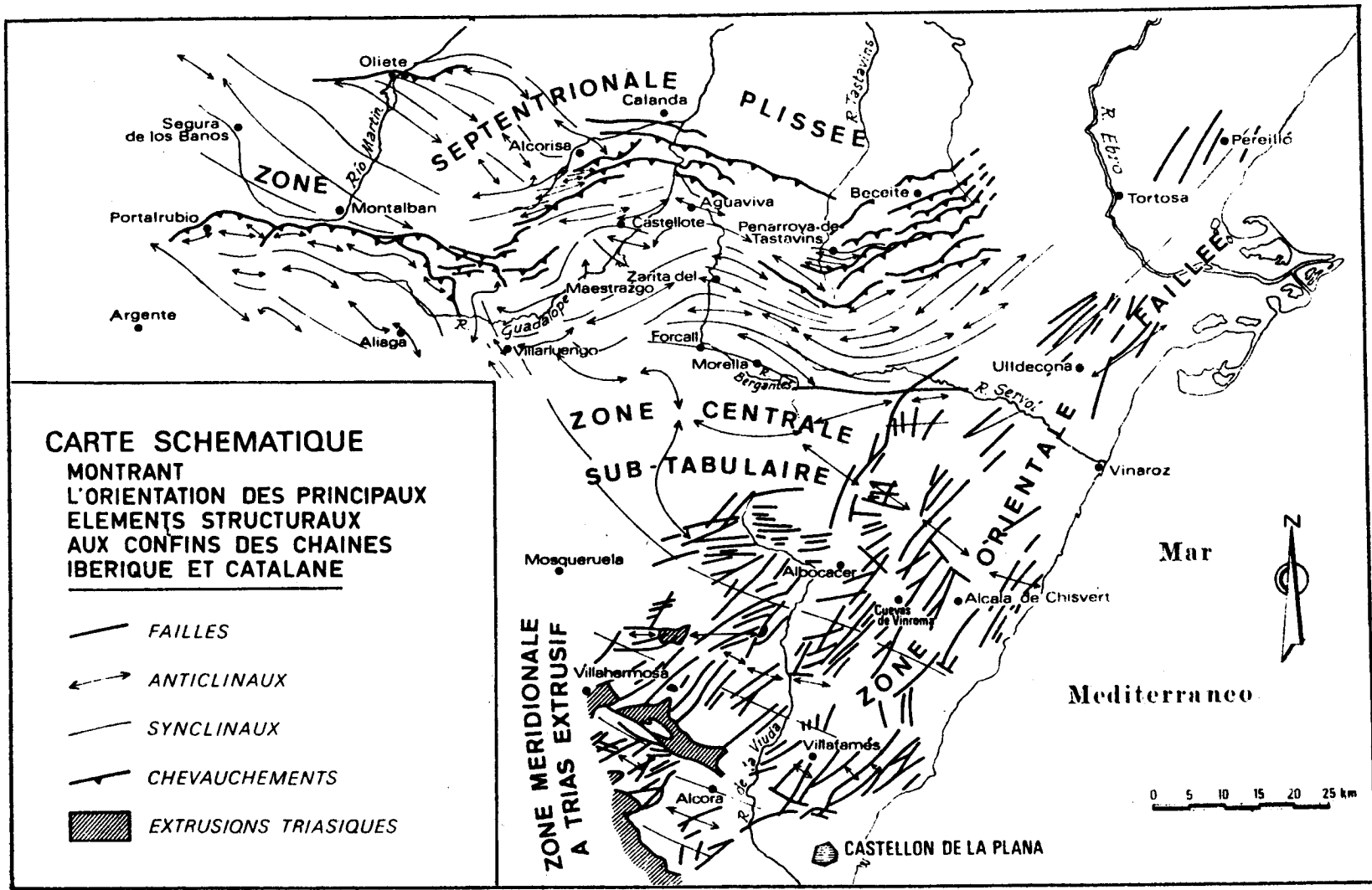
Los depósitos cuaternarios están constituidos por materiales sueltos, mal clasificados, en los que predominan las gravas, bloques, arenas y arcillas, originados en el régimen fluvio-torrencial actual. Estos sedimentos solo adquieren importancia en las depresiones costeras de Vinaroz-Peníscola y Torreblanca - Benicarló, no tratadas en este estudio.

#### 4.3. TECTONICA

El área estudiada se sitúa en el lugar donde se produce el entronque de la cordillera Catalana con la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica. En dicha región se han realizado algunos trabajos que la han subdividido en varias zonas atendiendo, esencialmente, a las variaciones y características estructurales que se presentan en distintos lugares.

El sector estudiado en el presente trabajo se encuentra ocupando parte de las zonas que J. Canerot (1.974) designó con los nombres de: Zona septentrional plegada, zona central subtabular y zona oriental fallada. Mas al Sur definió también otra, a la que dio el nombre de zona meridional con Triás extrusivo, de la cual solo haremos esta

Zonas estructurales en los límites de las cadenas  
Ibérica y Catalana. (Canerot, J. -1.974-).



breve mención por quedar fuera del área considerada en este trabajo. En los apartados siguientes se exponen sus características generales.

#### 4.3.1. ZONA CENTRAL SUBTABULAR

Se extiende a lo largo de toda la zona definida por las poblaciones de Morella, Forcall, Mosqueruela y Villar de Canes, y está caracterizada por presentar un dominio esencialmente jurásico y cretácico, con series potentes y ausencia de los sedimentos terciarios. Así mismo es una zona poco deformada, con pliegues suaves y estructuras subhorizontales, en la que se da un escaso desarrollo de fenómenos de fracturación, con lo que es característica en la región una morfología netamente tabular, con áreas elevadas y planas delimitadas por profundos valles, conocidas popularmente con el nombre de "Muelas".

Las direcciones estructurales presentan gran variación, con algunas orientaciones no coincidentes con las alineaciones ibérica y catalánide. En general, predominan los pliegues de dirección ibérica (SO-SE), tanto más cuanto más al Suroeste, así como una mayor importancia en las fracturas de dirección catalánide (NNE-SSO) con incremento en el número de éstas en las direcciones Este y Sur, donde se pasa gradualmente a la zona Oriental fallada.

##### 4.3.1.1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Los principales elementos estructurales que configuran la zona Central Subtabular, en el sector estudiado, son:

- Anticlinal de Villafranca del Cid-Cinctorres.

- Anticlinal de Turmell-Vallivana.
- Zona tabular de Ares del Maestre.
- Flanco Sur del sinclinal de Morella.
- Zona de Culla-Benasal.

Las características de cada uno de ellos se exponen a continuación.

- Anticlinal de Villafranca del Cid-Cinctorres.

Aparece en medio de la zona tabular y se trata de un pliegue simétrico de dirección anómala, N-S, que en la proximidad de Villafranca adopta una forma de S estirada, de dirección general ibérica.

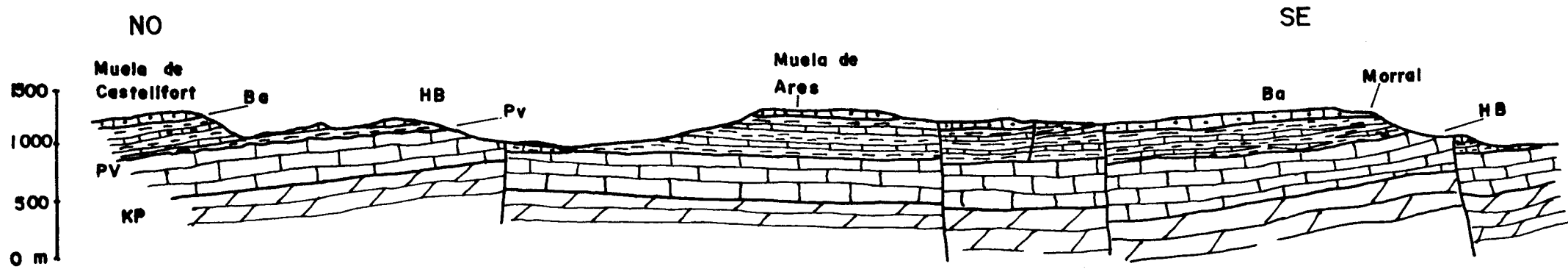
El pliegue, en sentido vertical, adopta una forma de artesa invertida con una cúpula amplia y subhorizontal, donde se dan algunos pequeños repliegues de menor importancia. Los flancos buzan de 60° a 70° hacia el Este y Oeste, aunque rápidamente los estratos recobran su horizontalidad.

El núcleo del anticlinal está constituido por dolomías del Kimmeridgense-Portlandiense, recubiertas por las calizas y margas del Portlandiense-Valanginiense que conforman la mayor parte de los afloramientos de dicha estructura.

- Anticlinal de Turmell-Vallivana.

Se trata de una zona anticlinal en la que se observa un cambio en la dirección de la misma, siendo aproximadamente E-O en los Montes de Vallivana y en la Sierra del Turmell, y NE-SO en el

CORTE ESTRUCTURAL EN EL SECTOR ARES DEL MAESTRE - CASTELLFORT  
ZONA CENTRAL SUBTABULAR



Ba - Barremiense Superior

HB - Hauteriviense - Berremiense

Pv - Portlandiense - Valangiense

KP - Kimmeridgense - Portlandiense

sector comprendido entre dichos lugares. La estructura anticlinal queda afectada, al mismo tiempo, por fracturas, predominantemente de directriz catalánide NE-SO.

El núcleo está formado por los materiales jurásicos del Kimmeridgense Superior-Portlandiense y por los del tránsito Jurásico-Cretácico.

- Zona tabular de Ares del Maestre

Situada en el centro de la zona tabular, se caracteriza por ser un área tranquila, sin pliegues ó con pliegues muy suaves, donde sólo se observan algunas fracturas de dirección catalánide. Todo ello determina una morfología de "Muelas" (Ares, Castellfort.....) muy típica.

- Sector de Culla-Benasal

Separada de la zona tabular de Ares del Maestre por la fractura de dirección NO-SE, posiblemente de zócalo, de la Rambla de La Carbonera, se encuentra situada en el área más meridional de la zona central subtabular. En esta región se dá un predominio anómalo, en la parte más occidental, de fallas de dirección E-O de posición intermedia entre las ibéricas y las catalánides. En la mitad oriental, sin embargo, existe una mayor manifestación de fallas de dirección catalánide.

#### 4.3.2. ZONA ORIENTAL FALLADA

Se sitúa paralela a la costa mediterránea y queda localizada entre ésta y la línea que pasa por La Cenia, Catí y Adzaneta.

Se caracteriza por presentar un dominio de fallas catalánides de gran entidad, con dirección preferente SO-NE, que truncan, generalmente, los pliegues de dirección E-O ó NO-SE de orientación ibérica.

Dicho esquema tectónico se traduce en la existencia de zonas elevadas y zonas hundidas, paralelas a la costa, con afloramientos de materiales mesozoicos, esencialmente carbonatados, en las primeras y sedimentos terciario-cuaternarios, con predominio detrítico, en las segundas.

#### 4.3.3.1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Las principales estructuras que se diferencian en el área estudiada pueden agruparse en dos conjuntos distintos, según lo anteriormente expuesto: Areas elevadas y Areas deprimidas.

\* Las áreas elevadas son :

- Sierra de Espaniguera.
- Sierra de Valdancha Oriental.
- Sierra de Engarcerán.
- Macizo de las Sierras de Alcalá y de Valdancha Oriental.
- Sierra de Irtá.

\* Las áreas deprimidas son :

- Depresión de Albocacer.
- Fosas de San Mateo y Cuevas de Vinromá.

- Fosa de Alcalá de Chivert.

\* Con respecto a las zonas elevadas, sus características son :

- **Sierra de Espaneguera.**

Se trata de un bloque elevado de materiales jurásicos que conforman una serie monoclinial buzante, de manera general, hacia el Norte.

La estructura queda enmarcada por importantes fracturas de dirección catalánide NE-SO que la separan de la zona central subtabular, al Norte, y de la depresión de Albocacer, al Sur. De igual modo dicha estructura está atravesada por fracturas de menor entidad, subperpendiculares a las anteriores.

- **Sierra de Valdancha Occidental.**

Constituye la continuación estructural, hacia el Norte, de la Sierra de Espaneguera y está compuesta esencialmente por afloramientos del Hauteriviense - Barremiense, aunque en el sector más septentrional dominan los materiales de edad posterior. Al igual que en el caso precedente, la estructura se encuentra flanqueada por fracturas de dirección catalánide (falla de Catí al Norte y falla de Tirig al Sur), a la vez que presenta otro conjunto, de menor importancia, de fallas de direcciones E-O y ESE-ONO. En la mitad Norte se observan netamente pliegues de dirección E-O, que configuran una región de pequeños sinclinales y anticlinales.

- **Sierra de Engarcerán.**



Situada entre las zonas hundidas de Cuevas de Vinromá y de Albocacer, conforma un gran bloque elevado de moderada extensión, caracterizado por una mayor presencia de las fracturas con respecto a los pliegues. En las primeras predomina la orientación NE-SO ó E-O y en los segundos se observan buzamientos muy diversos, con un ligera tendencia a dominar los de componente Norte y/ó componente Sur, lo que implica, de forma general, pliegues de dirección aproximada E-O ó bien ESE-ONO que son observables claramente en el sector más septentrional.

Los sedimentos que constituyen esta unidad estructural son de edades comprendidas entre el Jurásico Superior y el Cretácico Superior.

- **Macizo de las Sierras de Alcalá y de Valdancha Oriental.**

Conforman un área estructural elevada entre las zonas hundidas de San Mateo y de Alcalá de Chivert, de las que están separadas por importantes fallas de directriz catalánide.

La mayor parte de su extensión se encuentra ocupada por una gran estructura monoclinal buzante esencialmente hacia el NE, aunque en el área más septentrional se observa un cambio progresivo hacia el NO. Ligeramente al Sur de la línea que une a Salsadella con Santa Magdalena de Pulpís, se disponen los materiales más antiguos, pertenecientes al Jurásico Superior, a modo de un eje anticlinal de dirección ESE-ONO. Los materiales más modernos, por otra parte, corresponden al Cretácico Superior y se localizan en el sector septentrional.

Esta unidad estructural presenta una fracturación muy intensa, con predominio de la directriz NE-SO sobre las NNE-SSO y NO-SE.

- **Sierra de Irta.**

Entre el Mar Mediterráneo y la Fosa de Alcalá se localiza la Sierra de Irta que tectónicamente conforma un bloque elevado compuesto por materiales exclusivamente jurásicos, con aparición en superficie de los términos más inferiores de la serie.

Presenta una estructura dividida en dos ramas separadas por una importante falla de dirección NE-SO, con un salto estimado, como mínimo, de 500 metros. Fracturas con direcciones semejantes predominan en ambas ramas, conjugadas con otras de directrices ibéricas de menor entidad y frecuencia. Todo ello confiere al conjunto una estructura en pequeños bloques compartimentados.

\* Con respecto a las áreas deprimidas, los hechos más característicos se exponen a continuación :

- **Depresión de Albocacer**

Ocupa toda el área hundida que se extiende entre las Sierras de Espaniguera y de Valdancha occidental, por un lado, y de la Sierra de Engarceran, por otro. De las primeras se encuentra separada por la falla de Tirig, mientras que de la segunda, la creación de la depresión ha quedado favorecida por los buzamientos hacia el Oeste de las formaciones mesozoicas existentes en dicho flanco de la Sierra de Engarcerán, de manera que la separación no es tan neta.

La depresión se encuentra en gran parte rellena por sedimentos terciarios y cuaternarios, donde éstos no aparecen se observan los materiales mesozoicos infrayacentes representados por el Cretácico Superior y por las formaciones terminales del Cretácico Inferior.

Predominan, por otra parte, accidentes de directriz catalánide, de mayor frecuencia y entidad que las de directriz netamente ibérica ó bien E-O.

- **Fosa de San Mateo - Cuevas de Vinromá**

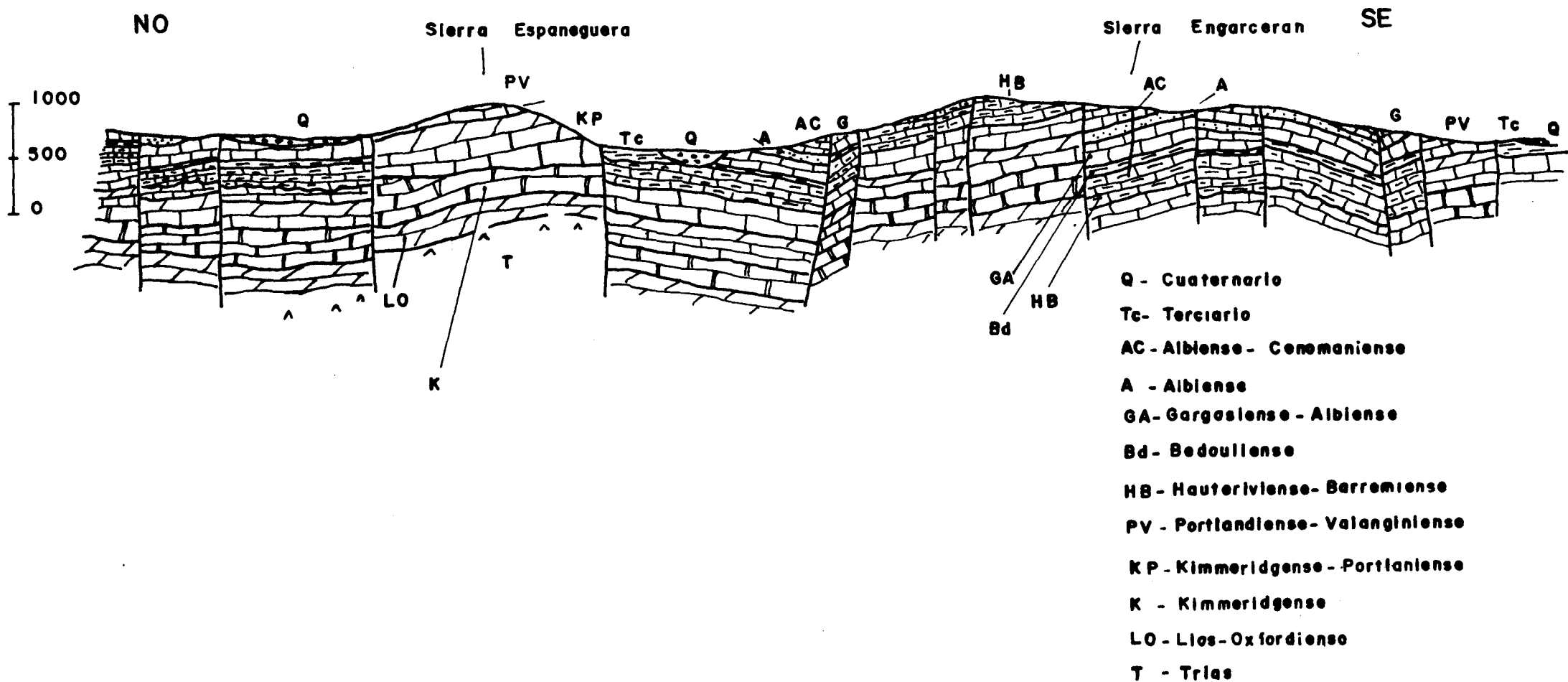
Es una unidad estructural de forma alargada que se extiende ampliamente, a lo largo de todo el Maestrazgo, entre la Sierra de Engarcerán, de un lado, y las Sierras de Valdancha Occidental y de Alcalá, por el otro.

Conforma una fosa tectónica creada por el hundimiento de materiales mesozoicos, a favor de importantes fallas de dirección catalánide, y rellena por materiales terciario-cuaternarios de colmatación de cuenca con desarrollo de potentes series sedimentarias. Dentro de esta zona hundida se constata una reducida presencia de sedimentos de edad pliocuaternaria en el sector Sur (Cuevas de Vinromá), y un predominio de éstos en el sector Norte (San Mateo, La Cenia), donde constituyen, prácticamente, la totalidad de los afloramientos.

- **Fosa de Alcalá de Chivert**

Localizada entre las Sierras de Irtá y de Valdancha oriental, configura una zona deprimida, al igual que las anteriores, de forma alargada con

CORTE ESTRUCTURAL EN EL SECTOR TORRE EMBESORA  
 - SIERRA DE ENGARCERAN  
 ZONA ORIENTAL FALLADA



una orientación de directriz catalánide y cubierta por sedimentos terciarios y cuaternarios.

#### 4.3.3. ZONA SEPTENTRIONAL PLEGADA

Situada al Norte de la Zona Central subtabular, asegura el entroncamiento de las cadenas Ibérica y Catalana. J. Canerot (1.974) diferencia a su vez, dentro de ella, tres subzonas que, de Sur a Norte, son:

- Dominio plegado en el sector de Mont Caro de Morella, Aliaga y Pancrudo.
- Sector central ó frente de cabalgamiento de Beceite-Portalrrubio.
- Area plegada de Montalban-Oliete.

El área de estudio ocupa solo una parte del primer dominio plegado, en la región que se extiende inmediatamente al Norte y al Oeste de Morella.

Dicho dominio se caracteriza por presentar una potente serie mesozoica-terciaria con una sucesión continua de pliegues, que se acentúan progresivamente con el desplazamiento hacia el Norte.

Las estructuras plegadas presentan una forma sinuosa ya que, en el sector mas occidental se alinean en una dirección aproximada NE-SO, para pasar después, en el área central, a tener una componente NO-SE y adquirir de nuevo, hacia el Este, la directriz catalánide NE-SO.

4.3.3.1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

La gran densidad de elementos tectónicos hace difícil su individualización en unidades estructurales. A grandes rasgos, y en sentido aproximado de Sur a Norte, se distinguen:

- Sinclinal de Morella - Todolella.
- Sinclinorio de Chiva-Vallibona-Bel
- Anticlinal del Regacholet-La Latosa
- Conjunto anticlinal-sinclinal de Fredes-El Balles-  
tar.
- Area sinclinal de Corachar-Fredes.
- Anticlinal de Villores.
- Sinclinal de Sierra Blanca.
- Anticlinal del Río Bordón.
- Area plegada de la región de Zorita del Maes-  
trazgo.
- \* Las características de cada una de estas unidades  
son:

- **Sinclinal de Morella - Todolella**

Situado en el tránsito de la Zona Central Subtabu-  
lar a la zona Septentrional Plegada, constituye un  
área sinclinal alargada, de dirección general ESE-  
ONO, y forma ligeramente convexa hacia Sur.  
Esta forma se encuentra acentuada en su extremo

más occidental donde se inflexiona de manera notable hacia el SO.

En conjunto se trata de un pliegue suave, ligeramente asimétrico, con un flanco Sur de escasa pendiente y un flanco Norte de mayor buzamiento, formado por las sedimentos calizos y margosos del Aptiense, aquí representados por una potente serie sedimentaria.

- **Sinclinorio de Chiva-Vallibóna-Bel**

Inmediatamente al Norte del sinclinal de Morella, y en prolongación hacia el Este, concurren una serie de anticlinales y sinclinales paralelos, dispuestos en forma arqueada, con pliegues de dirección preferente NO-SE, entre Chiva y Vallibona, y pliegues tendentes a orientarse hacia el NE, entre esta última localidad y la de Bel, todo ello dentro de una estructura general en sincliforme.

Las formaciones litológicas implicadas en estas estructuras pertenecen al Cretácico, e incluso, en las cercanías de El Rosell, se encuentran sedimentos de edad oligocena.

Esta compleja unidad estructural queda separada de la Zona Central Subtabular por una gran fractura de dirección E-O (falla de Santa Agueda) que alcanza el mayor salto en su sector medio. Hacia el Este los materiales mesozoicos desaparecen de forma brusca bajo los recubrimientos terciario-cuaternarios, ayudados por fracturas de directriz catalánide.

- **Anticlinal del Regacholet-La Latosa**

Con una morfología alargada y convexa hacia el Sur se extiende entre las áreas sinclinales de Vallibona y de El Ballestar, una estructura anti-forme cuya zona axial se encuentra ocupada por las calizas y dolomías del Jurásico Superior. Dicha estructura, de orientación inicial E-O en el sector occidental, pasa progresivamente a tomar una alineación catalánide NE-SO al mismo tiempo que se abre en dirección al pico de La Latosa y La Cenia, lugar, éste último, donde la estructura queda cortada de manera brusca por las fracturas que han originado la depresión de La Cenia y Tortosa.

- **Conjunto Anticlinal-Sinclinal de Fredes-El Ballestar**

Entre Fredes y El Ballestar se dispone un conjunto plegado compuesto por un sinclinal, situado al Sur, en cuya zona axial se encuentran las capas carbonatadas del Cretácico Superior, y un anticlinal, al Norte, en cuyo núcleo se localizan las capas de las formaciones del Jurásico Medio-Superior.

Este último pliegue de tipo asimétrico y orientación NE-SO, al igual que la del área sinclinal, adquiere una fuerte inflexión en su flanco meridional, donde llegan a originarse fallas inversas de vergencia Sur. En su flanco Norte los buzamientos son moderados y se atenúan en la proximidad de Fredes para crear una pequeña estructura sinclinal.

- **Area Sinclinal de Corachar-Fredes**

Corresponde a un conjunto en el que se alternan sucesivamente pequeños anticlinales y sinclinales,



dentro de una amplia área sincliforme, con sentido general de las estructuras en dirección NE-SO.

En ésta compleja unidad los sedimentos mas antiguos que ocupan los ejes de los antiformes pertenecen al Jurásico Superior, mientras que los más modernos ubicados en los sincliformes pueden pertenecer a los niveles terminales del Cretácico Inferior (Albo-Aptiense).

Es frecuente que los pliegues estén fallados e incluso afectados por algún fenómeno de cabalgamiento, así como también se observa un incremento en la deformación de las estructuras hacia los sectores más septentrionales, con pliegues de flancos invertidos, parcialmente laminados, y estructuras cabalgantes de vergencia Norte

#### - Anticlinal de Villores

Entre las áreas sinclinales de Morella y de Palenques se ubica una estructura antiforme, alineada en sentido E-O, con un núcleo constituido por las formaciones del Jurásico Superior y, en mayor medida, por las del tránsito Jurásico-Cretácico.

De forma simétrica en su zona axial pasa a adquirir, de manera rápida, un fuerte buzamiento en su flanco Norte, donde las capas llegan a situarse verticales y donde se generan, además, pequeñas estructuras cabalgantes que pueden disponer a las series cretácicas sobre las formaciones terciarias, del sinclinal de Palenques, existentes más al Norte. El flanco Sur se hunde gradualmente de manera uniforme hacia el sinclinal de Morella.

Toda la estructura queda biselada, en su mitad oriental, por fracturas de sentido ESE-ONO que terminan por hacerla desaparecer.

- **Sinclinal de Sierra Blanca**

Localizado entre la zona Central Subtabular y el anticlinal del Río Bordón, se extiende por un amplia área entre Tronchón y Bordón, con una prolongación hacia Palenques, dominada por afloramientos de materiales terciarios.

Su morfología es la de un pliegue simétrico en el sector central de Luco de Bordón, orientado, como la mayor parte de las estructuras de este sector, en dirección NE-SO. Su charnela es muy amplia y aplanada, al mismo tiempo que sus flancos adquieren fuertes buzamientos de manera rápida lo que le confiere un aspecto en forma de una gran "cubeta".

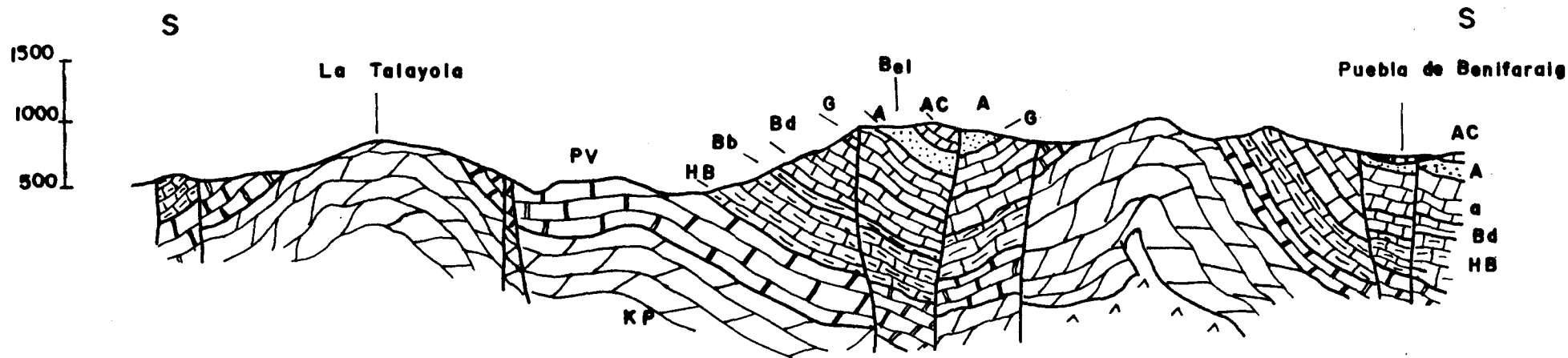
En Luco de Bordón la estructura presenta una pequeña torsión axial a la vez que adquiere una prolongación en el sinclinal de Palenques.

- **Anticlinal de Bordon**

Se trata de un pliegue en cofre con una amplia charnela aplanada en donde aparecen las calizas y dolomías del Jurásico Superior. El eje anticlinal se orienta preferentemente en dirección NE-SO en su mitad oriental, mientras se inflexiona, hasta alcanzar la orientación E.O, en su mitad occidental.

Hacia el NE las capas de flanco Sur se encuentran verticalizadas y el anticlinal desaparece súbitamente bajo los sedimentos terciarios del sinclinal de Sierra Blanca,.

CORTE ESTRUCTURAL EN EL SECTOR DE LA TALAYOLA- PUEBLA DE BENIFASAR  
 ZONA SEPTENTRIONAL PLEGADA



AC - Ablense - Cenomaniense

AC - Ablense -

G - Gorgasiense

Bd - Bedouillense

Bb - Bedouillense - Basal

HB - Hauteriviense - Barremiense

- PV - Portlandiense - Valangiense

Jurásico | - KP - Kimmeridgense

#### - Area Plegada de Zorita del Maestrazgo

Al igual que en el sector plegado de Corachar-Fredes, se trata de una unidad donde se presenta una compleja sucesión de anticlinales y sinclinales, aunque en éste caso predomina, de forma moderada, la estructura antiformal. Las directrices tectónicas adquieren un sentido general NO-SE, con algunas fracturas de menor entidad y orientación NO-SE.

Dentro de un conjunto dominado por formaciones del Jurásico y del Cretácico Inferior, los pliegues presentan flancos con buzamientos moderados a fuertes (35° a 45° de media) con menor desarrollo de las estructuras plegadas invertidas y/o falladas.

#### 4.4. EVOLUCION TECTONICA Y PALEOGEOGRAFICA

La región del Maestrazgo ha constituido a lo largo de gran parte de su historia geológica, una cuenca sedimentaria bien definida, localizada en el borde de las áreas continentales del macizo Ibérico, al Oeste, y de la plataforma del Ebro, al Norte. Su relación con ambas ha sido muy estrecha llegando a formar parte de las mismas en las etapas más fuertemente regresivas. En los episodios transgresivos, sin embargo, la región se ha transformado una amplia cuenca marina con desarrollo de una sedimentación correspondiente a un medio abierto y profundo. Posteriormente, toda el área fue plegada y deformada para ser sometida, poco después, a un intenso proceso de erosión que ha configurado definitivamente sus actuales características morfoestructurales.

En todo este proceso, que abarca desde la tectorogénesis herciniana hasta nuestros días, se pueden

diferenciar de manera general dos grandes etapas; la primera predominantemente sedimentaria y la segunda tectorogénica, con un último periodo, de menor importancia, marcado por los fenómenos de erosión.

#### ETAPA SEDIMENTARIA

Todo este periodo está caracterizado por el predominio de los procesos sedimentarios y abarca desde el Triásico hasta principios del Terciario.

Durante él la región se ve sometida, de manera cíclica, a movimientos epirogénicos de elevación y descenso que ocasionan etapas regresivas y transgresivas, respectivamente, las cuales inciden directamente en la génesis de las distintas facies litológicas.

El Triás comienza con la aparición de los materiales detríticos continentales, de la facies Buntsandstein, que se depositan discordantemente sobre las formaciones hercínicas. Se sucede después una época transgresiva que ocasiona la sedimentación, en un medio marino, de las calizas y dolomías del Mulschelkalk. Más tarde, una elevación del fondo da lugar a que se forme en la región un medio marino de influencia continental, con depósito de las facies arcilloso-evaporíticas del Keuper.

Durante el Lias y el Dogger se produce un gran episodio transgresivo con una sedimentación marina carbonatada, y la formación de un alto fondo en el Maestrazgo Meridional (al Sur de la zona estudiada) que condicionará fuertemente, a partir de éste momento, la sedimentación en la región.

Al final del Dogger, durante el Calloviense, movimientos verticales elevan el fondo marino y provocan la erosión de todo ó parte de los sedimentos de ésta edad.

Durante el Oxfordiense Medio y Superior se reemprende la sedimentación en un medio de plataforma cercano a costas, con depósito de importantes secuencias carbonatadas, sobre todo, en el Kimmeridgense Inferior y Medio, momento de máxima transgresión. A partir de este instante comienza una lenta y progresiva etapa de regresión, que avanza de NO a SE y culmina en el Valanginiense, con la formación de suelos endurecidos y superficies ferruginosas; éste proceso ocasiona que en las áreas más occidentales falte el Valanginiense, e incluso el Berriasiense, dándose las series más completas en el sector oriental. Durante todo este tiempo sigue existiendo el umbral del Maestrazgo Meridional y los mayores espesores de materiales se originan en el sector localizado entre Tirig y la Sierra de Irta.

Desde el Hauteriviense hasta el Bedouliense Basal se da un nuevo ciclo sedimentario que comienza con una invasión del mar de las áreas anteriormente emergidas, y en el que predominan los materiales terrígenos. Su máxima expansión se da en el Barremiense Superior donde se generalizan los depósitos de calizas bioclásticas. En el Bedouliense Basal se cierra el ciclo con una nueva regresión que origina la formación de los materiales margosos y arenosos de las Capas Rojas de Morella y de las Margas de Cervera, provenientes del área elevada de la plataforma del Ebro.

Durante todo este último ciclo la actividad de los movimientos epirogenéticos neociméricos da lugar a la formación de pequeñas subcuencas, en las que se produce una intensa sedimentación, separadas por zonas de Umbral con escasa sedimentación e incluso emergidas. Estas últimas se localizan, además de en el sector del Maestrazgo Meridional, en las zonas de Ejulve - Molinos y en la de Montalban, más

al Oeste, en ellas se dan fenómenos de desmantelamiento de las formaciones jurásicas infrayacentes. El Maestrazgo Central queda configurado como un área hundida e individualizada con un esquema sedimentario que se mantendrá hasta el Gargasiense.

En el Bedouliense Inferior comienza una nueva etapa transgresiva que hace que el mar llegue a inundar, incluso, las zonas de Umbral durante el Gargasiense, momento que corresponde a su máxima expansión. Este ciclo termina con una brusca etapa regresiva que tiene lugar, de manera general, durante el Albiense, con la formación de depósitos arenosos, de origen continental al Oeste y de origen parálico al Este, que cubren la región en su totalidad, extendiéndose ampliamente más allá del entorno del sector estudiado.

Poco después la gran transgresión del Cretácico Superior hace que la Cuenca se uniformice con la creación de una plataforma carbonatada, relativamente tranquila, que sólo en el Turoniense registra una pequeña etapa regresiva.

Al final del Cretácico y durante el Paleoceno toda la región es llevada a la emergencia y se integra en el área continental del macizo Ibérico. Al mismo tiempo, se produce el hundimiento de la plataforma del Ebro que, hasta ese momento, había constituido un área elevada.

#### ETAPA TECTOROGENICA

Los movimientos de elevación general de la región que tienen lugar el Paleoceno se prolongan hasta el Oligoceno, momento en el que comienza un periodo de fuerte actividad orogénica que durará hasta principios del Mioceno. En ella se generan movimientos compresivos, con orientación de los esfuerzos principales según la componente N-S, que

pliegan la cobertera mesozoica, ocasionando incluso el despegue de la misma a favor del nivel plástico de la facies Keuper del Triás.

La deformación de las series sedimentarias, fuertemente condicionada por los dispositivos paleogeográficos, aumenta de intensidad hacia el Norte, de manera que en la Zona Central Subtabular, donde existen potentes secuencias de materiales, se dan pliegues largos y simétricos, mientras que en la Zona Septentrional Plegada, con series más reducidas, se producen pliegues apretadas y la formación del frente de cabalgamiento de Beceite - Portalrrubio.

A la fase de comprensión N-S sucede otra con orientación de esfuerzos en sentido E-O que actúa sobre las estructuras preexistentes, ello conlleva a la formación de dos sistemas principales de pliegues, uno de dirección ibérica NO-SE y otro de directriz catalánide NO-SE. Para algunos autores la deformación en esta región se debe exclusivamente a una sola fase compresiva en la que se da un cambio gradual en la orientación de los esfuerzos principales.

La sedimentación durante la etapa orogénica se produce en un medio continental, con depósito de formaciones detríticas en las áreas sinclinales, las cuales se sitúan topográficamente más bajas que las áreas anticlinales, a su vez expuestas a los procesos erosivos.

Poco después de la etapa principal del plegamiento tiene lugar, también durante el Mioceno, una importante fase distensiva que trae como consecuencia la formación de grandes fracturas, por las que el Triás plástico se inyecta y asciende a la superficie. Este hecho es particularmente frecuente en las zonas situadas inmediatamente al Sur del área estudiada (Zona Meridional con Triás extrusivo).



## ETAPA DE FRACTURACION Y EROSION

Desde el Mioceno y hasta el Cuaternario una red de fallas normales de directriz catalánide, muy posiblemente ligadas a fenómenos isostáticos, fractura intensamente la región y conforma definitivamente la estructura de la misma. Así se originan bloques elevados, sometidos a intensa erosión, y áreas hundidas ó fosas, rellenas gradualmente por materiales procedentes de aquellos.

Durante este proceso, y con posterioridad a él, se implanta progresivamente la red hidrográfica hasta llegar a la configuración actual de la región.

## 5. HIDROGEOLOGIA

### 5.1. MARCO HIDROGEOLOGICO

Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona que nos ocupa se enclava en el Sistema Acuífero nº 55 (Javalambre-Maestrazgo). Con una superficie aproximada de 11.500 km<sup>2</sup>. se extiende sobre las Sierras de Gúdar, Montsiá-Godall, Puertos de Beceite, Javalambre, Camarena y El Pobo.

Los límites hidrogeológicos del sistema están definidos del siguiente modo:

El límite septentrional por los materiales detríticos de la Cuenca del Ebro y por las fosas del Turia y Alfambra.

El límite meridional por los materiales paleozoicos y triásicos que se extienden desde las inmediaciones de Benicasim hasta el Sur de Villafamés, para continuar posteriormente y en dirección oeste por los materiales triásicos aflorantes a lo largo del cauce del Mijares. El límite oriental está constituido por el mar Mediterráneo, y el límite occidental por los afloramientos y subafloramientos triásicos existentes entre Arcos de las Salinas y Camarena de la Sierra.

El impermeable de base del Sistema lo constituyen los materiales triásicos en facies Keuper y a techo los de edad miocena.

Los distintos niveles permeables presentes en el sistema son, fundamentalmente, los compuestos: (Lías-Dogger, Kimmeridgense Superior-Portlandiense, Gargasiense, Cenoma-

niense, Turoniense y materiales Cuaternarios-Miocenos), que se originan su división en los siguientes subsistemas:

Materiales permeables Mesozoicos:

- Subsistema Acuífero de Mosqueruela.
- Subsistema Acuífero de Javalambre.
- Subsistema Acuífero de Maestrazgo.

Materiales detríticos Pliocuaternarios:

- Subsistema Acuífero de la Plana de Dropesa-Torreblanca.
- Subsistema Acuífero de la Plana de Vinaroz-Pedriscola.

Por estar representados dentro de la zona de estudio, se describen someramente los subsistemas de Mosqueruela y de Maestrazgo, encuadrándose en éste último el 90% de la superficie estudiada.

5.1.1. SUBSISTEMA DE MOSQUERUELA

Con una extensión de unos 2.300 km<sup>2</sup>., se sitúa a caballo entre las provincias de Castellón y Teruel, en la comarca del Alto Maestrazgo.

El límite de éste subsistema viene definido, en el sector occidental, por las margas y arcillas de facies Wéald, y por las margas y margocalizas del Hauteriviense-Bárrremiense inferior en el sector oriental.

Los acuíferos están constituidos por los materiales carbonatados del Gargasiense, con potencia media de 100 m., y del Cenomaniense - Senoniense Inferior, que alcanza espesores medios del orden de los 200 m.

Estos dos niveles permeables se encuentran separados por 250 a 300 metros de materiales margosos y arenosos de edad Gargasiense Superior-Albense, aunque localmente puede existir conexión hidráulica, merced a las fracturas con desplazamientos verticales, y comportarse el conjunto como un solo acuífero.

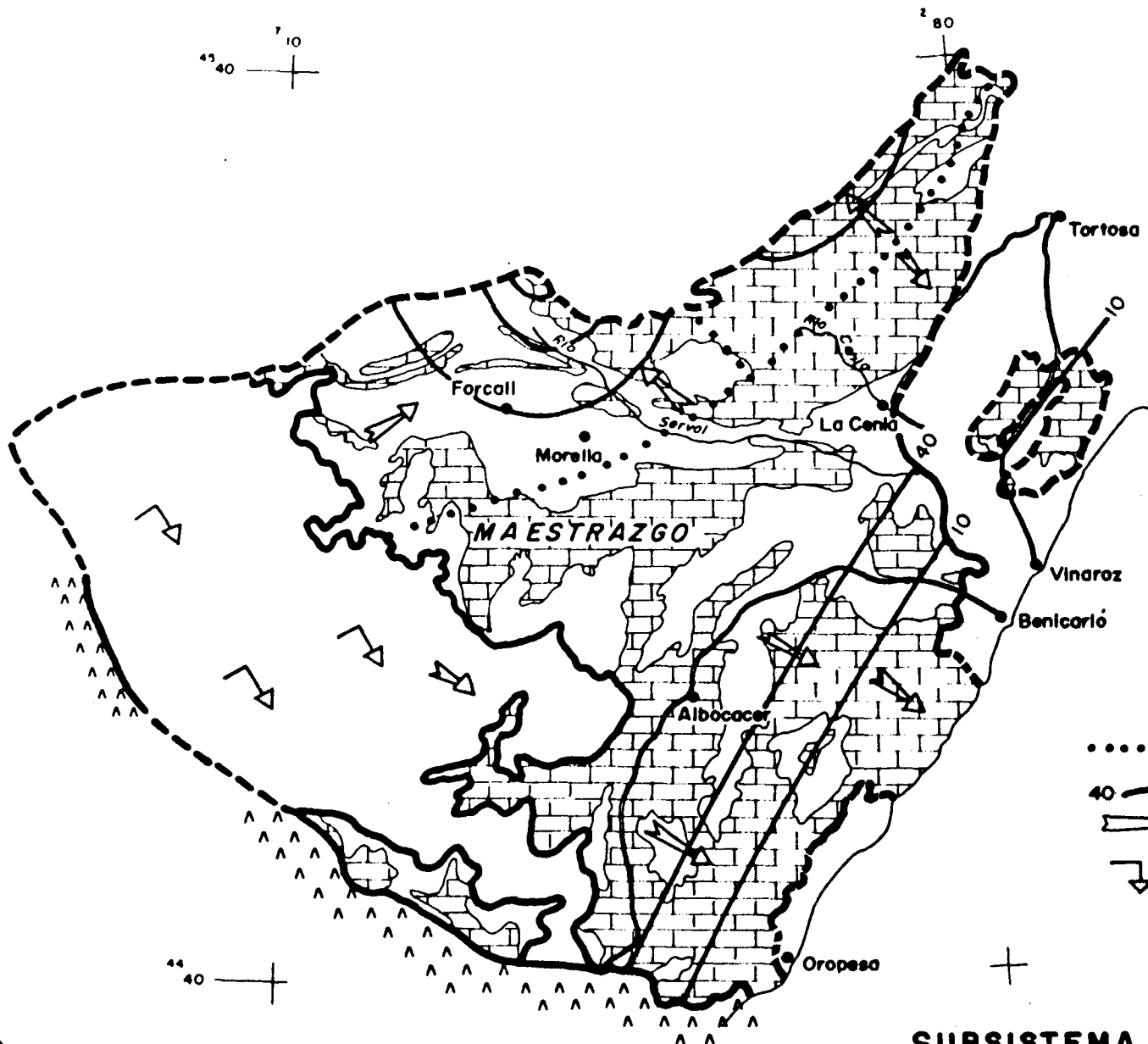
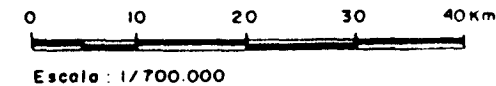
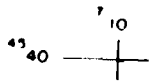
#### 5.1.2. SUBSISTEMA DE MAESTRAZGO

Con una extensión de 6.600 km<sup>2</sup>, se sitúa en las comarcas del Maestrazgo y de Los Puertos de Morella.

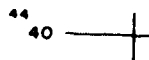
El límite septentrional viene definido por los materiales detríticos de la Cuenca del Ebro. El límite occidental por la alineación de afloramientos triásicos que se extienden desde Alcora hasta el S.O. de Aliaga. El límite meridional está constituido por los materiales paleozoicos y triásicos que se extienden desde las inmediaciones de Benicasim hasta el Sur de Villafamés. El límite oriental lo definen los sedimentos detríticos terciario-cuaternarios que constituyen los Planes de Oropesa-Torreblanca y Vinaroz-Peñíscola.

