

Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

**ESTUDIO DE LA UNIDAD  
HIDROGEOLOGICA DE LA SIERRA DE LAS  
AGUJAS (VALENCIA)**

**Tomo I : Memoria y planos**

---



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

31968

SUPER PROYECTO	AGUAS SUBTERRANEAS		Nº	9005
PROYECTO AGREGADO	ASESORAMIENTO A ORGANISMOS DE CUENCA Y COMUNIDADES AUTONOMAS		Nº	335
TITULO PROYECTO:				
ESTUDIO DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE LA SIERRA DE LAS AGUJAS (VALENCIA)				
Nº PLANIFICACION	542 - E	Nº DIVISION AGUAS G.A.		
FECHA EJECUCION	INICIO	OCTUBRE 1990	FINALIZACION	DICIEMBRE 1990

INFORME (Titulo):	
ESTUDIO DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE LA SIERRA DE LAS AGUJAS (VALENCIA)	
CUENCA (S)    HIDROGRAFICA (S)	JUCAR
COMUNIDAD (S)    AUTONOMA (S)	VALENCIA
PROVINCIAS	VALENCIA

## ÍNDICE MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN
  - 1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO
  - 1.2. ACTIVIDADES REALIZADAS
2. MARCO GEOGRÁFICO
3. GEOLOGÍA
  - 3.1. MARCO GEOLÓGICO
  - 3.2. ESTRATIGRAFÍA
  - 3.3. TECTÓNICA
4. ESTUDIO HIDROCLIMÁTICO
  - 4.1. INTRODUCCIÓN
  - 4.2. ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN
    - 4.2.1. Estaciones pluviométricas utilizadas
    - 4.2.2. Período de años considerado y módulos pluviométricos anuales
    - 4.2.3. Tipificación de años secos, medios y húmedos. Evolución interanual de la precipitación
  - 4.3. ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA
  - 4.4. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA
  - 4.5. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL
    - 4.5.1. Introducción
    - 4.5.2. Método de Blaney-Criddle
    - 4.5.3. Método de Thornthwaite
  - 4.6. EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL Y LLUVIA ÚTIL
    - 4.6.1. Introducción
    - 4.6.2. Método del balance de agua en el suelo
    - 4.6.3. Método de Turc y Coutagne
    - 4.6.4. Contraste de los métodos y establecimiento de coeficientes de escorrentía
  - 4.7. VOLÚMENES TOTALES DE PRECIPITACIÓN, LLUVIA ÚTIL E INFILTRACIÓN EN LA SIERRA DE LAS AGUJAS
5. HIDROGEOLOGÍA
  - 5.1. INTRODUCCIÓN
  - 5.2. ANÁLISIS DEL INVENTARIO

- 5.3. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DEL ACUÍFERO
    - 5.3.1. Caracterización hidrogeológica de los materiales
    - 5.3.2. Establecimiento de los límites del subsistema
    - 5.3.3. Diferenciación de subunidades acuíferas
      - 5.3.3.1. Acuífero de Corbera de Alcira
      - 5.3.3.2. Acuífero de Favara
      - 5.3.3.3. Acuífero de Alcira-Tabernes de Valldigna
      - 5.3.3.4. Acuífero de Carcagente-Benifairó
  - 5.4. FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO
    - 5.4.1. Piezometría
      - 5.4.1.1. Red de control piezométrico del ITGE. Análisis de datos históricos
      - 5.4.1.2. Situación piezométrica actual
    - 5.4.2. Relación con cauces superficiales
    - 5.4.3. Relación con unidades contiguas
    - 5.4.4. Modelo conceptual de funcionamiento
      - 5.4.4.1. Acuífero de Corbera de Alcira
      - 5.4.4.2. Acuífero de Favara
      - 5.4.4.3. Acuífero de Alcira-Tabernes de Valldigna
      - 5.4.4.4. Acuífero de Carcagente-Benifairó
  - 5.5. PARÁMETROS HIDRÁULICOS
6. USOS DEL AGUA
- 6.1. INTRODUCCIÓN
  - 6.2. ABASTECIMIENTO URBANO
  - 6.3. USO AGRÍCOLA
  - 6.4. USO INDUSTRIAL
  - 6.5. RESUMEN
7. BALANCE HÍDRICO
- 7.1. ANTECEDENTES
  - 7.2. BALANCE HÍDRICO DEL SUBSISTEMA
    - 7.2.1. Balance hídrico de los acuíferos
8. CALIDAD QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
- 8.1. ANTECEDENTES
  - 8.2. RED DE MUESTREO
  - 8.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS
  - 8.4. CALIDAD PARA ABASTECIMIENTO URBANO
  - 8.5. CALIDAD PARA USO AGRÍCOLA
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 10. NORMAS DE EXPLOTACIÓN

- 10.1. CONSIDERACIONES GENERALES
- 10.2. APLICACIÓN AL SUBSISTEMA DE LA SIERRA DE LAS AGUJAS
  - 10.2.1. Captaciones de escasa importancia y distancia mínima entre captaciones
  - 10.2.2. Zona de protección para uso urbano
  - 10.2.3. Zona de limitaciones específicas
    - 10.2.3.1. Limitaciones de la distancia entre captaciones. Distancia mínima = 200 m
    - 10.2.3.2. Limitaciones de los descensos máximos. Nivel dinámico máximo a -20 m.s.n.m.
  - 10.2.4. Zona condicionada
  - 10.2.5. Zona autorizada
- 10.3. REPRESENTACION GRAFICA DE LA ZONACION

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## BASE DOCUMENTAL UTILIZADA