Los materiales que constituyen los principales acuífero son las calizas y dolomías del Jurásico-Cretácico basal, con una potencia media del orden de los 600-700 metros y las calizas del Gargasiense, con espesor medio en torno a los 150 metros.

Ambos niveles se encuentran separados por materiales fundamentalmente margosos del Hauteriviense-Bedouliense,



- LIMITE CERRADO
- |         |                            |
|---------|----------------------------|
| A A A A | AFLORAMIENTO FACIES KEUPER |
| A A A   |                            |
| A A A A |                            |
- - - LIMITE ABIERTO
- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
|  | AFLORAMIENTO MATERIALES PERMEABLES |
|  | " " IMPERMEABLES                   |
- ..... UMBRAL PIEZOMETRICO
- 40 — ISOPIEZA (m.s.n.m.) JULIO 1985
- DIRECCION Y SENTIDO DEL FLUJO
- ALIMENTACION VERTICAL



**SUBSISTEMA DEL MAESTRAZGO. SISTEMA  
ACUIFERO Nº 55**

que adquieren un espesor de unos 200-400 metros y dan lugar a acuíferos secundarios merced a las intercalaciones calizas existentes a nivel del Barremiense Superior y Bedouliense inferior y medio. Otros acuíferos de menor importancia son las arenas y areniscas del Albiense, los materiales carbonatados del Cretácico Superior y los conglomerados y arenas del Oligoceno-Mioceno y Pliocuaternario.

El muro impermeable del Subsistema del Maestrazgo está formado por las margas y arcillas triásicas.

La alimentación del subsistema se estima en 535 hm<sup>3</sup>/año y procede de la infiltración del agua de lluvia y de los posibles aportes laterales de los subsistemas del Javalambre y de Mosqueruela, estimados éstos últimos en 60 hm<sup>3</sup>/año.

La descarga se produce por:

- Cuenca del río Guadalopec:

10 hm<sup>3</sup>/año al río Guadalopec.

5 hm<sup>3</sup>/año al río Bordón, aportados fundamentalmente por las fuentes del Focio y Ermita de la Virgen (100 l/s.).

- Cuenca del río Bergantes:

19 hm<sup>3</sup>/año. Parte importante de esta aportación se produce por la Font Calent (250 l/s.).

- Cuenca del río Matarraña:

19 hm<sup>3</sup>/año al río Tastavins.

7 hm<sup>3</sup>/año al río Pena.

15 hm<sup>3</sup>/año al río Matarraña. Parte importante de la descarga se efectúa por el manantial de Matarraña (250 l/s.).

- Río Algas y Canaleta:

19 hm<sup>3</sup>/año.

- Río Cenia:

Desde su nacimiento en los puestos de Beceite hasta que termina por infiltrarse en las proximidades de la Cenia, recibe las aportaciones de numerosos manantiales (Rosegador: 25 l/s.; San Pedro: 20 l/s.), que junto con el drenaje a través del cauce del río, suponen una aportación total de unos 12 hm<sup>3</sup>/año.

- Río Lucena:

1 hm<sup>3</sup>/año, procedente esencialmente del manantial que origina dicho río (25 l/s.).

\* Bombeos dispersos por el Subsistema (7'5 hm<sup>3</sup>/año) y en el sector de contacto en el subsistema de Dropesa-Torreblanca (10 hm<sup>3</sup>/año).

\* Alimentación lateral a las Planas de Dropesa-Torreblanca (4'3 hm<sup>3</sup>/año); de Vinaroz-Peñíscola ( 40 hm<sup>3</sup>/año) y de La Cenia-Tortosa ( 120 hm<sup>3</sup>/año).

\* Descargas al mar a través de la Sierra de Montsiá:

43 hm<sup>3</sup>/año (varios manantiales de la costa entre San Carlos de la Rápita y Alcanar).

\* Descargas al mar en el resto del litoral:

201 hm<sup>3</sup>/año. (en parte emergen en la Sierra de Irtá a través de los manantiales de Alcocéber (1.500 l/s.), Badún (2.500 l/s.) y Prat de Peñíscola (1.500 l/s.), en una cuantía total próxima a 174 hm<sup>3</sup>/año).

## 5.2. INVENTARIO DE PUNTOS ACUIFEROS

Como base para la realización de este estudio se ha contado con el Inventario de puntos acuíferos del Instituto Geológico y Minero de España.

Este inventario se ha completado con un reconocimiento exhaustivo en un entorno adecuado alrededor de los núcleos urbanos afectados por el presente convenio, para lo cual se ha contado con la inestimable colaboración de Alcaldes, Secretarios y Alguaciles de los Ayuntamientos, a todos los cuales aprovechamos la ocasión para testimoniar muestra más sincera gratitud y reconocimiento.

Como metodología de trabajo se ha empleado la encuesta directa "in situ" desplazándose al campo y visitando cada punto inventariado.

En el Anexo 2 se presentan unas tablas resumen del inventario de puntos acuíferos de la zona estudiada, que están representados en el plano hidrogeológico que acompaña al informe. Existe un total de 437 puntos inventariados, de los que 172 corresponden a sondeos, 110 a pozos y 155 a manantiales.

Los caudales que aportan se distribuyen de la siguiente forma:



Sólo el 1'5% arroja caudales superiores a 50 l/s. y por lo general se trata de manantiales próximos a la Sierra de Irta. El 7'5% de los puntos inventariados posee caudales comprendidos entre 10 y 50 l/s. Entre 5 y 10 l/s., el 6%. Entre 1 y 5 l/s., el 24%. Caudales inferiores a 1 l/s. el 25%. Y finalmente, se carece de este dato en el 36% de los casos.

### 5.3. COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO. ACUIFEROS E IMPERMEABLES

#### 5.3.1. TRIASICO

Los escasos afloramientos Triásicos que se reconocen en la zona estudiada pertenecen a su facies Keuper. Se trata de arcillas y margas con yesos que proporcionan el muro impermeable al acuífero Jurásico.

#### 5.3.2. JURASICO

Constituye el nivel acuífero de mayor importancia en la región del Maestrazgo, estando ausente sólo en los reducidos sectores de afloramientos triásicos.

Se consideran integrados en este acuífero tanto los materiales propiamente jurásicos como los pertenecientes al tránsito Jurásico-Cretácico, debido a que el plegamiento y fracturación que ha actuado sobre ellos ha provocado la comunicación hidráulica de los diferentes tramos carbonatados impidiendo que los niveles margosos intercalados independicen diversos acuíferos. Sólo localmente aparecerían niveles colgados.

El Lías, de permeabilidad elevada por fracturación y Karstificación, es el término jurásico de mayor interés hidrogeológico, a excepción de su parte superior margosa.

El Dogger también presenta permeabilidad alta por fracturación y Karstificación.

El Oxfordiense - Kimmeridgense Medio presenta permeabilidad variable, pues en los sectores en que está constituido por calizas micríticas tableadas con juntas margosas, su permeabilidad es baja mientras que cuando está representado por calizas dolomíticas y calizas, su permeabilidad puede ser alta.

El Kimmeridgense Superior es margoso en la zona central del Maestrazgo (Albocácer - San Mateo - Sierra de Irta), mientras que en el resto de la región es calizo. En el primer caso su permeabilidad es baja, mientras que en el segundo es alta por fracturación y Karstificación.

El límite Kimmeridgense Superior - Portlandiense presenta permeabilidad alta por fracturación y Karstificación.

El tránsito Jurásico - Cretácico (Portlandiense - Valanginiense) presenta permeabilidad alta por fracturación y Karstificación, a excepción del tramo medio margoso, que presenta permeabilidad media-baja.

El acuífero Jurásico es el de mayor interés hidrogeológico por ser el que aporta los caudales más importantes ( 500 l/s. en el punto 3122-8042, 158 l/s. en el 3122-8018), a pesar de que son numerosos los sondeos negativos realizados en estos materiales, y los que alumbran caudales por debajo de las posibilidades teóricas del acuífero.

A pesar de lo dicho pueden considerarse como representativos, valores de 10 a 25 l/s (puntos 3021-2005, 3120-6005, 3121-1008, 3121-2003, 3122-7020).

Salvo en el sector más oriental de la región no existen prácticamente puntos de agua que sean representativos del nivel piezométrico del acuífero Jurásico. Los escasos sondeos que han llegado a este nivel se sitúan en las proximidades de la costa y ponen en evidencia que el gradiente hidráulico es del orden del 3 - 5 por mil, lógico si se considera la gran potencia de los materiales permeables. Esto hace que la profundidad del agua sea muy elevada a pocos kilómetros del litoral como consecuencia de la elevación topográfica hacia el interior, lo que dificulta enormemente su investigación y explotación. Así, en el Valle de Benlloch-canet lo Roig, la profundidad mínima del nivel saturado está comprendida entre 350 y 400 metros.

### 5.3.3. CRETACICO INFERIOR

#### 5.3.3.1. HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE

El Hauteriviense - Barremiense está compuesto por una alternancia de calizas y margas, con algunos niveles areniscosos, pudiéndose alcanzar potencias de hasta 350 metros.

A nivel regional su comportamiento se considera como prácticamente impermeable, circunstancia que viene propiciada por factores de tipo litológico y estructural.

De una parte, la existencia de niveles margosos de continuidad lateral y vertical variable, pero que pueden ser muy importantes. De otra parte, la propia naturaleza de la caliza, que frecuentemente es margosa o de facies micrítica y no presenta fracturación que le confiera algún grado de permeabilidad. Finalmente, la propia estructura geológica de la mayor parte de zona estudiada (zona Central Subtabular; Canerot, J. 1.974), con disposición subhorizontal de los materiales o con buzamientos muy suaves, no favorece la

existencia de estructuras que permitan el almacenamiento de aguas subterráneas.

A pesar de ello, localmente puede darse algún acuífero de permeabilidad media, tanto más importante cuanto más al Oeste, especialmente donde la serie presenta un mayor componente calizo y/o detrítico; esta circunstancia se da, sobre todo, en sectores donde las calizas adoptan facies oolíticas y biodetríticas, y donde la existencia de fracturas juega un importante papel en el grado de permeabilidad de la caliza.

Aún cuando la sucesión calizomargosa de edad Hauteriviense - Barremiense se considera como "impermeable" a escala regional, abundan los manantiales que surgen en su seno. En general aportan caudales reducidos que no suelen superar 1 l/s. en época de lluvias, llegando a secarse durante el estiaje. Como excepción a esta regla caben citar los 10 l/s. del punto 3021-5001, los 5 l/s. del sondeo inventariado con el número 3022-3009, ó los 3 l/s. del 2921-8015, sondeo que abastece a la localidad de Portell de Morella.

#### 5.3.3.2. BARREMIENSE SUPERIOR

El Barremiense Superior, compuesto por calizas bioclásticas, presenta permeabilidad media a alta dependiendo de su grado de fracturación y karstificación, que es muy alto en sectores donde estos materiales coronan los relieves más altos, como las Muelas de Vilá y Ares. Aquí, las características hidrogeológicas de la formación Barremiense son excelentes, pero su disposición tabular y su situación topográfica no permiten la acumulación de aguas subterráneas, sino que éstas son drenadas de manera natural a favor de los barrancos.

Estas calizas proporcionan caudales medios comprendidos entre 0'5 y 1 l/s. (0'1 - 3 l/s. en los puntos inventariados con los números 2921-4015 y 3021-2001). El manantial "Sol de la Costa" (punto 3022-1004) que abastece a la localidad de Ares del Maestro, tiene una rápida respuesta ante las lluvias pudiendo superar fácilmente los 50 l/s. en épocas de fuertes precipitaciones, aunque en estiaje llega a secarse.

#### 5.3.3.3. BEDOULIENSE

El tramo basal de edad Bedouliense, de naturaleza fundamentalmente margosa, da lugar a las formaciones tipo ya descritas como "Capas Rojas de Morella" y "Margas de Cervera", sin interés desde el punto de vista hidrogeológico. Otro tanto cabe afirmar de las Margas con Plicátulas del Bedouliense Superior.

En los tramos inferior y medio existen niveles calizos intercalados con margas, que pueden originar localmente acuíferos de permeabilidad media. Tal es el caso del nivel de calizas vacuolares de unos 15 metros de espesor que se drena por el manantial inventariado con el número 3021-1008 y que aporta un caudal de 1 l/s.

En otros sectores, los fenómenos de dolomitización de la caliza y los sistemas de fracturación, proporcionan una permeabilidad suplementaria.

Los puntos inventariados que captan el tramo de edad Bedouliense Inferior presentan caudales medios comprendidos entre 0'5 l/s. (3020-6003, 2921-4005) y 1 l/s. (3020-8003, 3021-1008, 3021-2004), con valores extremos que van desde los 0'05 l/s. del punto 3021-8005, hasta los 500 l/s. apreciados en el 3021-8007, coincidentes con la descarga en

épocas de pluviometría intensa, aunque este último punto debe considerarse como un caso muy particular.

#### 5.3.3.4. GARGASIENSE

Las calizas y calizas dolomitizadas del Gargasiense Inferior presentan permeabilidad alta por fracturación y karstificación, constituyendo un horizonte acuífero de excelentes características hidrogeológicas.

Sin embargo, la reducida extensión de sus afloramientos y/o las desfavorables condiciones topográficas de los mismos cuando coronan los relieves (Muelas de Encamarás y de Garumba, la Garañana, con cotas superiores a los 1000 metros) dificultan las posibilidades de constituir acuíferos de cierta entidad.

No ocurre así en el sinclinatorio de Chiva de Morella-Mas de la Carcellera, donde las calizas gargasienses originan un acuífero colgado de elevada transmisividad drenado por manantiales situados en el contacto con las margas bedoulienses infrayacentes.

Uno de estos manantiales es el inventariado con el número 3021-1002, que presenta un caudal de estiaje próximo a los 20 l/s. mientras que con respuesta inmediata a las precipitaciones drena caudales muy superiores al mencionado.

Pueden considerarse como caudales representativos del acuífero, los comprendidos entre 1 l/s. (2923-4002, 3021-1009) y 5 l/s. (3020-7003, 3021-2012).

Son escasos los puntos de agua que permitan establecer con claridad las características de la superficie piezométrica del acuífero Gargasiense. A pesar de ello se

puede establecer, en la mitad Norte de la zona estudiada, una posición del nivel piezométrico entre 820 y 950 metros de cota absoluta.

#### 5.3.3.5. ALBIENSE

Los materiales que constituyen acuífero son : las arenas y areniscas del Albiense medio y superior. Se presentan bajo facies continental en la zona occidental (facies Utrillas), incluyendo niveles margosos; y bajo facies marina en la zona oriental (areniscas del Maestrazgo), donde incluyen niveles lignitosos.

En ambos casos, su permeabilidad es variable dependiendo de la proporción de arcillas que contengan, pero sin dejar de constituir acuífero de pobres características hidrogeológicas.

El Albiense es captado en puntos que, por lo general, presentan caudales entre 0'3 y 1 l/s. (2922-2004, 3121-1012), alcanzándose excepcionalmente los 6 l/s. en el sondeo inventariado con el número 2922-3001.

#### 5.3.4. CRETACICO SUPERIOR

Su permeabilidad es alta, a excepción del Senoniense Superior que presenta niveles margosos, confiriéndole una permeabilidad baja.

En la mayoría de los afloramientos del Cretácico Superior sólo están presentes el Albiense Sup-Cenomaniense y con una extensión reducida en la mayoría de los casos, lo que, unido a su elevada posición topográfica, hace que su aprovechamiento como acuífero no tenga demasiado interés, salvo en el macizo de Mosqueruela, donde aparece la serie

completa y con grandes extensiones de afloramiento, constituyendo un horizonte acuífero de gran importancia merced al grado de fracturación y karstificación existente.

Existen pocos puntos acuíferos que capten las aguas procedentes de los materiales carbonatados de edad Cenomaniense ya que, como acaba de comentarse, éstos se presentan en afloramientos de poca extensión y en posición topográfica desfavorable (salvo en el sector más occidental). Por este motivo, merecen ser destacados los 21 l/s. del manantial inventariado con el número 2920-6001, aunque el caudal más representativo para este acuífero se sitúa en 1 l/s. (2922-7001, 2923-4001, 2923-4003).

#### 5.3.5. Terciario

Los materiales acuíferos están constituidos por los niveles de conglomerados y areniscas de edad Oligoceno-Mioceno, que presentan permeabilidad variable por porosidad, mientras que la facies lacustre compuesta por margas y calizas es prácticamente impermeable.

Los puntos acuíferos inventariados, por lo general aportan caudales inferiores a 1 l/s., destacando los 3-4 l/s. alumbrados por el sondeo 3122-1037 y los 2 l/s. recogidos en el manantial 3020-2001.

#### 5.3.6. Pliocuaternalio

Presenta permeabilidad muy variable dependiendo del grado de cementación de los conglomerados y de la proporción arcillosa que contenga la formación.

Los materiales cuaternarios y pliocuaternalios aportan caudales variables dependiendo de la naturaleza del



punto acuífero. Así, los manantiales presentan valores medios de 1-2 l/s., destacando los 50 l/s. del punto 3020-1001. Los pozos, valores comprendidos entre 1 y 5 l/s., destacando los 33 l/s. del punto 3121-3006. Se desconoce este dato en el 73% de los sondeos, si bien los valores de que se dispone oscilan entre los 0'5 l/s. (3122-1002) y los 5 l/s. (3023-4004), destacando los 20 l/s. del punto 3122-7026.

#### 5.4. HIDROQUIMICA

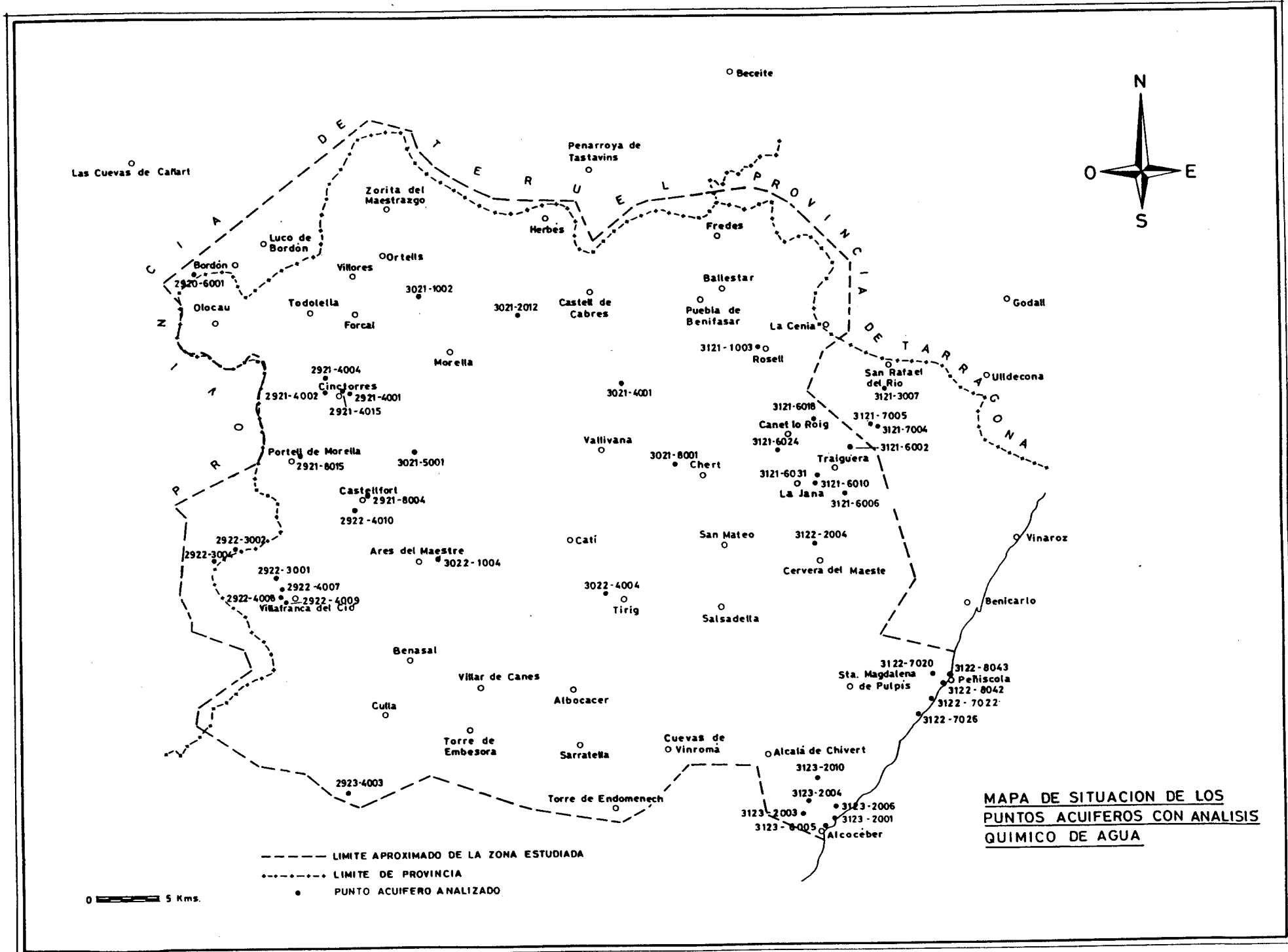
La calidad de las aguas subterráneas en la región del Maestrazgo se puede considerar como de buena a muy buena, tanto desde el punto de vista de su uso para la agricultura como para su consumo humano.

Entre las facies hidroquímicas dominan ampliamente las bicarbonatadas cálcicas ó cálcico magnésicas, lo que se corresponde perfectamente con la naturaleza carbonatada de la mayoría de los acuíferos presentes en el área.

Los únicos problemas que se han detectado en algunos análisis han sido debidos a contaminación por nitratos, de tipo local, dada la proximidad de los puntos afectados a núcleos urbanos y/ó granjas de explotación ganadera.

En la franja costera se constata, por otra parte, una salinización de las aguas subterráneas continentales como consecuencia de fenómenos de intrusión y mezcla con aguas de procedencia marina.

En los apartados siguientes se exponen las características hidroquímicas según los diferentes tramos acuíferos.



5.4.1. Características hidroquímicas del acuífero Jurásico

Las aguas pertenecientes a esta formación son por lo general de muy buena calidad. Su facies hidroquímica normalmente es bicarbonatada cálcica ó calcicomagnésica, con un residuo seco entre 200 y 400 mgr/l.

El contenido medio en aniones se encontrará entre los siguientes valores:

Cl : 12 - 33 mgr/l.

SO<sub>4</sub> : 24 - 89 mgr/l.

CO<sub>3</sub>H.: 158 - 270 mgr/l.

NO<sub>3</sub>.: 4 - 19 mgr/l.

Y el de cationes:

Na : 6 - 113 mgr/l.

Mg : 12 - 27 mgr/l.

Ca : 44 - 86 mgr/l.

K : 2 - 16 mgr/l.

Estos datos corroboran su buena aptitud para el consumo humano.

Caso particular son algunos puntos situados cerca del mar, tal como el 3122-8042 donde se dan valores extremos en el residuo seco (4848 mgr/l.) con un elevado contenido en cloruros (2219 mgr/l.), Magnesio (92 mgr/l.) y Calcio (284 mgr/l.). En ellos su facies hidroquímica es del tipo clorurada

sódica ó cálcico-sódica, siendo frecuentemente aguas no aptas para el consumo humano ni aún para uso agrícola.

#### 5.4.2. Características hidroquímicas del Hauteriviense - Barremiense

Aunque a nivel regional se comporta como una formación impermeable, existen numerosos puntos de agua localizados en niveles aislados dentro de la propia formación Hauteriviense-Barremiense que son utilizados para el abastecimiento de asentamientos humanos. Por ello se ha creído conveniente estudiar sus características hidroquímicas.

Las aguas correspondientes a estos materiales pertenecen a la facies bicarbonatada cálcica ó cálcico-magnésica y solamente en el sector de Portell de Morella y Castellfort se presentan con facies bicarbonatada-sulfatada cálcico-sódica.

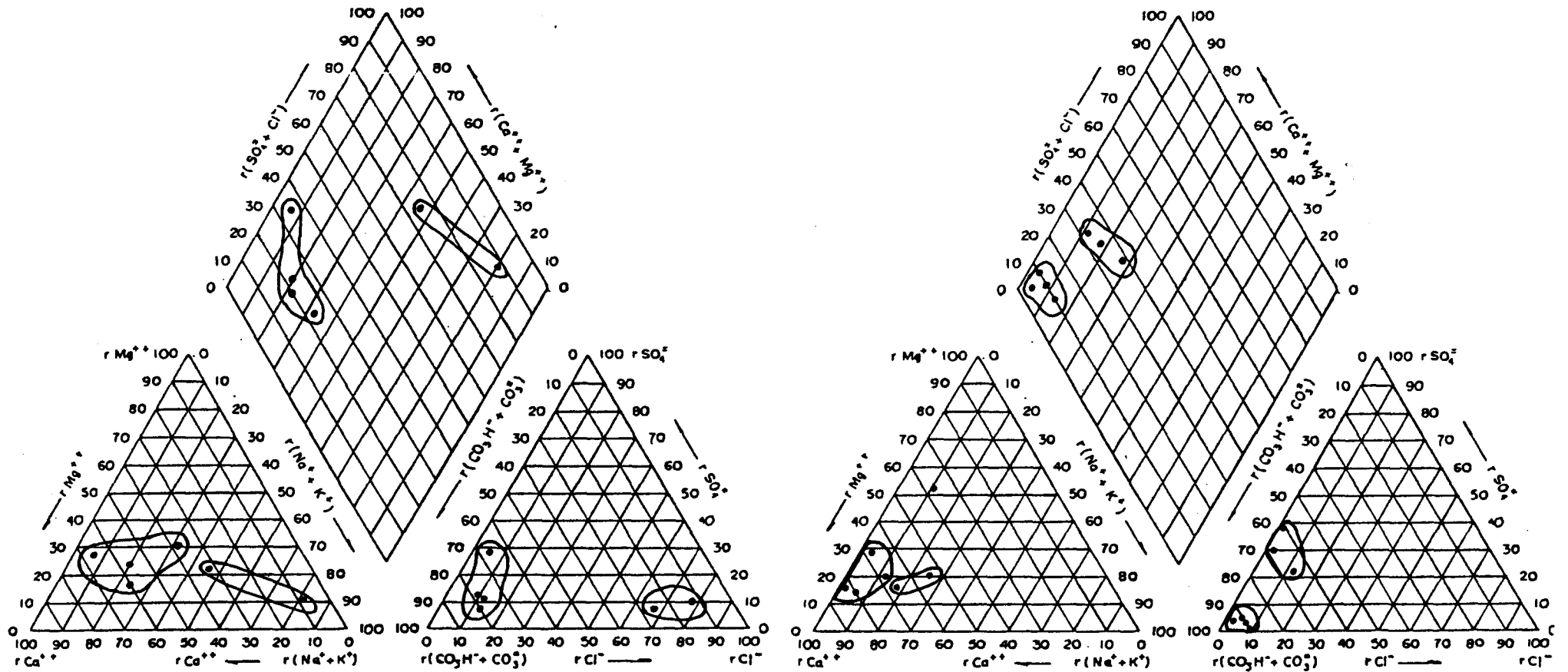
Por otra parte tienen un bajo contenido salino y buena calidad en general, lo que las hace aptas para el consumo humano.

Solamente el punto 2921-8004 puede transpasar en ciertos momentos los límites de potabilidad, por presentar un alto índice de nitratos (75 mgr/l.), consecuencia de la proximidad y disposición en la que se encuentra dicho punto de agua, con respecto a la localidad de Castellfort.

La composición química normalmente presenta un residuo seco entre 180 - 260 mgr/l. con un contenido medio en aniones que se sitúa entre los valores:

Jurasico

Hauteriviense - Barremiense



REPRESENTACION EN DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER DE ANALISIS QUIMICOS PARA EL ACUIFERO JURASICO Y LOS MATERIALES DEL HAUTERIVIENSE-BARREMIENSE.

Cl : 7 - 44 mgr/l.

SO4 : 8 - 192 mgr/l.

CO3H: 207 - 315 mgr/l.

NO3 : 2 - 13 mgr/l.

Y el de cationes entre:

Na : 2 - 55 mgr/l.

Mg : 6 - 49 mgr/l.

Ca : 40 - 110 mgr/l.

K : 1 - 17 mgr/l.

5.4.3. Características hidroquímicas del acuífero Barremiense Superior

Se trata de aguas bicarbonatadas cálcicas y cálcico-magnésicas que, al igual que en el caso anterior, presentan buena aptitud para su consumo humano.

El contenido en residuo seco es reducido y oscila entre 160 y 554 mgr/l. Los valores normales para los aniones son:

Cl : 2 - 50 mgr/l.

SO4 : 8 - 124 mgr/l.

CO3H: 207 - 317 mgr/l.

NO3 : 4 - 7 mgr/l.

Y para los cationes:

Na : 1 - 16 mgr/l.

Mg : 7 - 32 mgr/l.

Ca : 6 - 140 mgr/l.

K : 1 - 8 mgr/l.

El único punto, del que se disponen análisis, que rebasa los índices de potabilidad es el 2921-4005, localizado en las cercanías de cincotorres, en donde se han detectado 75 mgr/l. de nitratos, posiblemente debido a la existencia de granjas de explotación ganadera ubicadas por encima del manantial y en contacto directo con los materiales permeables.

5.4.4. Características hidroquímicas del acuífero Bedouliense

El agua perteneciente a esta formación acuífera presenta también una buena aptitud para el consumo humano, con índices bajos en su contenido salino.

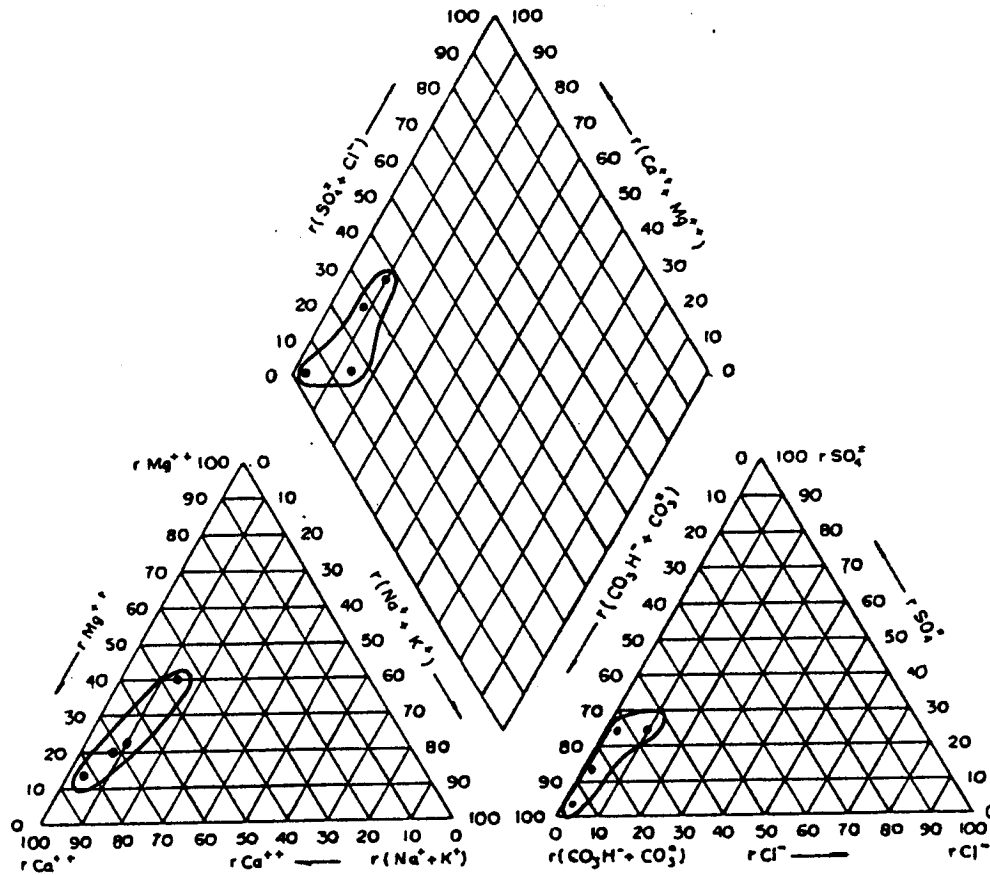
Su facies hidroquímica es bicarbonatada cálcica, con un residuo seco que se sitúa entre 200 - 250 mgr/l. Los valores de los aniones se distribuyen de la siguiente manera:

Cl : 33 - 35 mgr/l.

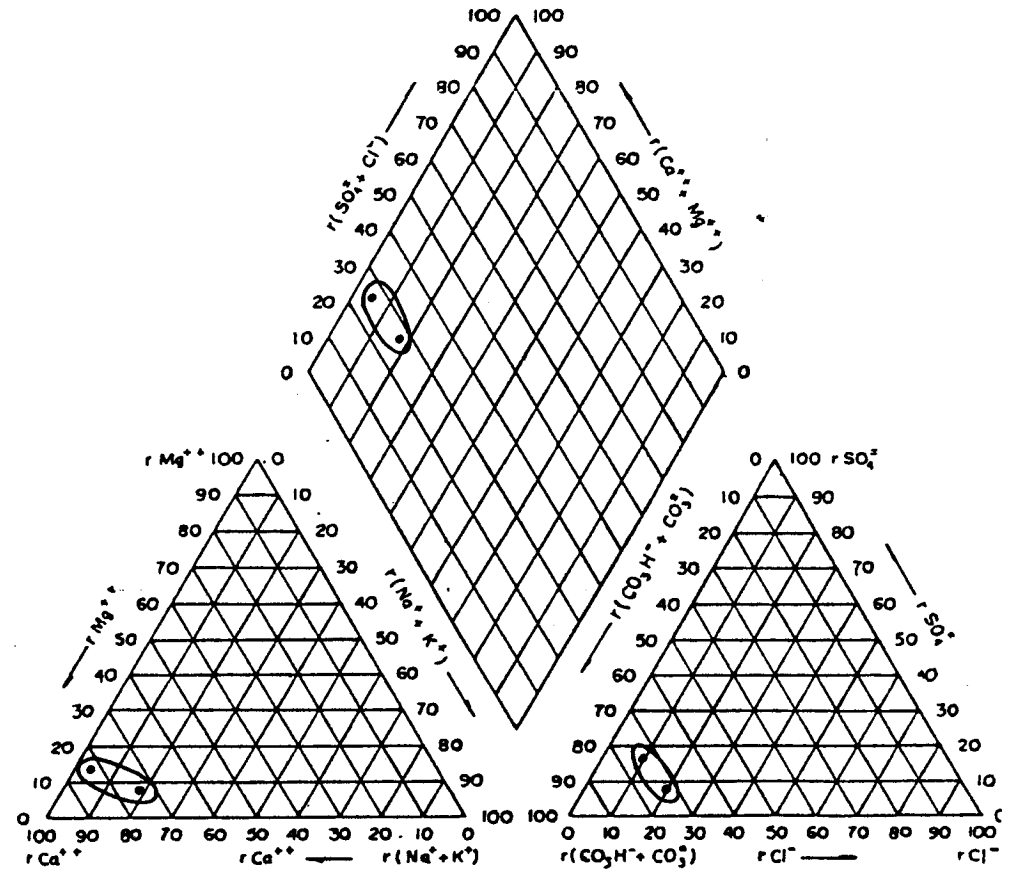
SO<sub>4</sub> : 16 - 55 mgr/l.

CO<sub>3</sub>H: 123 - 256 mgr/l.

### Barremiense Superior



### Bedouliense



REPRESENTACION EN DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER DE ANALISIS QUIMICOS PARA EL ACUIFERO BARREMIENSE SUPERIOR Y BEDOULIENSE.



NO3 : 6 mgr/l.

Y los de los cationes:

Na : 4 - 15 mgr/l.

Mg : 3 - 9 mgr/l.

Ca : 48 - 48 mgr/l.

K : 1 mgr/l.

5.4.5. Características hidroquímicas del acuífero Gargasiense

El tipo de facies que presentan normalmente las aguas procedentes del acuífero Gargasiense es bicarbonatada, siendo cálcico-magnésica en las áreas donde se acentúan los fenómenos de dolomitización de la formación carbonatada que constituye dicho acuífero.

Sus condiciones de potabilidad son muy buenas, con un residuo seco entre 200 y 400 mgr/l.

El contenido medio para los aniones oscila entre los siguientes valores:

Cl : 6 - 44 mgr/l.

SO4 : 11 - 72 mgr/l.

CO3H: 244 - 339 mgr/l.

NO3 : 3 - 26 mgr/l.

Y para los cationes entre:

Na : 2 - 26 mgr/l.

Mg : 4 - 39 mgr/l.

Ca : 44 - 121 mgr/l.

K : 1 - 6 mgr/l.

#### 5.4.6. Características hidroquímicas del acuífero Albiense

A pesar de ser un acuífero de pobres características hidrodinámicas es utilizado en ocasiones para el suministro a pequeños núcleos urbanos cuando no existen mejores alternativas.

Los datos disponibles reflejan una buena composición química del agua de dicho acuífero que, en general, está dentro de los límites permitidos para su consumo humano. Sólo el punto 3121-6010 arroja unos índices ligeramente superiores a lo establecido en su contenido en Magnesio (51 mgr/l) y también una elevada cantidad de sulfatos (341 mgr/l.) que ronda los límites de potabilidad.

Por lo que respecta a su facies, son aguas bicarbonatadas cálcicas con una menor homogeneidad que en los acuíferos procedentes, ya que en el sector de Traiguera son frecuentes las facies bicarbonatadas cálcicas ó magnésico-sódicas.

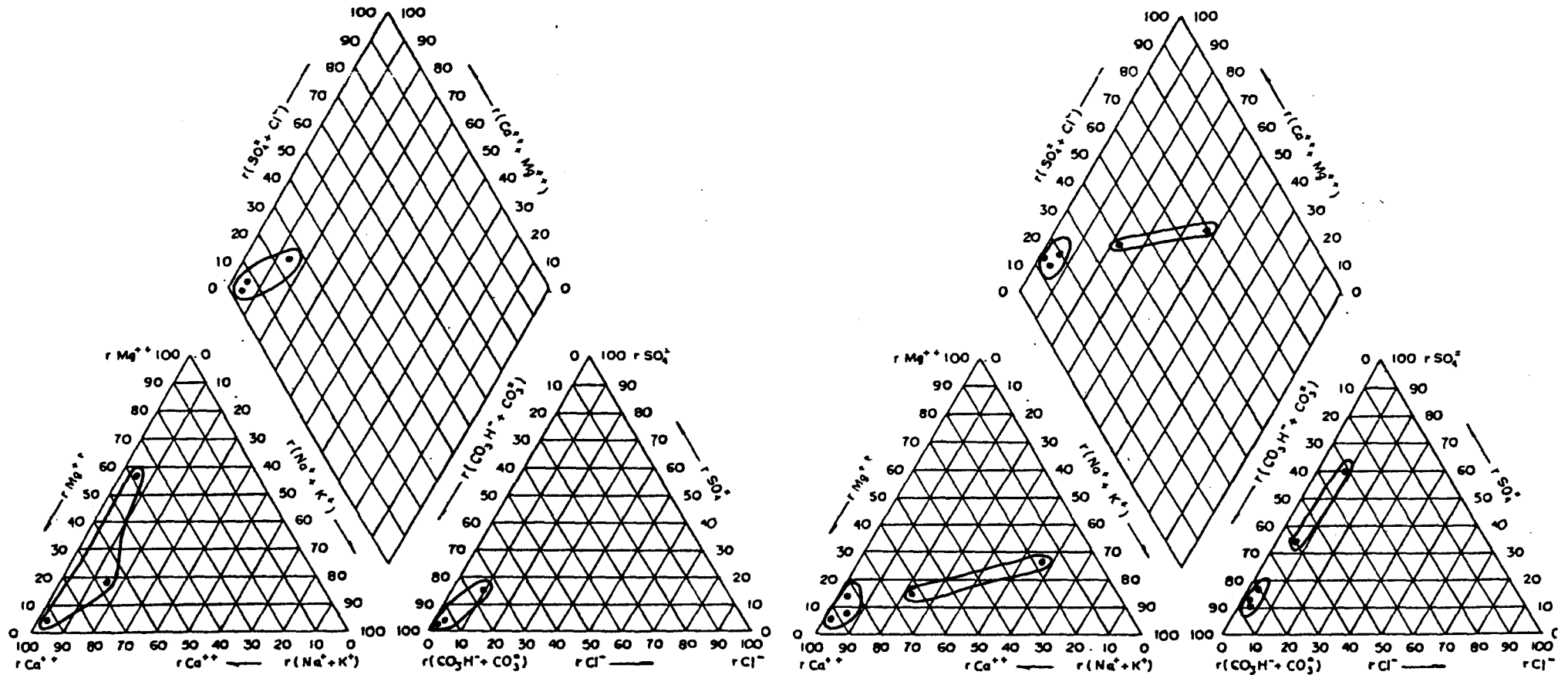
Entre 237 - 321 mgr/l. (máx. 640) , con un contenido medio para los aniones situado entre los siguientes valores:

Cl : 4 - 14 mgr/l.

SO4 : 19 - 66 mgr/l.

Gargasiense

Albiense



REPRESENTACION EN DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER DE ANALISIS QUIMICOS PARA EL ACUIFERO GARGASIENSE Y ALBIENSE.

CO<sub>3</sub>H : 122 - 281 mgr/l.

NO<sub>3</sub> : 9 - 42 mgr/l.

Y para los cationes entre:

Na : 1 - 19 mgr/l.

Mg : 4 - 12 mgr/l.

Ca : 50 - 112 mgr/l.

K : 1 - 3 mgr/l.

#### 5.4.7. Características hidroquímicas del Cretácico Superior

La poca extensión del acuífero del Cretácico Superior en el área estudiada hace que sólo se disponga de un análisis de agua procedente del mismo. Se sabe, sin embargo, que son aguas, en general, de buena calidad, aptas para el consumo humano, con un bajo contenido en sales disueltas.

El análisis del que se dispone de datos refleja unas buenas condiciones de potabilidad, con una facies hidroquímica bicarbonatada cálcico-magnésica y un residuo seco de 231 mgr/l.

El contenido en aniones es:

Cl : 4 mgr/l.

SO<sub>4</sub> : 33 mgr/l.

CO<sub>3</sub>H: 142 mgr/l.

NO<sub>3</sub> : 2 mgr/l.

Y el de cationes:

Na : 2 mgr/l.

Mg : 14 mgr/l.

Ca : 38 mgr/l.

K : 2 mgr/l.

5.4.8. Características hidroquímicas de los niveles acuíferos del Terciario y Pliocuaternario

Bajo esta denominación quedan englobados tanto los niveles permeables existentes en la serie terciaria como los niveles más superficiales de edad cuaternaria. El hecho de situarlos conjuntamente obedece a la dificultad de establecer la pertenencia de la muestra de agua, recogida en un punto dado (pozo y sondeos en este caso), a un nivel determinado.

La calidad química de sus aguas se encuentra con frecuencia dentro de lo tolerable y, generalmente, con buenas cualidades para el consumo humano. A pesar de ello, es de resaltar el alto riesgo de contaminación de origen superficial al que se encuentran expuestos estos niveles acuíferos, influenciados de manera directa, en muchos casos, por las actividades humanas, industriales y ganaderas que son llevadas a cabo en su entorno. El escaso desarrollo industrial en la región hace que sólo se presenten problemas de contaminación puntual.

La facies hidroquímica pertenece al tipo bicarbonatado cálcico ó calcico-magnésico en la práctica

totalidad de la región, con excepción de la franja costera en donde se dan aguas cloruradas y cloruradas bicarbonatadas, bien sódicas ó cálcico-sódicas, con un incremento importante en el contenido total de sales disueltas, lo que implicaría una cierta intrusión marina.

En este último sector el residuo seco del agua se ha encontrado que oscila entre los 800 y los 3.300 mgr/l. con elevado contenido en Sodio y Magnesio, siendo totalmente desaconsejable para el abastecimiento público.

Fuera de la pequeña franja costera el contenido normal en residuo seco es mucho menor y se sitúa entre 187 y 300 mgr/l., oscilando el de los aniones entre los siguientes valores:

Cl : 2 - 29 mgr/l.

SO<sub>4</sub> : 20 - 240 mgr/l.

CO<sub>3</sub>H: 135 - 323 mgr/l.

NO<sub>3</sub> : 3 - 37 mgr/l.

Y el de los cationes entre:

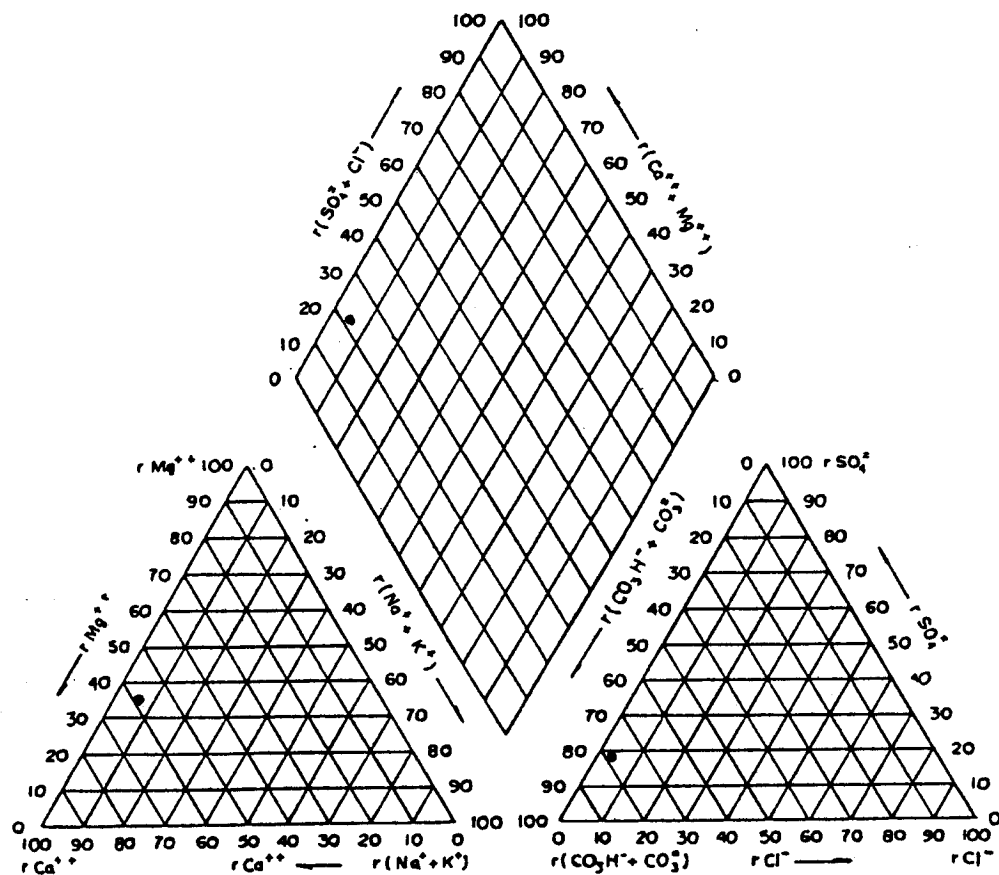
Na : 1 - 16 mgr/l.

Mg : 4 - 48 mgr/l.

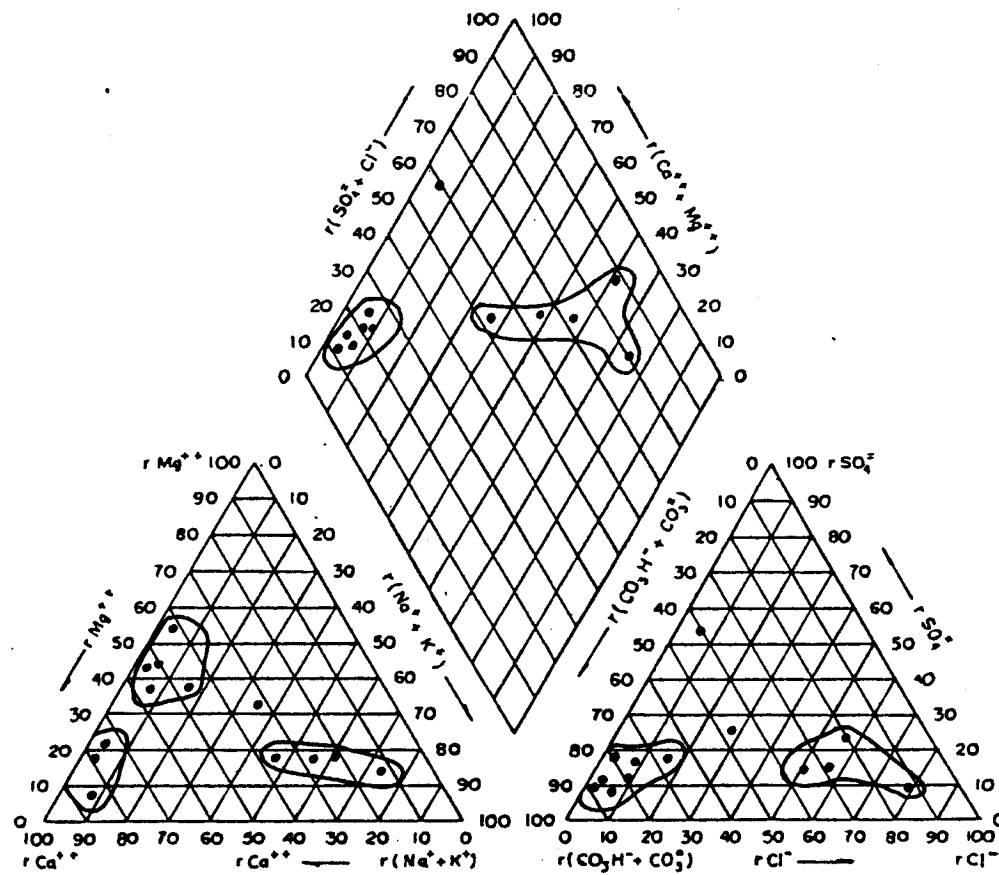
Ca : 32 - 98 mgr/l.

K : 1 - 5 mgr/l.

### Cretácico Superior



### Terciario y Pliocuaternario



REPRESENTACION EN DIAGRAMA DE PIPER-HILL-LANGELIER DE ANALISIS QUIMICOS PARA EL ACUIFERO CRETACICO SUPERIOR Y TERCIARIO Y PLIOCUARTERNARIO.

ACUIFERO	R.S. (mgr/l)	CONDUCT. (mohs/cm)	pH	ANIONES (mgr/l)				CATIONES (mgr/l)			
				Cl	SO4	CO3H	NO3	Na	Mg	Ca	K
Jurásico	200-400	400-600	7,4-8	12-33	24-90	158-270	4-19	6-113	12-27	44-86	2-16
Hauteriv-Barrem.	180-260	320-780	7,5-8,1	7-44	8-192	207-315	2-13	2-55	6-49	40-110	1-17
Barremiense Sup.	160-554	315-960	7,8-8,2	2-50	8-124	207-317	4-7	1-16	7-32	60-140	1-8
Bedouliense	200-250	380-450	7,9-8,1	33-35	16-55	123-256	6	4-15	3-9	48-84	1
Gargasiense	200-400	405-769	7,2-8	6-44	11-72	244-339	3-26	2-26	4-39	44-121	1-6
Albiense	237-321	399-580	7,7-8,1	4-14	19-66	122-281	9-42	1-19	4-12	50-112	1-3
Cretácico Sup.	231	300	8,2	4	33	142	2	2	14	38	2
Terciario y Cuat.	187-300	344-570	7,8-8,2	2-29	20-240	135-323	3-37	1-16	4-48	32-98	1-5
	800-3.300	930-4.600	7,5-8	173-1.410	91-326	175-310	4-16	89-654	29-110	68-195	4-34

CALIDAD QUIMICA DE LOS ACUIFEROS DEL MAESTRAZGO.



## 6. ABASTECIMIENTO A LOS NUCLEOS URBANOS

### 6.1. VILLORES

#### 6.1.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La población de Villores se encuentra situada en el extremo Noroccidental de la provincia de Castellón, a unos 4 km. aproximadamente del límite con la provincia de Teruel. Su altitud sobre el nivel del mar es de 726 metros, con una extensión de su término municipal de 5'4 km<sup>2</sup>.

#### 6.1.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

En la actualidad el abastecimiento a Villores se realiza a partir del sondeo del Pontet, próximo al núcleo urbano, y de la Fuente de la Masía de Llorens ó Mas de Selva, situada a algo más de 1'5 km. al Oeste de la población. En conjunto suministran un caudal próximo a 1 l/s. en invierno que, según datos del propio Ayuntamiento, se reduce en verano hasta 0'1 - 0'2 l/s.

Las características de los puntos de abastecimiento, esencialmente, son:

- Sondeo del Pontet: situado a una cota aproximada de 720 m.s.n.m., fue perforado por TRAGSA a rotoperforación en 1.980, con una profundidad de 290 m. de los que los primeros 66 m. corresponden a la formación calizo-margosa de Hauteriviense-Barre-miense, y los restantes 224 metros a las formaciones carbonatadas del Portlandiense-Valanginiense y del Kimmeridgense-Portlandiense, ambas englobadas en el que hemos denominado como acuífero Jurásico.

El nivel piezométrico final se situó a 250 metros de profundidad y, ante esto, se optó por rellenar el pozo con arcilla hasta el metro 88, dado que la formación del Hauteriviense-Barremiense, con el nivel de agua a solo 18 m. fue capaz de suministrar un caudal de 1'5 l/s. (con depresión de 20 metros), suficiente para abastecer a la localidad.

Con posterioridad el caudal ha ido decreciendo paulatinamente hasta suministrar sólo de 4 a 5 litros/minuto.

- Manantial de Mas de Llorens: situado a una cota aproximada de 780 m.s.n.m. al Oeste de Villores aporta un caudal de 0'8 l/s., durante el invierno, y que en el verano apenas si llega a los 2 l/minuto.

El agua, desde los puntos de suministro, es conducida a un depósito central de 140 m<sup>3</sup>. comunicado con otro de 75 m<sup>3</sup>., lo que significa para el núcleo urbano, una capacidad total de almacenamiento de 215 m<sup>3</sup>.

La conexión del sondeo a la red se realiza a través del depósito principal, con el que está conectado mediante una tubería de fibrocemento de 110 m. de diámetro y de 520 metros de longitud.

El transporte del agua de la Fuente de Mas de Llorens tiene lugar por gravedad, mediante una tubería de PVC de 63 mm. de diámetro y de casi 2 km. de longitud, conectada con el depósito más pequeño. La distribución a la población se realiza a partir de éste, mediante tubería de fibrocemento de 60 mm.

Las pérdidas de la red, según la Diputación Provincial de Castellón, son muy pequeñas (2%).

### 6.1.3. DEMANDA URBANA

La localidad cuenta en la actualidad (censo de 1.988) con 104 habitantes de hecho que alcanzan un máximo estacional de 250, durante el verano.

La dotación establecida por la Diputación Provincial de Castellón, para núcleos con esta población, es de 150 litros por habitante y día (1/hab./día), con lo que la demanda actual estimada se cifra a 37'5 m<sup>3</sup>/día, durante el período estival y de 15'6 m<sup>3</sup>/día durante el resto del año, lo que representa un caudal de extracción de 0'65 l/s. y 0'3 l/s. respectivamente, suponiendo un bombeo de 16 horas diarias.

El municipio de Villores presenta una tendencia a la estabilización demográfica a la vista del censo en los últimos años. Este hecho lo podemos extrapolar dentro de 25 años, en el que, para la misma población y un incremento teórico de la dotación a 250 l/hab./día en función de la elevación del nivel de vida, la demanda de agua se puede estimar en 62'5 m<sup>3</sup>/día, durante el verano, y de 25'7 m<sup>3</sup>/día, en el resto del año. Ello implica un caudal de bombeo de 1'1 l/s. y de 0'45 l/s., para cada caso, según las mismas condiciones de explotación expuestas en el párrafo anterior.

En el cuadro que se muestra a continuación se resumen las demandas actuales y futuras.

		ACTUAL	HORIZONTE 25 AÑOS
Demanda Urbana (m <sup>3</sup> /d)	Verano	37'5	62'5
	Resto año	16'5	25'7

Caudal bombeo 16 h/d (l/s)	Verano	0'65	1'1
	Resto año	0'3	0'45

El déficit actual es de 0'45 a 0'65 l/s., y está calculado en base a la diferencia que existe entre el caudal máximo demandado y el caudal mínimo disponible, normalmente coincidentes en el mismo período de tiempo.

#### 6.1.4. SOLUCION PROPUESTA

Para resolver el abastecimiento a la localidad de Villoros se recomienda realizar un sondeo que capte el acuífero Jurásico. Las características de dicha obra son:

##### Situación

Coordenadas Lambert

X : 894.750

Y : 680.600

Cota topográfica : 710 m s.n.m.

Distancia a la red de abastecimiento.: 80 m.

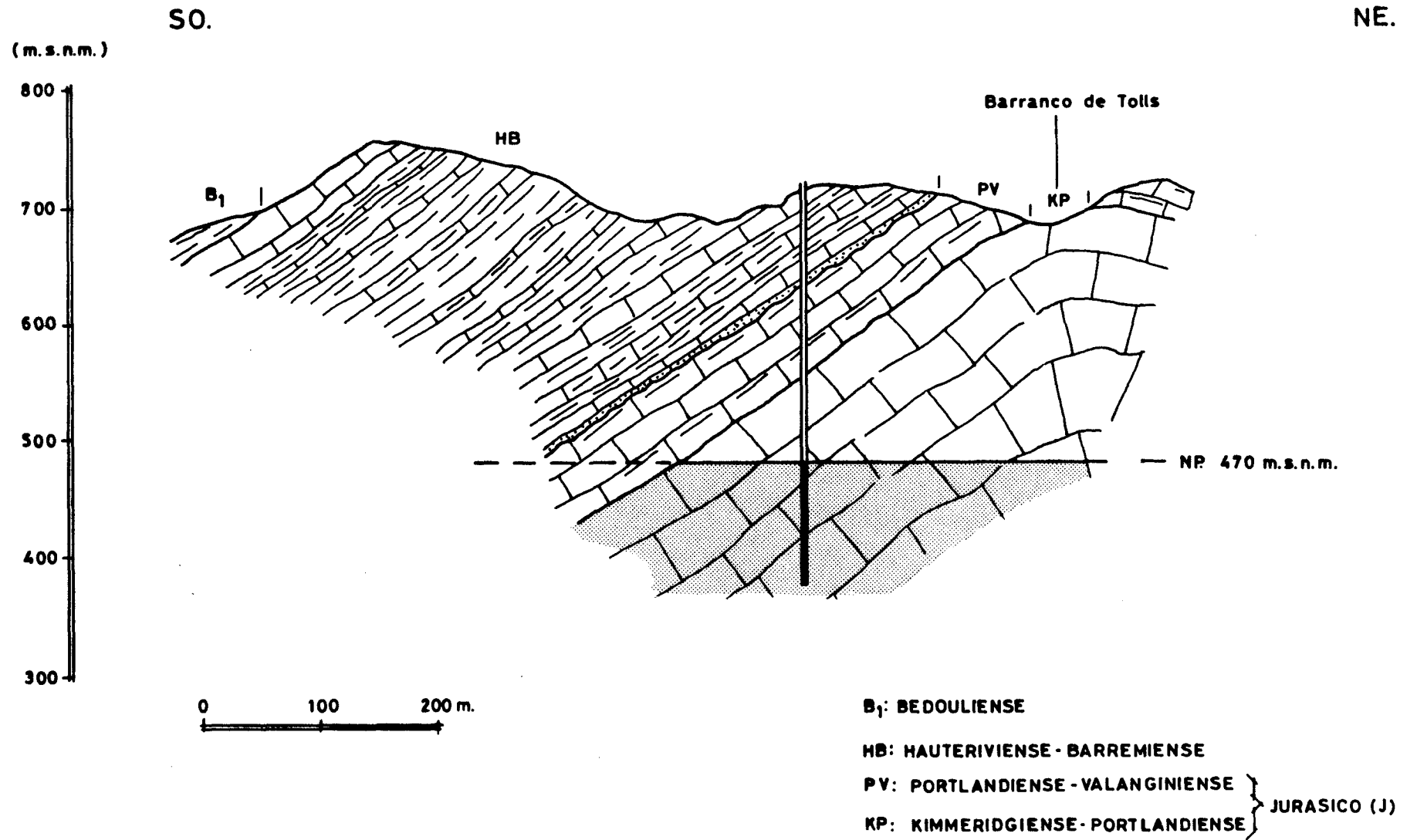
##### Accesos

Buenos. A partir de la carretera que va de Villoros hacia Morella.

Profundidad: 340 metros.

Nivel piezométrico: A 240 metros (470 m.s.n.m.)

ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO VILLORES



Caudal esperado: Mayor de 10 l/s.

Método de perforación: Percusión.

Columna prevista

\* 0 - 75 m. Margas y calizas detríticas. Haute-riviense-Barremiense.

\* 75 - 77 m. Areniscas Hauteriviense-Barremiense.

\* 77 - 160 m. Calizas y niveles de Margas. Portlandiense-Valanginiense (Englobado en el acuífero Jurásico).

\* 160 - 340 m. Calizas dolomíticas y dolomías. Kimmeridgense-Portlandiense (Acuífero Jurásico).

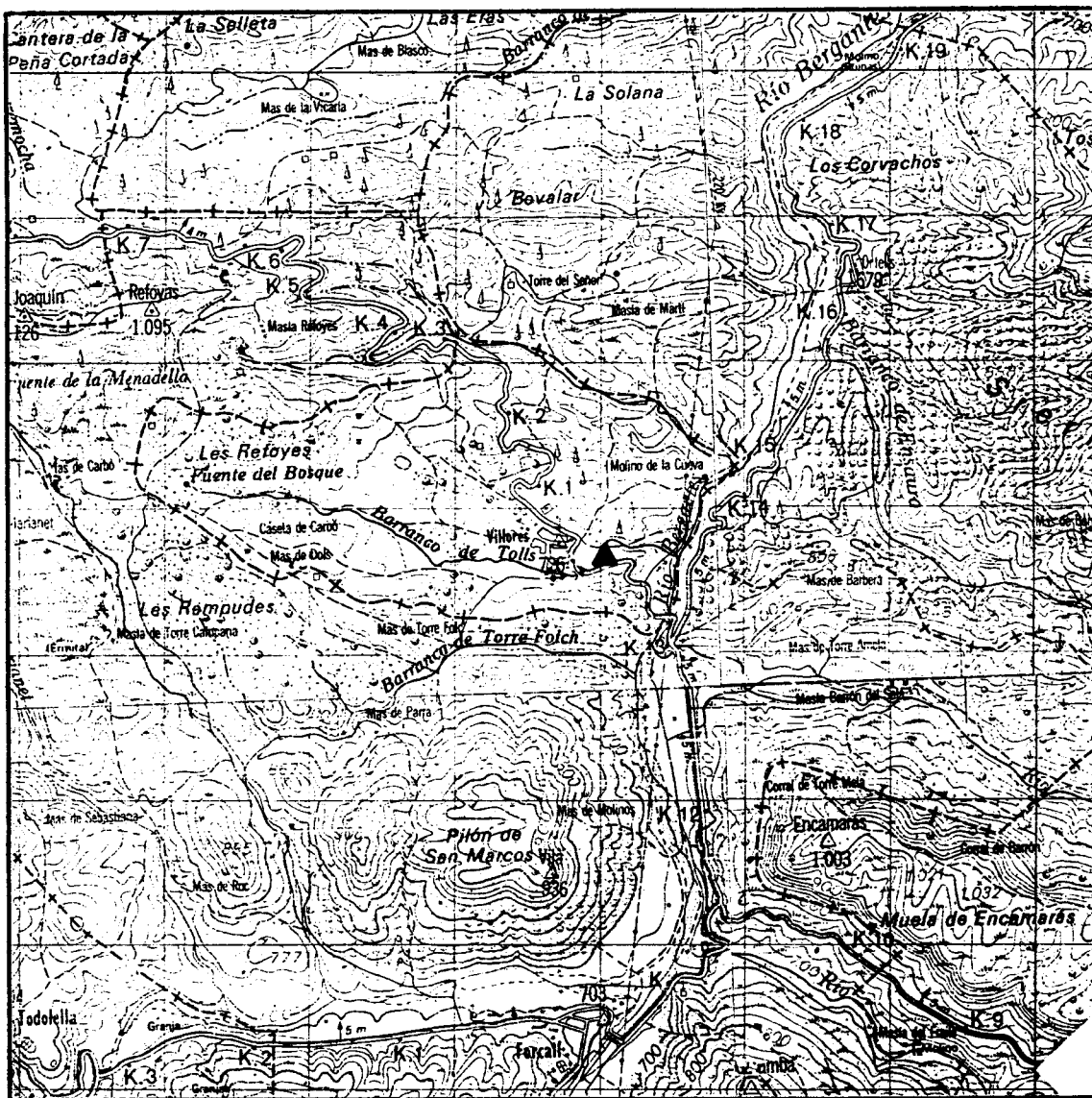
Calidad del agua:

Buena. De facies bicarbonatada cálcico-magnésica. Residuo seco entre 200 - 300 mgr/l.

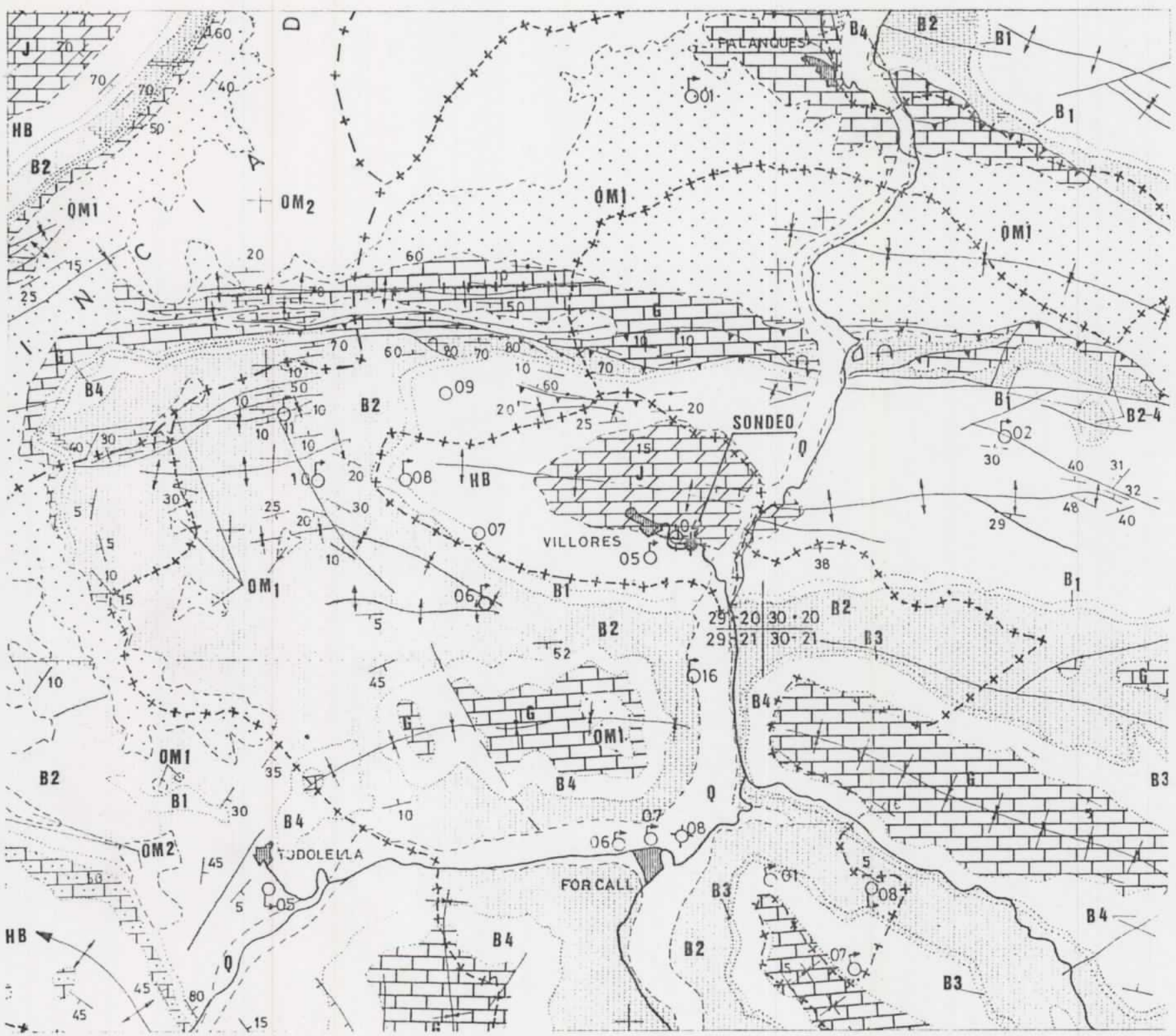
6.1.5. VALORACION DE LA SOLUCION PROPUESTA

Se ha propuesto una sola alternativa dado que la única formación digna de ser captada es la correspondiente al acuífero Jurásico que, por otra parte, presenta muy buenas características hidrodinámicas, con caudales esperados superiores a los 10 l/s. Esta circunstancia unida a la gran profundidad del sondeo y al hecho de tener que elevar el agua desde 240 metros, lo hace idóneo para ser explotado de manera conjunta con la población de Forcall, de la que dista aproximadamente 3'6 km. y solo 1'2 km. del punto más próximo de su red de abastecimiento (Fuente de Ribás Vert).

ABASTECIMIENTO A VILLORES

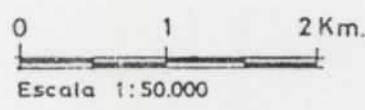


▲ SONDEO PROPUESTO

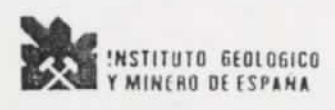


CUATERNARIO				
	Q			Conglomerados, Areniscas, Margas
TERCIARIO				
	OM <sub>2</sub>			Margas y Calizas
	OM <sub>1</sub>			Conglomerados, Areniscas, Margas
CRETACICO				
	CS	SUPERIOR		Calizas con intercalaciones margosas y areniscosas
	A			Arenas y Areniscas
	G			Calizas
	B <sub>4</sub> B <sub>3</sub> B <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	INFERIOR		Margas y Margocalizas Calizas Calizas y Margas Margas y Areniscas
	BS			Calizas
	HB			Alternancia de Calizas y Margas
JURASICO				
	J			Calizas, Dolomías y Calizas dolomitizadas
				----- Contacto concordante
				----- Contacto discordante
				----- Falla
				----- Falla normal
				----- Falla inversa
				----- Anticlinal
				----- Sinclinal
				----- Dirección y buzamiento
				○ Sondeo
				○ Pozo
				○ Manantial
				○ Alternativa(s) propuesta(s)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO  
A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO



MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS  
ALREDEDORES DE VILLORES





Es importante que la perforación se realice por el método de percusión y debe comenzarse con un diámetro suficientemente amplio dada la profundidad a la que se encuentra el nivel saturado del acuífero.

## 6.2. FORCALL

### 6.2.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La localidad de Forcall se encuentra en el extremo Noroeste de la provincia de Castellón de la Plana, en la confluencia de los ríos Caldés, Cantavieja y Bergantes, a una cota sobre el nivel del mar de 700 metros, extendiéndose su término municipal sobre una superficie aproximada de 40 km<sup>2</sup>.

### 6.2.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

En la actualidad, Forcall dispone para su abastecimiento de tres manantiales, que durante el invierno son suficientes para satisfacer su demanda pero que en verano reducen considerablemente su caudal obligando al Ayuntamiento a abastecerse mediante la compra de agua transportada en camiones cuba.

El caudal que aportan en conjunto estos 3 manantiales se estima en 3'5 l/s., suministrados fundamentalmente por las Fuentes de Xorradó y de Racó, situadas ambas a unos 2 kilómetros al Sureste del pueblo, en las laderas Norte y Oeste, respectivamente, de la Muela de la Garrumba. El tercero de los puntos de abastecimiento es la fuente de Ribás Vert, situada a unos 2 km. al Norte de Forcall, en la rambla del río Bergantes. Esta fuente, que recoge varios manantiales en un pozo colector, no se utiliza en la actualidad debido a un problema de contaminación bacteriológica.

El funcionamiento del sistema de abastecimiento es el siguiente: La Fuente de Ribás Vert dispone de un pozo colector de 2 m<sup>3</sup>. de capacidad, desde donde se bombea el agua a un depósito intermedio de 100 m<sup>3</sup>. y de allí vuelve a bombearse hasta el depósito de distribución de 400 m<sup>3</sup>. de capacidad, salvando un desnivel de 100 metros. El agua procedente de las Fuentes de Racó y de Xorradó desciende por gravedad hasta el depósito de distribución, si bien la fuente de Xorradó dispone de un depósito intermedio de 400 m<sup>3</sup> situado junto al de distribución y conectado con él

### 6.2.3. DEMANDA URBANA

La población de Forcall, según el último censo de 1.986, es de 662 habitantes de derecho, si bien el incremento estacional punta eleva esta cifra hasta 1.580 habitantes durante 30 días en el periodo estival.

La dotación que se establece en el Pleno de la Diputación de Castellón de la Plana del día 26 de Enero de 1.988 para una población de las características de la de Forcall, es de 150 litros por habitante y día.

Según esto, la demanda de agua para el abastecimiento de la población sería de 237 m<sup>3</sup>/d. durante los 30 días de verano y de 101 m<sup>3</sup>/d. durante el resto del año, por lo que, suponiendo un bombeo de 16 horas diarias, el caudal necesario sería de 4'1 l/s. en verano y 1'76 l/s. el resto del año.

La evolución de la población en Forcall es claramente regresiva, con una tasa media de descenso desde 1.981, de 8 habitantes por año.

Suponiendo que la dotación se incrementa a 250 litros por habitante y día, debido al aumento del nivel de

vida, y que se mantienen estacionarias la población actual y su incremento estival, el caudal de agua necesario para el abastecimiento urbano en un horizonte a 25 años, sería de 6'8 l/s. durante los 30 días de verano y de 2'9 l/s. el resto del año, considerando un bombeo diario de 16 horas. En el cuadro siguiente se muestra un resumen de las demandas de agua actuales y futuras

		ACTUAL	HORIZONTE A 25 AÑOS
Demanda Urbana	Verano	237	395
(m <sup>3</sup> /día)	Resto año	101	169
Caudal bombeo	Verano	4'1	6'8
16 h/d	Resto año	1'76	2'9
(l/s.)			

El caudal disponible es de 3,5 l/s, que durante la época seca se reduce a 2 l/s.. Como demanda en este período es de 4'1 l/s., el déficit máximo que se produce es de 2'1 l/s..

#### 6.2.4. SOLUCIONES PROPUESTAS

##### OPCION A

Se trataría de aprovechar el sondeo que se propone para la vecina localidad de Villores, que podría abastecer a ambas poblaciones, dependiendo del caudal que se consiguiera alumbrar con él. En caso de que este caudal fuese insuficiente para satisfacer las necesidades de Villores y Forcall, podría proyectarse la ejecución de un segundo sondeo de abastecimiento para Forcall, próximo al de Villores, y que cortase los mismos materiales que éste. (Véase capítulo 6.1.4.).

OPCION B

Con este sondeo se pretende captar un nivel de calizas bioclásticas vacuolares de 15 mts. de espesor, de edad Bedouliense Inferior, por donde drena un manantial próximo a la Masía del Fraile.

Las características del sondeo propuesto son las siguientes:

Situación:

- Coordinadas Lambert:

X : 896.700

Y : 676.700

Z : 830 m.s.n.m.

Acceso:

Se accede por la pista que asciende desde las proximidades de la Masía del Fraile hasta la de Xorradó.

Profundidad: 180 metros.

Nivel piezométrico: 720 m.s.n.m.

Caudal esperado: 1-2 l/s.

Método de perforación: Percusión.

Columna litológica prevista:

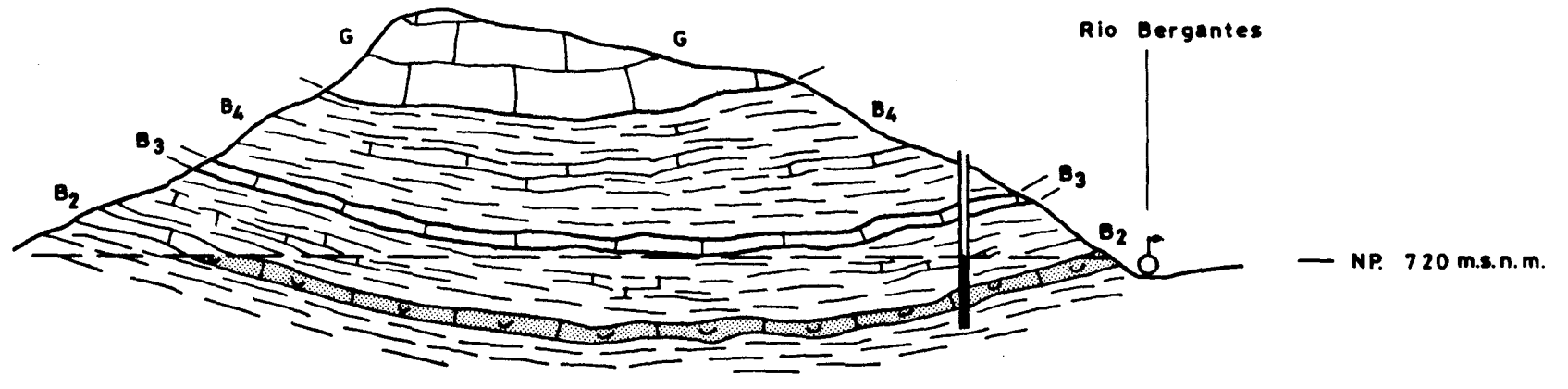
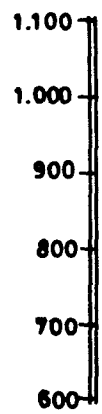
\* 0 - 75 m. Margas y margocalizas.

ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO FORCALL — ALTERNATIVA · B ·

S.

N.

(m. s. n. m.)



G: GARGASIENSE

B<sub>4</sub>: BEDOULIENSE SUPERIOR

B<sub>3</sub>: }  
B<sub>2</sub>: } BEDOULIENSE INFERIOR

- \* 75 - 90 m. Calizas.
- \* 90 - 160 m. Margocalizas y calizas.
- \* 160 - 175 m. Calizas.
- \* 175 - 180 m. Margas.

Calidad del agua:

Buena. De facies bicarbonatada cálcica.

Residuo seco entre 200-400 mg./l.

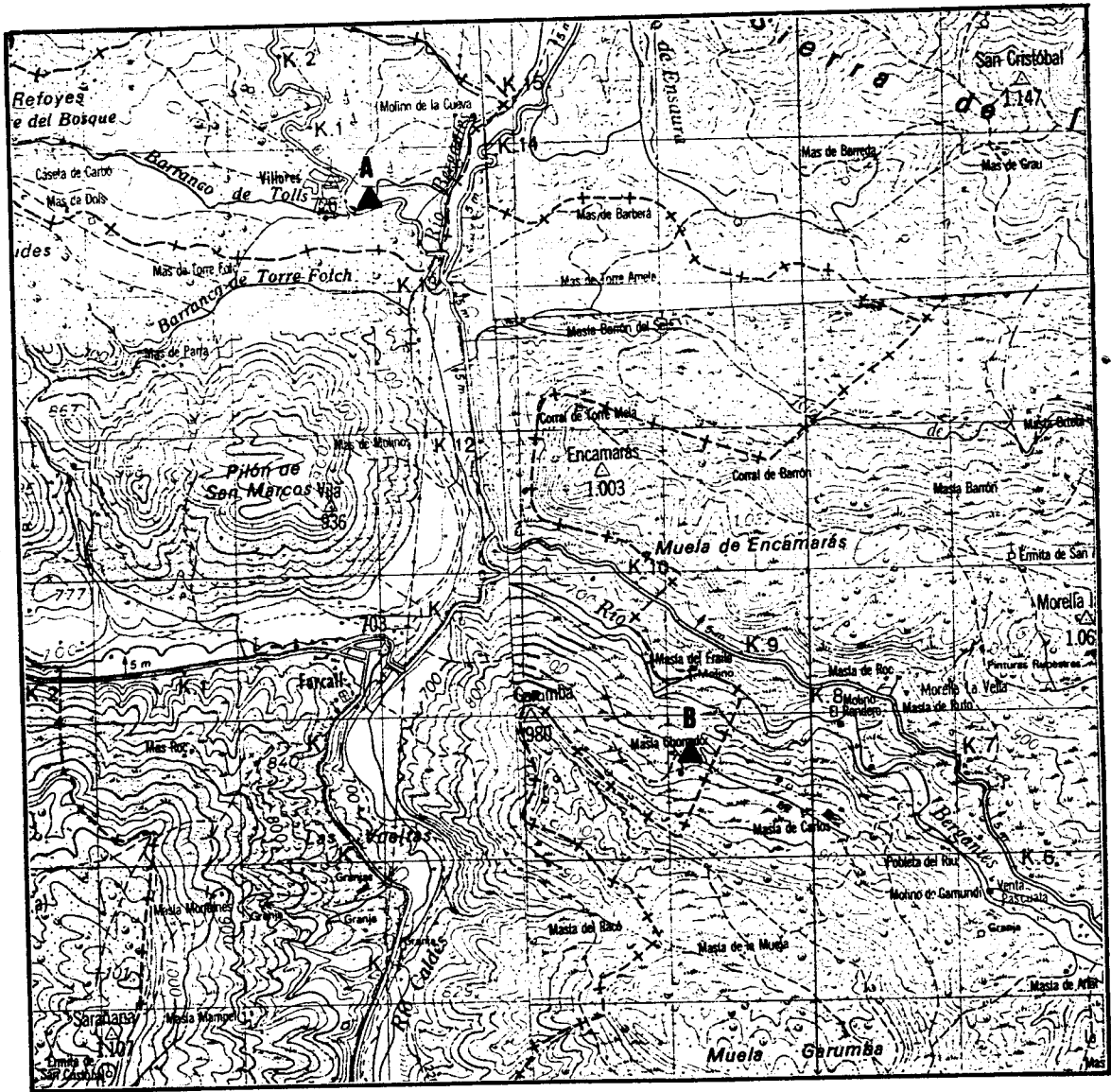
6.2.5. VALORACION DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS

La solución que se apunta en primer lugar, y que puede considerarse como alternativa conjunta para Villores y Forcall, es la que cuenta con mayores garantías, al tratarse de un sondeo con el que se espera alumbral un caudal mayor de 10 l/s..

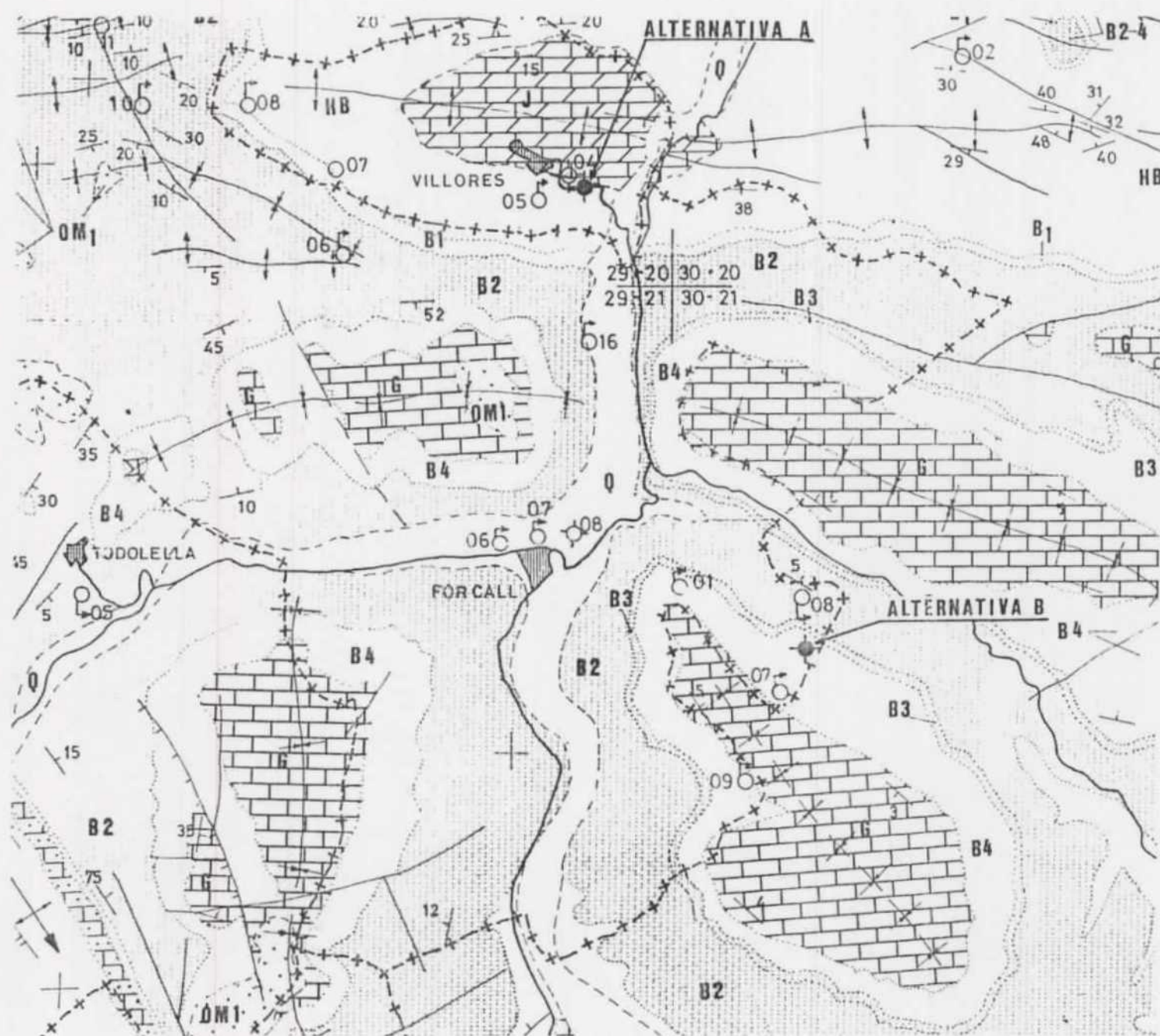
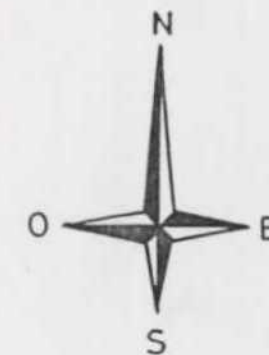
Su emplazamiento dista unos 3'6 km. de Forcall y sólo 1'2 km. de la Fuente de Ribás Vert, desde donde existe conducción hasta el pueblo.

La alternativa B se presenta como proyecto de regulación del manantial próximo a la Masía del Fraile. El caudal que se espera obtener con él se estima en 1-2 l/s. y su ubicación obedece a varias circunstancias. En primer lugar, ésta alineado con una serie de surgencias naturales cuya presencia pudiera relacionarse con la existencia de alguna fractura no reconocible sobre el terreno. Además, dista unos 3 km. de Forcall, pero sólo 400 metros de la Fuente de Xorradó, desde donde existe conducción hasta el pueblo.

ABASTECIMIENTO A FORCALL

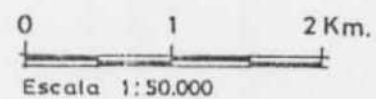


▲ SONDEOS PROPUESTOS



CUATERNARIO					
	Q				Conglomerados, Areniscas, Margas
TERCIARIO					
	OM <sub>2</sub>				Margas y Calizas
	OM <sub>1</sub>				Conglomerados, Areniscas, Margas
CRETACICO					
	CS	] SUPERIOR			Calizas con intercalaciones margosas y areniscosas
	A				Arenas y Areniscas
	G	] INFERIOR			Calizas
	B <sub>4</sub>				Margas y Margocalizas
	B <sub>3</sub>				Calizas
	B <sub>2</sub>				Calizas y Margas
	B <sub>1</sub>			Margas y Areniscas	
	BS			Calizas	
	HB				Alternancia de Calizas y Margas
JURASICO					
	J				Calizas, Dolomías y Calizas dolomitizadas
					Contacto concordante
					Contacto discordante
					Falla
					Falla normal
					Falla inversa
					Anticlinal
					Sinclinal
					Dirección y buzamiento
					Sondeo
					Pozo
					Manantial
					Alternativa(s) propuesta(s)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO  
A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO



MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS  
ALREDEDORES DE FORCALL



Si este sondeo se sitúa más al Sur conseguiría regular un mayor volumen de reservas, pero en contrapartida, la profundidad a alcanzar sería mayor, y el acceso tendría que ser habilitado expresamente para la máquina de perforación, con la consiguiente repercusión económica.

### 6.3. CINCTORRES

#### 6.3.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La población de Cinctorres se encuentra situada al Noroeste de la provincia de Castellón entre las localidades de Forcall y de Portell de Morella, a una altitud sobre el nivel del mar de 905 metros. Su término municipal se extiende sobre una superficie de 34'9 km<sup>2</sup>.

#### 6.3.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

El suministro de agua se realiza en la actualidad a partir de 2 sondeos y de una fuente que, en conjunto, aportan un caudal máximo, en invierno, de 3'6 l/s. y un mínimo, en verano, en torno a 1'9 l/s..

Los puntos de abastecimiento presentan las siguientes características:

Sondeo de la carretera del Forcall: Localizado a 1'7 km. en línea recta del núcleo urbano, se ubica a unos 150 metros al Este de la carretera que va de Cinctorres a Forcall, a una cota aproximada de 825 m.s.n.m..

Fue perforado a percusión por IRYDA, en sustitución de un sondeo similar localizado algo más al Sur. Su profundidad es de 150 metros y atraviesa totalmente las calizas biodetríticas del Barremiense Superior, así como los

niveles terminales de la formación Hauteriviense-Barremiense. Durante la ejecución de la obra el sondeo fue surgente, desapareciendo esta circunstancia con la puesta en explotación. No obstante, se ha podido comprobar que en el antiguo sondeo (situado a unos 200 metros hacia el Sureste) realizado por el IGME en 1.980, actualmente sin explotar, se da el mismo fenómeno de surgencia en los meses más lluviosos.

El caudal de extracción se sitúa entre los 2 l/s., durante el invierno, y los 1'6 l/s. en el periodo estival.

En la actualidad el pozo se encuentra entubado con tubería de 350 mm. de diámetro y equipado con una bomba de 10 CV, situada a 110 metros de profundidad.

**Pozo de Maset:** Se trata de un pozo de gran diámetro (2-2'5 metros), con una profundidad de 40 metros, situado junto a la Fuente del Maset a una cota aproximada de 890 m.s.n.m.. Los materiales que atraviesa pertenecen en su totalidad al Barremiense Superior, situándose el nivel de agua muy próximo a la superficie durante el invierno. El caudal capaz de suministrar es reducido y las extracciones se realizan esporádicamente.

Se encuentra equipado, según datos de Ayuntamiento, con una bomba de gasoil de 25 CV de potencia cuya toma se encuentra situada entre los 36 y 37 metros de profundidad.

**Fuente del Maset:** Localizada unos metros más abajo del pozo del mismo nombre suministra, junto con éste, un caudal que oscila entre 0'1 l/s. y 0'6 l/s. según se trate del periodo estival o del periodo invernal.

El agua extraída desde el sondeo principal (ctra. de Forcall) es conducida mediante tubería de PVC a un depósito con capacidad para 200 m<sup>3</sup>, situado a unos 300 metros del mismo junto al Barranco de La Parra. Por otra parte, se encuentra conectado a la red el antiguo sondeo de abastecimiento, del cual se mantienen aún las instalaciones.

A partir del depósito mencionado una tubería de fibrocemento de 125 mm. de diámetro y de casi 1'5 km. de recorrido transporta el agua a otro, más pequeño, de 150 m<sup>3</sup> de capacidad localizado junto a la carretera que vá a Portell de Morella, desde donde se distribuye a la población.

Junto a la fuente y el pozo de El Maret se ubica un depósito, también con 200 m<sup>3</sup> de capacidad, que se utiliza para acumular el agua bombeada de éstos y actúa a modo de reserva, utilizándose en los periodos de mayor escasez. Desde estos puntos es transportada, mediante una tubería de PVC de unos 1.000 metros de longitud, hasta la conducción que va del sondeo principal al depósito de distribución.

Tal y como se puede deducir, la capacidad total de almacenamiento de agua en Cincorres es de 550 m<sup>3</sup>, repartidos en tres depósitos. Por otra parte, las pérdidas en la red se cifran en torno al 5% según datos de la Diputación Provincial, aunque el Ayuntamiento estima que éstas son más elevadas.

### 6.3.3. DEMANDA URBANA

La localidad, según el Censo de 1.988, cuenta con 643 habitantes de hecho que alcanzan un máximo estacional de 1.300 durante el periodo estival.

La Diputación Provincial de Castellón ha establecido para este tipo de núcleos urbanos una dotación de 150

litros por habitante y día (l/hab/día), con lo que la demanda actual estimada para el abastecimiento a la población se cifra en 195 m<sup>3</sup>/día en la época de máximo consumo, y de 96'5 m<sup>3</sup>/día para el resto del año, lo que corresponde a unos caudales de extracción de 3'4 l/s. y 1'7 l/s., respectivamente, suponiendo un bombeo de 16 horas diarias.

La evolución demográfica seguida por la población de Cincorres es claramente regresiva, con una tasa media anual de descenso próxima a los 23 habitantes, para los últimos cinco años. No obstante éste hecho, la estimación de la demanda futura, para un horizonte de 25 años, se va a realizar para un mantenimiento de la población actual y un incremento de la dotación a 250 l/hab/día. Con estos datos, en la fecha indicada el caudal necesario para satisfacer las necesidades de la localidad sería de 5'6 l/s, en verano y de 2'8 l/s. en el resto del año, según las mismas condiciones de explotación descritas en la estimación anterior.

En el cuadro expuesto a continuación resumimos las demandas actuales y futuras.

		ACTUAL	HORIZONTE 25 AÑOS
Demanda urbana (m <sup>3</sup> /d)	Verano	195	325
	Resto año	96'5	160'7
Caudal bombeo 16 h/d (l/s.)	Verano	3'4	5'6
	Resto año	1'7	2'8

Así pues, y teniendo en cuenta los caudales disponibles y los demandados, el deficit máximo para el momento actual es de 1'5 l/s..

#### 6.3.4. SOLUCIONES PROPUESTAS

La eliminación de los problemas de abastecimiento a Cinctorres, debido a las reducidas posibilidades de las formaciones geológicas presentes en el sector, pasa necesariamente por una resolución combinada de varias perforaciones que capten los niveles acuíferos existentes en la formación del Barremiense Superior y, ocasionalmente, de algún otro nivel colgado en las capas superiores del Hauteriviense-Barremiense. Sería necesario, pues, un nuevo punto de abastecimiento que complementase el actual sistema de suministro.

Se sugieren dos propuestas de diferente naturaleza:

##### a) Tratamiento del antiguo sondeo de abastecimiento

Se trata de realizar un desarrollo y limpieza del antiguo sondeo de abastecimiento, actualmente sin explotar, mediante ácido clorhídrico.

Con esta operación existen fundadas esperanzas de poder aumentar el caudal de extracción hasta los 2 l/s..

##### b) Realización de una nueva perforación.

Dentro de esta propuesta se exponen dos alternativas:

##### ALTERNATIVA A

Sondeo al Este de la Carretera de Forcall.

Situación:

- Coordenadas Lambert:

X : 894.050

Y : 671.600

Z : 835 m.s.n.m.

Distancia a la red de abastecimiento : 200 m.

Accesos: Buenos. Por la carretera que conduce a Forcall

Profundidad: 170 m.

Caudal esperado: 2 l/s..

Nivel piezométrico: De 0 a 10 m. Puede ser surgente en los primeros momentos.

Método de perforación: Percusión.

Columna litológica prevista:

\* 0 - 28 m. Arcillas roja y azules con arenas. Bedouliense Basal.

\* 28 - 55 m. Margas y margocalizas con intercalaciones de calizas esparíticas. Barremiense superior.

\* 55 - 116 m. Alternancias de calizas biodetríticas y margas. Barremiense superior.

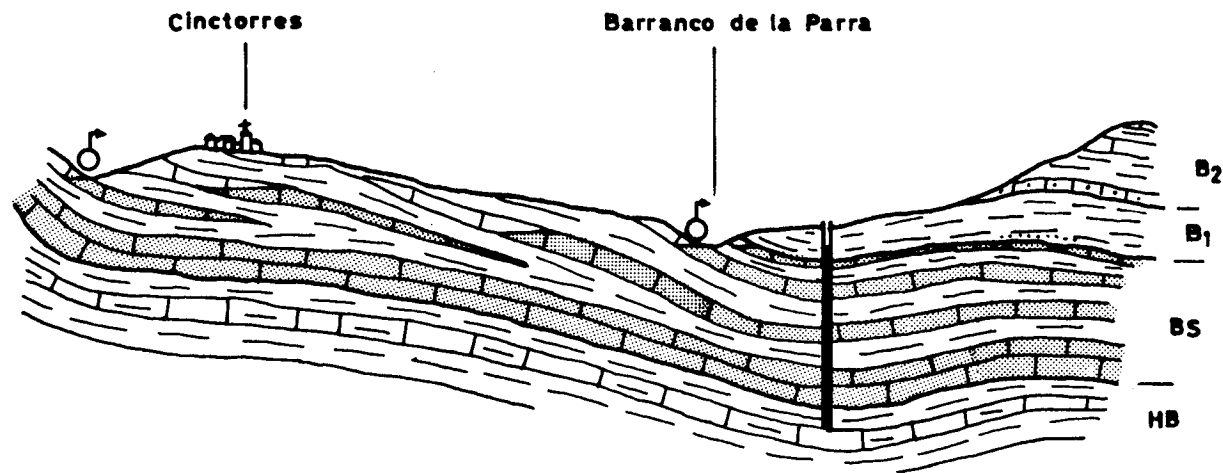
\* 116 - 140 m. Calizas biodetríticas con niveles margosos. Barremiense superior (Acuífero).

ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO CINCTORRES - ALTERNATIVA -A-

SO.

NE.

(m.s.n.m.)



— NR 825 - 830  
m.s.n.m.

- B<sub>2</sub>: BEDOULIENSE INFERIOR
- B<sub>1</sub>: BEDOULIENSE BASAL
- BS: BARREMIENSE SUPERIOR
- HB: HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE

\* 140 - (150-170) m. Margocalizas y margas.Hauteriviense-Barremiense. (Niveles acuíferos colgados).

Calidad del agua:

Buena. De facies bicarbonatada cálcica ó cálcico-magnésica. Residuo seco entre 200 y 550 mg./l.

**ALTERNATIVA B**

Sondeo junto al Camino que va desde Cinctorres a la ermita de la Virgen de Gracia.

Situación:

- Coordenadas Lambert:

X : 892.700

Y : 671.100

Z : 885 m.s.n.m.

Distancia a la red de abastecimiento : 50-100 m..

Accesos: Buenos. Por el camino de la ermita de la Virgen de la Gracia.

Profundidad: 150 m.

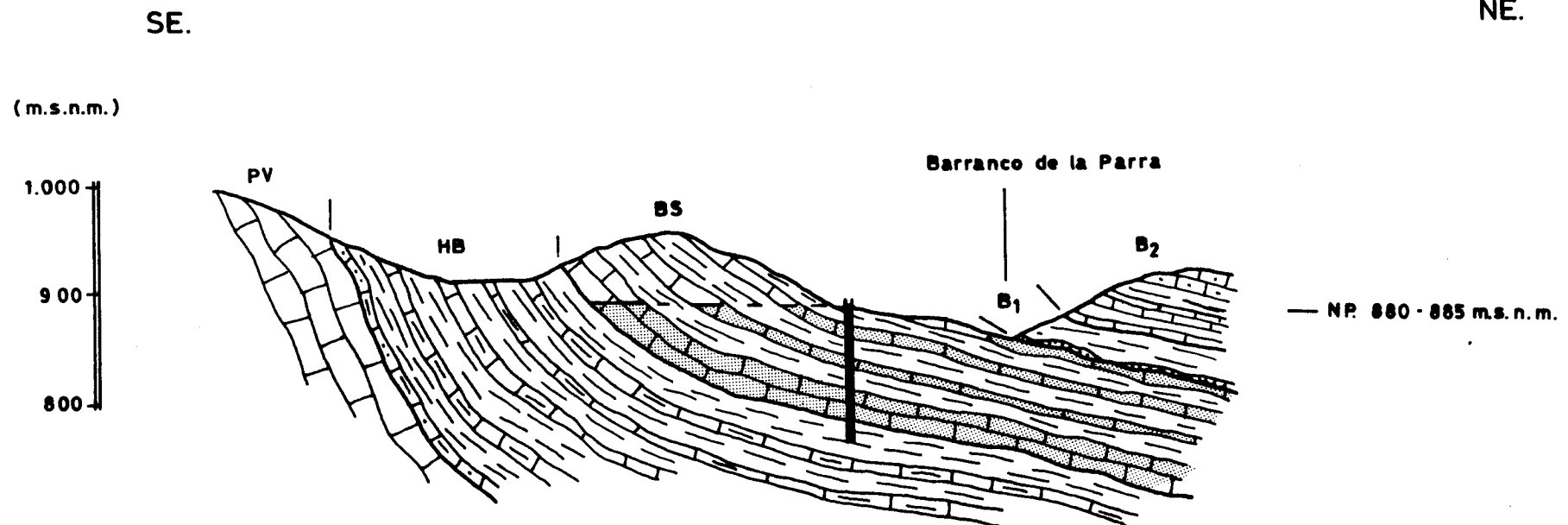
Caudal esperado: 2 l/s.

Nivel piezométrico: Próximo a superficie. Incluso puede ser surgente en los primeros momentos..

Método de perforación: Percusión



ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO CINCTORRES - ALTERNATIVA - B -



- B<sub>2</sub>: BEDOULIENSE INFERIOR
- B<sub>1</sub>: BEDOULIENSE BASAL
- BS: BARREMIENSE SUPERIOR
- HB: HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE
- PV: PORTLANDIENSE - VALANGINIENSE / JURASICO (J)

Columna litológica prevista:

- \* 0 - 75 m. Margocalizas, calizas y margas. Barremiense superior.
- \* 75 - 100 m. Calizas con niveles de margas. Barremiense superior. (Acuífero)
- \* 100 - 120 m. Margas y niveles calizos. Haute-riviense-Barremiense.

Calidad del agua: Igual a la de la alternativa A.

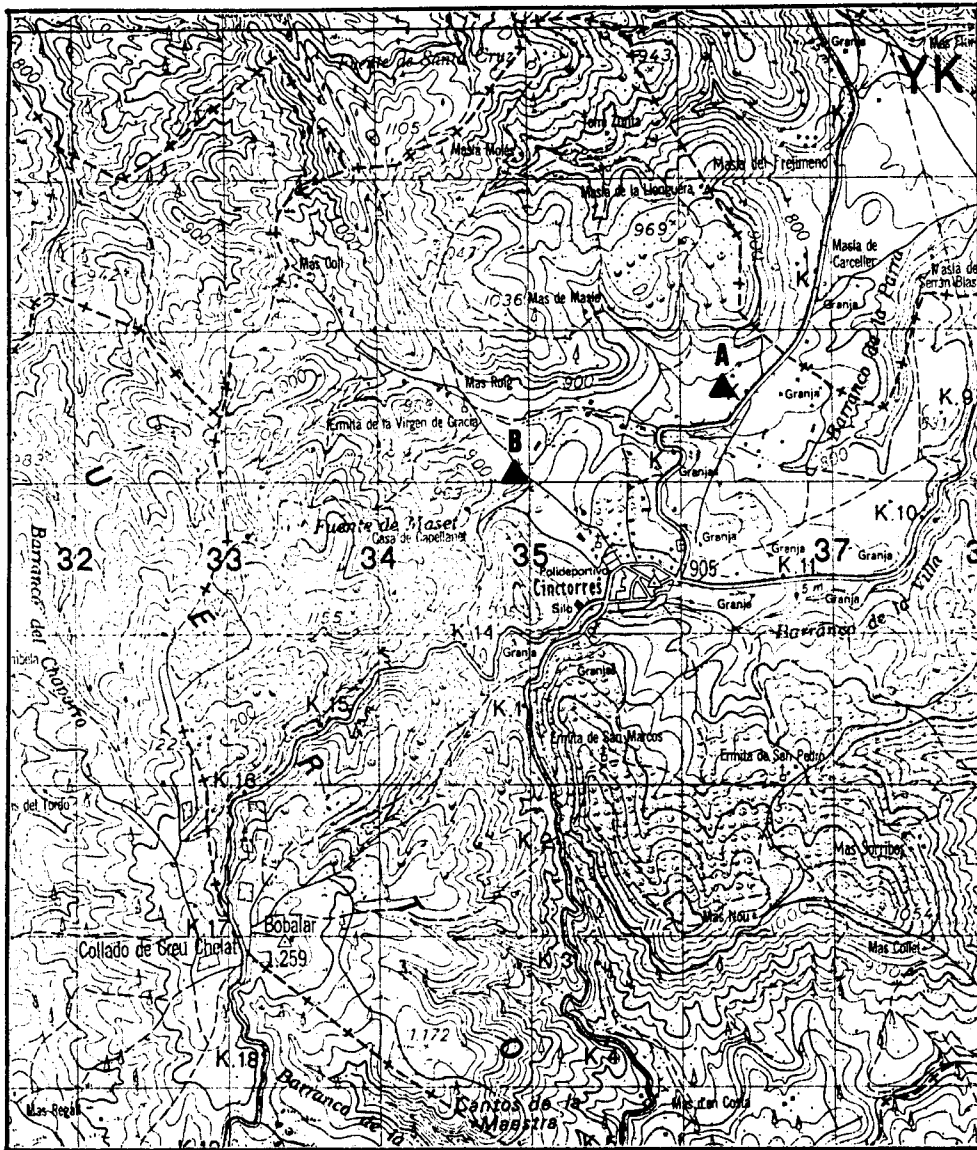
6.3.5. VALORACION DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

El anterior sondeo de abastecimiento realizado en 1.980, y actualmente sin equipar, presentaba en el momento del abandono de su explotación un caudal nada despreciable de 1 l/s. Por otra parte no se ha llevado a cabo en él ninguna operación de acidificación y limpieza. Estos hechos suponen:

- Un caudal complementario en este momento de 1 l/s. a falta solo de equiparlo convenientemente.
- Unas buenas perspectivas de aumentar el caudal hasta los 2 ó 3 l/s. mediante el adecuado desarrollo del pozo por acidificación.

Esta última afirmación viene avalada por el mantenimiento, en dicha perforación, del nivel piezométrico existente en la misma antes de su explotación, ya que el pozo sigue siendo surgente en las épocas lluviosas (en el mes de Junio de 1.988 daba un caudal de 0'1 l/s.).

# ABASTECIMIENTO A CINCTORRES

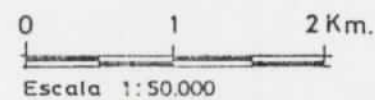


▲ SONDEOS PROPUESTOS



CUATERNARIO		Q	Conglomerados, Areniscas, Margas
TERCIARIO		OM <sub>2</sub>	Margas y Calizas
		OM <sub>1</sub>	Conglomerados, Areniscas, Margas
CRETACICO			
	SUPERIOR	CS	Calizas con intercalaciones margosas y areniscosas
		A	Arenas y Areniscas
		G	Calizas
	INFERIOR	B <sub>4</sub> B <sub>3</sub> B <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	Margas y Margocalizas Calizas Calizas y Margas Margas y Areniscas
		BS	Calizas
		HB	Alternancia de Calizas y Margas
JURASICO		J	Calizas, Dolomías y Calizas dolomitizadas
		.....	Contacto concordante
		-----	Contacto discordante
		———	Falla
		———	Falla normal
		———	Falla inversa
		———	Anticlinal
		———	Sinclinal
		———	Dirección y buzamiento
		○	Sondeo
		○	Pozo
		○	Manantial
		◆	Alternativa(s) propuesta(s)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO  
A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO



MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS  
ALREDEDORES DE CINCTORRES



INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA

Respecto a la realización de una nueva perforación, las dos alternativas que se exponen tienen características similares, ya que se sitúan en lugares fácilmente accesibles, con profundidades parecidas y pretenden captar la misma formación acuífera con resultados semejantes.

A pesar de ello, el mejor conocimiento de las condiciones hidrodinámicas en sus alrededores dan a la alternativa A cierta prioridad.

Como conclusión final se cree conveniente realizar primero el tratamiento del antiguo sondeo de abastecimiento, debido sobre todo a su menor coste económico y, posteriormente, en caso de que la operación no diese los resultados apetecidos, se pasaría a efectuar una nueva perforación en uno de los lugares previstos.

#### 6.4. PORTELL DE MORELLA

##### 6.4.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La localidad de Portell de Morella se encuentra al Oeste del tercio Norte de la provincia de Castellón de la Plana, a unos 3 km. del límite con la provincia de Teruel. Su altitud sobre el nivel del mar es de 1.075 metros (vértice geodésico). Y su término municipal se extiende sobre una superficie aproximada de 50 km<sup>2</sup>.

##### 6.4.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

En la actualidad, el abastecimiento de Portell de Morella se realiza a partir de un manantial y dos pozos, además de un segundo manantial que abastece a las fuentes públicas.

Los caudales aportados, en conjunto, superan las necesidades de la población durante la mayor parte del año; pero en época estival se produce una disminución de caudales a la vez que un aumento de las cifras de población, lo que ocasiona restricciones e incluso cortes en el suministro.

Los puntos de abastecimiento urbano son:

Manantial de Pas: Satisface el 50% de las necesidades con pluviometrías altas. Aporta un caudal variable entre 0'1 y 0'5 l/s.

Pozo del Prat: Se trata de un sondeo de 108 metros de profundidad y unos 30 cm. de diámetro, perforado a rotación en el tramo basal de la serie Hauteriviense-Barremiense, alcanzando probablemente el Portlandiense-Valanginiense terminal. No ha sido posible obtener la columna litológica. Dispone de una bomba eléctrica situada a 80 metros de profundidad y aporta un caudal que oscila entre 0'1 y 2'5 l/s.

Según información verbal recogida en el Ayuntamiento, en las condiciones más favorables, el Nivel Piezométrico se sitúa a ras de la topografía.

Pozo del Barranco de la Cova Antolá: Perforado a rotación, está revestido con tubería de 40 cm. de diámetro hasta 100 metros de profundidad, y de 30 cm. hasta el fondo, que se sitúa a 200 metros. Al igual que el anterior, atraviesa el tramo basal de la serie Hauteriviense-Barremiense y penetra en el tramo terminal de la serie Portlandiense-Valanginiense. No ha podido obtenerse la columna litológica del sondeo.

Según información verbal recogida en el Ayuntamiento, este sondeo se aforo en condiciones desfavorables y suministró un caudal de 1'8 l/s., con buena recuperación de niveles. A pesar de ello, no está equipado. No obstante, en ocasiones se ha explotado mediante una bomba portátil, de 2 CV. de potencia aunque no de forma continuada.

Este sondeo se encuentra a unos 150 metros de otro que, tras alcanzar los 90 metros de profundidad, se abandonó debido al escaso caudal que aportaba.

El funcionamiento del sistema de abastecimiento es el siguiente:

El agua que ocasionalmente se extrae del sondeo del Barranco de la Cova Antolá se conduce mediante tubería de fibrocemento de 8 cm. de diámetro y 200 metros de longitud, hasta un depósito de 50 m<sup>3</sup>. de capacidad, desde donde se eleva con una bomba eléctrica de 20 CV. de potencia hasta un depósito de 160 m<sup>3</sup>., situado a 300 metros del anterior.

El agua que proviene del Manantial del Pas se conduce mediante tubería de fibrocemento de 6 cm. de diámetro y 2.000 metros de longitud, hasta el depósito de 160 m<sup>3</sup>., y de aquí hasta el pueblo con otros 1.000 metros de tubería.

Por otra parte, el agua que se extrae del Pozo del Prat se eleva con una bomba eléctrica de 11 CV. de potencia hasta un depósito de 180 m<sup>3</sup>. de capacidad, siendo conducida mediante tubería de fibrocemento de 6 cm. de diámetro y unos 1.500 metros de longitud. Desde este depósito existe otra conducción de 250 metros de longitud hasta la red de distribución.

Así pues, la red de abastecimiento cuenta con tres depósitos que suman una capacidad de 390 m<sup>3</sup>.

Las fuentes públicas del pueblo se abastecen a partir de un depósito de 100 m<sup>3</sup>., que recoge las aguas de un manantial próximo.

#### 6.4.3. DEMANDA URBANA

Según el último censo de 1.986, Portell de Morella cuenta con 331 habitantes de derecho, pudiendo aumentar la población en el período estival hasta los 600 habitantes y mantenerse esta cifra punta durante 30 días al año.

La dotación que se establece en el Pleno de la Diputación de Castellón de la Plana del día 26 de Enero de 1.988 para una población de las características de la de Portell de Morella es de 150 litros por habitantes y día. Según esto, la demanda de agua para el abastecimiento de la población sería de 980 m<sup>3</sup>/día durante los 30 días de verano y de 49'6 m<sup>3</sup>/día el resto del año, por lo que, suponiendo un bombeo diario de 16 horas, el caudal necesario sería de 1'5 l/s. en verano y 0'86 l/s. el resto del año.

La evolución demográfica en Portell de Morella es regresiva, con una tasa media de descenso de 6 habitantes por año entre 1.981 y 1.987.

Suponiendo que la dotación se incrementa a 250 litros por habitante y día, debido al aumento de nivel de vida, y que se mantienen estacionarias la población actual y su incremento estival, el caudal de agua necesario para el abastecimiento urbano en un horizonte a 25 años, sería de 2'6 l/s. durante los 30 días de verano y de 1'4 l/s. el resto del año, considerando un bombeo de 16 horas al día.



En el cuadro siguiente se muestra un resumen de las demandas de agua actuales y futuras:

		ACTUALES	HORIZONTE A 25 AÑOS
Demanda urbana (m <sup>3</sup> /día)	Verano	90	150
	Resto año	19'65	82'75
Caudal bombeo (16 h/d) (l/s.)	Verano	1'5	2'6
	Resto año	0'86	1'4

Teniendo en cuenta los caudales disponibles y los demandados, el déficit máximo que se produce en la época estival es de, aproximadamente, 1 l/s.

#### 6.4.4. SOLUCION, PROPUESTA Y VALORACION

Antes de emprender cualquier tipo de iniciativa para completar el abastecimiento de Portell de Morella, es necesario hacer una evaluación precisa de los recursos con los que se cuenta en el sondeo del Barranco de la Cova Antolá, mediante un bombeo de ensayo que permita conocer las características hidráulicas del acuífero que se ha captado y, de ser positivo su resultado, proceder a equipar este sondeo. En caso de que no se considere su explotación, se propone la ejecución del sondeo que se describe a continuación:

#### Situación

Coordenadas Lambert:

X : 889.525

Y : 663.100

Z : 1.050 m.s.n.m.

Acceso

El sondeo se sitúa en el Barranco de la Cova Antolá, a unos 350 metros de la nueva carretera que partiendo de Portell de Morella enlazará con Castellfort.

Profundidad: 200 metros

Nivel Piezométrico: 1.040 m.s.n.m.

Caudal esperado: 0'5 - 6 l/s.

Método de perforación: Percusión

Columna litológica prevista:

\* 0 - 85 m. Calizas, margas y areniscas (Hauteriviense-Barremiense).

\* 85 - 200 m. Calizas y niveles de margas (Portlandiense-Valanginiense).

Calidad del agua:

Buena. De facies bicarbonatadas sulfatada. Residuo seco entre 400 y 500 mgr/l.

El sondeo que se propone, intenta captar los mismos materiales atravesados por el Pozo del Prat y el del Barranco de la Cova Antolá. Estos sondeos fueron perforados a rotación y no sufrieron acidificación.

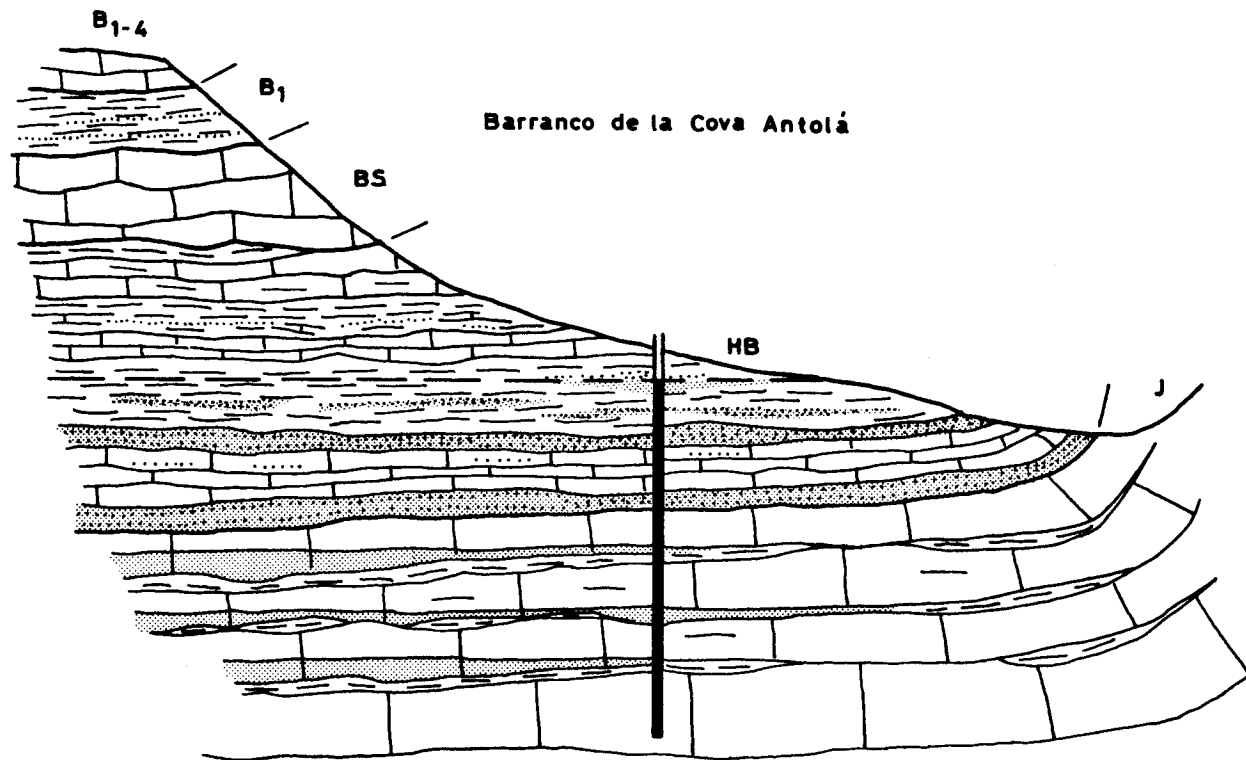
La ejecución del nuevo sondeo por el sistema de percusión y su posterior acidificación, pueden mejorar sen-

ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO PORTELL DE MORELLA

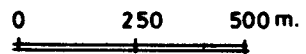
SO.

NE.

(m. s. n. m.)



— NP ?



B<sub>1-4</sub>: BEDOULIENSE

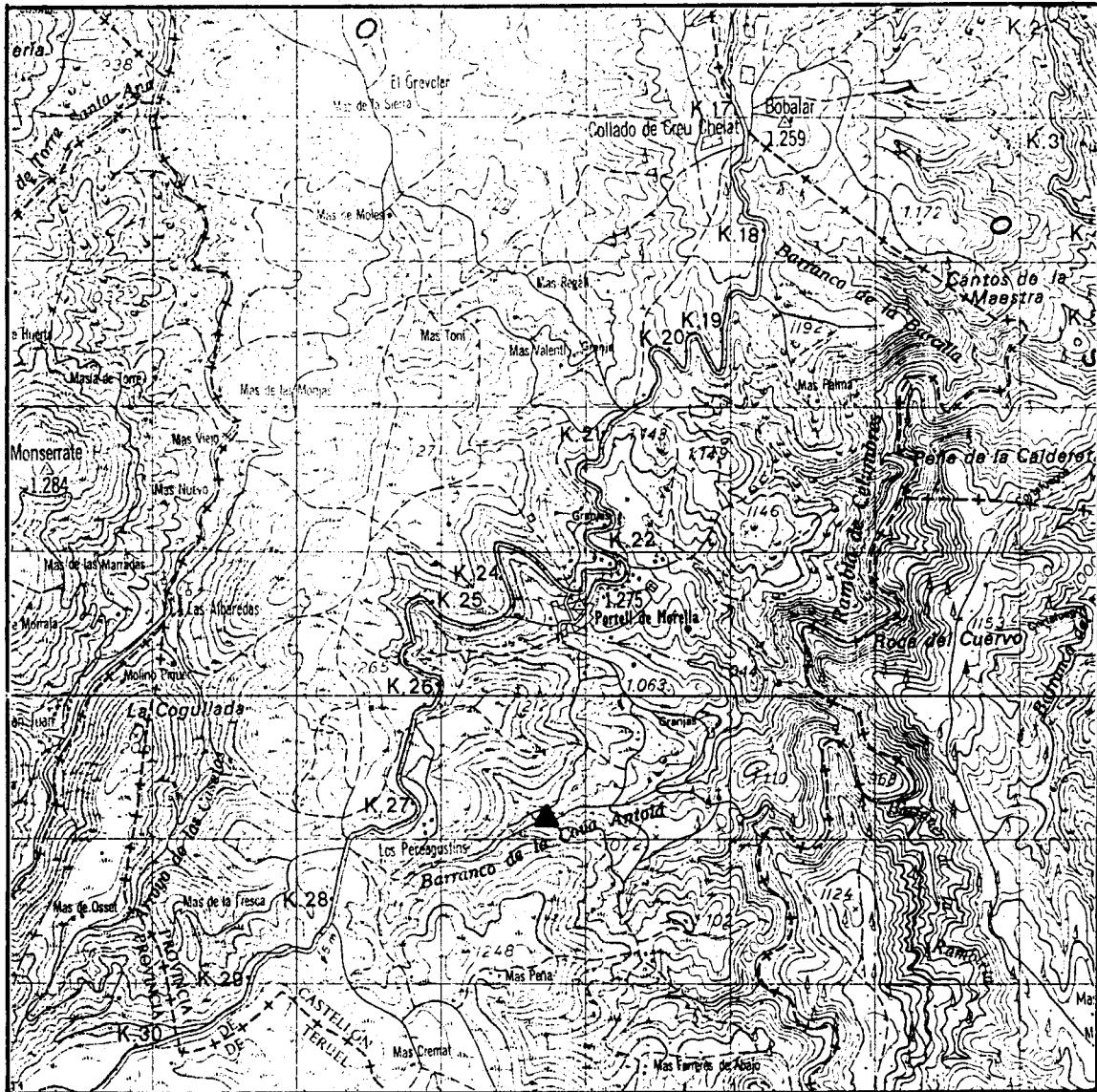
B<sub>1</sub>: BEDOULIENSE INFERIOR

BS: BARREMIENSE SUPERIOR

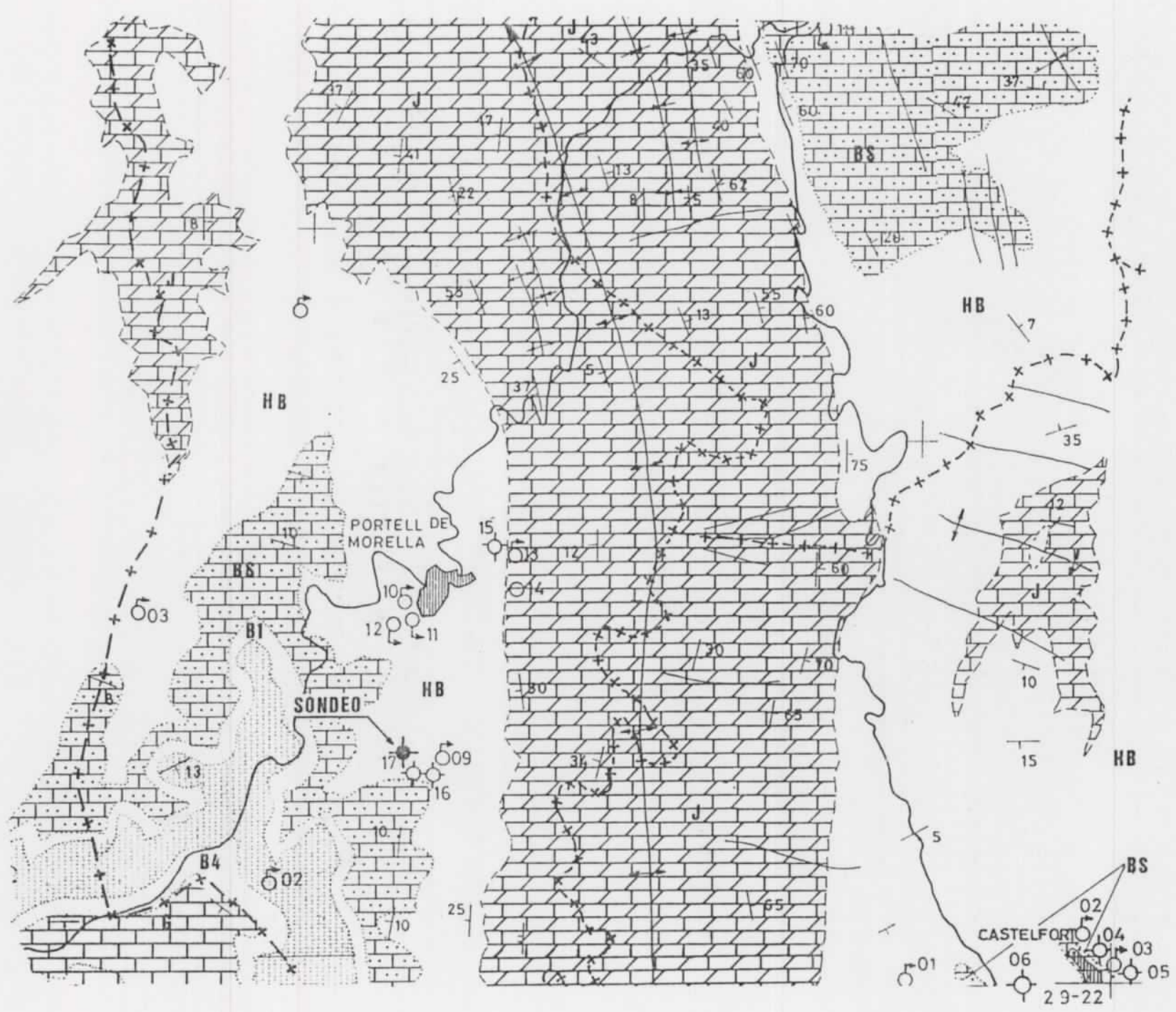
HB: HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE

J: JURASICO

ABASTECIMIENTO A PORTELL DE MORELLA

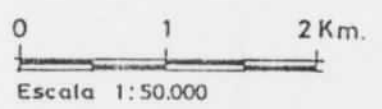


▲ SONDEO PROPUESTO



CUATERNARIO				
	Q			Conglomerados, Areniscas, Margas
TERCIARIO				
	OM <sub>2</sub>			Margas y Calizas
	OM <sub>1</sub>			Conglomerados, Areniscas, Margas
CRETACICO				
	CS	] SUPERIOR		Calizas con intercalaciones margosas y areniscosas
	A			Arenas y Areniscas
	G			Calizas
	B4 B3 B2 B1	] INFERIOR		Margas y Margocalizas Calizas Calizas y Margas Margas y Areniscas
	BS			Calizas
	HB			Alternancia de Calizas y Margas
JURASICO				
	J			Calizas, Dolomías y Calizas dolomitizadas
			.....	Contacto concordante
			-----	Contacto discordante
			———	Falla
			———	Falla normal
			———	Falla inversa
			↑↑↑	Anticlinal
			↓↓↓	Sinclinal
			↗ ↘	Dirección y buzamiento
			○	Sondeo
			○	Pozo
			○	Manantial
			●	Alternativa(s) propuesta(s)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO  
A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO



MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS  
ALREDEDORES DE PORTELL DE MORELLA



siblemente su rendimiento y aportar caudales no inferiores a 0'5 l/s. Ciertamente que este caudal es inferior al requerido para satisfacer la demanda estacional punta pero, en el peor de los casos, contribuiría en gran medida a mejorar la situación actual.

Otros materiales que presentan buenas características como acuífero son los niveles calizos del Aptiense Inferior y del Barremiense Superior, pero debido a su posición topográfica están fuertemente drenados por barrancos, de manera que no ofrecen garantías de almacenar volúmenes aceptables de agua y no se ha considerado su explotación.

Finalmente es necesario señalar que, debido a su importancia como acuífero, sería recomendable la realización de un sondeo de investigación en los materiales calizos del Jurásico con objeto de determinar la profundidad del nivel piezométrico, y posteriormente valorar la realización de un sondeo de captación en dichos materiales.

## 6.5. CASTELLFORT

### 6.5.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La población de Castellfort se encuentra situada al Suroeste del tercio septentrional de la provincia de Castellón y en las proximidades del límite con la provincia de Teruel.

Su altitud sobre el nivel del mar es de 1.181 m. y el término municipal ocupa una extensión de 66'5 km<sup>2</sup>.

## 6.5.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

El abastecimiento se realiza en la actualidad a partir de dos sondeos, uno realizado por el S.G.O.P. en el año 1.973 y otro llevado a cabo por la Diputación Provincial de Castellón en 1.986, localizados, el primero, junto al núcleo urbano y, el segundo, hacia el Oeste, en el Barranco de Mas del Nou. En conjunto el caudal del que disponen ambos pozos es de 1 a 1'5 l/s., durante el invierno, suficiente para el consumo de la población en dicho período, pero durante el verano los pozos quedan secos y se recurre al suministro de agua mediante el sistema de cubas y camiones cisterna.

Las características de los dos sondeos de abastecimiento son:

- Sondeo de Mas del Riu: Situado a una cota aproximada 1.150 m.s.n.m. fue perforado a rotación con un diámetro de 220 mm. y quedó entubado en 200 mm. con tubería de puentecillo. Su profundidad total es de 72'7 metros.

La perforación, emboquillada en el Barremiense Superior, atraviesa la formación calizo-margosa del Hauteriviense-Barremiense. Su nivel piezométrico se situó en el momento de su terminación a 30'6 metros de profundidad.

Actualmente se encuentra equipado con una bomba de 15 CV y suministra un caudal cuyo máximo debe ser inferior a 0'5 l/s.

- Sondeo de Mas de Nou ó del Adell: Realizado a percusión con un diámetro de 600 mm. atraviesa la formación Hauteriviense-Barremiense hasta una profundidad de 110 metros. Inicialmente se perforó

hasta los 200 m. pero se encuentra relleno de arcillas hasta el nivel referido debido a que una acidificación, efectuada en el sondeo, hizo bajar el nivel piezométrico de 95 a 174 metros de profundidad, acompañada con pérdida de caudal. En la actualidad el nivel estático, durante el invierno, oscila entre los 70 y los 90 metros:

El pozo se encuentra entubado con tubería ranurada de 350 mm. de diámetro, y está equipado con una electro-bomba de 15 CV. que extrae un caudal máximo de 1 l/s.

El agua, a partir de los puntos de extracción, es llevada mediante conducciones de 75 mm. de diámetro hasta el depósito principal de 600 m<sup>3</sup>. de capacidad. Desde el sondeo de Más del Riu el agua va directamente a dicho depósito, mientras que desde el sondeo del Adell el agua es llevada primero a un depósito intermedio de 120 m<sup>3</sup>, del cual es conducida después al principal, con un recorrido total aproximado de 1.800 a 2.000 metros.

Así pues, y según se puede deducir, la capacidad de almacenamiento de agua con que cuenta Castellfort es de 720 m<sup>3</sup>. repartidos en dos depósitos. Por otra parte, las pérdidas en la red, estimadas por Diputación Provincial, son del 20%.

### 6.5.3. DEMANDA URBANA

La localidad cuenta, según el censo de 1.987, con una población de 301 habitantes de hecho, que alcanza una punta estacional en verano de 450.

La dotación establecida por la Diputación Provincial de Castellón para núcleos como el de Castellfort es de



150 litros por habitante y día (1/hab./día). En base a ello la demanda actual estimada para la localidad se cifra en 67'5 m<sup>3</sup>/ día, durante el período estival, y en 47'7 m<sup>3</sup>/día, durante el resto del año, lo que representa un caudal de extracción de 1'2 l/s. y 0'8 l/s. respectivamente, suponiendo un bombeo de 16 horas diarias.

La evolución demográfica de Castellfort es regresiva con un descenso medio de 5 habitantes por año. No obstante, los cálculos para establecer la demanda futura, a un horizonte de 25 metros, va a ser realizado manteniendo la misma población actual e incrementando la dotación a 250 l/hab./día en función de la elevación del nivel de vida. Con estos datos, en tal fecha, el caudal necesario sería de 1'9 l/s. para el verano y de 1'3 l/s. para el resto del año, en las mismas condiciones de explotación de la estimación anterior.

En el cuadro siguiente se muestra un resumen de las demandas actuales y futuras.

		ACTUAL	HORIZONTE 25 AÑOS
Demanda Urbana (m <sup>3</sup> /d)	Verano	67'5	112'5
	Resto año	47'7	75'2
Caudal bombeo 16 h/d(l/s.)	Verano	1'2	1'9
	Resto año	0'8	1'3

En este momento, y según el propio Ayuntamiento, los caudales obtenidos son de aproximadamente 1 l/s., y sufren una reducción apreciable (0'2 l/s.) durante la estación seca, con lo que se produce un déficit de 0'8 l/s. durante esta época del año.

#### 6.5.4. SOLUCION, PROPUESTA Y VALORACION

El sector estudiado presenta serias dificultades para la captación de aguas subterráneas, prueba de ello son los seis sondeos realizados en años anteriores, en donde se ha puesto de manifiesto sus reducidas posibilidades acuíferas.

Se han descartado los materiales del Barremiense Superior, a pesar de sus buenas características hidrodinámicas, debido a la desfavorable disposición estructural que hace que éstos sean drenados, de forma natural, a través de manantiales.

En principio se ha descartado también el acuífero calizo-dolomítico del Jurásico al estimarse su nivel piezométrico muy profundo (500 m.s.n.m.) ó bien que se encuentre seco. Solo puede ofrecer ciertas expectativas el tramo final, en donde podría localizarse algún pequeño nivel acuífero colgado, favorecido por las intercalaciones margosas que allí se presentan.

Los únicos materiales susceptibles de ser explotados, aunque con caudales muy pequeños, son los niveles carbonatados del Hauteriviense-Barremiense. Dicho tramo ha sido especialmente investigado mediante el levantamiento de diversas series de detalle. La información recogida demuestra claramente sus reducidas posibilidades; las causas de ello son las malas condiciones hidrodinámicas y estructurales que ocasionan durante el verano el agotamiento de los pozos.

Así pues, y teniendo en cuenta los hechos discutidos, el sondeo que se propone pretende explorar los niveles inferiores del Hauteriviense-Barremiense, así como también, los niveles superiores del tránsito Jurásico-Cretácico. El

punto más favorable para la ubicación de dicha captación está situado al Oeste de Castellfort en las proximidades del Barranco de Mas del Troncho.

Sus características son:

Situación

Coordenadas Lambert:

X : 894.950

Y : 659.450

Z : 1.170 m.s.n.m.

Distancia a la red de abastecimiento: 1'3 km2.  
(sondeo del Adell).

Accesos

Buenos. A partir de la carretera que va de Castellfort a Villafranca del Cid sale una pista que deja a la izquierda la Masía de Senent y se dirige a Mas de Barranco.

Profundidad: 250 metros.

Nivel piezométrico: Varios niveles. N.P. final desconocido.

Caudal esperado: 0 - 2 l/s.

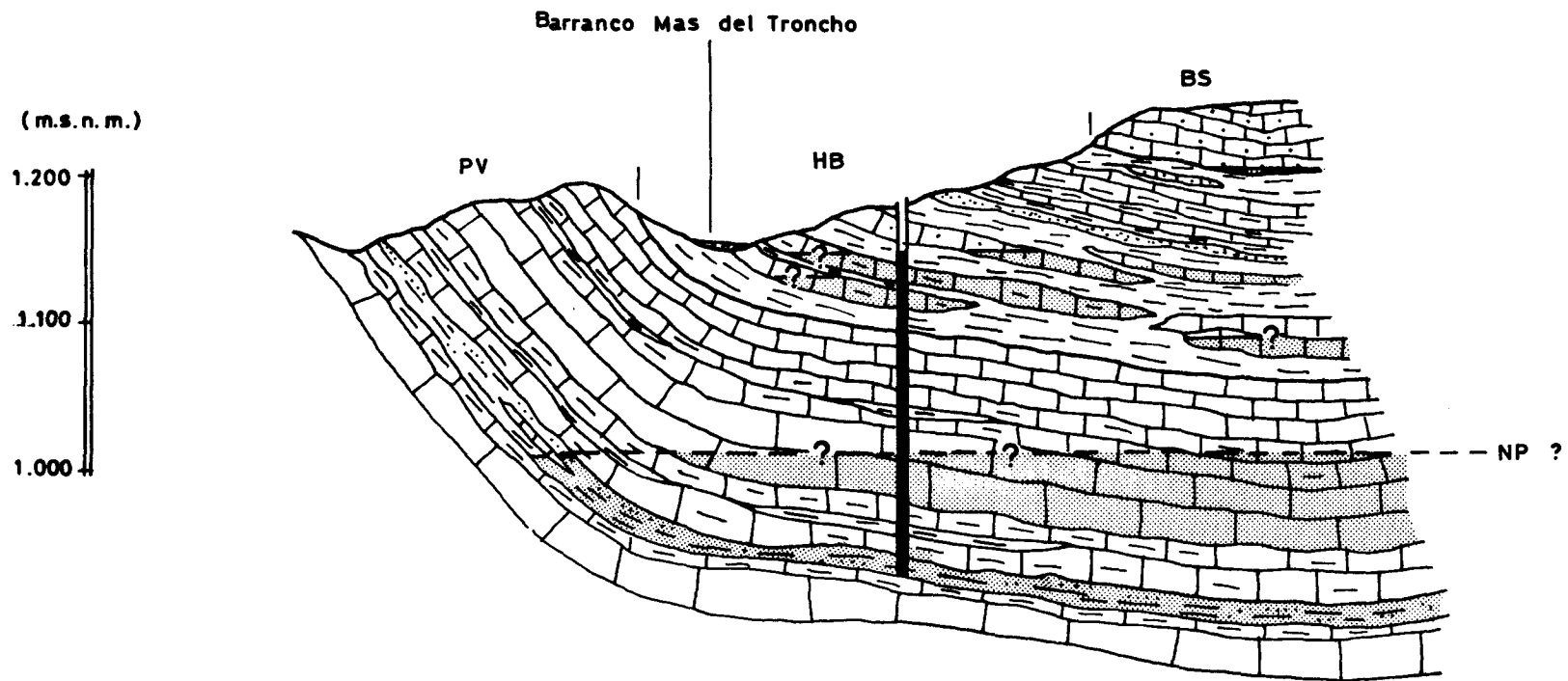
Tipo de perforación: Investigación.

Columna litológica prevista:

ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO CASTELLFORT - SONDEO INVESTIGACION

S0.

NE.



**BS: BARREMIENSE SUPERIOR**

**HB: HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE**

**PV: PORTLANDIENSE - VALANGINIENSE**

- \* 0 - 84 m. Alternancia de calizas, margas y margocalizas con niveles arenosos.
- \* 84 - 86 m. Calizas con superficies ferruginosas.
- \* 86 - 120 m. Calizas oolíticas, detríticas y esparíticas.
- \* 120 - 150 m. Calizas y margocalizas. Niveles margosos y arenosos.
- \* 150 - 200 m. Calizas micríticas y esparíticas. A veces con inclusiones negras.
- \* 200 - 240 m. Calizas y calizas margosas con niveles de margas.
- \* 240 - 250 m. Areniscas y margas de colores rojizos.

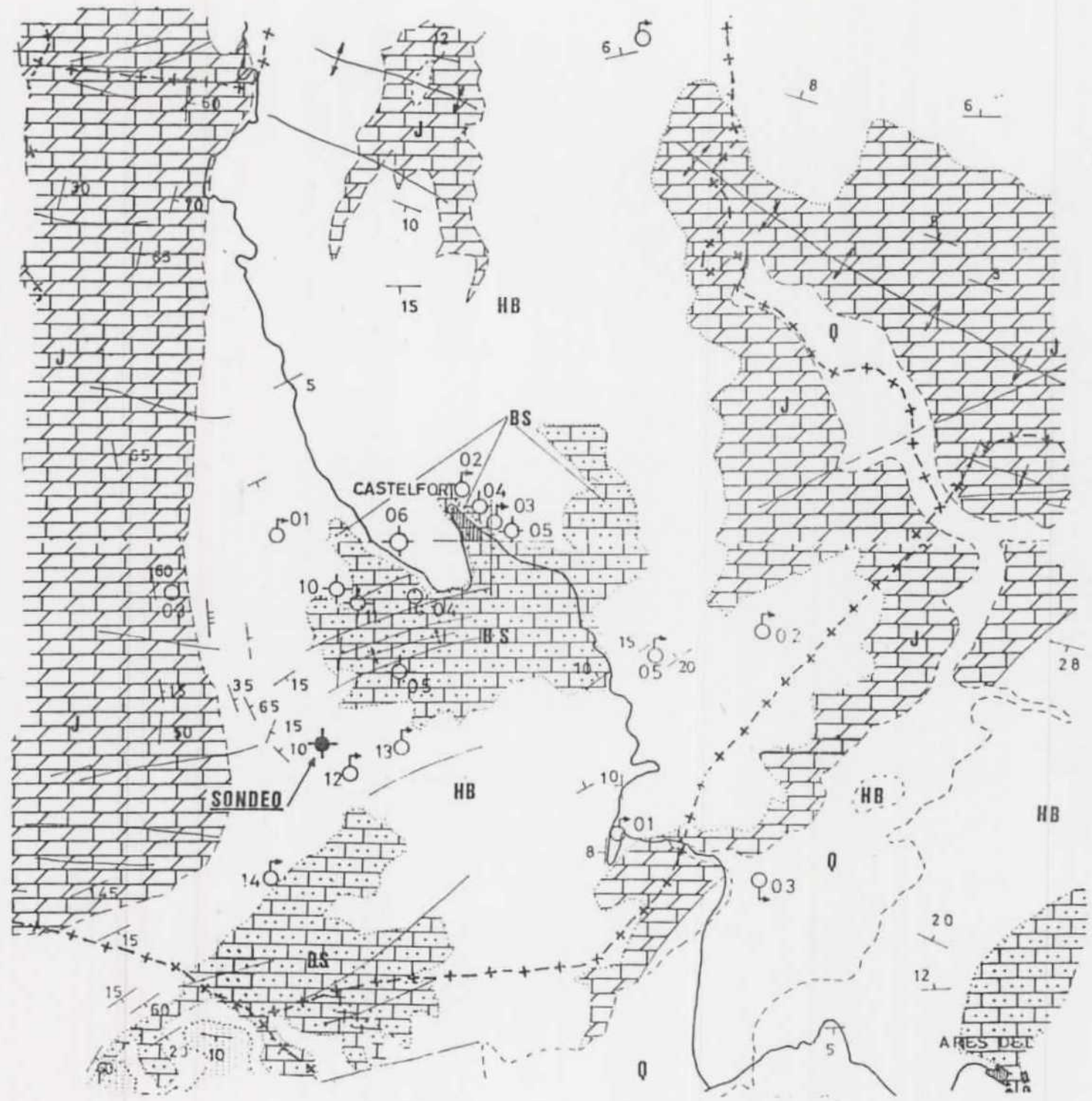
Calidad del agua:

Buena. De facies bicarbonatada sulfatada, cálcica. Residuo seco entre 400 y 500 mgr/l.

El sondeo, tal y como se indica, ha de ser inicialmente de investigación, una vez realizado éste y determinadas sus posibilidades acuíferas se procedería, en caso positivo, a la ampliación del mismo con el sistema de perforación a percusión.

La posible acidificación del sondeo, con objeto de obtener mayores caudales, debe ser una decisión sopesada convenientemente una vez terminada la obra, y, en principio, no es recomendable.

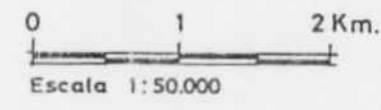




CUATERNARIO	Q	Conglomerados, Areniscas, Margas
TERCIARIO	OM <sub>2</sub>	Margas y Calizas
	OM <sub>1</sub>	Conglomerados, Areniscas, Margas
CRETACICO	CS	SUPERIOR Calizas con intercalaciones margosas y areniscosas
	A	
	G	Calizas
B <sub>1-4</sub>	B <sub>4</sub>	INFERIOR Margas y Margocalizas Calizas Calizas y Margas Margas y Areniscas
	B <sub>3</sub>	
	B <sub>2</sub>	
	B <sub>1</sub>	
	BS	Calizas
	HB	Alternancia de Calizas y Margas
JURASICO	J	Calizas, Dolomías y Calizas dolomitizadas
	.....	Contacto concordante
	- - - - -	Contacto discordante
	—————	Falla
	—————	Falla normal
	—————	Falla inversa
	↑↑↑↑↑	Anticlinal
	↓↓↓↓↓	Sinclinal
	↘ ↙	Dirección y buzamiento
	○	Sondeo
	○	Pozo
	○	Manantial
	●	Alternativa(s) propuesta(s)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO  
A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO

MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS  
ALREDEDORES DE CASTELFORT



Es especialmente importante un estricto control geológico de la perforación, ya que los niveles que se trata de captar se encuentran colgados.

## 6.6. ARES DEL MAESTRE

### 6.6.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La localidad de Ares del Maestre se encuentra al Sur del tercio Norte de la provincia de Castellón de la Plana, en la Sierra de Valdancha Occidental, a una cota sobre el nivel del mar de 1.195 metros (vértice geodésico), inmediatamente al Sur de la Muela de Ares, cuya cota máxima alcanza los 1.318 m.s.n.m. (vértice geodésico). Su término municipal se extiende sobre una superficie aproximada de 119 km<sup>2</sup>.

### 6.6.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

En la actualidad, el abastecimiento de Ares del Maestre se realiza exclusivamente a partir del manantial "Sol de la Costa". Este manantial, que se encuentra en la Muela de Ares, tienen una respuesta casi inmediata ante las lluvias, pudiendo suministrar caudales superiores a los 50 l/s., en períodos de lluvias intensas, aunque este caudal desciende rápidamente al cesar las precipitaciones. Su caudal medio se estima en torno a 1 l/s., que es suficiente para atender las necesidades de la población durante la mayor parte del año. No obstante, en los meses de verano se plantean serios problemas de suministro debiendo recurrir el Ayuntamiento de agua mediante camiones cuba.

El funcionamiento del sistema de abastecimiento es el siguiente:



El agua procedente del manantial "Sol de la Costa" se conduce mediante tubería de fibrocemento de 6 cm. de diámetro y 335 metros de longitud hasta una arqueta con caseta desde donde desciende, a través de tubería de fibrocemento de 5 cm. de diámetro y 246 metros de longitud, hasta un depósito de 25 m<sup>3</sup> de capacidad. Desde aquí se eleva mediante bomba eléctrica de 7 CV. de potencia hasta un segundo depósito de 15 m<sup>3</sup> de capacidad, siendo conducida por medio de tubería de fibrocemento de 5 cm. de diámetro y 194 m. de longitud. Finalmente, el agua es elevada de nuevo, con una segunda bomba eléctrica de 7 CV. de potencia, hasta dos depósitos de 42 y 360 m<sup>3</sup> respectivamente, que se encuentran en el pueblo. Hasta ser recogida en estos depósitos, el agua ha debido salvar un desnivel próximo a los 200 metros.

#### 6.6.3. DEMANDA URBANA

Según el último censo de 1.986, Ares de Maestre cuenta con 384 habitantes de derecho, pudiendo aumentar la población en el periodo estival hasta los 800 habitantes y mantenerse esta cifra punta durante 30 días al año.

La dotación que se establece en el Pleno de la Diputación de Castellón de la Plana del día 26 de Enero de 1.988 para una población de las características de la de Ares del Maestre es de 150 litros por habitante y día.

Según esto, la demanda de agua para el abastecimiento de la población sería de 120 m<sup>3</sup>/d. durante los 30 días de verano y de 57'6 m<sup>3</sup>/d. el resto del año, por lo que, suponiendo un bombeo diario de 16 horas, el caudal necesario sería de 2'1 l/s. en verano y 1 l/s. el resto del año.

La evolución demográfica en Ares del Maestre es regresiva. En el periodo comprendido entre 1.975 y 1.980, la tasa media de descenso se sitúa en 6 habitantes por año.

Entre 1.980 y 1.986 la población ha descendido de 520 a 384 habitantes, con un promedio de 22 habitantes por año. Entre 1.986 y 1.988, la media de descenso es de 4 habitantes por año.

Suponiendo que la dotación se incrementa a 250 litros por habitante y día, debido al aumento del nivel de vida, y que se mantienen estacionarias la población actual y su incremento estival, el caudal de agua necesario para el abastecimiento urbano en un horizonte a 25 años, sería de 3'4 l/s. durante los 30 días de verano y 1'6 l/s. el resto del año, considerando un bombeo diario de 16 horas. A continuación se muestra un resumen de las demandas actuales y futuras.

		----- ACTUAL	HORIZONTE A 25 AÑOS -----
Demanda urbana (m <sup>3</sup> /día)	Verano	120	200
	Resto año	57'7	36
Caudal bombeo (16 h/d) (l/s.)	Verano	2'1	3'4
	Resto año	1	1'6

Puesto que el abastecimiento se realiza exclusivamente a partir de un manantial que llega a secarse en verano, el déficit máximo puntual, coincidente con esta época del año, iguala a la demanda, que como se ha indicado es de 2'1 l/s. de caudal continuo.

#### 6.6.4. SOLUCION, PROPUESTA Y VALORACION

Se propone la realización de un sondeo que atravesase la mitad inferior de la serie Hauteriviense-Barremiense, intentando captar algún nivel acuífero colgado sobre el nivel regional.

Debido al hundimiento por fallas producido en la Rambla de la Caná, cuyo salto se desconoce, no puede predecirse con exactitud el espesor del Hauteriviense-Barremiense en este sector. No obstante, es muy probable que exista un mínimo de 100 metros.

Las características del sondeo son la siguientes:

Situación

Coordenadas Lambert:

X : 898.200

Y : 657.050

Z : 1.050 m.s.n.m.

Acceso

El sondeo se sitúa junto a la carretera de Castellfort a Ares de Mestre, en el punto kilométrico 7'350.

Profundidad: 100 metros mínimo.

Nivel piezométrico: 1.030 m.s.n.m.

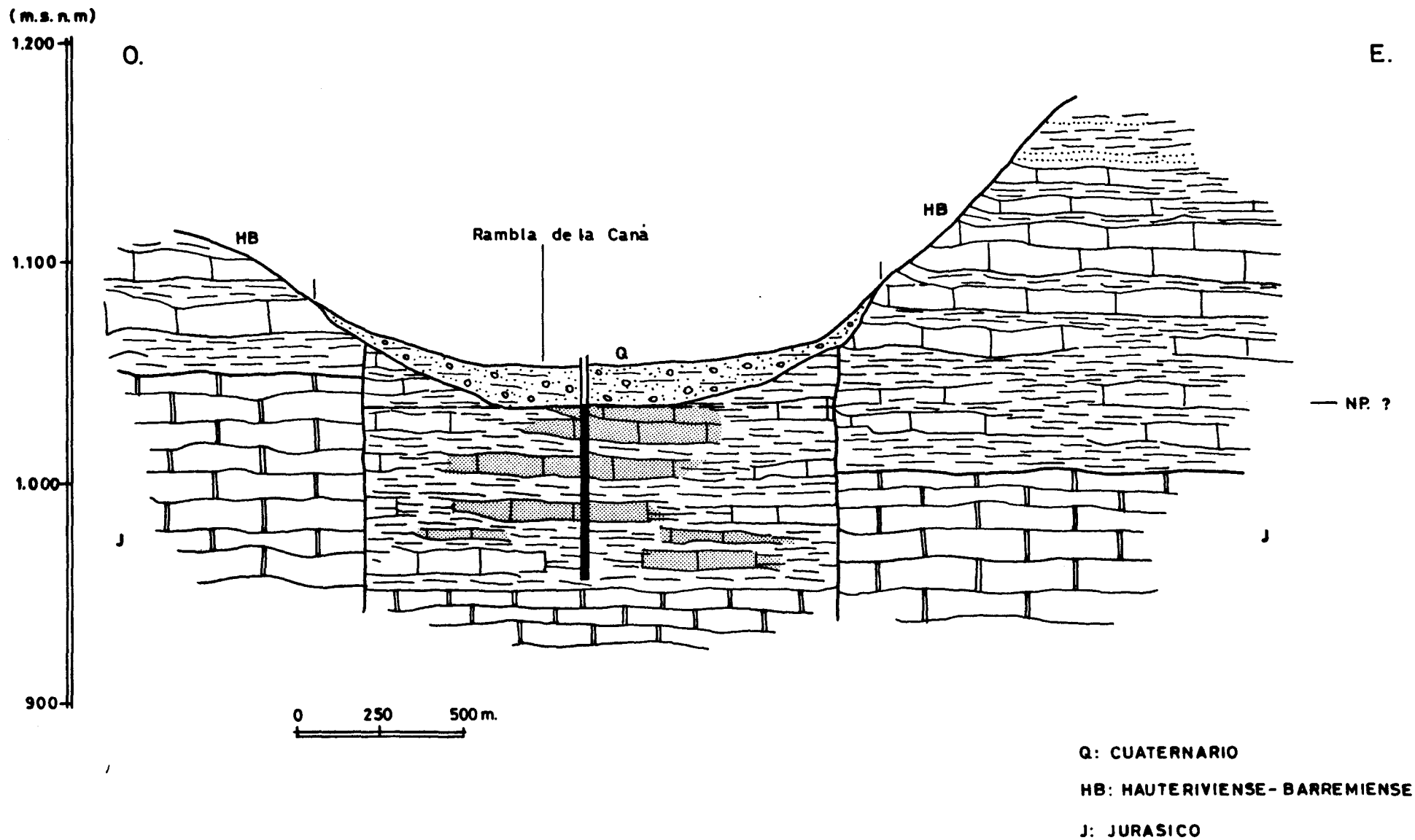
Caudal esperado: 0'5 - 2 l/s.

Método de perforación: Investigación.

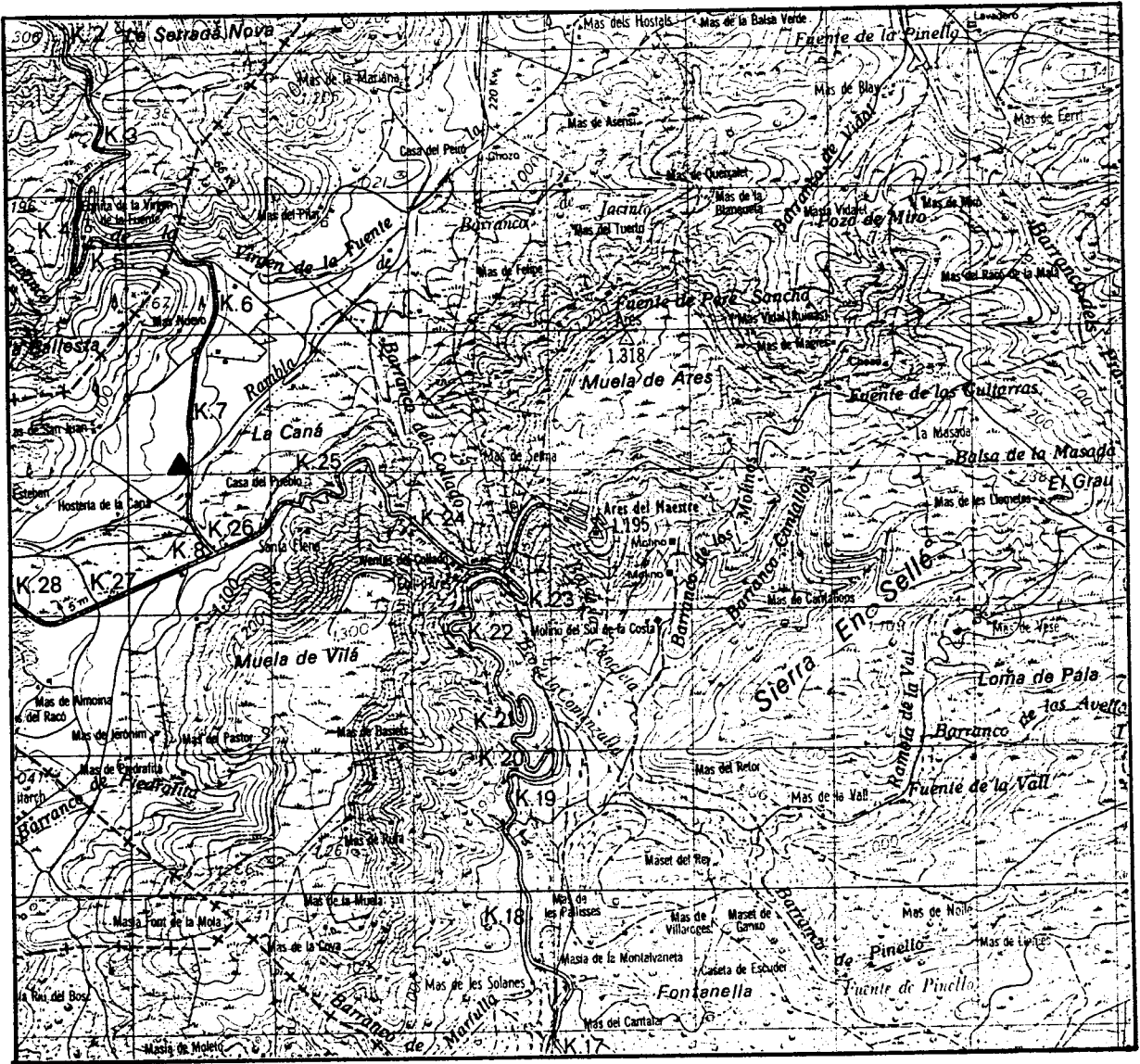
Columna litológica prevista:

Toda la perforación transcurrirá en una formación donde alternan calizas y margocalizas con niveles margosos y alguna pasada areniscosa, una vez atra-

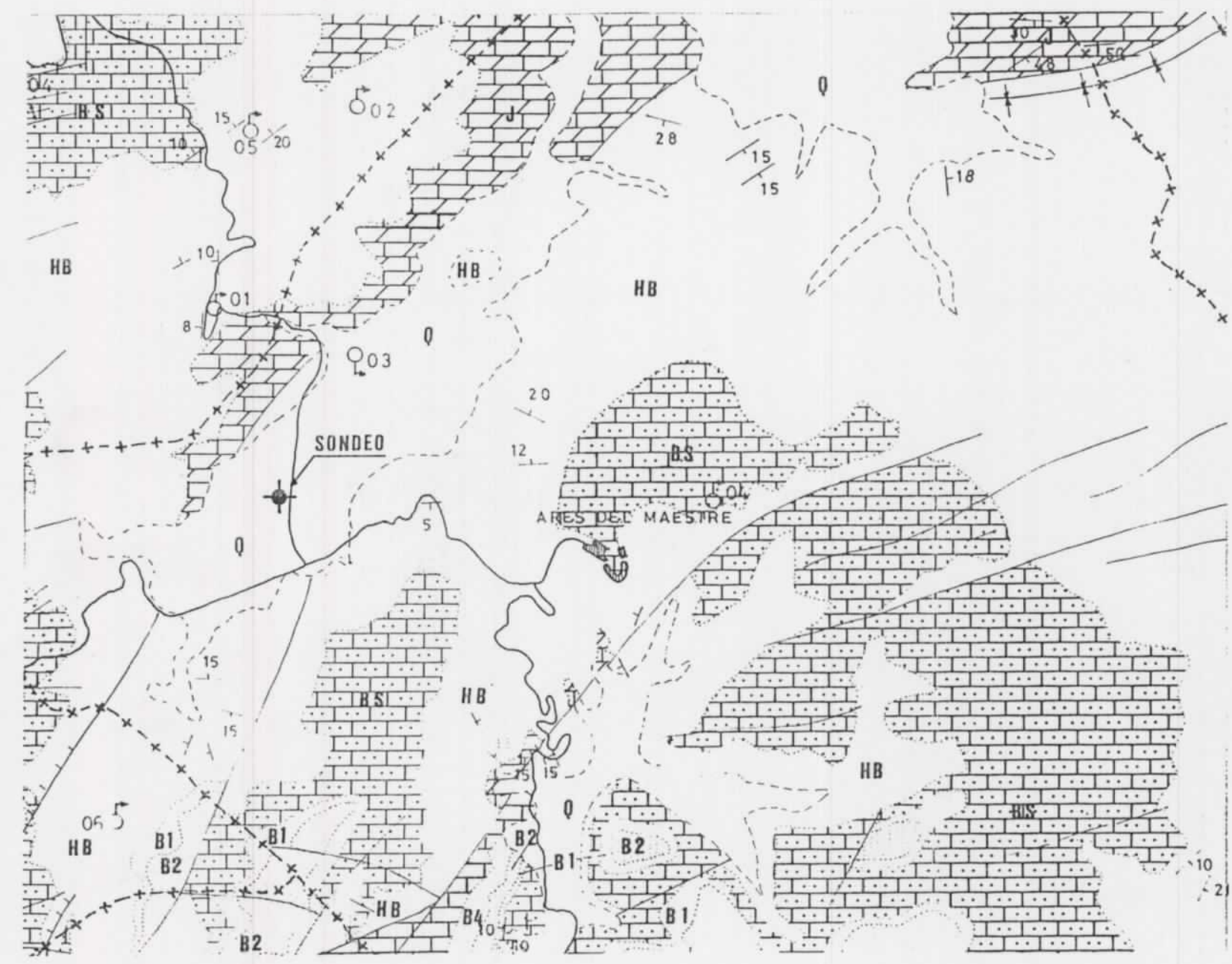
ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO ARES DEL MAESTRE



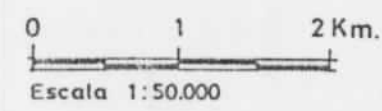
ABASTECIMIENTO A ARES DEL MAESTRE



▲ SONDEO PROPUESTO



ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO  
A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO



MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS  
ALREDEDORES DE ARES DEL MAESTRE



vesados los materiales conglomeráticos de la Rambla de la Caná.

Calidad del agua:

Buena. De facies bicarbonatada-sulfatada cálcica. Residuo seco entre 400-500 mg./l..

La serie que se pretende atravesar con este sondeo es una alternancia de calizas y margas subhorizontales con cambios laterales de facies calizomargosa, cuyos niveles permeables están drenados de forma natural a favor de la topografía.

Por este motivo, se sitúa el sondeo en una zona deprimida donde pueden existir niveles acuíferos confinados, así como una alimentación importante desde los materiales permeables cuaternarios de la Rambla de la Caná.

Inicialmente, el sondeo debe plantearse como de investigación, y en función de su resultado se procedería al ensanche del mismo por el sistema de perforación a percusión.

## 6.7. VILLAR DE CANES

### 6.7.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La población de Villar de Canes se encuentra situada en la parte central de la mitad Norte de la provincia de Castellón, entre las Sierras de Espanaguera y de Valdancha Occidental. Su altitud sobre el nivel del mar es de 649 m. y el término municipal ocupa una superficie de 15'9 km<sup>2</sup>.

### 6.7.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

El suministro de agua se lleva a cabo en la actualidad, y de manera exclusiva a partir de la "Fuente de Fuig", localizada unos 3'5 km. en línea recta, al Norte del núcleo urbano, que se encuentra drenando a la formación carbonatada del Barremiense Superior. En este punto existe una captación que consiste en una galería de sentido Oeste, con unos 4 metros de recorrido.

Desde el manantial parte una conducción en PVC, de 300 metros de longitud, que lleva el agua hasta un depósito con capacidad para 2.500 m<sup>3</sup>. La conexión de éste con el núcleo urbano se realiza mediante tubería de hierro de 4 pulgadas de diámetro con un recorrido aproximado de 3'9 km. La conducción finaliza en un depósito más pequeño, de 25 m<sup>3</sup> de capacidad, desde donde pasa a la red de distribución.

El caudal producido por el manantial presenta un máximo en invierno de 1'5 l/s. y un mínimo en verano de 4 l/min.(0'07 l/s.), a todas luces insuficiente para satisfacer la demanda durante esa época del año, por lo que el suministro se complementa con la utilización de cisternas que aportan agua procedente de otros municipios.

La capacidad de almacenamiento en Villar de Canes es elevada, con un total de 2.525 m<sup>3</sup>, lo que asegura su abastecimiento durante un prolongado número de días.

Por otra parte, y según datos del propio Ayuntamiento, se produce un importante volumen de pérdidas en la conducción que va desde el depósito principal hasta la población, por encontrarse ésta en deficiente estado.



## 6.7.3. DEMANDA URBANA

La localidad de Villar de Canes, según el censo de 1.988, cuenta con 227 habitantes de hecho que alcanzan un máximo estacional para los últimos años entorno a los 310, en los meses de verano.

La dotación de agua que la Diputación Provincial tiene establecido para éste tipo de núcleos urbanos es de 150 litros por habitante y día (l/hab/día), ello supone una demanda actual estimada para Villar de Canes de 46'5 m<sup>3</sup>/día, en verano, y de 34 m<sup>3</sup>/día el resto del año, lo que, referido a caudales de extracción, representan 0'8 l/s. y 0'6 l/s. respectivamente, para un bombeo diario de 16 horas.

La evolución demográfica seguida por la localidad es decreciente, con una tasa media de descenso de 4 habitantes por año. No obstante dicha tendencia, la demanda urbana para dentro de 25 años se va a estimar para una población equivalente a la actual y para un incremento de la dotación a 250 l/hab/día. En las condiciones referidas el caudal necesario en dicha fecha se incrementará a 1'3 l/s., durante la época estival, y a 1 l/s. en el resto del año, para igual número de horas de bombeo que en la estimación anterior.

En el cuadro que se expone a continuación e muestra un resumen de las demandas actuales y futuras.

		ACTUAL	HORIZONTE A 25 AÑOS
Demanda urbana (m <sup>3</sup> /día)	Verano	46'5	77'5
	Resto año	34	56'7
Caudal bombeo (16 h/d) (l/s.)	Verano	0'8	1'3
	Resto año	0'6	1

El caudal mínimo disponible es, como se ha mencionado, de 5'7 m<sup>3</sup>/día, lo que implica, si la demanda es de 46'5 m<sup>3</sup>/día durante el mismo período, un déficit de 40'8 m<sup>3</sup>/día, correspondiente a un caudal de extracción de 0'7 l/s.

#### 6.7.4. SOLUCIONES PROPUESTAS

El sector donde se encuentra Villar de Canes presenta serias dificultades para la captación de aguas subterráneas, a pesar de contar con formaciones potencialmente acuíferas que, a la vista de los resultados de las perforaciones anteriormente realizadas, parecen encontrarse por encima del nivel saturado. Debido a estas causas se exponen dos soluciones diferentes:

- Realización de un sondeo de investigación
- Captación en los depósitos cuaternarios

#### ALTERNATIVA A

Sondeo de investigación en el Barranco de Foies.

#### Situación

Coordenadas Lambert:

X : 905.100

Y : 647.300

Z : 680 m.s.n.m.

Distancia a la red de abastecimiento : 1.000 m.

Profundidad: 250 metros

Nivel piezométrico:

Desconocido. Pueden darse varios niveles

Caudal piezométrico: Mayor de 2 l/s.

Accesos:

Aceptables. Al Sur de la carretera que va desde Albocácer a Villafranca del Cid y a la altura del Kilómetro 9'700, parte un camino hacia la Rambla de Foies que atraviesa previamente La Rambla de La Carbonera.

Tipo de perforación: Investigación

Columna litológica prevista

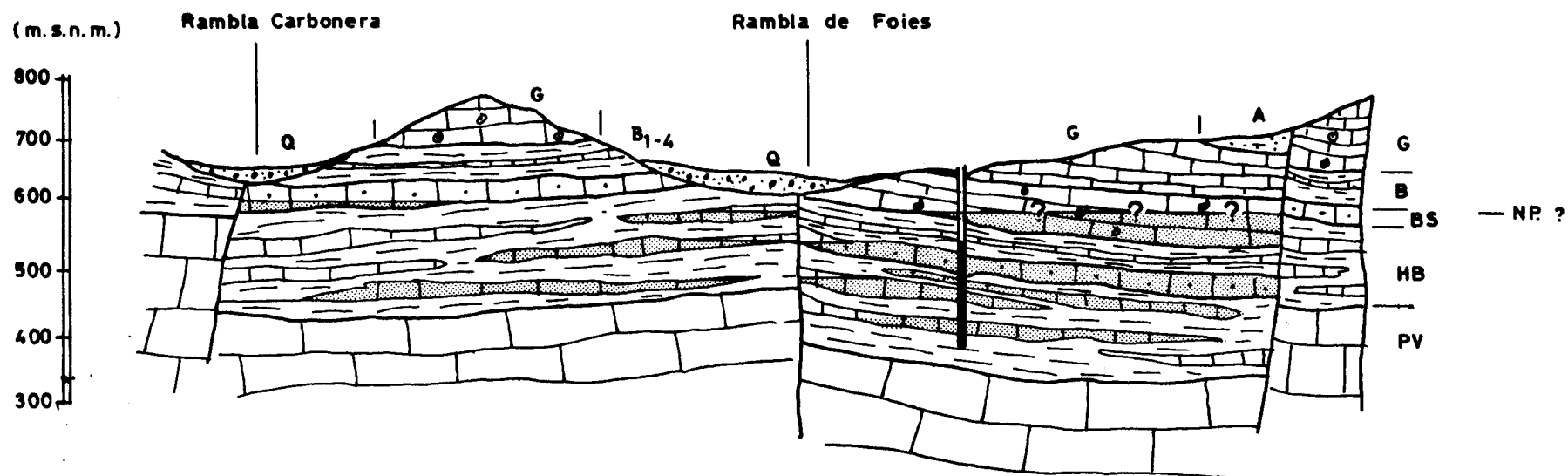
- \* 0 - 10 m. Calizas. Gargasiense sup. Albiense
- \* 10 - 90 m. Calizas con Orbitolinas y Toucasias. Gargasiense
- \* 90 - 130 m. Calizas y margas. Bedouliense
- \* 130 - 155 m. Calizas biodetríticas. Barremiense sup.
- \* 155 - 250 m. Alternancia de calizas y margas con ocasionales niveles areniscosos. Hauteriviense-Barremiense.

Calidad del agua:

**ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO VILLAR DE CANES — SONDEO INVESTIGACION**

NO.

SE.



- Q: CUATERNARIO
- A: ALBIENSE
- G: GARGASIENSE
- B<sub>1-4</sub>: BEDOULIENSE
- BS: BARREMIENSE SUPERIOR
- HB: HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE
- P.V.: PORTLANDIENSE - VALANGINIENSE

Buena. Facies carbonatada cálcico-magnésica.  
Residuo seco entre 200-500 mg./l..

Objetivos y consideraciones:

El fin esencial de la perforación es determinar si existe un nivel piezométrico estable en alguna de las formaciones acuíferas que pretende atravesar, al mismo tiempo que se reconoce la secuencia estratigráfica existente en este punto. El sondeo es de investigación y, una vez realizado, si el resultado hubiese sido positivo, se procedería a la ampliación del mismo mediante el método de percusión.

Por su carácter de investigación es fundamental llevar un estricto control geológico de la perforación, así como relizar todas las pruebas y ensayos que se consideren oportunas durante su ejecución.

En el momento en el que alguno de los niveles acuíferos suministre un caudal aceptable, la perforación debe darse por finalizada, una vez atravesado totalmente el horizonte productor.

**ALTERNATIVA B**

Captación en los depósitos cuaternarios.

Esta alternancia consiste en captar los materiales cuaternarios que rellenan la depresión existente el Norte de la localidad, divididos por el cauce de la Rambla de la Viuda o Carbonera.

Se trata de realizar una captación (o varias) de escasa profundidad (20-40 m.), que atraviese los depósitos detríticos. Para ello sería imprescin-

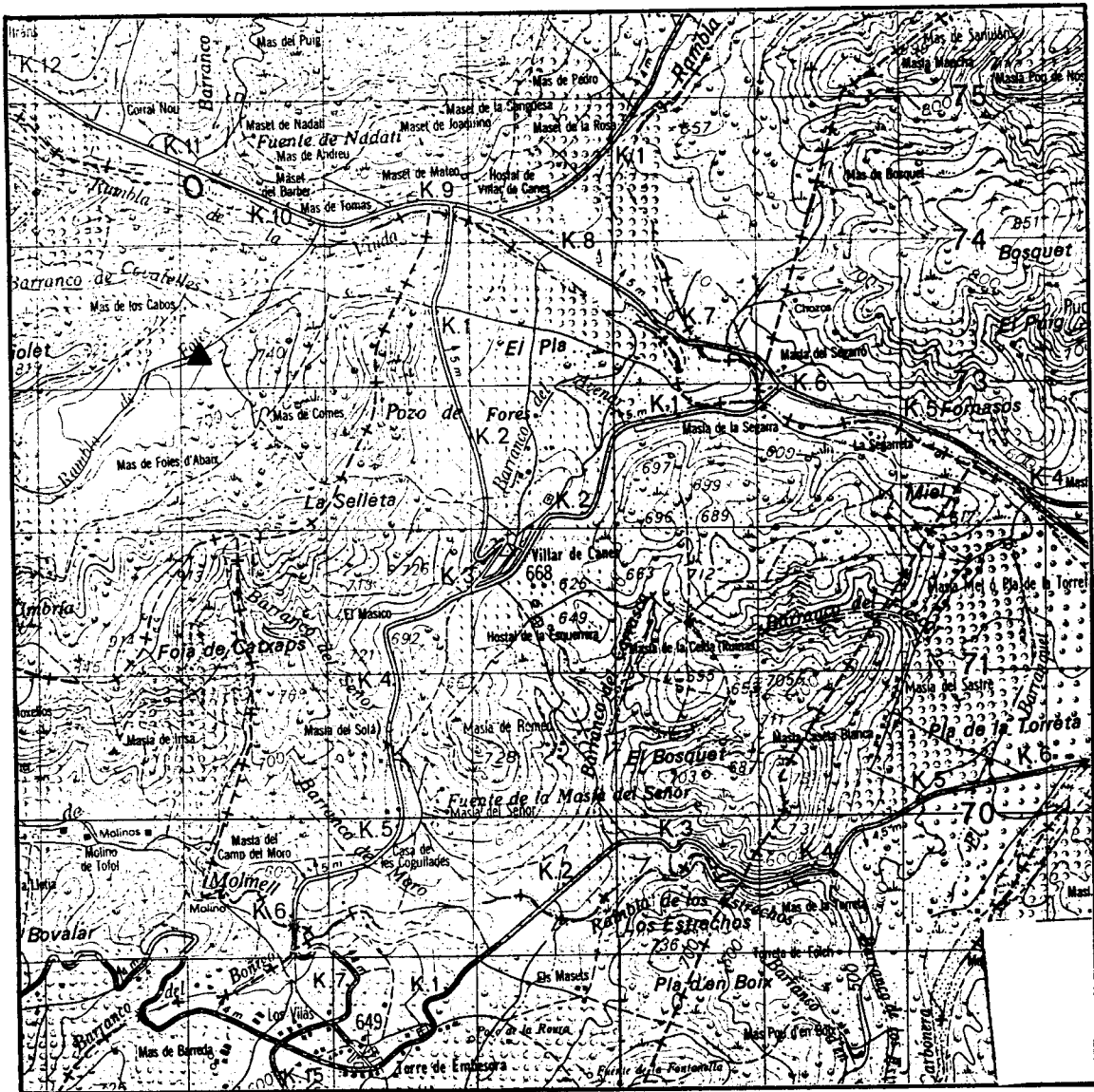
dible la ejecución previa de una pequeña campaña de geofísica eléctrica, con objeto de determinar la geometría y disposición de los mismos. El punto a perforar sería designado según los resultados de dicha investigación. Los caudales que se espera obtener son pequeños.

#### 6.7.5. VALORACION DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS

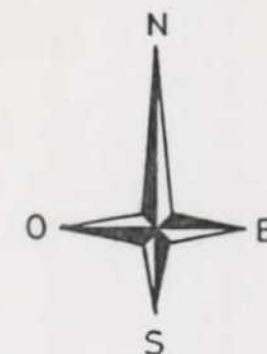
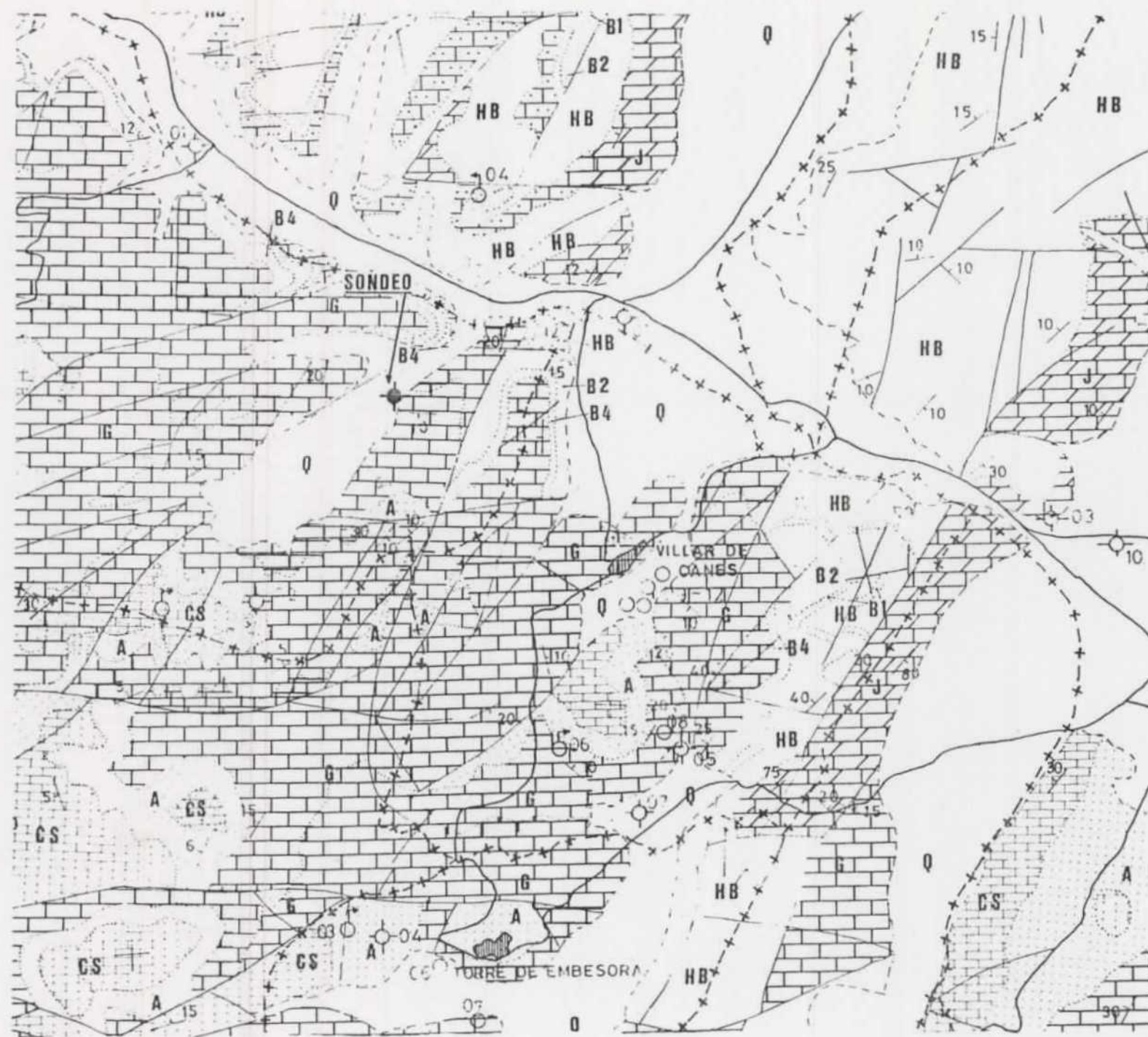
En principio se considera como mejor propuesta la alternativa A, ya que, de ser positiva, aportaría unos caudales aceptables de extracción, suficientes para cubrir la demanda. Si el sondeo considerado resultase negativo ello implicaría una confirmación de que la estructura geológica en el sector favorece la interconexión hídrica de los distintos horizontes acuíferos que aquí se presentan, con un circulación del flujo subterráneo hacia el nivel más profundo (acuífero Jurásico) que trae como consecuencia el drenaje de los niveles permeables localizados por encima de éste. El nivel saturado quedaría situado entonces, como mínimo, a una profundidad de 500 metros lo que, en principio, hace inviable su explotación. En este caso solo quedaría investigar los materiales cuaternarios según la propuesta de la alternativa B.

Si ambas propuestas arrojasen resultados negativos sería recomendable, para la resolución de los problemas de abastecimiento a Villar de Canes, buscar vías diferentes a los de las aguas subterráneas, en el entorno más inmediato de la población, salvo que se considerase la posibilidad de captar el acuífero jurásico.

# ABASTECIMIENTO A VILLAR DE CANES

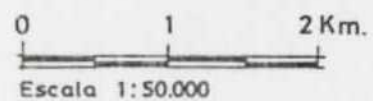


▲ SONDEO PROPUESTO



<b>CUATERNARIO</b>			
	Q		Conglomerados, Areniscas, Margas
<b>TERCIARIO</b>			
	OM <sub>2</sub>		Margas y Calizas
	OM <sub>1</sub>		Conglomerados, Areniscas, Margas
<b>CRETACICO</b>			
	CS	] SUPERIOR	Calizas con intercalaciones margosas y areniscosas
	A		Arenas y Areniscas
	G		Calizas
	B4 B3 B2 B1	] INFERIOR	Margas y Margocalizas Calizas Calizas y Margas Margas y Areniscas
	BS		Calizas
	HB		Alternancia de Calizas y Margas
<b>JURASICO</b>			
	J		Calizas, Dolomías y Calizas dolomitizadas
		-----	Contacto concordante
		- - - - -	Contacto discordante
		=====	Falla
		=====	Falla normal
		=====	Falla inversa
		=====	Anticlinal
		=====	Sinclinal
		-----	Dirección y buzamiento
		○	Sondeo
		○	Pozo
		○	Manantial
		◆	Alternativa(s) propuesta(s)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO  
A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO



MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS  
ALREDEDORES DE VILLAR DE CANES



## 6.8. TORRE EMBESORA

### 6.8.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La población de Torre Embesora se encuentra situada en la parte central de la mitad norte de la provincia de Castellón, al pie de las Sierras de Espaniguera y de Ennsegures. Su altitud sobre el nivel del mar es de 649 metros y el término municipal se extiende sobre una superficie de 11'7 km<sup>2</sup>.

### 6.8.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

En la actualidad la población de Torre Embesora se abastece a partir de los manantiales de El Frontanal y Els Pous, así como del pozo de Barreda. En conjunto aportan un caudal de 0'6 l/s. durante el invierno, que pasa a ser de tan solo 0'1-0'2 l/s. en la temporada estival. El suministro se complementa, en dicho periodo, con la compra de cubas y cisternas de agua.

Las características de estos puntos son:

- Pozo de Barreda: Perforado todo él en los materiales de la formación Albiense, fue realizado por IRYDA a percusión, con una profundidad aproximada de 100 metros, posteriormente parte del pozo se derrumbó quedándose con una profundidad de tan solo 30 a 40 metros. El caudal aportado oscila alrededor de los 0'2 l/s., con descenso de éste durante el verano.
- Manantial de El Frontanal: Situado a unos 200 metros al Oeste del pozo, drena los niveles calizos del Cenomaniense. El caudal aportado oscila entre 0'05 y 0'13 l/s. según la época del año.

- Manantial de Els Pous: Situado en el barranco del mismo nombre, se localiza a una altitud aproximada de 760 m.s.n.m.. El manantial, al igual que el anterior, se encuentra drenando al acuífero cenomaniense. El caudal aportado es muy variable y oscila entre 0'05 y 0'3 l/s..

El agua a partir de los puntos de origen es llevada, para el caso de la Fuente del Frontanal, mediante tubería de fibrocemento de 80 mm. de diámetro (reparado a tramos con tubería de PVC de 1 pulgada) hasta el depósito central. Esta conducción queda unida al pozo mediante una derivación, en las proximidades del mismo.

Desde el manantial de "Els Pous" el agua desciende hasta el depósito por tubería de PVC de 1 pulgada de diámetro, que presenta un recorrido aproximado de 2.400 metros.

La capacidad total de almacenamiento del municipio de Torre Embesora es de 710 m<sup>3</sup>, repartidos en 4 depósitos (uno de 500 m<sup>3</sup>, otro de 70 m<sup>3</sup> y dos de 35 m<sup>3</sup>).

Las pérdidas en la red, estimadas por la Diputación Provincial de Castellón, se sitúan en torno al 15%.

### 6.8.3. DEMANDA URBANA

Según el censo de 1.988, la localidad de Torre Embesora cuenta con 268 habitantes de hecho, con un máximo estacional de 450 durante la temporada vacacional.

La dotación de agua que la Diputación Provincial tiene establecida para núcleos urbanos de éste tamaño, es de

150 litros por habitante y día (l/hab/día), ello supone una demanda actual estimada de 67'5 m<sup>3</sup>/día en la época de verano y de 40'2 m<sup>3</sup>/día para el resto del año, lo que, referidas a caudales de extracción representan 1'2 l/s. y 0'7 l/s. respectivamente, para un bombeo diario de 16 horas.

La evolución demográfica seguida por la localidad es moderadamente regresiva, con descensos medios situados en torno a los 2 habitantes por año. A pesar de esta tendencia, la demanda urbana para dentro de 25 años va a ser estimada con una población equivalente a la actual y para un incremento de la dotación a 250 l/hab/día. En las condiciones referidas el caudal necesario, en dicha fecha, corresponderá a 2 l/s. en verano, y 1'2 l/s. en invierno, calculado para el mismo número de horas de bombeo que en la estimación anterior.

En el cuadro expuesto a continuación se muestra un resumen de las demandas actuales y futuras.

		ACTUAL	HORIZONTE A 25 AÑOS
Demanda urbana (m <sup>3</sup> /día)	Verano	67'7	112'5
	Resto año	40'2	67
Caudal bombeo (16 h/d) (l/s.)	Verano	1'2	2
	Resto año	0'7	1'2

El caudal mínimo disponible es, como ya se ha mencionado de 0'1 l/s. equivalente a 8'6 m<sup>3</sup>/día, lo que, si la demanda es de 40'2 m<sup>3</sup>/día para el mismo período, implica un déficit máximo de 31'6 m<sup>3</sup>/día equivalente a un caudal de extracción aproximado de 0'6 l/s..

## 6.8.4. SOLUCION PROPUESTA Y VALORACION

El sector de Torre Embesora presenta grandes dificultades por lo que respecta a la captación de aguas subterráneas. La particular estructura geológica que aquí se presenta, en bloques elevados y hundidos, con gran profusión de fracturas, origina un descuelgo de los niveles piezométricos, en los distintos horizontes permeables, a favor del acuífero jurásico, cuyo nivel saturado se encuentra situado en éste área a unos 500 metros de profundidad, en el caso teóricamente más favorable.

Por las razones aducidas en el párrafo anterior se ha propuesto, como solución única, un sondeo de investigación que confirme previamente si los niveles acuíferos que se propone atravesar se encuentran saturados en el punto elegido.

Las características de dicho sondeo, situado en la Rambla de La Tallería, son las siguientes:

Situación

Coordenadas Lambert:

X : 904.200

Y : 641.800

Z : 650 m.s.n.m.

Distancia a la red de abastecimiento : 1.500 m.

Profundidad: 210 m.Nivel piezométrico: Desconocido. Objetivo a investigar.

Caudal esperado: Mayor de 3 l/s.. En caso de que el sondeo resulte positivo.

Accesos

Aceptables. Por el camino que conduce a Mas de Barreda y se adentra en el Barranco de La Talle-  
ría.

Tipo de perforación: Investigación

Columna litológica:

- \* 0 - 10 m. Calizas. Albiense-Cenomaniense.
- \* 50 - 60 m. Arenas y arcillas con finos niveles carbonatados. Albiense.
- \* 60 - 125 m. Calizas y margas. Gargasiense superior-Albiense.
- \* 125 - 195 m. Calizas con Toucasias y orbitolinas. Gargasiense.
- \* 195 - 210 m. Margas y calizas. Bedouliense.

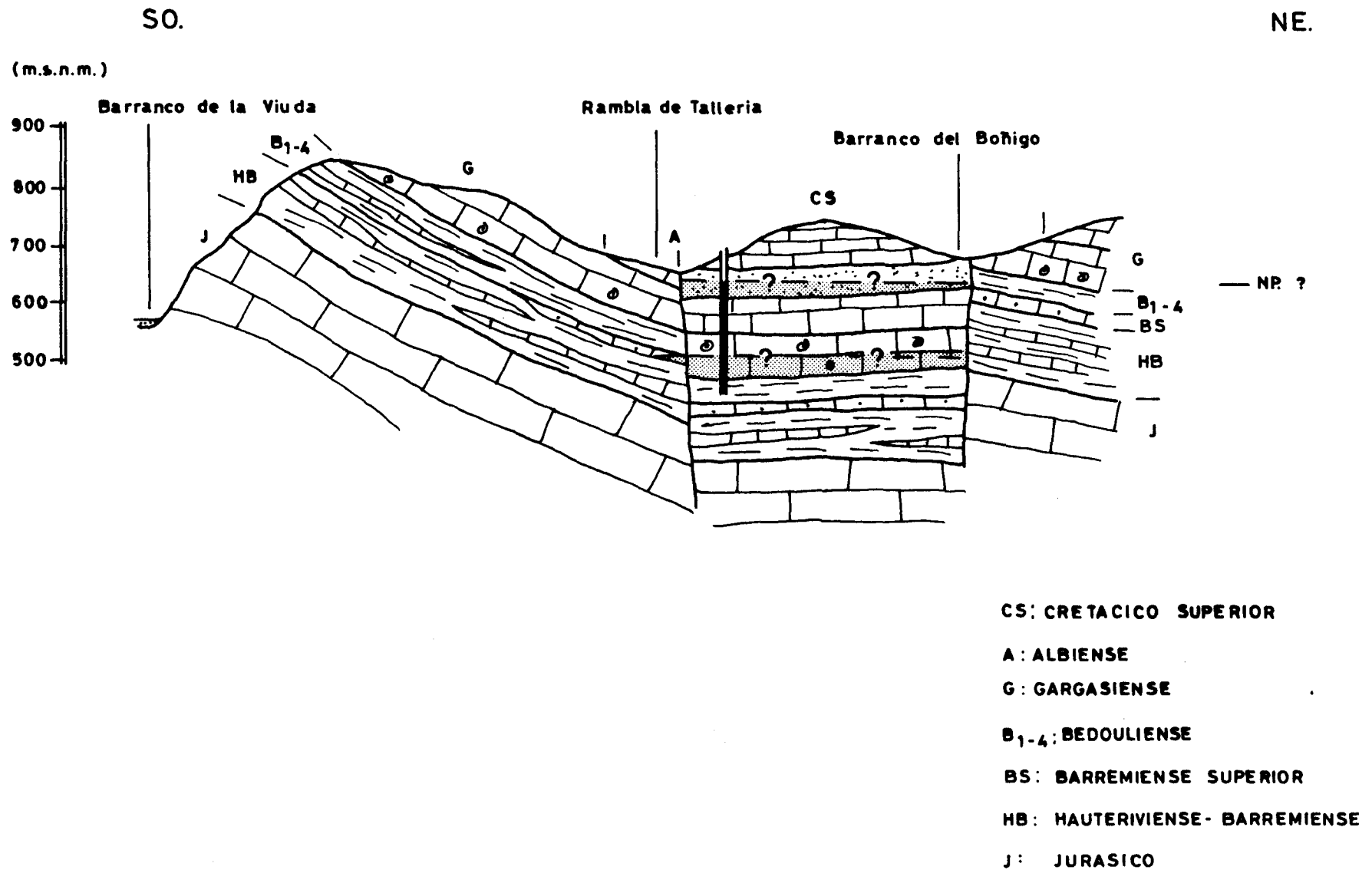
Calidad del agua:

Buena. De facies bicarbonatada cálcica ó cálcico-magnésica. Residuo seco entre 200 - 500 mgr/l.

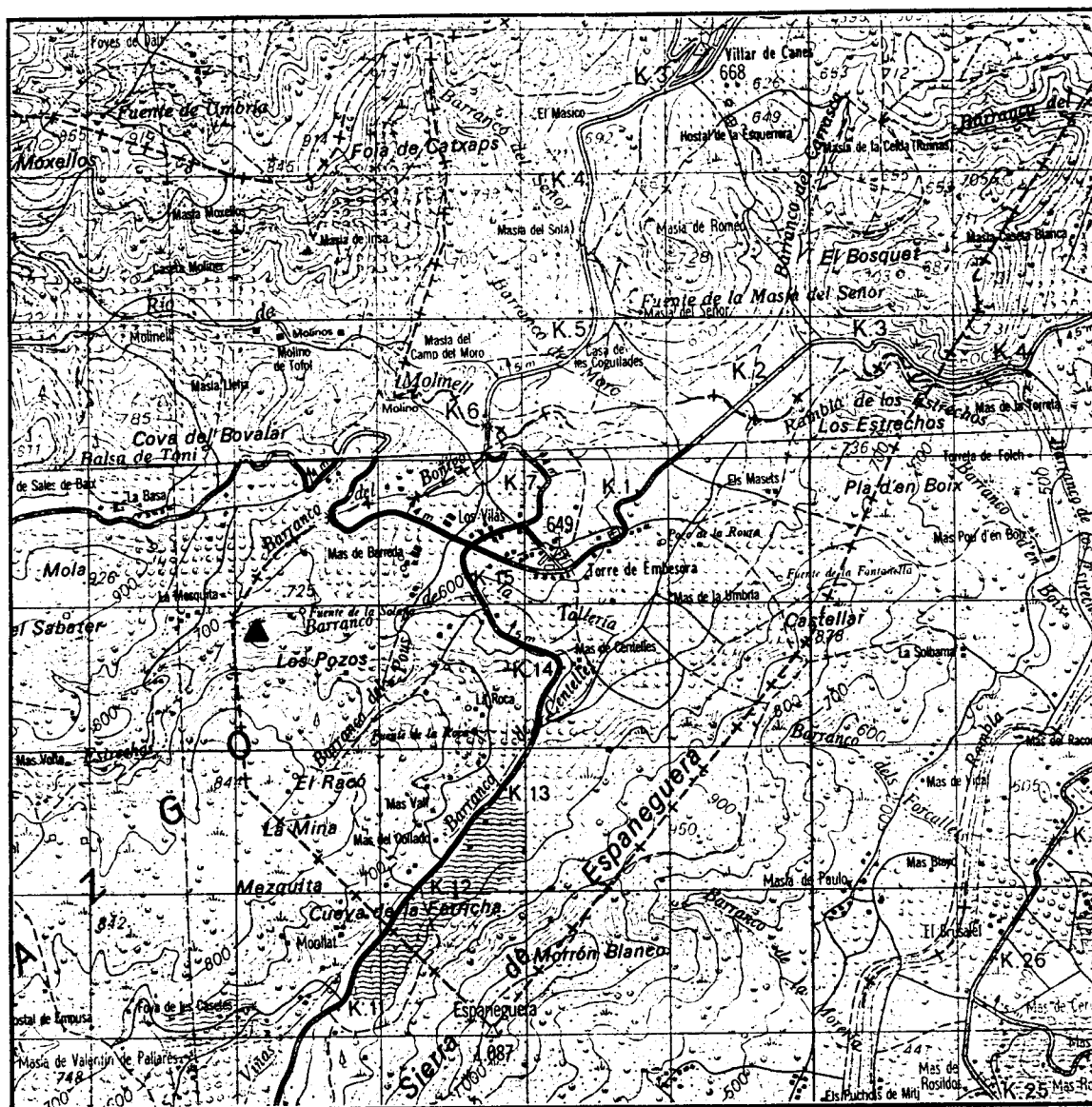
Objetivos y consideraciones:

El objetivo fundamental es determinar la existencia de un nivel saturado estable dentro del acuífero Gargasiense.

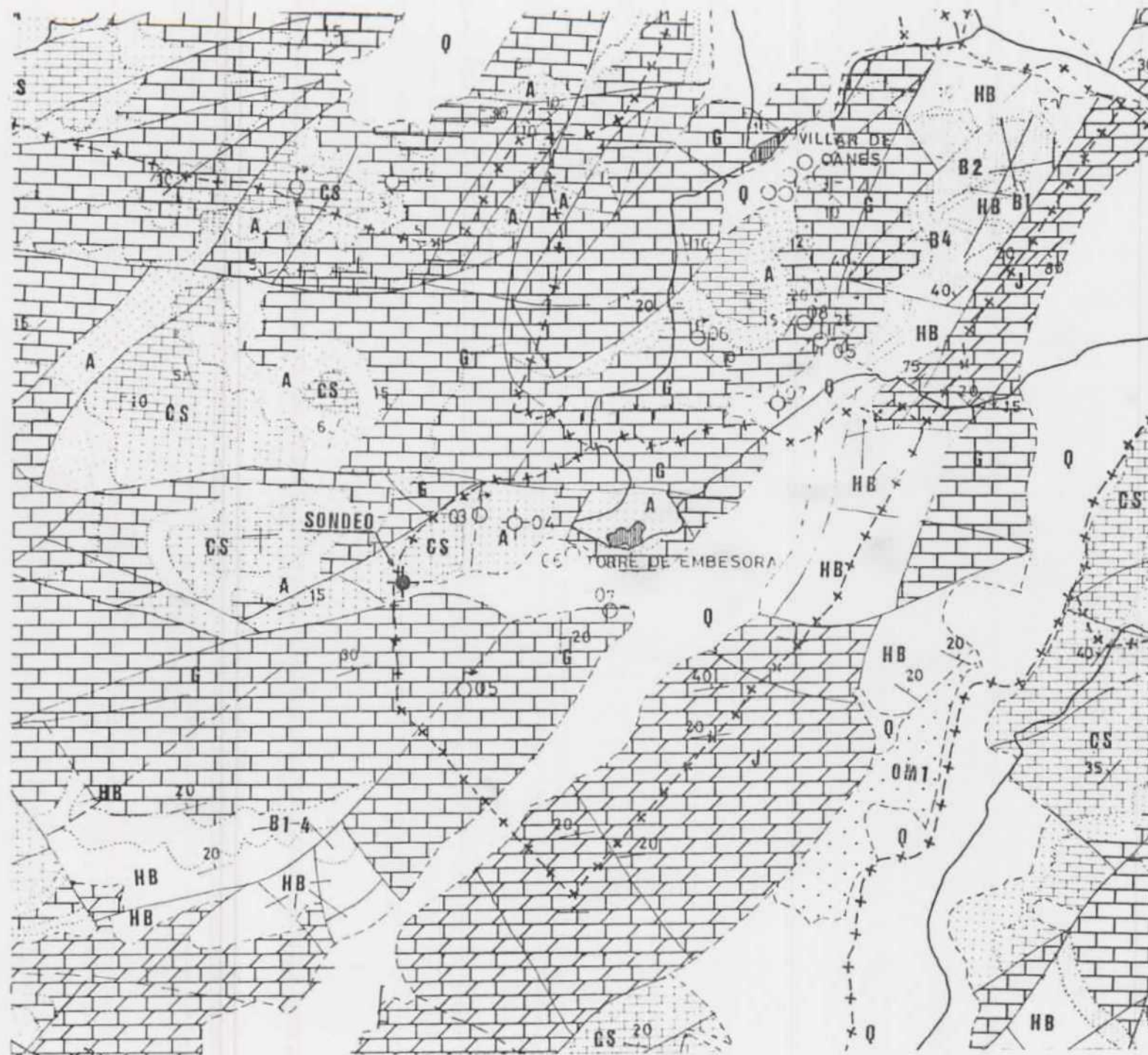
**ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO TORRE EMBESORA - SONDEO INVESTIGACION**



# ABASTECIMIENTO A TORRE EMBESORA



▲ SONDEO PROPUESTO



CUATERNARIO	Q		Conglomerados, Areniscas, Margas
TERCIARIO	OM <sub>2</sub>		Margas y Calizas
	OM <sub>1</sub>		Conglomerados, Areniscas, Margas
CRETACICO	CS	SUPERIOR	Calizas con intercalaciones margosas y areniscosas
	A		Arenas y Areniscas
	G		Calizas
	B <sub>4</sub> B <sub>3</sub> B <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	INFERIOR	Margas y Margocalizas Calizas Calizas y Margas Margas y Areniscas
	BS		Calizas
	HB		Alternancia de Calizas y Margas
JURASICO	J		Calizas, Dolomías y Calizas dolomitizadas
			----- Contacto concordante
			----- Contacto discordante
			----- Falla
			----- Falla normal
			----- Falla inversa
			----- Anticlinal
			----- Sinclinal
			----- Dirección y buzamiento
			○ Sondeo
			○ Pozo
			○ Manantial
			◆ Alternativa(s) propuesta(s)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO  
A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO

0 1 2 Km.  
Escala 1:50.000

MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS  
ALREDEDORES DE TORRE EMBESORA



Como objetivo secundario se pretende investigar el potencial hídrico de la formación arenosa del Albiense y si éste es susceptible de ser explotado.

Dado el carácter de investigación que tiene la perforación se recomienda un minucioso control geológico de la misma, así como la realización de todos los ensayos y pruebas que se considere oportuno llevar a cabo durante la ejecución de la obra.

## 6.9. FREDES

### 6.9.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La localidad de Fredes se encuentra en el extremo norte de la provincia de Castellón de la Plana, a 2 km. del límite con la provincia de Teruel y a 3 km. del límite con la provincia de Tarragona, a una cota sobre el nivel del mar de 1.093 metros (vértice geodésico). Es pedanía, junto con El Ballestar, Bojar y Corachar, de La Puebla de Benifasar, cuyo término municipal ocupa una superficie aproximada de 135 km<sup>2</sup>.

### 6.9.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

El abastecimiento de Fredes se realiza exclusivamente a partir del manantial "Font La Roca". Este manantial, que aporta un caudal estimado entre 1'5 y 6 litros/minuto dependiendo de la frecuencia e intensidad de las lluvias, llega a secarse en verano, ocasionando el casi inmediato corte de suministro, ya que las reservas de agua con que cuenta el pueblo se reducen a los 30 m<sup>3</sup>. de capacidad de su único depósito. Motivo por el cual, algunos vecinos han

procedido a la instalación de un depósito de uralita en su vivienda, de uso particular.

El funcionamiento del sistema de abastecimiento es simple: El agua procedente del manantial es bombeada hasta el depósito, salvando un desnivel de 15 metros, y conducida mediante tubería de fibrocemento de 200 metros de longitud y 50 mm. de diámetro.

#### 6.9.3. DEMANDA URBANA

Según el último censo de 1.986, Fredes cuenta con 7 habitantes de derecho, aumentando la población en período estival hasta un número de 70, y manteniéndose ésta cifra punta durante 30 días.

La dotación que se establece en el Pleno de la Diputación de Castellón de la Plana del día 26 de Enero de 1.988 para una población de las características de Fredes, es de 150 litros por habitante y día.

Así, la demanda de agua para el abastecimiento de la población sería de 10'5 m<sup>3</sup>/día durante los 30 días de verano y de 1'05 m<sup>3</sup>/día, durante el resto del año, por lo que, suponiendo un bombeo de 16 horas diarias, el caudal necesario sería de 0'18 l/s. en verano y de 0'02 l/s. el resto del año.

La evolución demográfica en Fredes es regresiva, con una tasa media de descenso desde 1.970, de 2 a 3 habitantes por año.

Suponiendo que la dotación se incrementa a 250 litros por habitante y día, debido al aumento del nivel de vida, y que se mantienen estacionarias la población actual y

su incremento estival, el caudal de agua necesario para el abastecimiento urbano en un horizonte a 25 años, sería de 0'3 l/s. durante los 30 días de verano y de 0'03 l/s. el resto del año, considerando un bombeo diario de 16 horas. En el cuadro siguiente se muestra un resumen de las demandas de agua caliente y futuras.

		ACTUAL	HORIZONTE A 25 años
Demanda urbana (m <sup>3</sup> /d)	Verano	10'5	17'5
	Resto año	1'05	1'75
Caudal bombeo 16 h/d (l/s)	Verano	0'18	0'3
	Resto año	0'02	0'03

Al depender el abastecimiento a la población de un solo manantial que llega a secarse en verano, el déficit máximo puntual, coincidente con esta época del año, iguala a la demanda, que como se indica en el cuadro, es de 0'18 l/s de caudal continuo.

#### 6.9.4. SOLUCIONES PROPUESTAS

##### ALTERNATIVA A

Se recomienda la realización de un sondeo que, como objetivo principal, intente captar las calizas bioclásticas de edad Barremiense Superior-Aptiense Inferior, situadas entre los 90 y 150 metros de profundidad, si bien no se descarta la posibilidad de captar algún nivel acuífero en los primeros 60 metros de perforación, correspondiente a las arenas y areniscas Albienses y calizas con Toucasias del Aptiense Superior.

##### ALTERNATIVA B

En el caso de que el resultado de esta perforación no fuese satisfactorio, se proseguiría el sondeo hasta investigar los niveles calizo-margosos del Barremiense, que aunque son menos permeables, pudieran estar conectados hidráulicamente con los niveles calizos superiores y suministrar el caudal necesario para el abastecimiento de Fredes

Las características del sondeo propuesto son las siguientes:

Situación

Coordenadas Lambert:

X : 924.800

Y : 684.850

Z : 1.120 m.s.n.m.

Acceso

El sondeo se sitúa junto a la pista que desde el Mas de la Mina asciende hasta el vértice Mongó.

Profundidad

155 metros (Alternativa A)

240 metros (Alternativa B)

Nivel piezométrico: 1.025 m.s.n.m.

Caudal esperado: 1-2 l/s.

Método de perforación: Investigación

Columna litológica prevista: (Alternativa B)

- \* 0 - 60 m. Arenas y Areniscas Albienses. Calizas con Toucasias del Aptiense Superior.
- \* 60 - 90 m. Margas con Plicátulas del Aptiense Inferior.
- \* 90 - 150 m. Calizas bioclásticas de edad Barremiense Sup. Aptiense Inf.
- \* 150 - 240 m. Margas y calizas Barremienses

Calidad del agua:

Buena. Facies bicarbonatada cálcica. Residuo seco entre 200 y 400 mg/l.

6.9.5. VALORACION DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS

Se han planteado dos soluciones al abastecimiento de Fredes a partir de un mismo sondeo, de tal manera que la adopción de la alternativa B dependería de que no se obtuviera un caudal suficiente al atravesar los niveles calizos de edad Barremiense Superior-Aptiense Inferior como se propone en la alternativa A, y sólo supondría proseguir la perforación 85 metros.

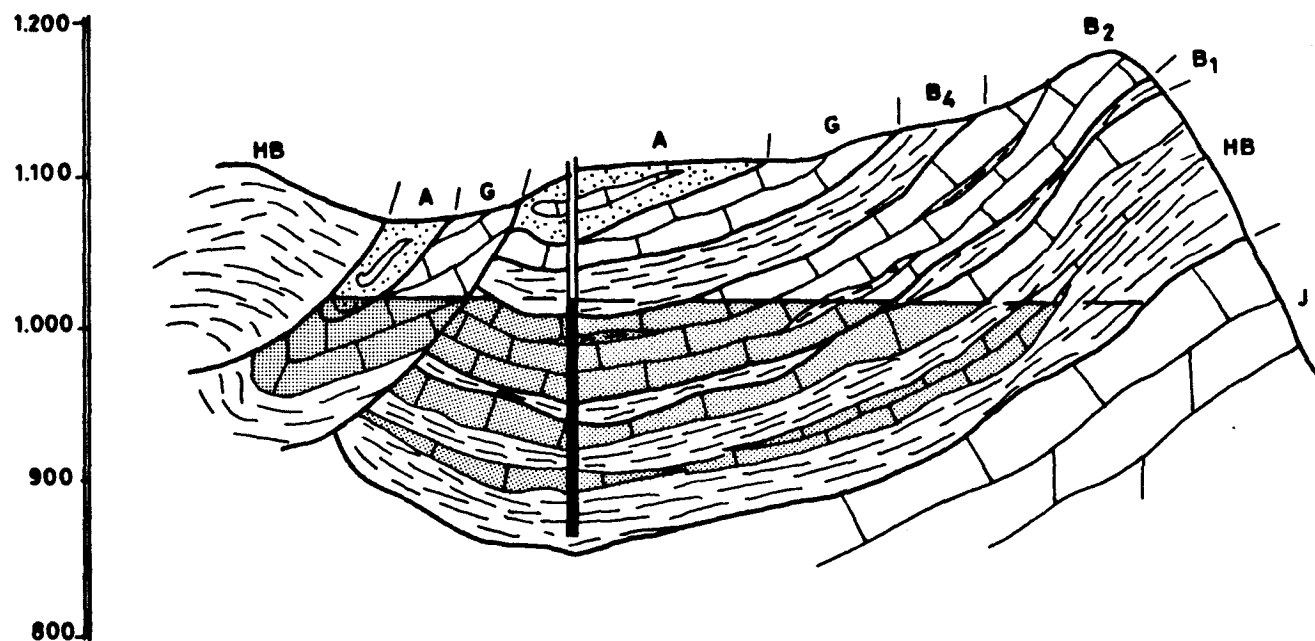
De cualquier forma, el sondeo debe plantearse inicialmente como de investigación y estar sometido a un estrecho control geológico durante su realización. En función de su resultado se decidirá detenerlo a 155 metros o proseguir hasta los 240 metros. Finalmente, se procederá a su ensanche por el sistema de perforación a percusión si su resultado ha sido positivo.

ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO FREDES - ALTERNATIVAS - A-Y-B-

NO.

SE.

(m.s.n.m.)



— NR 1025 m.s.n.m.

A: ALBIENSE

G: GARGASIENSE

B<sub>4</sub>: BEDOULIENSE SUPERIOR

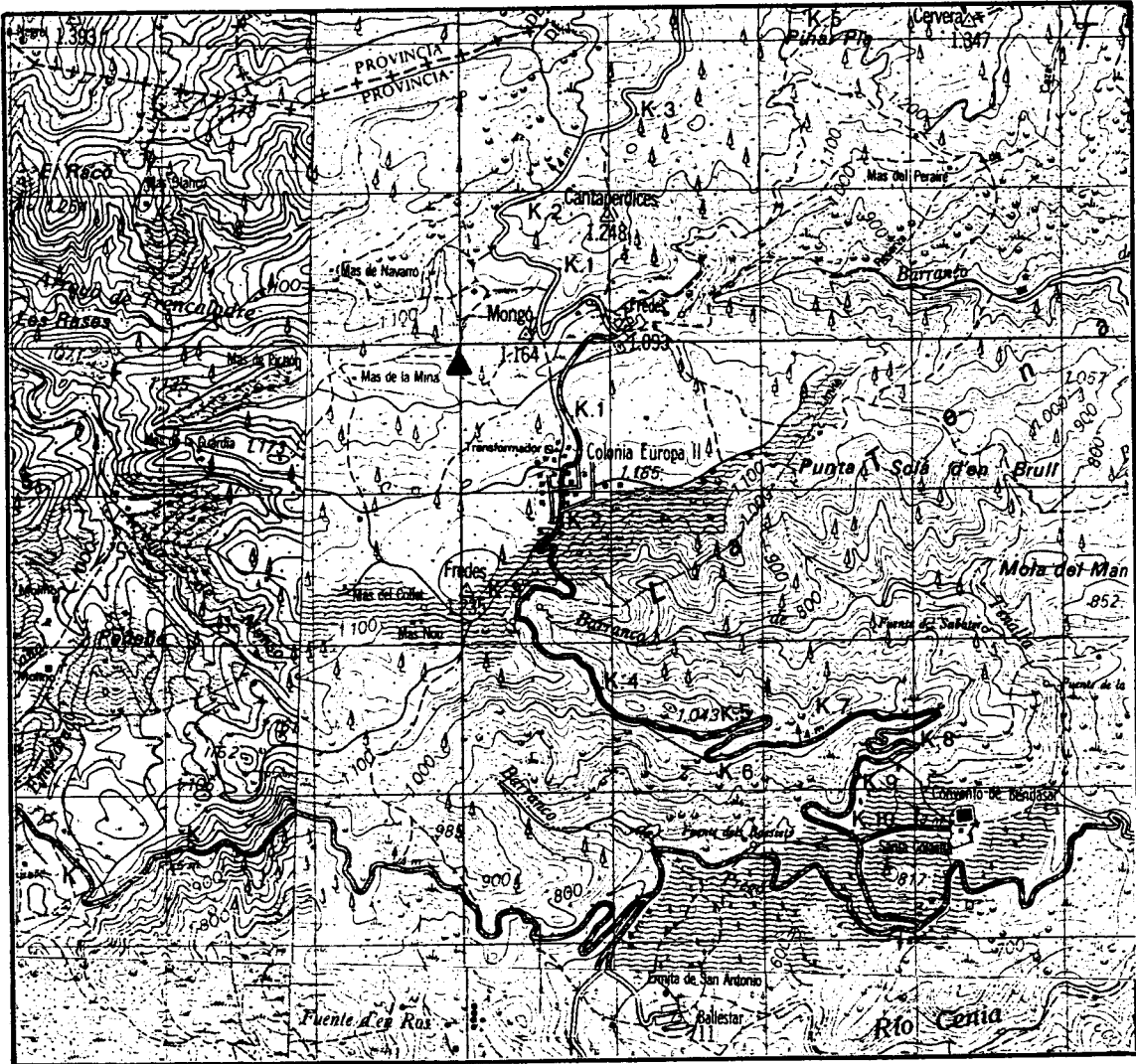
B<sub>2</sub> }  
B<sub>1</sub> } BEDOULIENSE INFERIOR

HB: HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE

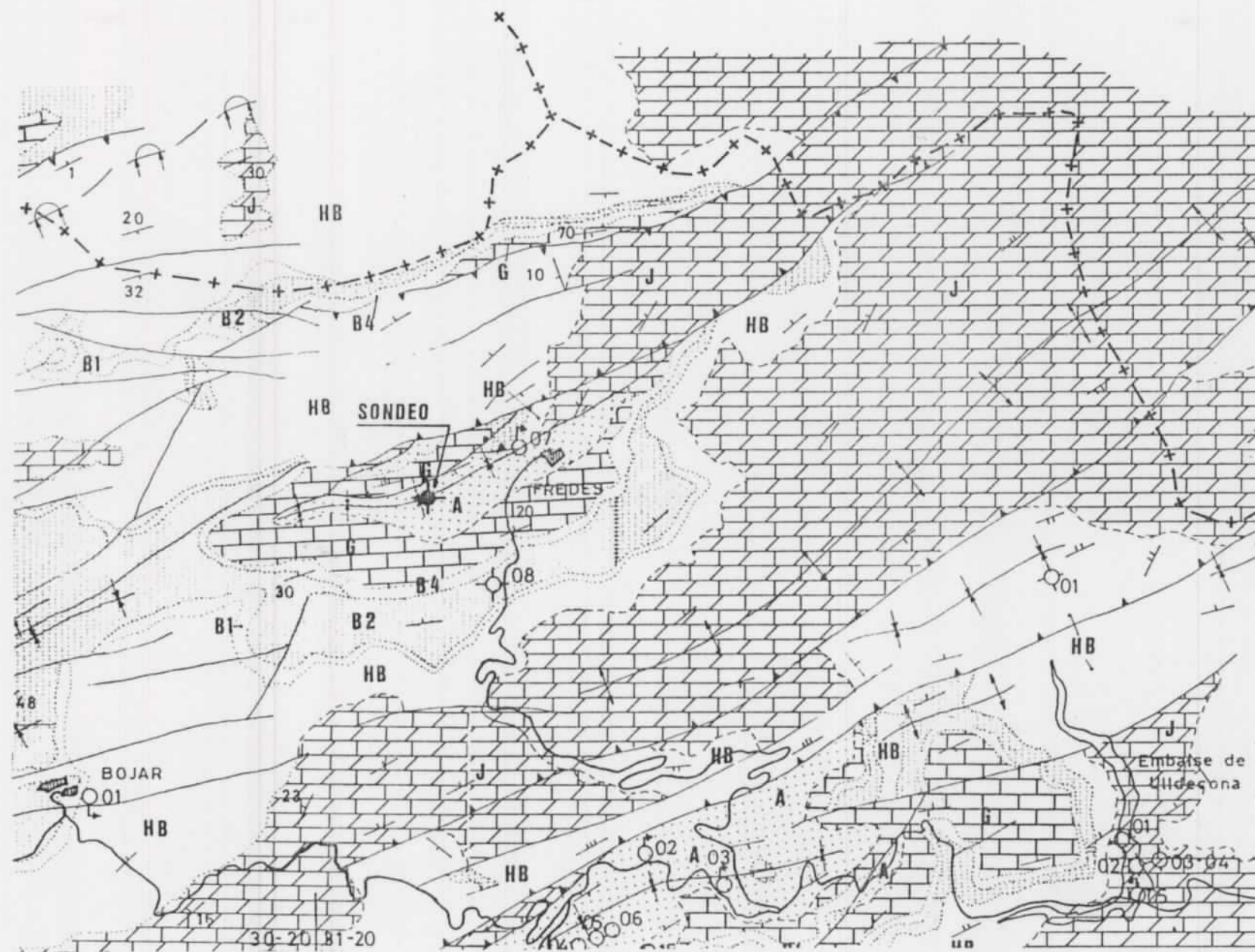
J: JURASICO

0 250 500 m.

# ABASTECIMIENTO A FREDES

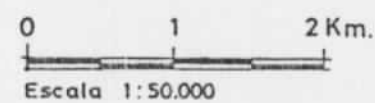


▲ SONDEO PROPUESTO



CUATERNARIO				
	Q			Conglomerados, Areniscas, Margas
TERCIARIO				
	OM <sub>2</sub>			Margas y Calizas
	OM <sub>1</sub>			Conglomerados, Areniscas, Margas
CRETACICO				
	CS	] SUPERIOR		Calizas con intercalaciones margosas y areniscosas
	A			Arenas y Areniscas
	G			Calizas
	B <sub>4</sub>	] INFERIOR		Margas y Margocalizas
	B <sub>3</sub>			Calizas
	B <sub>2</sub>			Calizas y Margas
	B <sub>1</sub>			Margas y Areniscas
	BS			Calizas
	HB			Alternancia de Calizas y Margas
JURASICO				
	J			Calizas, Dolomías y Calizas dolomitizadas
				Contacto concordante
				Contacto discordante
				Falla
				Falla normal
				Falla inversa
				Anticlinal
				Sinclinal
				Dirección y buzamiento
				Sondeo
				Pozo
				Manantial
				Alternativa(s) propuesta(s)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO  
A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO



MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS  
ALREDEDORES DE FREDES



INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA



La distancia entre este punto y la red de abastecimiento es del orden de 1 km. y el agua que se consiguiera alumbrar tendría que salvar un desnivel inferior a 20 metros desde el sondeo hasta el depósito de distribución.

No se ha considerado aquí la perforación en los materiales carbonatados del Jurásico debido a la gran diferencia de cota entre su nivel piezométrico y la población de Fredes.

## 6.10. CASTELL DE CABRES

### 6.10.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La localidad de Castell de Cabres se encuentra en el extremo Norte de la provincia de Castellón de la Plana, a 3 km. del límite con la provincia de Teruel, y a una altitud sobre el nivel del mar de 1.140 metros (vértice geodésico). Su término municipal se extiende sobre una superficie aproximada de 31 km<sup>2</sup>.

### 6.10.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

Actualmente, el abastecimiento de Castell de Cabres se realiza a partir de dos manantiales: Font d'Alts y Font de Valls, que distan unos 400 y 300 metros respectivamente del pueblo, en dirección Oeste.

El caudal conjunto que aportan estos dos manantiales se estima en torno a 0'1 - 0'2 l/s., suficiente para atender a las necesidades de sus habitantes durante la mayor parte del año, pero llegan a agotarse completamente en verano. Este hecho, unido al incremento de población que se experimenta en el período estival, hace que la situación de

los habitantes de Castell de Cabres en esta época se haga desesperada y reclame urgente solución.

El funcionamiento del sistema de abastecimiento es el siguiente: El agua procedente de cada uno de los manantiales es bombeada al depósito, de 94 m<sup>3</sup>. de capacidad, mediante una bomba de Gas-oil de 7 CV. de potencia, y conducida hasta él a través de tubería de PVC e hierro de 50 mm. de diámetro.

#### 6.10.3. DEMANDA URBANA

La población de Castell de Cabres, según el último censo de 1.986, es de 31 habitantes de derecho, incrementándose esta cifra en período estival hasta 120, y manteniéndose en este orden a lo largo de 30 días.

La dotación que se establece en el Pleno de la Diputación de Castellón de la Plana del día 26 de Enero de 1.988 para una población de las características de la de Castell de Cabres es de 150 litros por habitante y día.

Según esto, la demanda de agua para el abastecimiento de la población sería de 18 m<sup>3</sup>/d. durante los 30 días de verano y de 4'65 m<sup>3</sup>/d. durante el resto del año, por lo que, suponiendo un bombeo diario de 16 horas, el caudal necesario sería de 0'31 l/s. en verano y 0'08 l/s. el resto del año.

La evolución demográfica de Castell de Cabres ha sido regresiva entre 1.970 y 1.986, con una tasa media de descenso de 2 habitantes por año. Sin embargo, las cifras de población de derecho se mantienen en 31 habitantes entre 1.986 y 1.988.

Suponiendo que la dotación se incrementa a 250 litros por habitante y día, debido al aumento del nivel de vida, y que se mantienen estacionarias la población actual y su incremento estival, el caudal de agua necesario para el abastecimiento urbano en un horizonte a 25 años, sería de 0'5 l/s. durante los 30 días de verano y de 0'13 l/s. el resto del año, considerando que el bombeo sea de 16 horas diarias. En el cuadro siguiente se muestra un resumen de las demandas de agua actuales y futuras.

		ACTUAL	HORIZONTE A 25 AÑOS
Demanda urbana (m <sup>3</sup> /d.)	Verano	18	30
	Resto año	4'65	7'75
Caudal bombeo (16 h/d) (l/s)	Verano	0'31	0'5
	Resto año	0'08	0'13

Puesto que el caudal disponible en la época estival es nulo, el déficit máximo puntual, coincidente con ésta época del año, iguala a la demanda, que como se ha indicado es de 0'31 l/s., de caudal continuo.

#### 6.10.4. SOLUCION PROPUESTA Y VALORACION

Se propone la realización de un sondeo cuyo objetivo es captar los niveles acuíferos colgados del Hauteriviense-Barremiense, donde alternan calizas y margocalizas con finas intercalaciones margosas. No obstante, no se descarta la posibilidad de que en los términos superiores, de edad Bedouliense Inferior, se pueda cortar algún otro nivel productivo, aunque su importancia, probablemente, sería mínima.

Las características del sondeo propuesto son las siguientes:

Situación:

Coordenadas Lambert:

X : 913.700

Y : 680.150

Z : 1.170 m.s.n.m.

Acceso

El emplazamiento se encuentra a unos 100 metros al Sur de la pista que, partiendo de Castell de Cabres, alcanza la Masía de Guñadera, tras recorrer unos 1.300 metros desde el pueblo.

Profundidad: 200 metros

Nivel piezométrico: 1.100 m.s.n.m.

Caudal esperado: 0'5 - 2 l/s.

Método de perforación: Investigación

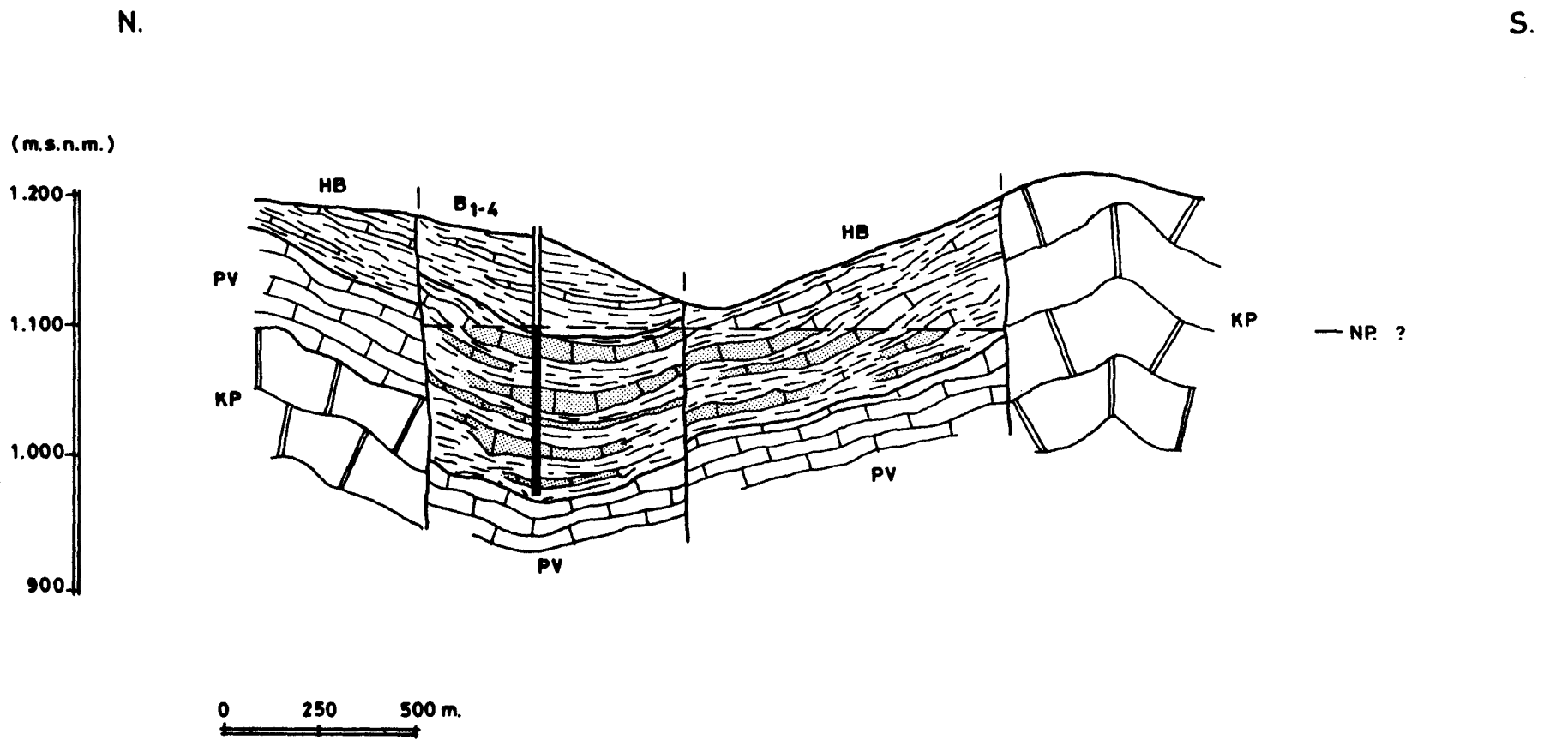
Columna litológica prevista:

\* 0 - 60 m. Margas y margocalizas con algún nivel calizo.

\* 60 - 200 m. Calizas y margas.

Calidad del agua:

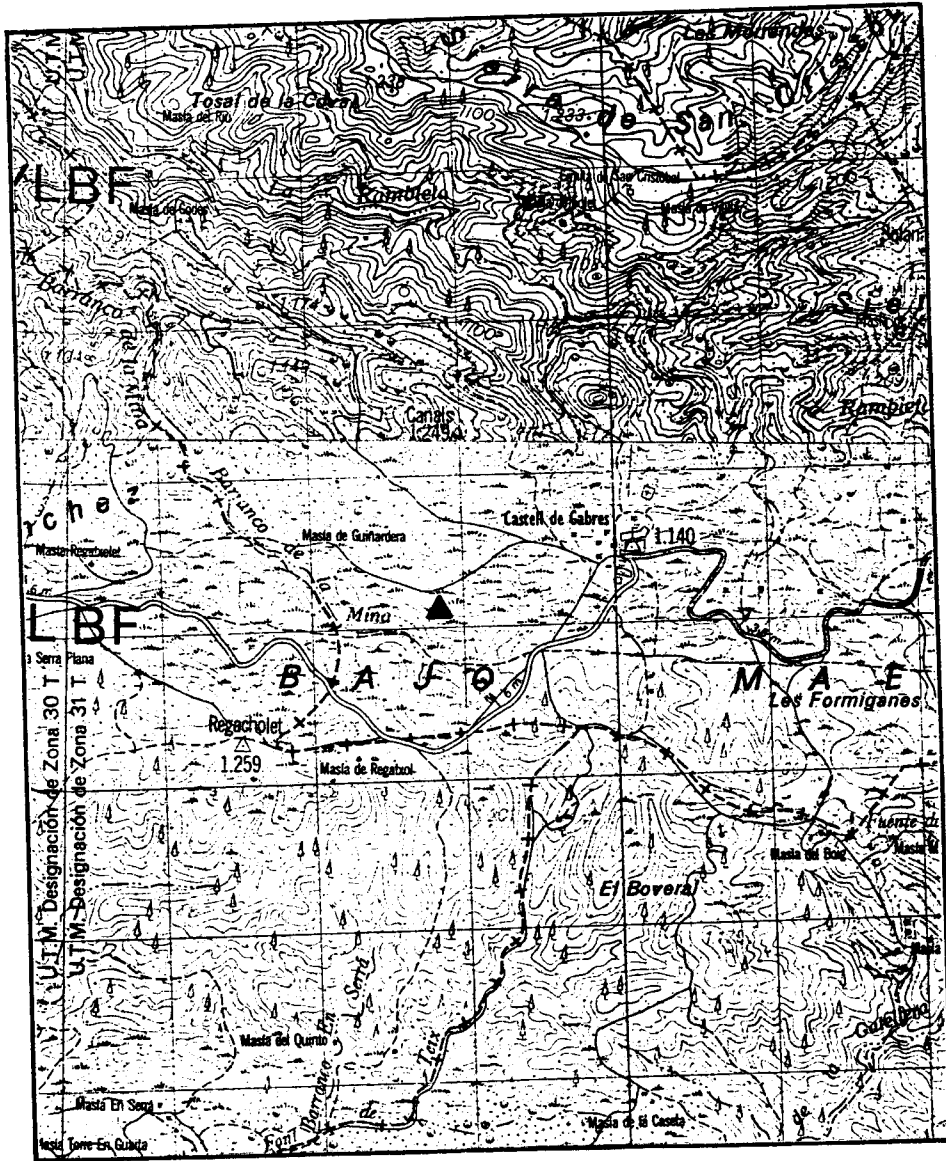
ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO CASTELL DE CABRES



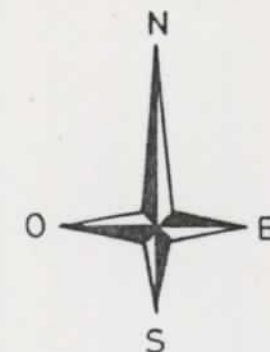
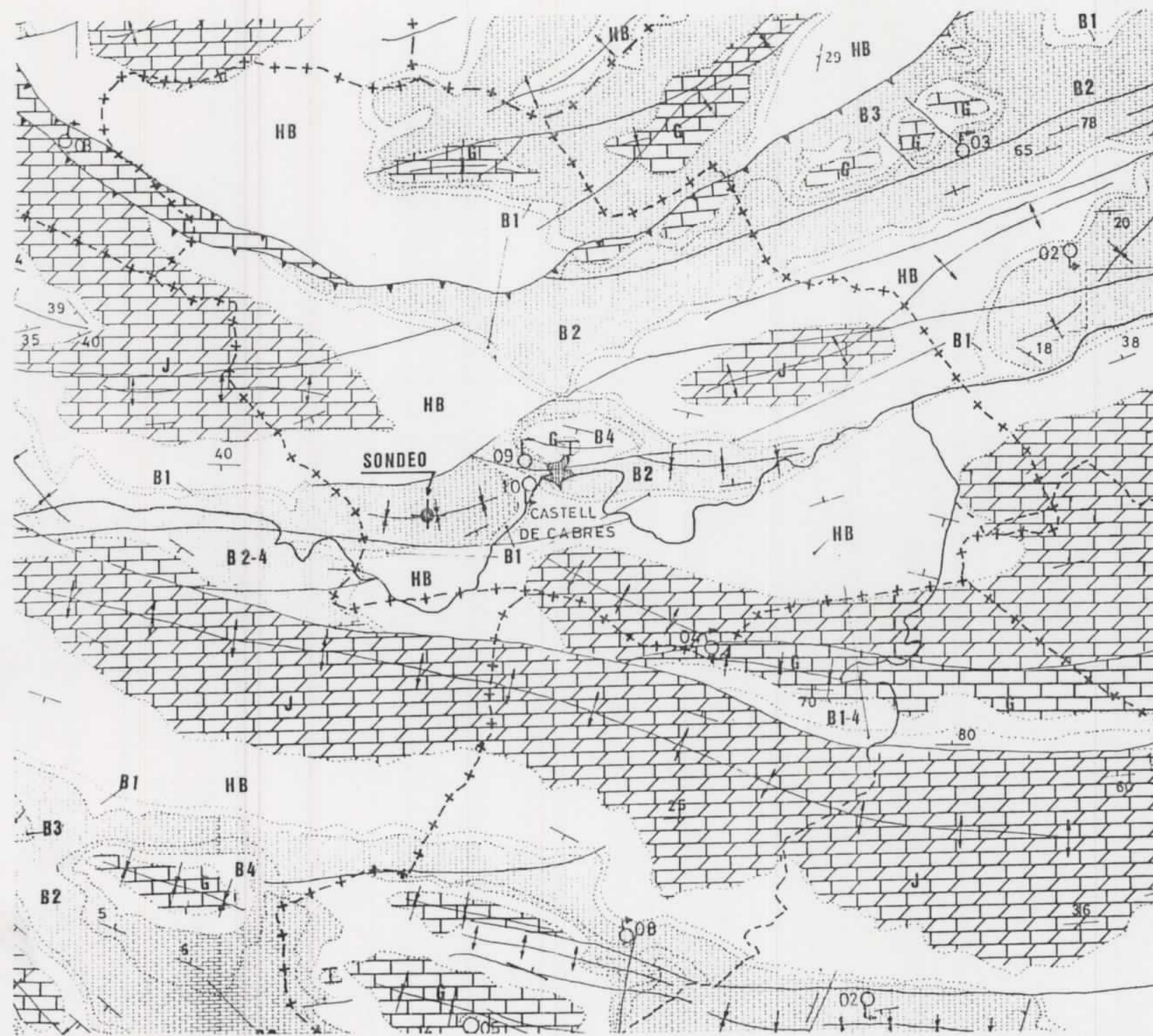
- B<sub>1-4</sub> : BEDOULIENSE
  - HB : HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE
  - PV : PORTLANDIENSE - VALANGINIENSE
  - KP : KIMMERIDGIENSE - PORTLANDIENSE
- } JURASICO (J)

12530

# ABASTECIMIENTO A CASTELL DE CABRES



▲ SONDEO PROPUESTO



CUATERNARIO		Q	Conglomerados, Areniscas, Margas
TERCIARIO		OM <sub>2</sub>	Margas y Calizas
		OM <sub>1</sub>	Conglomerados, Areniscas, Margas
CRETACICO		CS	SUPERIOR Calizas con intercalaciones margosas y areniscosas
		A	
		G	Calizas
		B4 B3 B2 B1	INFERIOR Margas y Margocalizas Calizas Calizas y Margas Margas y Areniscas
		BS	
		HB	Alternancia de Calizas y Margas
JURASICO		J	Calizas, Dolomías y Calizas dolomitizadas
		.....	Contacto concordante
		-----	Contacto discordante
		———	Falla
		———	Falla normal
		———	Falla inversa
		———	Anticlinal
		———	Sinclinal
		———	Dirección y buzamiento
		○	Sondeo
		○	Pozo
		○	Manantial
		◆	Alternativa(s) propuesta(s)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO  
A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO

0 1 2 Km.  
Escala 1:50.000

MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS  
ALREDEDORES DE CASTELL DE CABRES

Buena. De facies bicarbonatada cálcico-magnésica. Residuo seco entre 200 y 400 mgr/l.

El sondeo propuesto atravesará materiales de baja permeabilidad, compuestos por calizas y margas. En estas condiciones no se espera obtener grandes caudales, pero recordemos que bastaría alumbrar un caudal de 0'3 l/s. para asegurar el abastecimiento de la población, incluso en período estival.

Inicialmente el sondeo debe plantearse como de investigación, y en función de su resultado proceder al ensanche por el sistema de perforación a percusión.

Se descarta la perforación de las calizas del Jurásico debido a la elevada cota topográfica a que se encuentra la población de Castell de Cabres. En este sector, el nivel piezométrico regional se sitúa entre los 400 y 500 m. sobre el nivel del mar.

## 6.11. EL BALLESTAR

### 6.11.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La población de El Ballestar se encuentra situada junto al borde Norte de la provincia de Castellón, en las cercanías del Río Cenia, a una altitud de 711 metros sobre el nivel del mar. Administrativamente pertenece al municipio de La Puebla de Benifasar, localidad distante unos 1.600 metros hacia el suroeste, en línea recta, y a 3 km. por carretera. La totalidad del Término Municipal ocupa una extensión aproximada de 136 km<sup>2</sup>.



### 6.11.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

El suministro de agua potable a la localidad de El Ballestar se realiza exclusivamente a partir de un manantial que drena los niveles arenosos del Albiense, situado a unos 200 metros al Norte del núcleo urbano. En éste lugar existe un pequeño depósito donde el agua se acumula y es elevada regularmente, mediante una bomba, hasta el depósito principal, desde donde pasa a la red de distribución.

El caudal producido por el manantial se estima que es de 0'2 l/s. durante el invierno y pasa a ser de tan solo 0'1 l/s. durante la época seca del año, insuficiente para satisfacer las necesidades de la población durante dicho período con lo que es necesario complementar el suministro con agua traída en camiones cisterna.

La capacidad total de almacenamiento con que cuenta El Ballestar es de 39 m<sup>3</sup>., de los que 31 m<sup>3</sup>. corresponden al depósito principal y 8 m<sup>3</sup>. al situado junto a la captación.

Según información del Ayuntamiento existen pérdidas importantes en la red.

### 6.11.3. DEMANDA URBANA

El último censo del que se dispone de datos, correspondiente al año 1.987, indica que la localidad de El Ballestar cuenta con 41 habitantes de hecho, número que se incrementa durante el verano hasta alcanzar un máximo estacional de 220.

La dotación de agua que la Diputación Provincial de Castellón tiene establecido, para este tipo de núcleos

urbanos, es de 150 litros por habitante y día (l/hab/día), ello supone una demanda actual estimada de 33 m<sup>3</sup>/día durante el verano y de 6'2 m<sup>3</sup>/día durante el resto del año. Estos volúmenes, referidos a caudales de extracción, representan 0'6 l/s y 0'1 l/s. respectivamente, para un bombeo diario de 16 horas.

La evolución demográfica seguida por la localidad, si bien se ha amortiguado en los últimos años, es claramente regresiva, con un ritmo de descenso desde 1.980 de 5 a 6 habitantes año. A pesar de esta tendencia, la demanda urbana para dentro de 25 años va a ser estimada con una población equivalente a la actual y un incremento de la dotación a 250 l/hab/día, en función del mayor nivel de vida. En las condiciones referidas el caudal necesario en dicha fecha corresponderá a 1 l/s. en el periodo estival y a 2 l/s. en el resto del año, con el mismo número de horas de bombeo que para la estimación anterior.

En el cuadro que se expone a continuación se muestra un resumen de las demandas actuales y futuras.

		ACTUAL	HORIZONTE A 25 AÑOS
Demanda urbana (m <sup>3</sup> /d)	Verano	33	55
	Resto año	6'2	10'2
Caudal bombeo 16 h/d (l/s.)	Verano	0'6	1
	Resto año	0'1	0'2

El caudal mínimo disponible es, como ya hemos mencionado, de 0'1 l/s. continuos, equivalente a 8'6 m<sup>3</sup>/día, lo que, si la demanda es de 33 m<sup>3</sup>/día para el mismo periodo, implica un déficit máximo diario de 24'4 m<sup>3</sup>/día, correspondiente a un caudal de extracción de 0'4 l/s.

#### 6.11.4. SOLUCIONES PROPUESTAS

Para la resolución de los problemas de suministro de agua a El Ballestar se exponen dos propuestas de naturaleza netamente diferente que, en esencia, son:

##### 1.- Propuesta de una conducción desde La Puebla de Benifasar a El Ballestar.

La gran proximidad de los dos núcleos urbanos (1.600 m. en línea recta y 3.000 por carretera) unido a la baja población de El Ballestar, así como a la existencia de un cierto volumen de agua excedentario en la Puebla de Benifasar, nos ha hecho pensar en la presente propuesta, que, desde nuestro punto de vista, es un proyecto económico y racional.

Para la formulación de la propuesta se han estimado las demandas actuales de La Puebla de Benifasar, calculadas según un máximo estacional de 650 habitantes con una dotación de 150 litros/hab/día. Los caudales obtenidos para estas condiciones corresponden a 1'7 l/s. (suponiendo una extracción de 16 horas diarias). Por otra parte el caudal mínimo disponible en la misma localidad (sondeo + manantial) se sitúa entre 2'1 y 2'5 l/s. De estas cifras se deduce un superavit de 0'4 a 0'8 l/s., suficiente para cubrir el déficit de agua producido en El Ballestar durante los meses de verano que, como hemos visto, es de 0'4 l/s.

La medida propuesta podría completarse más tarde, si se considera necesario, con la captación de los caudales producidos en un manantial localizado a unos 300 metros hacia el Oeste de El Ballestar núcleo urbano (Fuente de los Lavaderos), cuya

aportación mínima estimada es de 0'2 l/s. (en Agosto de 1.988, año especialmente lluvioso, se pudieron medir 0'8 l/s.). El inconveniente que presenta esta medida es la cercanía a la que se encuentra la fuente del punto de vertido de residuos de la población, que sería necesario llevarlo a un lugar alejado de la misma, para evitar su posible contaminación.

## 2.- Propuesta de realización de una perforación

Contemplado el problema desde este punto de vista, se exponen dos alternativas:

### ALTERNATIVA A

Sondeo en el Barranco del Pregó.

#### Situación:

#### Coordenadas Lambert:

X : 925.400

Y : 682.050

Cota topográfica: 720 m.s.n.m.

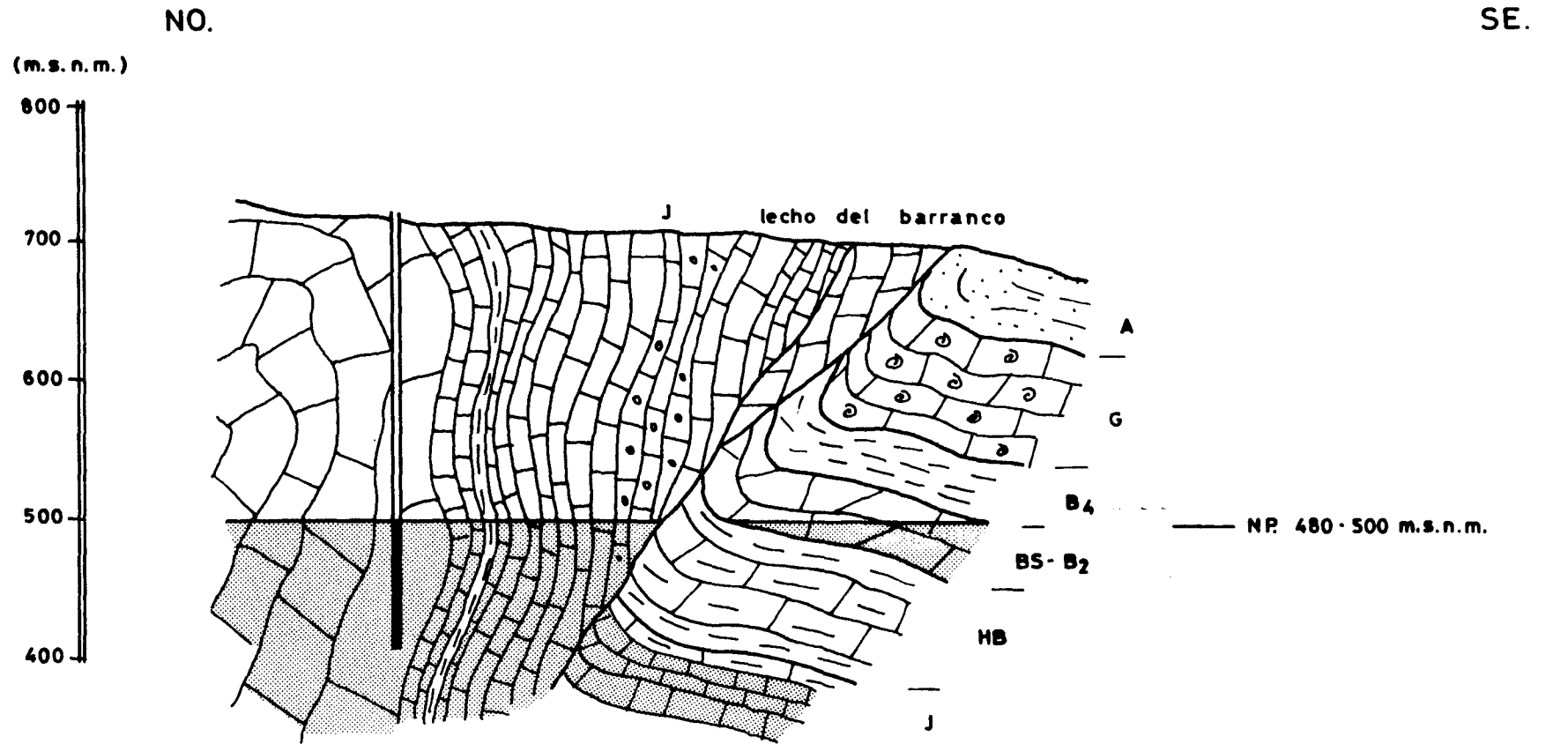
Distancia a la red de abastecimiento.: 2.000 metros

#### Accesos:

Aceptables. Junto al puente que cruza el barranco sale un camino que asciende por el cauce.

Profundidad: 320 metros.

ESQUEMA SONDEO PROPUESTO EN EL BARRANCO DEL PREGO - ALTERNATIVA -A-



0 100 200 m.

- A: ALBIENSE
- G: GARGASIENSE
- B<sub>4</sub>: BEDOULIENSE SUPERIOR
- BS-B<sub>2</sub>: BARR. SUP. - BEDOUL. INF.
- HB: HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE
- J: JURASICO

Caudal esperado:

Nivel piezométrico: A 220-250 metros (500-470  
m.s.n.m.)

Método de perforación: Preferiblemente a percusión

Columna litológica prevista:

\* 0 - 320 m. Calizas y dolomías con ocasionales  
pasadas de margas.

Calidad del agua:

Buena. De facies bicarbonatada cálcica.  
Residuo seco entre 250-500mg/l.

Objetivos y consideraciones:

Se trata de captar el acuífero Jurásico. Es posible que se obtengan buenos resultados antes de llegar a la cota prevista. Se recomienda, no obstante penetrar al menos 60 metros bajo el nivel saturado.

**ALTERNATIVA B**

Sondeo al Noroeste de El Ballestar

Situación

Coordenadas Lambert:

X : 926.650

Y : 680.900

Z : 670 m.s.n.m.

Distancia a la red de abastecimiento: 250 metros. (Al manantial de abastecimiento urbano).

Accesos

Buenos. Continuando el camino que accede al manantial del abastecimiento, desde la carretera.

Profundidad

300 metros. Dependiendo de los resultados podría ser de 260 metros.

Nivel piezométrico: A 160-180 metros (480-500 m.s.n.m.)

Caudal esperado: Mayor de 4 l/s.

Método de perforación

Podría hacerse directamente a percusión aunque debería considerarse la posibilidad de realizar un sondeo previo de investigación.

Columna litológica prevista:

\* 0 - 80 m. Areniscas, arcillas y margas grises y pardas con ocasionales capas carbonatadas. Niveles carbonosos y ferruginosos. Albiense.

\* 80 - 150 m. Calizas con Toucasias y orbitolinas. Algo dolomitizadas. Gargasiense.

\* 150 - 190 m. Margas grisáceas con ocasionales bancos carbonatados. Bedouliense Superior.

\* .190 - 240 m. Calizas esparíticas y bioclásticas, a veces dolomitizadas. Bedouliense Inferior y Barremiense Superior.

\* .240 - 260 (300) m. Calizas con intercalaciones margosas blanco-amarillentas, que disminuyen hacia la base. Hauteriviense-Barremiense.

Calidad del agua:

Buena. De facies bicarbonatada cálcica. Residuo seco entre 200 y 400 mg./l.

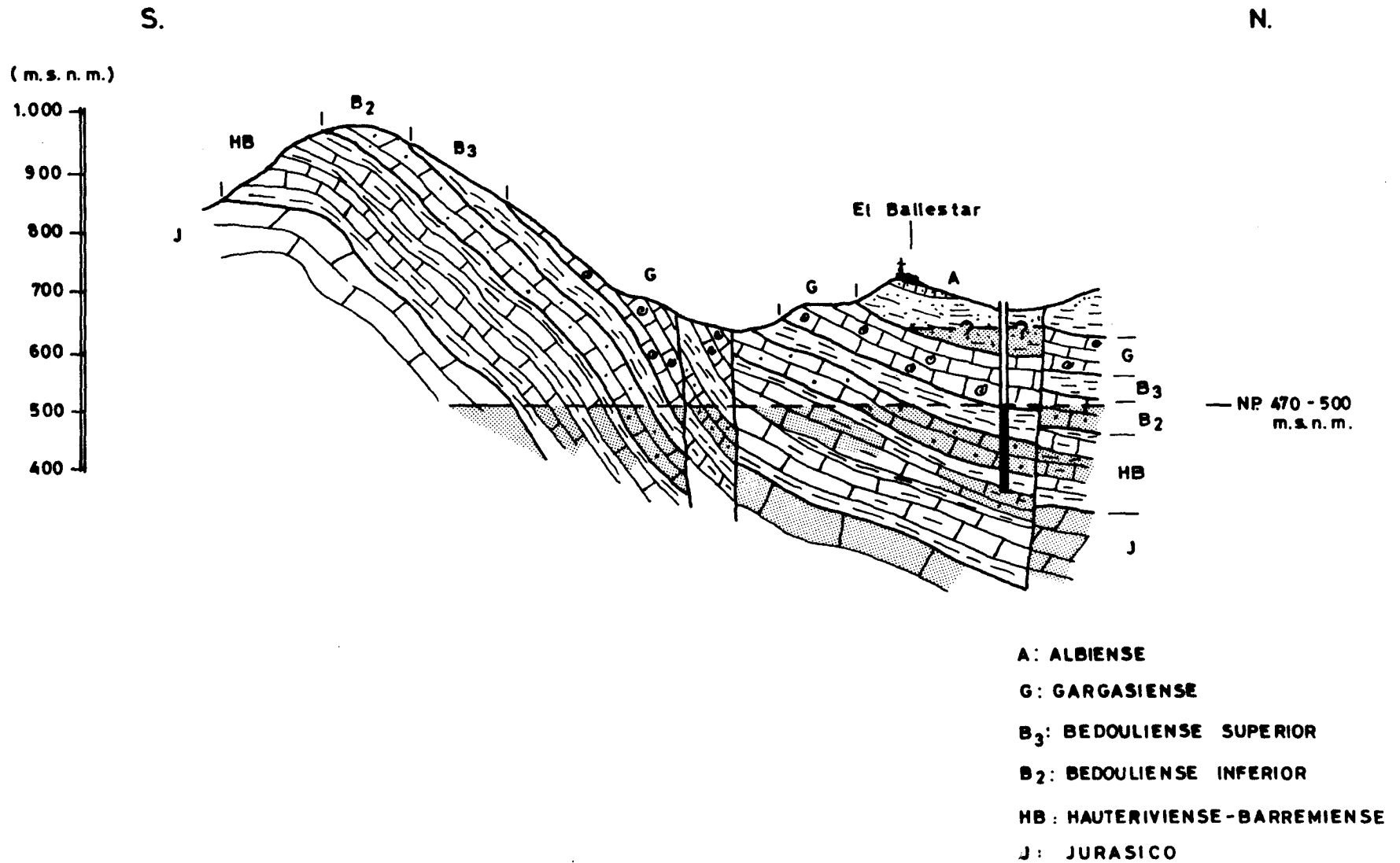
Objetivos y consideraciones

El objetivo principal de la perforación es captar el acuífero del Bedouliense Inferior; al mismo tiempo se pretende ver si el acuífero Gargasiense se encuentra mojado, de ser así y si los caudales fuesen buenos, se daría por concluida la obra.

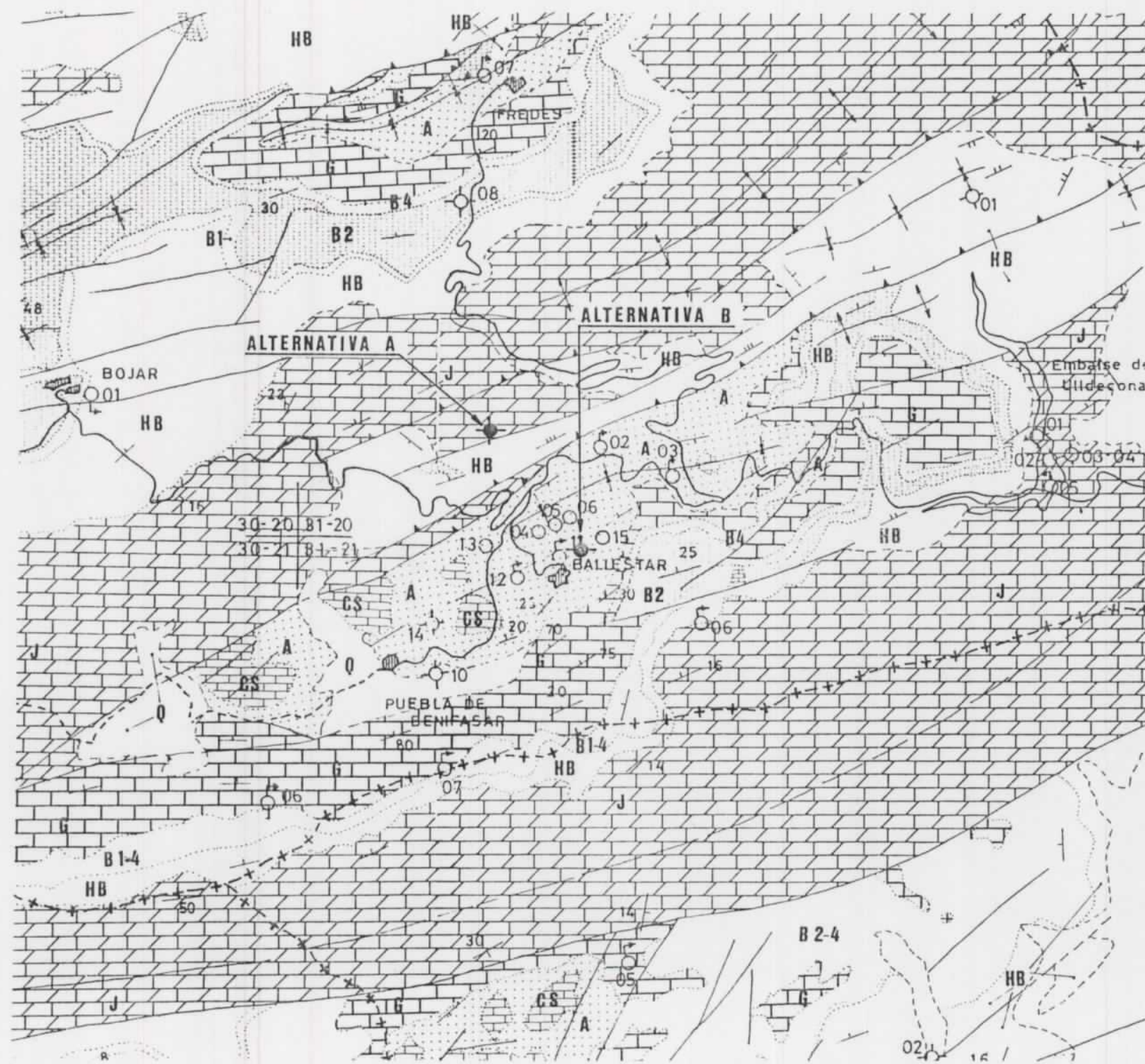
También en la formación del Albiense, a la que corresponden los primeros 80 metros, pueden encontrarse algunos niveles arenosos productivos que, aunque de posibilidades muy reducidas, podrían ser suficientes para abastecer a la localidad. En este caso la perforación debería darse por terminada antes de llegar a la formación del Gargasiense. Para captar dichos niveles sería conveniente dotar al pozo de un macizo filtrante adecuado que impida los arrastres de arena que posiblemente se producirían, ya que es un hecho frecuente en esta formación.



**ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO EL BALLESTAR - ALTERNATIVA -B-**

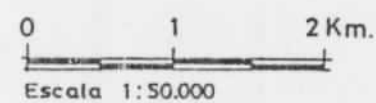






CUATERNARIO		Q	Conglomerados, Areniscas, Margas
TERCIARIO		OM <sub>2</sub>	Margas y Calizas
		OM <sub>1</sub>	Conglomerados, Areniscas, Margas
CRETACICO			
	CS	SUPERIOR	Calizas con intercalaciones margosas y areniscosas
	A		Arenas y Areniscas
	G		Calizas
	B4 B3 B2 B1	INFERIOR	Margas y Margocalizas Calizas Calizas y Margas Margas y Areniscas
	BS		Calizas
	HB		Alternancia de Calizas y Margas
JURASICO		J	Calizas, Dolomías y Calizas dolomitizadas
		.....	Contacto concordante
		-----	Contacto discordante
		———	Falla
		———	Falla normal
		———	Falla inversa
		↑↑↑	Anticlinal
		↓↓↓	Sinclinal
		———	Dirección y buzamiento
		○	Sondeo
		○	Pozo
		○	Manantial
		◆	Alternativa(s) propuesta(s)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO  
A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO



MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS  
ALREDEDORES DE EL BALLESTAR

### 6.11.5. EVALUACION DE LAS PROPUESTAS

El abastecimiento a la localidad de El Ballestar viene condicionado por dos hechos: la reducida población a abastecer y la relativa profundidad a la que se encuentra el nivel saturado. Estas circunstancias implican un importante condicionamiento económico del problema a resolver.

La propuesta de realización de una conducción desde La Fuebla de Benifasar se revela como la más económica; que si bien no sería capaz de cubrir totalmente las necesidades futuras, si es suficiente para las necesidades actuales. La medida podría complementarse con la captación del manantial localizado al Oeste del pueblo, teniendo en cuenta las consideraciones hechas para este caso.

Respecto a la propuesta de realización de una perforación, es claro que económicamente es más gravosa, tanto en lo que respecta a la ejecución de las obras como al mantenimiento de la explotación (sería necesario elevar el agua desde 160 metros de profundidad, para el caso más favorable, y desde 250 metros para el más desfavorable). Dentro de esta propuesta se contempla una posibilidad más económica si la formación arcillo-arenosa del Albiense, atravesada en los primeros 80 metros de la alternativa B, aportase caudales de interés suficientes para cubrir el déficit existente. En este caso el nivel piezométrico se situaría a unas escasas decenas de metros de la superficie, los caudales, en contrapartida, serían pequeños.

### 6.12. CERVERA DEL MAESTRE

#### 6.12.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La localidad de Cervera del Maestre se encuentra al Sureste del tercio Norte de la provincia de Castellón de

la Plana, y al Norte de la Sierra de Valdanca Oriental, a una cota sobre el nivel del mar de 316 metros (vértice geodésico). Su término municipal se extiende sobre una superficie aproximada de 94 km<sup>2</sup>.

#### 6.12.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

En la actualidad, el abastecimiento a Cervera del Maestre se realiza a partir de los puntos:

- La Fuente de "La Caramela", a unos 1.800 metros al norte del pueblo, que suministra un máximo de 1 l/s., siendo su caudal medio de 0'5 l/s.
- Un sondeo de 220 metros de profundidad, que data del año 1.981, situado junto a la Rambla Cervera, y cuyo caudal mínimo es de 1'6 l/s.

Estos dos puntos acuíferos son capaces, por sí mismos, de cubrir las necesidades de Cervera del Maestre durante el invierno, cuando el manantial aporta su máximo caudal. Sin embargo, durante el verano es necesario recurrir al transporte de agua mediante camiones cuba desde Cálíg.

Interesa señalar aquí, que existe un pozo de excavación de 5 metros de profundidad y no menos de 3 metros de diámetro, propiedad del Ayuntamiento, situado en la Rambla de Cervera, que no se utiliza en la actualidad. Además de un manantial (Font de la Roca) que se encuentra próximo al paraje de Terra Fort, conectado a la red de abastecimiento, y cuyas aguas no bajan por la conducción debido a un problema de atranque o fugas.

El funcionamiento del sistema de abastecimiento es el siguiente:

Desde el manantial Font de la Roca, el agua se conduce mediante tubería de fibrocemento de 10 cm. de diámetro y 2 km. de longitud hasta la Font de la Caramela, aunque, como ya se ha indicado, el agua no llega hasta este punto. Desde aquí, a través de tubería de fibrocemento de 10 cm. de diámetro y 4 km. de longitud, el agua se conduce hasta el pueblo, donde se recoge en un depósito de 3.500 m<sup>3</sup> de capacidad que está directamente conectado con el depósito de distribución, de 143 m<sup>3</sup> de capacidad. Por otra parte, el agua bombeada en el sondeo, se recoge en un depósito de 120 m<sup>3</sup> de capacidad, desde donde se conduce mediante tubería de fibrocemento de 10 cm. de diámetro y 500 metros de longitud hasta el depósito de 3.500 m<sup>3</sup>.

#### 6.12.3. DEMANDA URBANA

Según el último censo de 1.986, Cervera del Maestre cuenta con 863 habitantes de derecho, aumentando la población en periodo estival hasta 1.700, y manteniéndose esta cifra punta durante 30 días al año.

La dotación que se establece en el Pleno de la Diputación de Castellón de la Plana del día 26 de Enero de 1.988 para una población de las características de la de Cervera, es de 150 litros por habitante y día. Según esto, la demanda de agua para el abastecimiento de la población sería de 255 m<sup>3</sup>/d. durante los 30 días de verano y de 130 m<sup>3</sup>/d. el resto del año, por lo que, suponiendo un bombeo de 16 horas diarias, el caudal necesario sería de 4'4 l/s. en verano, y 2'2 l/s. el resto del año.

La evolución demográfica en Cervera del Maestre es regresiva, con una tasa media de descenso de 22 habitantes por año entre 1.977 y 1.981 y de 10 habitantes por año entre 1.981 y 1.986. En la actualidad, parece estar estabilizada.

Suponiendo que la dotación se incrementa a 250 litros por habitante y día, debido al aumento del nivel de vida, y que se mantienen estacionarias la población actual y su incremento estival, el caudal de agua necesario para el abastecimiento urbano en un horizonte a 25 años, sería de 7'3 l/s. durante los 30 días de verano y de 3'7 l/s. el resto del año, considerando un bombeo de 16 horas al día.

A continuación se muestra un resumen de las demandas de agua actuales y futuras.

		ACTUAL	HORIZONTE A 25 AÑOS
Demanda urbana (m <sup>3</sup> /d)	Verano	255	425
	Resto año	130	216
Caudal bombeo 16 h/d (l/s)	Verano	4'4	7'3
	Resto año	2'2	3'7

Teniendo en cuenta los caudales disponibles y demandados, el déficit puntual máximo que se produce, coincidente con el período vacacional, se estima en unos 2'6 l/s. de caudal continuo.

#### 6.12.4. SOLUCION PROPUESTA Y VALORACION

Se propone la realización de un sondeo que intente explotar los niveles superiores del tramo Hauteriviense-Barrremiense. Los niveles inferiores ya fueron investigados por el IRYDA en un sondeo de 330 mts. realizado en la partida "El Bancalas" en 1.981, con resultado negativo.

Las características del sondeo propuesto son las siguientes:

Situación

Coordenadas Lambert:

X : 936.360

Y : 657.050

Z : 180 m.s.n.m.

Acceso

El sondeo se sitúa junto al camino que partiendo de Cervera del Maestre discurre hacia el Este, a unos 50 metros de la Rambla.

Profundidad: 260 metros aproximadamente.

Nivel piezométrico: 110 m.s.n.m.

Caudal esperado: 2 l/s. mínimo

Método de perforación: Percusión.

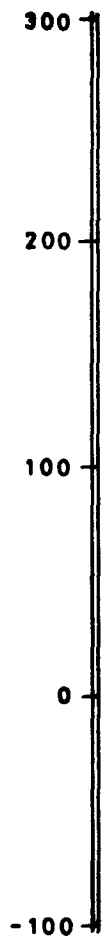
Columna litológica prevista

- \* 0 - 10 m. Margas y margocalizas Bedouliense.
- \* 10 - 60 m. Calizas
- \* 60 - 80 m. Margas.
- \* 80 - 230 m. Calizas y calizas arcillosas.
- \* 230 - 250 m. Calizas arcillosas con intercalaciones margosas.
- \* 250 - 260 m. Margas.



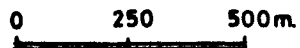
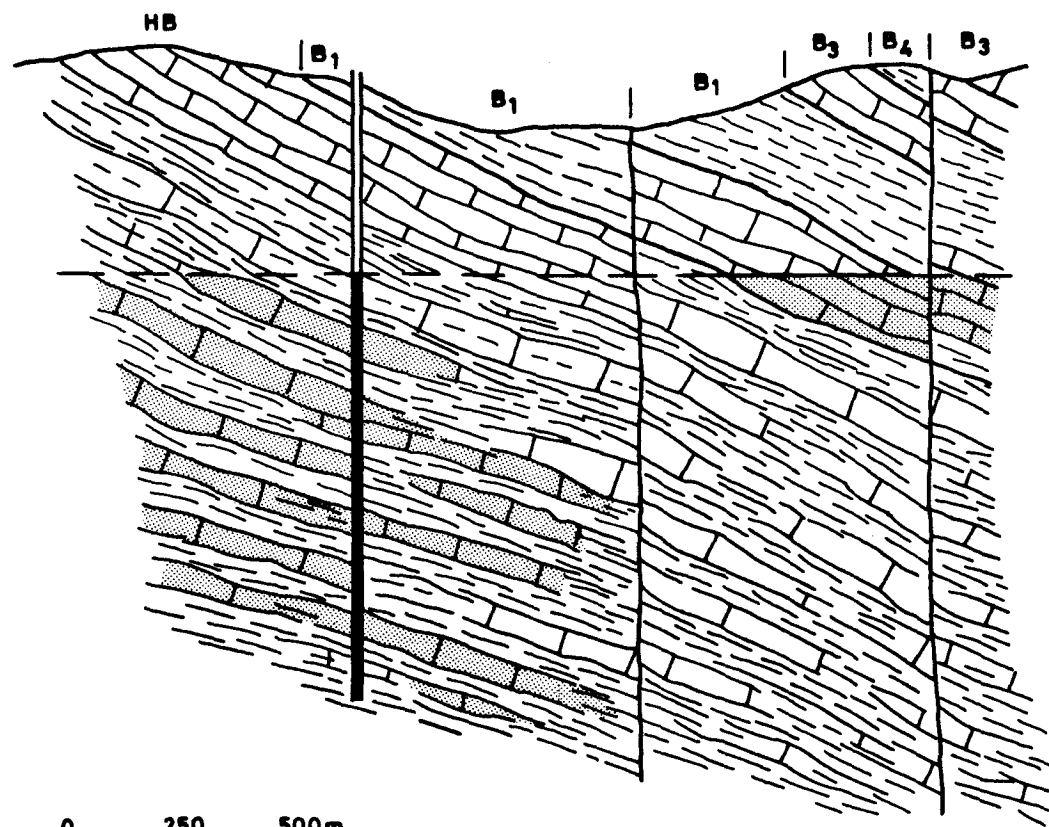
ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO CERVERA DEL MAESTRE

(m.s.n.m.)



S.

N.



B<sub>4</sub>: BEDOULIENSE SUPERIOR

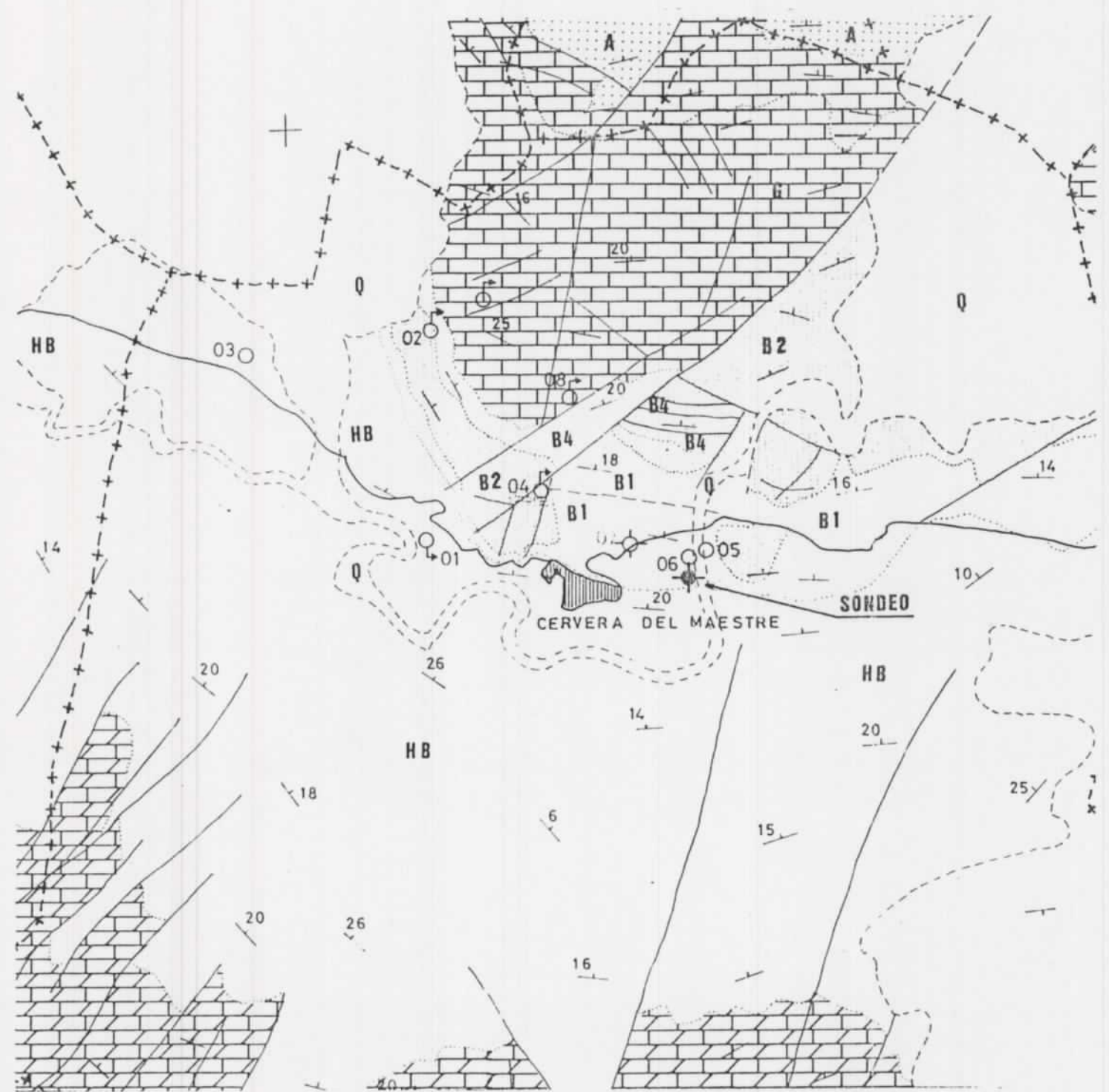
B<sub>3</sub> }  
B<sub>1</sub> } BEDOULIENSE INFERIOR

HB: HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE

# ABASTECIMIENTO A CERVERA DEL MAESTRE

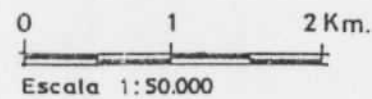


▲ SONDEO PROPUESTO



CUATERNARIO				
	Q			Conglomerados, Areniscas, Margas
TERCIARIO				
	OM <sub>2</sub>			Margas y Calizas
	OM <sub>1</sub>			Conglomerados, Areniscas, Margas
CRETACICO				
	CS	SUPERIOR		Calizas con intercalaciones margosas y areniscosas
	A			Arenas y Areniscas
	G			Calizas
	B <sub>4</sub>	INFERIOR		Margas y Margocalizas
	B <sub>3</sub>			Calizas
	B <sub>2</sub>			Calizas y Margas
	B <sub>1</sub>			Margas y Areniscas
	B <sub>1-4</sub>			
	BS			Calizas
	HB			Alternancia de Calizas y Margas
JURASICO				
	J			Calizas, Dolomías y Calizas dolomitizadas
				Contacto concordante
				Contacto discordante
				Falla
				Falla normal
				Falla inversa
				Anticlinal
				Sinclinal
				Dirección y buzamiento
				Sondeo
				Pozo
				Manantial
				Alternativa(s) propuesta(s)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO  
A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO



MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS  
ALREDEDORES DE CERVERA DEL MAESTRE



INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA

Calidad del agua:

Buena. De facies bicarbonatada cálcico. Residuo seco entre 200 y 500 mgr/l.

Este sondeo, al igual que el ya existente, intentará captar niveles permeables saturadas dentro de la serie Hauteriviense-Barremiense.

El buzamiento general de la serie es hacia el Norte, de forma que, en esa dirección, los niveles permeables se encontrarán a mayor profundidad y probablemente saturados.

No obstante, la existencia de fallas, que pueden ser una importante vía de drenaje de estos niveles, aconseja que se busque una posición para el sondeo razonablemente distanciada de estos accidentes tectónicos.

Por otra parte, resulta necesario efectuar una revisión meticulosa, o sustitución, de la red de conducción existente entre la Font de la Roca y la Font de la Caramela, con una longitud aproximada de 2 km., con objeto de que se restablezca el aprovechamiento de la citada fuente.

### 6.13. CHERT

#### 6.13.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La población de Chert se encuentra situada en la parte central del tercio Norte de la provincia de Castellón, a una altitud de 486 metros sobre el nivel del mar. Su término municipal se extiende sobre una superficie de 82'5 km<sup>2</sup>.

### 6.13.2. SITUACION ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

El suministro de agua potable a la localidad se efectúa a partir de dos sondeos situados en el Barranco del Moliná y realizados por la Diputación Provincial de Castellón, cuyo caudal conjunto es estimado en un máximo de 3'5 - 4 l/s. en invierno y un mínimo de 2'5 l/s. durante la temporada estival.

Las características de dichos sondeos se detallan a continuación:

#### **Sondeo antiguo del Barranco de Moliná:**

Localizado a una cota aproximada de 500 m.s.n.m. se encuentra perforado en las calizas con Orbitolinas del Bedouliense Inferior con una profundidad total de 35 metros. Está entubado con tubería de 350 mm. de diámetro y dispone de una bomba de 10 CV emplazada a 32 metros de la superficie. El caudal que se obtiene del pozo se estima está entre 1 y 1'8 l/s.

#### **Sondeo Nuevo de Barranco del Moliná:**

Está localizado por encima del sondeo anterior (520 m.s.n.m. aproximadamente) y a unos 150 metros de distancia. Fue realizado a percusión con una profundidad de 85 metros y atraviesa totalmente la formación carbonatada del Bedouliense Inferior, ya que, según la información recogida, en los últimos metros se cortaron terrenos "pizarrosos". Parece ser que inicialmente el sondeo se realizó a rotación, alcanzando los 120 metros de profundidad, más tarde se perforó a percusión, con un diámetro mayor, hasta los 85 metros.

El pozo se encuentra entubado con tubería de 300 mm. de diámetro y está equipado con una bomba de 20 CV, situada a 82 metros de la superficie. Los caudales extraídos se estima que oscilan entre los 1'5 l/s. del verano, y los 2 l/s. en el invierno.

El agua a partir de los puntos de extracción es llevada mediante tubería de PVC de 90 y 110 mm. de diámetro, para el sondeo antiguo y nuevo respectivamente, hasta un depósito con una capacidad de 325 m<sup>3</sup>, situado en el mismo Barranco del Moliná y próximo a los pozos. Desde aquí y mediante tubería de fibrocemento de 125 mm. es conducida hasta el núcleo urbano con un recorrido total aproximado de 4 kilómetros. No existen datos exactos respecto a la magnitud de fugas en las instalaciones de abastecimiento, pero dado su largo recorrido y su estado (se observaron fugas cerca del depósito), éstas deben de tener cierta importancia.

La capacidad de almacenamiento total del municipio es de 325 m<sup>3</sup>, volumen correspondiente al depósito del Barranco del Moliná.

### 6.13.3. DEMANDA URBANA

La localidad cuenta, según el censo de 1.987, con 1.025 habitantes de hecho, que se elevan a una cifra máxima, durante el verano, entorno a los 2.220.

La dotación que establece la Diputación Provincial de Castellón para núcleos urbanos con número de habitantes semejante al de Chert es de 150 litros por habitante y día (1/hab./día). Según esto la demanda actual estimada para dicha población se establece en 333 m<sup>3</sup>/día, durante el período vacacional, y en 153'8 m<sup>3</sup>/día para el resto del año, lo que representa unos caudales de extracción de 5'7 l/s. y

2'6 l/s. respectivamente, suponiendo un bombeo de 16 horas diarias.

La evolución demográfica de Chert es claramente regresiva, con una tasa media de descenso de 4 a 18 habitantes por año. A pesar de ésta tendencia, la demanda urbana de agua para dentro de 25 años va a ser estimada con una población equivalente a la actual y una dotación de 250 l/s. En dichas condiciones el caudal necesario, en esa fecha, será de 9'6 l/s. en verano y de 4'5 l/s. para el resto del año, con el mismo número de horas diarias de bombeo que en el caso anterior.

En el cuadro siguiente se muestra un resumen de las demandas actuales y futuras.

		ACTUAL	HORIZONTE 25 AÑOS
Demanda urbana (m <sup>3</sup> /d)	Verano	333	555
	Resto año	153'8	256
Caudal bombeo 16 h/d (l/s.)	Verano	5'7	9'6
	Resto año	2'6	4'5

Como hemos mencionado el caudal disponible es de 3'5 a 4 l/s. que durante la época seca se reduce a solo 2'5 l/s., con lo que, si la demanda durante tal período es de 5'7 l/s., se produce un déficit máximo de 3'2 l/s.

#### 6.13.4. SOLUCIONES PROPUESTAS

Las formaciones geológicas presentes en el entorno de Chert permiten albergar sobradas esperanzas para la obtención de agua subterránea suficiente con que satisfacer sus necesidades actuales y futuras. Para ello se propone

realizar una perforación que presenta tres alternativas diferentes.

#### ALTERNATIVA A

Sondeo del Barranco de la Fuente.

##### Situación

Coordenadas Lambert:

X : 924.500

Y : 665.700

Z : 520 m.s.n.m.

Distancia a la red de abastecimiento: 1.700 metros aproximadamente.

##### Accesos

Buenos. Camino de la ermita de San Marcos

Profundidad: 150 - 230 metros.

Nivel piezométrico: A 30 metros (490 m.s.n.m.)

Caudal esperado: Mayor de 4 litros/segundo.

Método de perforación: Percusión.

Columna prevista:

\* 0 - 130 m. Calizas y calizas margosas con Orbitolinas. Ocasionales pasadas de margas grises. Bedouliense Inferior (acuífero)

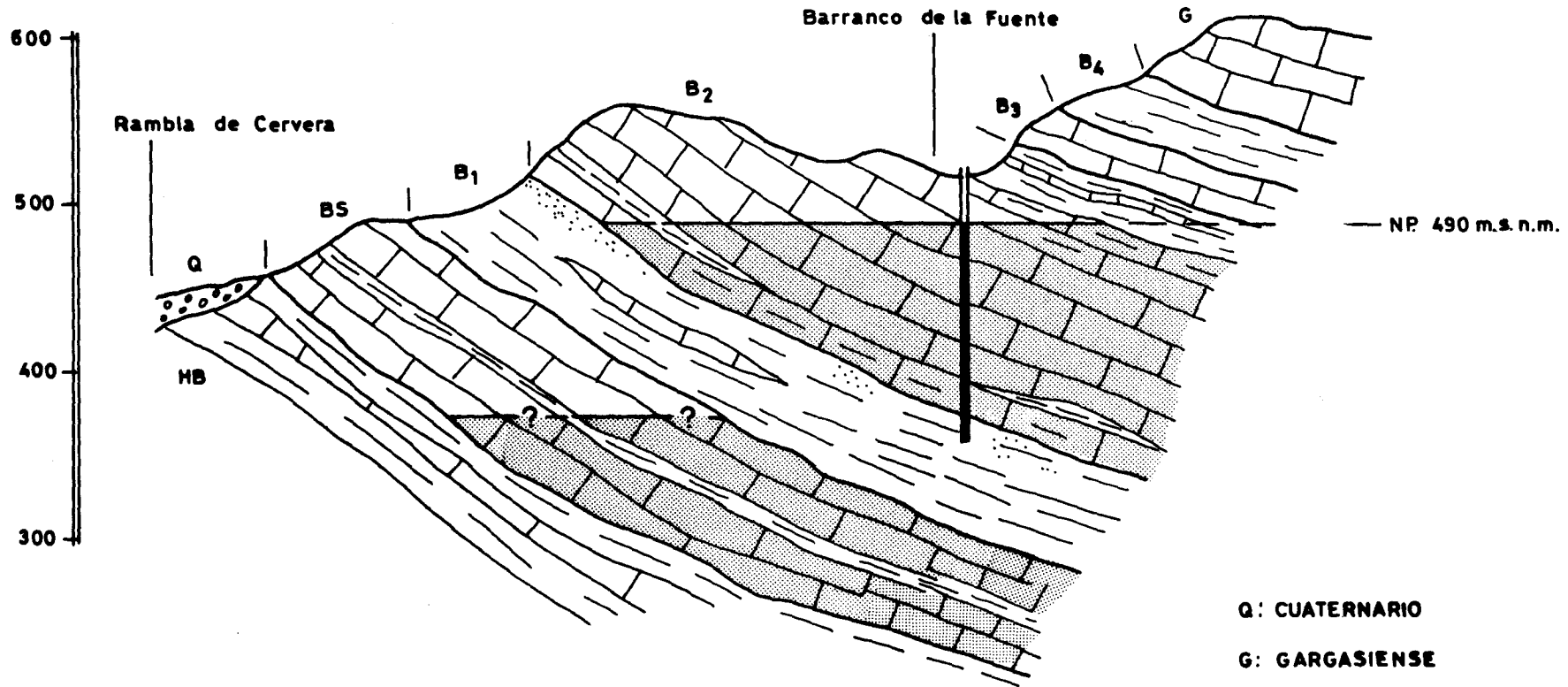


ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO CHERT - ALTERNATIVA A.

S.

N.

(m.s.n.m.)



Q: CUATERNARIO

G: GARGASIENSE

B<sub>4</sub>: BEDOULIENSE SUPERIOR

B<sub>2-3</sub>: BEDOULIENSE INFERIOR Y MEDIO

B<sub>1</sub>: BEDOULIENSE BASAL

BS: BARREMIENSE SUPERIOR

HB: HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE

\* 130 - 150 (190) m. Margas, arcillas grises y rojas. Niveles areniscosos. Bedouliense Basal.

\* (190) - (240) m. Calizas biodetríticas y margas. Barremiense Superior (acuífero).

Calidad del agua:

Buena. De facies bicarbonatada cálcica. Residuo seco en torno a los 300 mgr/l.

Objetivos y consideraciones:

El acuífero del Bedouliense Inferior.

En el caso de no obtenerse buenos caudales se debería continuar la perforación hasta los 240 metros, para investigar la formación acuífera del Barremiense Superior. Esta decisión implica, no obstante, cierto riesgo, por lo que debe de ser sopesada convenientemente a la vista de los resultados obtenidos.

**ALTERNATIVA B**

Sondeo del Barranco del Joncar

Situación

Coordenadas Lambert:

X : 921.350

Y : 665.700

Z : 520 m.s.n.m.

Distancia a la red de abastecimiento: 1.300 - 1.500 metros aproximadamente (Déposito).

Accesos

Aceptables. Por el camino que parte de Anroig y conduce a la Masía del Joncar.

Profundidad: 150 - 250 metros.

Nivel piezométrico: A 20 metros (490 m.s.n.m.)

Caudal esperado: Mayor de 4 l/s.

Método de perforación: Percusión.

Columna litológica prevista:

\* 0 - 130 m. Calizas con Orbitolinas con pasadas ocasionales de margas. Bedouliense Inferior (Acuífero).

\* 130 - 150 (190) m. Margas y arcillas grises y rojas con niveles areniscosos. Bedouliense Basal.

\* (190-240 m.) Calizas bioclásticas y margas .Barremiense Superior (acuífero).

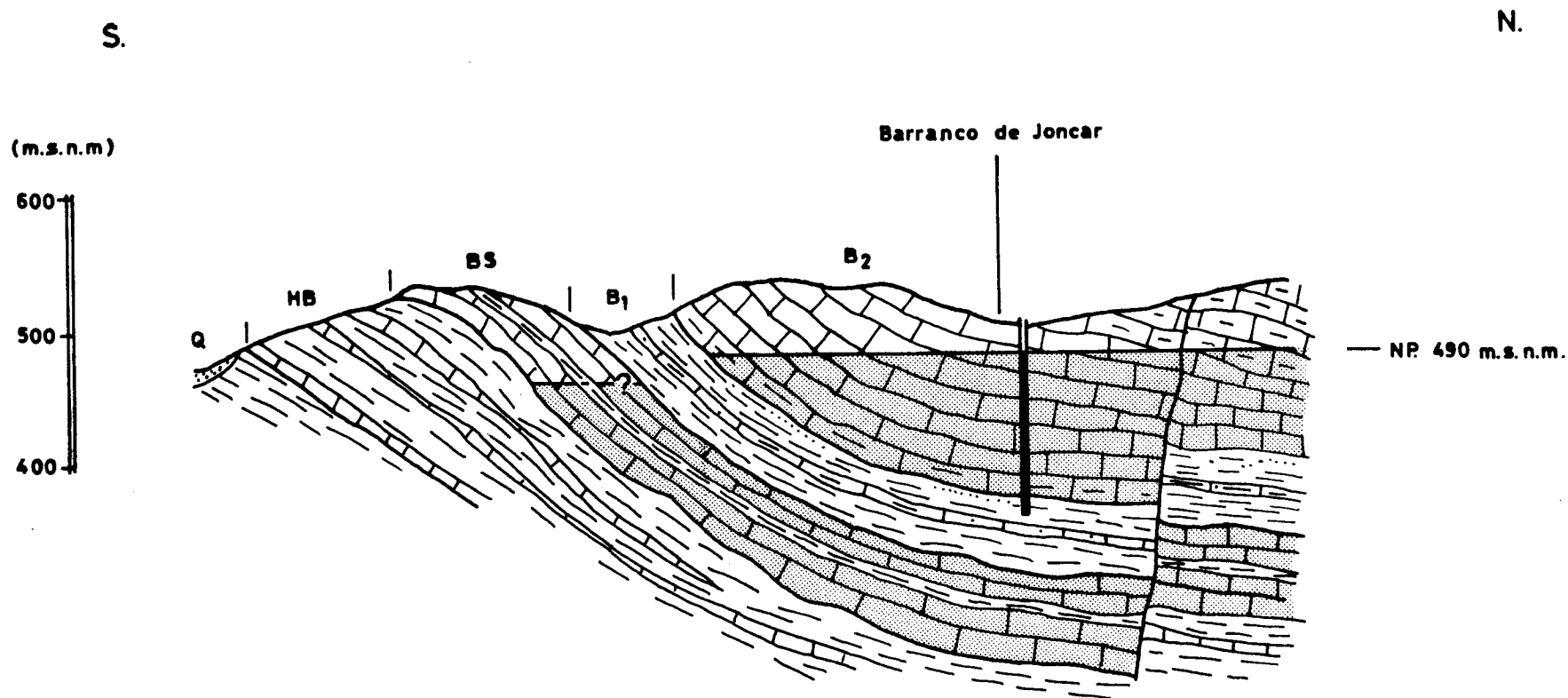
Calidad del agua:

Buena. De características semejantes a las de la alternativa A.

Objetivos y consideraciones:

El acuífero carbonatado del Bedouliense Inferior. Sólo en el caso de que los resultados no fuesen

ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO CHERT — ALTERNATIVA -B-



- Q: CUATERNARIO
- B<sub>2</sub>: BEDOULIENSE INFERIOR
- B<sub>1</sub>: BEDOULIENSE BASAL
- BS: BARREMIENSE SUPERIOR
- HB: HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE

buenos se debería continuar la perforación hasta los 240 metros para investigar la formación del Barremiense Superior. Esta decisión, al igual que en la alternativa A, debe ser evaluada cuidadosamente.

#### ALTERNATIVA C

Sondeo de investigación en el Barranco de La Espadella.

#### Situación

Coordenadas Lambert:

X : 665.100

Y : 919.400

Z : 580 m.s.n.m.

Distancia a la red: 3.000 metros (aprox.) al depósito.

Profundidad: 310 - 350 metros.

Nivel piezométrico: .

Se espera que se sitúe entre los 80 y los 110 metros de profundidad (500 a 470 m.s.n.m.).

Caudal esperado:

De resultar positivo es fácil que supone los 20 l/s.

Tipo de sondeo: Investigación.

Columna litológica prevista:

- \* 0 - 60 m. Alternancias de calizas y margas. Hauteriviense - Barremiense.
- \* 60 - 140 m. Calizas grises a veces con "cailloux noirs". Portlandiense - Valanginiense.
- \* 140 - 210 m. Calizas con intercalaciones de margas. Portlandiense - Valanginiense.
- \* 270 - 310 (350) m. Dolomías y calizas. Kimmeridgense-Portlandiense.

Calidad del agua:

Buena. De facies bicarbonatada cálcico-magnésica. Residuo seco en torno a los 300 mgr/l.

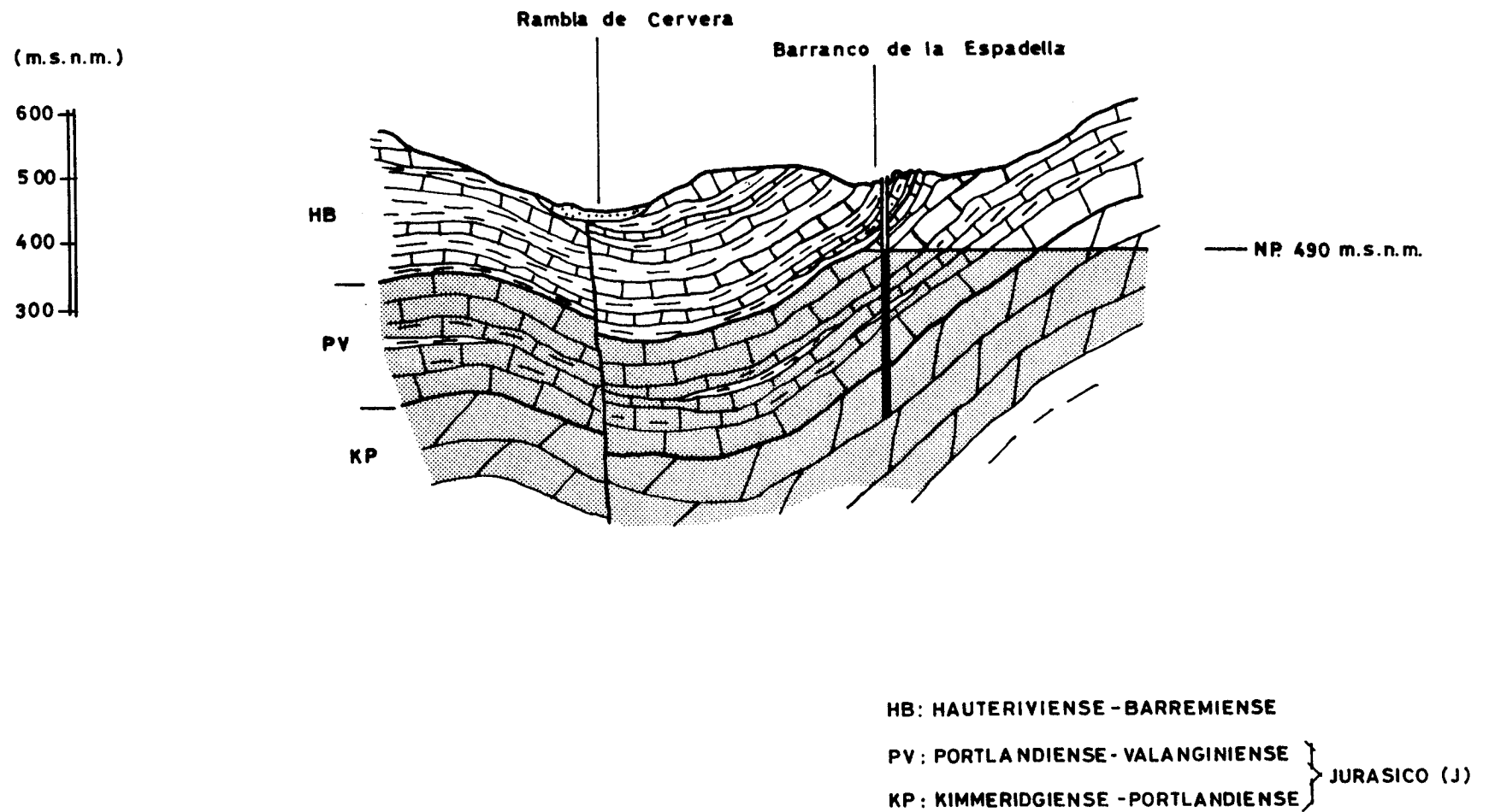
Objetivos y consideraciones

El sondeo que aquí se propone, persigue investigar el acuífero Jurásico en éste área. Se recomienda durante la perforación un control exhaustivo, tanto de la litología como de los niveles de agua que se atraviesan, realizando todos los ensayos y pruebas que se consideren oportunas. De encontrarse el nivel piezométrico más profundo de lo esperado cabe la posibilidad de encontrar algunos otros de cierto interés entre los 140 y los 210 metros, coincidentes con las pasadas margosas que allí se presentan.

ESQUEMA SONDEO PROPUESTO ABASTECIMIENTO CHERT - ALTERNATIVA-C- SONDEO INVESTIGACION

NO.

SE.



### 6.13.5. EVALUCION DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS

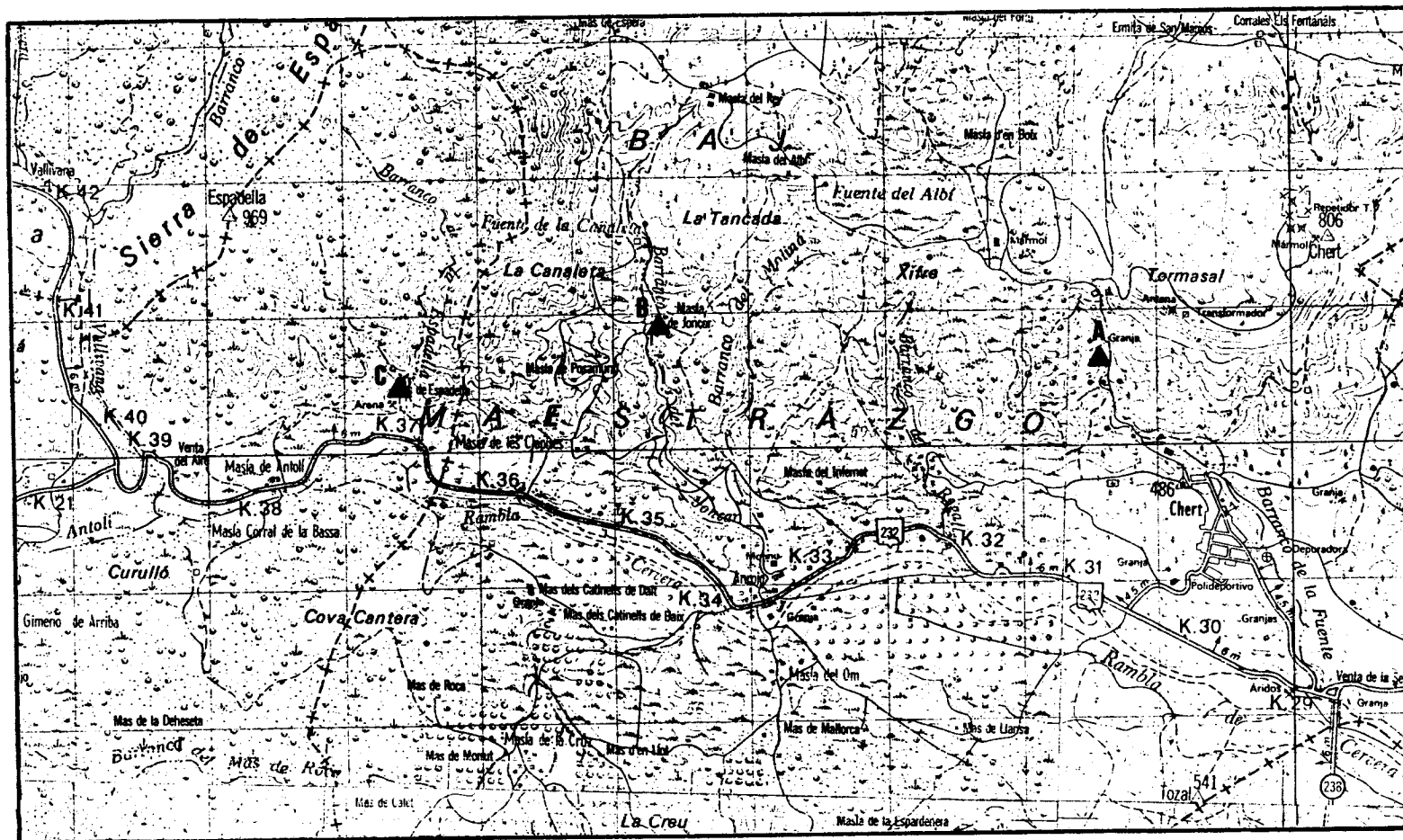
Las alternativas que se proponen se reducen en realidad a las dos primeras (A y B), dejando la tercera como un proyecto de investigación del acuífero Jurásico, de gran interés, ya que, de confirmarse las expectativas, los caudales extraídos serían muy altos, al mismo tiempo que aportaría unos datos muy valiosos respecto a la situación de dicho acuífero, en un área carente de ellos, que podrían repercutir favorablemente en la resolución de los problemas de abastecimiento tanto de Chert como de otras poblaciones del Maestrazgo.

Respecto a las alternativas A y B, tal y como se observa en la descripción de sus características en el apartado anterior, son muy semejantes, aunque se da como más recomendable la alternativa A, que presenta unas mejores expectativas y una mayor proximidad del núcleo urbano. En ellas se trata de captar los materiales carbonatados del Bedouliense Inferior con caudales esperados superiores a 4 l/s. y una profundidad, para ambos, de 150 metros.

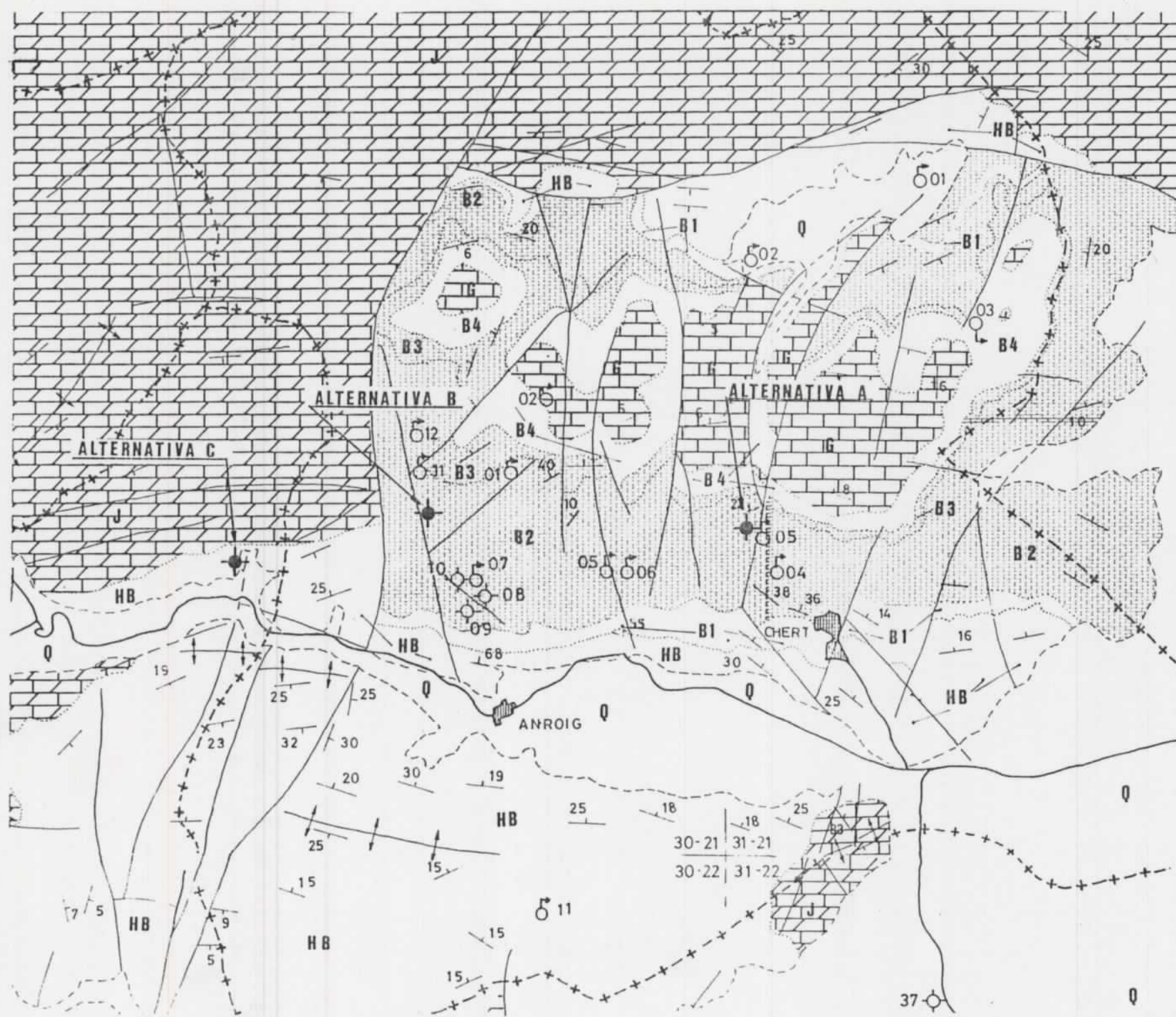
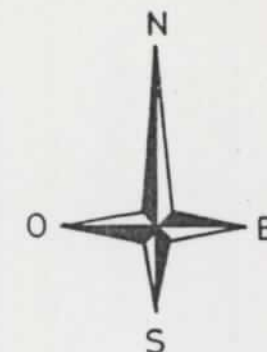
Por otra parte se expone, para el caso de no obtenerse buenos caudales, una propuesta de investigación de la formación del Barremiense Superior, para lo cual habría que descender hasta los 240 metros de profundidad. Al no conocerse el nivel piezométrico de la formación mencionada existe el riesgo de que se encuentre seca, lo que implicaría un evidente riesgo de pérdida de los caudales del acuífero superior.



# ABASTECIMIENTO A CHERT



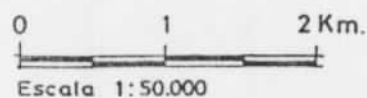
▲ SONDEOS PROPUESTOS



CUATERNARIO	Q	Conglomerados, Areniscas, Margas
TERCIARIO	OM <sub>2</sub>	Margas y Calizas
	OM <sub>1</sub>	Conglomerados, Areniscas, Margas
CRETACICO		
	CS	SUPERIOR Calizas con intercalaciones margosas y areniscosas
	A	Arenas y Areniscas
	G	Calizas
	B <sub>4</sub> B <sub>3</sub> B <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	INFERIOR Margas y Margocalizas Calizas Calizas y Margas Margas y Areniscas
	BS	Calizas
	HB	Alternancia de Calizas y Margas
JURASICO	J	Calizas, Dolomías y Calizas dolomitizadas
	.....	Contacto concordante
	- - - - -	Contacto discordante
	———	Falla
	———	Falla normal
	———	Falla inversa
	———	Anticlinal
	———	Sinclinal
	———	Dirección y buzamiento
	○	Sondeo
	○	Pozo
	○	Manantial
	◆	Alternativa(s) propuesta(s)

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO  
A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO

MAPA HIDROGEOLOGICO DE LOS  
ALREDEDORES DE CHERT



INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA

## 7. RECOMENDACIONES

El propósito fundamental perseguido en el presente estudio es resolver los actuales problemas de abastecimiento que presentan determinados núcleos urbanos del Maestrazgo.

Para ello, y con objeto de alcanzar unos resultados óptimos, ha sido necesario realizar un importante esfuerzo centrado esencialmente en definir y conocer, lo más detalladamente posible, las características geológicas de un amplio sector al Norte de la provincia de Castellón, que ha permitido establecer la base hidrogeológica en dicha región.

Durante la realización del trabajo ha sido puesta de manifiesto la falta de datos e información existente en el área del Maestrazgo, referente a sus aspectos hidrogeológicos (inventario de puntos de agua, niveles piezométricos, características hidrodinámicas de los acuíferos, hidroquímica...). Aunque esta carencia ha sido resuelta en el entorno de las poblaciones cuyo abastecimiento se trata de solucionar, queda una importante labor a realizar que debe continuar con el trabajo aquí iniciado.

En esencia éste debe continuarse, en un futuro inmediato, en dos direcciones:

\* Con respecto a conseguir el éxito en las captaciones propuestas es recomendable y/ó necesario.

1. Que sean llevados a cabo los sondeos propuestos, tanto los estrictamente de abastecimien-

to como los de investigación. Ello suministra una importante información para la resolución de problemas en los núcleos urbanos-aquí considerados, así como en otros localizados en la región.

2. Un estricto control geológico e hidrogeológico de las obras a realizar, indispensable para la plena consecución de los fines perseguidos.

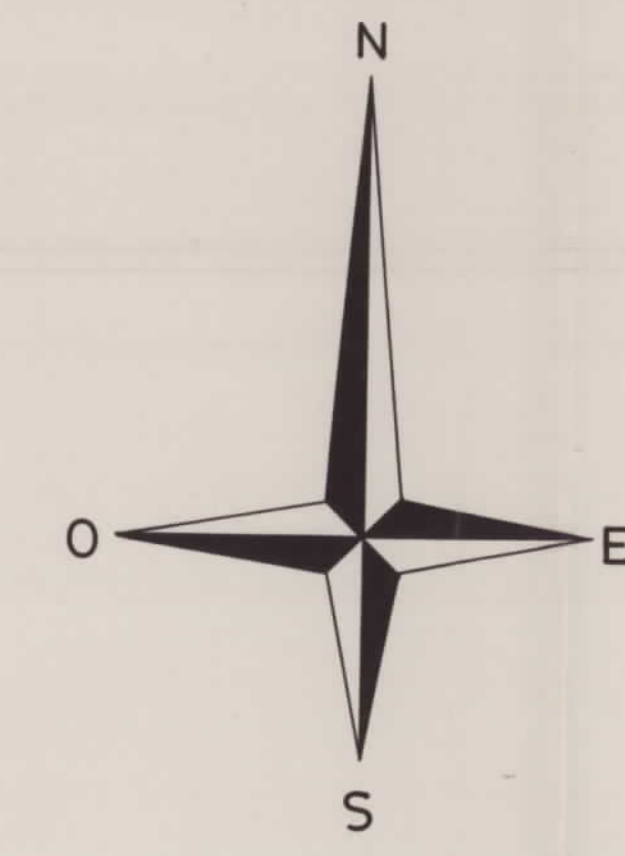
\* Con respecto al conocimiento hidrogeológico de la región, la línea a seguir en trabajos posteriores debe contemplar, entre otros, los siguientes temas:

1. Completar y actualizar el inventario de puntos acuíferos en las áreas donde éste no haya sido llevado a cabo.
2. Definición geométrica de las unidades hidrogeológicas con la cuantificación de sus recursos y reservas en los casos donde ello fuese posible.
3. Profundización en el estudio de la calidad de las aguas subterráneas.

Estos trabajos conllevarán una mejor comprensión del funcionamiento hidrogeológico del Maestrazgo que permitirá afrontar la solución de los problemas relacionados con sus aguas subterráneas, tanto en lo referente a situacion

nes actuales como a la prevención de otras futuras, alcanzando así el grado de conocimiento que podemos denominar como Infraestructura Hidrogeológica Básica.

Por todo ello se propone que estas recomendaciones sean contempladas en el convenio específico a desarrollar en 1989 entre la Excma. Diputación Provincial de Castellón y el Instituto Geológico y Minero de España.



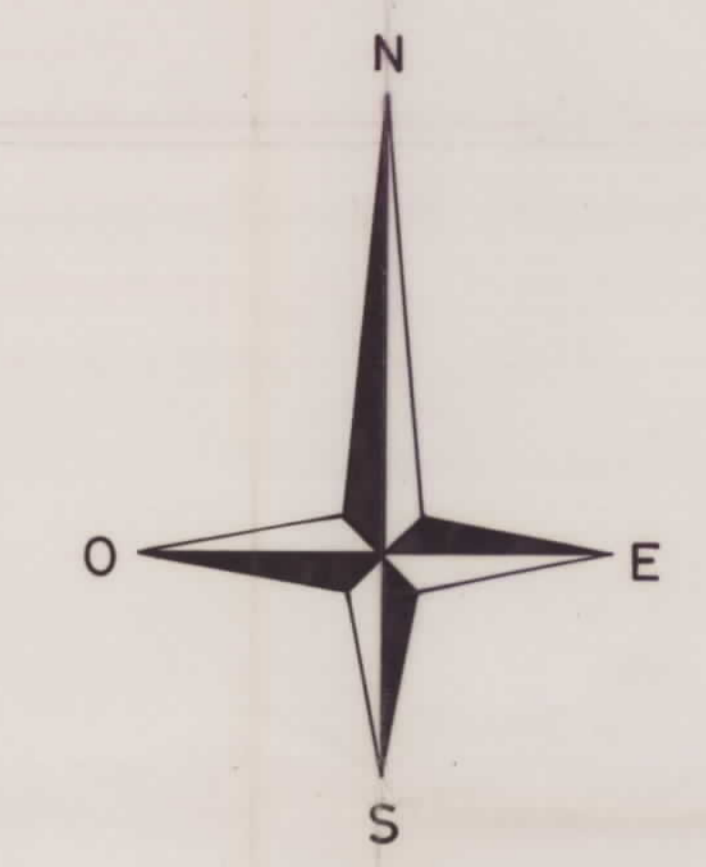
**SIGNOS CONVENCIONALES.**

- CONTACTO NORMAL O CONCORDANTE
- CONTACTO DISCORDANTE
- FALLA
- FALLA SUPUESTA
- FALLA CON INDICACION DE HUNDIMIENTO
- FALLA INVERSA
- FRENTE DE CABALGAMIENTO
- ANTICLINAL
- ANTICLINAL CON SENTIDO DE BUZAMIENTO AXIAL
- SINCLINAL
- SINCLINAL CON SENTIDO DE BUZAMIENTO AXIAL
- ANTICLINAL TUMBADO
- DIRECCION Y CANTIDAD DE BUZAMIENTO
- BUZAMIENTO SUBVERTICAL
- BUZAMIENTO SUBHORIZONTAL
- DIRECCION Y CANTIDAD DE BUZAMIENTO APROXIMADO
- MANANTIALES O FUENTES
- POZO
- SONDEO
- POLJE
- CORTE HIDROGEOLOGICO

**LEYENDA**

PLIO-CUATERNARIO		Q	Q1
MIOCENO		OM2	OM2 - MARGAS Y CALIZAS
OLIGOCENO		OL	OL - CONGLOMERADOS ARENICAS Y MARGAS
SUPERIOR			
SENOBIENSE		CS	CS - CALIZAS Y COLUMNAS
TURONIENSE		TS	TS - MARGAS Y MARGOCALIZAS AL TECHO
CENOMANIENSE			
ALBIENSE		A	A - ARENISCAS Y ARENISCAS
GARGASIENSE		GA	GA - CALIZAS, MARGAS Y MARGOCALIZAS
BARDOLUENSE		B2	B2 - CALIZAS Y MARGAS
BARREMIENSE		B1	B1 - MARGAS Y MARGOCALIZAS
HAUTERVIENSE		HB	HB - MARGAS Y ARENISCAS
VALANGINIENSE		VB	VB - MARGAS Y MARGOCALIZAS
BERRIASIENSE		BB	BB - ALTERNANCIA DE CALIZAS Y MARGAS - NIVELES ARENOSOS
TRIAS JURASICO			
		TK	TK - ARCILLAS Y YESOS

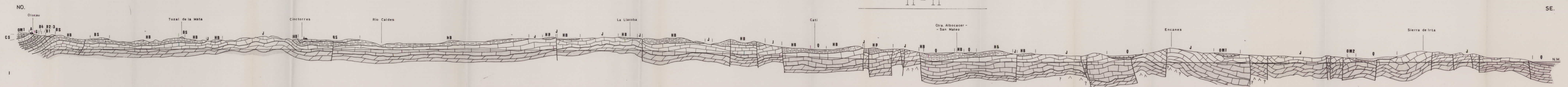
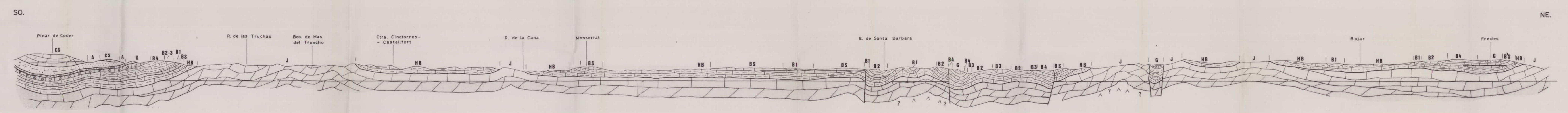
EXCMA. DIPUTACION DE CASTELLON	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO (CASTELLON)	ESCALA 1:50.000
MAPA HIDROGEOLOGICO SECTOR NORTE	Nº DE PLANO 1



- SIGNOS CONVENCIONALES**
- CONTACTO NORMAL O CONDORDANTE
  - CONTACTO DISCORDANTE
  - FALLA
  - FALLA SUPUESTA
  - FALLA CON INDICACION DE HUNDIMIENTO
  - FALLA INVERSA
  - FRENTE DE CASCAMIENTO
  - ANTICLINAL
  - ANTICLINAL CON SENTIDO DE BUZAMIENTO AXIAL
  - SINCLINAL
  - SINCLINAL CON SENTIDO DE BUZAMIENTO AXIAL
  - ANTICLINAL TUMBADO
  - DIRECCION Y CANTIDAD DE BUZAMIENTO
  - BUZAMIENTO SUBVERTICAL
  - BUZAMIENTO SUBHORIZONTAL
  - DIRECCION Y CANTIDAD DE BUZAMIENTO APROXIMADO
  - POZO
  - SONDEO
  - POLJE
  - I --- CORTE HIDROGEOLOGICO

**LEYENDA**

TERCIARIO		CUATERNARIO	
MIOCENO	MI	Q	Q - CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y MARGAS
OLIGOCENO	OL	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub> - MARGAS Y CALIZAS
SENONIENSE	SN	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub> - CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y MARGAS
TURONIENSE	TU	Q <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub> - MARGAS Y CALIZAS
CENOMANIENSE	CM	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub> - MARGAS Y CALIZAS
ALBIENSE	AL	Q <sub>5</sub>	Q <sub>5</sub> - CALIZAS Y BOLOMAS (NIVELES MARGOS AL TERCIO)
GARGASIENSE	GA	Q <sub>6</sub>	Q <sub>6</sub> - ARENAS Y ARENISCAS
APTISIENSE	AP	Q <sub>7</sub>	Q <sub>7</sub> - CALIZAS MARGAS Y MARGAS Y CALIZAS
BEDULIENSE	BD	Q <sub>8</sub>	Q <sub>8</sub> - CALIZAS Y MARGAS
BARRENIENSE	BR	Q <sub>9</sub>	Q <sub>9</sub> - MARGAS Y MARGOCALIZAS
HAUTERVIENSE	HA	Q <sub>10</sub>	Q <sub>10</sub> - CALIZAS
VALANGIENSE	VA	Q <sub>11</sub>	Q <sub>11</sub> - CONGLOMERADOS Y TERCIO
BERRASIENSE	BE	Q <sub>12</sub>	Q <sub>12</sub> - MARGAS Y ARENISCAS
		Q <sub>13</sub>	Q <sub>13</sub> - CALIZAS BIOLASTICAS
		Q <sub>14</sub>	Q <sub>14</sub> - ALTERNANCIA DE CALIZAS Y MARGAS (NIVELES ARENOSOS)
		Q <sub>15</sub>	Q <sub>15</sub> - CALIZAS OOLITICAS Y CALIZAS OOLITICAS
		Q <sub>16</sub>	Q <sub>16</sub> - ARENILLAS Y ESCALAS



EXCMA. DIPUTACION DE CASTELLON	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	ESCALA
ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ABASTECIMIENTO A NUCLEOS URBANOS DEL MAESTRAZGO. (CASTELLON)		1:50.000
MAPA HIDROGEOLOGICO. SECTOR SUR		Nº de PLANO
		2