**FIGURAS**

- 2.1. Localización geográfica
- 3.1. Columna estratigráfica tipo del subsistema de la Sierra de las Agujas
- 4.1. Distribución mensual de las precipitaciones
- 4.2. Isoyetas año seco
- 4.3. Isoyetas año medio
- 4.4. Isoyetas año húmedo
- 4.5. Evolución interanual de las precipitaciones
- 4.6. Distribución mensual de temperaturas
- 4.7. Balance de agua en el suelo según Blaney-Criddle
- 4.8. Balance de agua en el suelo según Thornthwaite
- 5.1. Situación hidrogeológica
- 5.2. Distribución del inventario por octantes
- 5.3. Distribución del inventario por términos municipales
- 5.4. Tipología del inventario
- 5.5. Profundidad de las perforaciones inventariadas
- 5.6. Métodos de perforación empleados
- 5.7. Tipos de equipo de extracción instalados
- 5.8. Capacidad de bombeo de los equipos
- 5.9. Utilización de los puntos de agua
- 5.10. Isopiezas junio 1.982
- 5.11. Isopiezas enero 1.990
- 5.12. Isovariaciones piezométricas junio 1.982 - enero 1.990
- 5.13. Relación precipitación - piezometría punto 2930-3053
- 5.14. Relación precipitación - piezometría punto 2930-7004
- 5.15. Isopiezas febrero 1.991
- 5.16. Funcionamiento hidráulico
- 6.1. Abastecimiento urbano
- 6.2. Uso agrícola
- 6.3. Utilización del agua subterránea
- 8.1. Isoconductividades
- 8.2. Dureza del agua
- 8.3. Diagrama de Piper-Hill-Langelier
- 8.4. Isocontenido en sulfatos
- 8.5. Isocontenido en nitratos

**PLANOS**

1. Plano hidrogeológico
2. Inventario de puntos de agua del proyecto
3. Evolución piezométrica y propuesta de ampliación de la red de control
4. Superficie regada con aguas subterráneas
5. Composición química del agua (Diagramas de Stiff)
6. Especies nitrogenadas
7. Normas de explotación

**ANEJOS**

- 1.1. Columnas estratigráficas de detalle (MAGNA)
- 2.1. Series completas de precipitaciones mensuales
- 2.2. Ajustes de Goodrich para precipitaciones
- 2.3. Cálculo de los años tipo
- 2.4. Temperaturas mensuales medias
- 2.5. Clasificación climática de Thornthwaite
- 2.6. Valores mensuales de la ETP según Blaney-Criddle
- 2.7. Valores mensuales de la ETP según Thornthwaite
- 2.8. Balance mensual de agua en el suelo según Blaney-Criddle
- 2.9. Balance mensual de agua en el suelo según Thornthwaite
- 2.10. Valores anuales de ETR según Turc y Coutagne
- 3.1. Cuadro resumen del inventario de puntos del proyecto
- 3.2. Gráficos de evolución piezométrica de la red del ITGE
- 4.1. Características generales y determinaciones físico-químicas
- 4.2. Análisis químicos
- 4.3. Relaciones iónicas
- 4.4. Clasificación de potabilidad
- 4.5. Índices agrícolas

El "Estudio de la unidad hidrogeológica de la Sierra de las Agujas (Valencia)" ha sido realizado por el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE), habiéndose contado con la asistencia técnica de la empresa ESTUDIOS Y PROYECTOS TÉCNICOS INDUSTRIALES, S.A. (EPTISA).

El equipo técnico de EPTISA que ha colaborado en las distintas actividades llevadas a cabo ha estado compuesto por:

- . Alberto Batlle Gargallo
- . Oscar Blasco Herguedas
- . Dionisio Bueno Bueno
- . Julián Sobrino Fernández

Por parte del ITGE se han desempeñado las siguientes funciones:

- . Dirección del Proyecto: Juan A. López Geta
- . Apoyo técnico, coordinación y supervisión: Bruno J. Ballesteros Navarro  
Enrique Aroca Luján
- . Hidroquímica: Paloma Navarrete Martínez  
Luis Moreno Merino

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

El objeto del presente estudio consiste en la mejora del conocimiento de la unidad hidrogeológica de la Sierra de las Agujas, enclavada en su totalidad dentro de la provincia de Valencia.

La Sierra de las Agujas está definida por el ITGE como el subsistema 50.1.01 del sistema 50.1 -Prebético de Valencia-Alicante-, y ocupa un triángulo cuyos vértices corresponden aproximadamente a las localidades valencianas de Alcira, Tabernes de Valldigna y Játiva. Los materiales constituyentes de la unidad son jurásicos y cretácicos.

Los aspectos hidrogeológicos contemplados en este proyecto han sido los siguientes:

- Establecimiento del modelo conceptual del sistema hídrico.
- Determinación del esquema de circulación del agua subterránea de la unidad, con establecimiento de sectores de funcionamiento diferenciado y estudio de las relaciones con las unidades hidrogeológicas circundantes, especialmente con el acuífero detrítico de la Plana de Valencia.
- Evaluación de las extracciones y usos del agua.
- Establecimiento del balance hídrico con estimación de los recursos y reservas de la unidad.
- Análisis de las redes de control y vigilancia actuales, y proposiciones de cambio en las mismas para un mejor control y seguimiento del subsistema.
- Estudio hidroquímico de la unidad con especial interés en los aspectos relacionados con la contaminación por nitratos.
- Recomendaciones para la gestión y explotación racional de los recursos hídricos subterráneos de la unidad.

## 1.2. ACTIVIDADES REALIZADAS

Para la consecución de los objetivos reseñados se han realizado las siguientes actividades:

- Recopilación de información, tanto de estudios precedentes relacionados con el área de estudio como de los datos de las redes de control pertenecientes al ITGE.
- Inventario de 243 puntos de agua, de los cuales 215 han correspondido a actualización de datos del inventario existente y los 28 restantes a nuevos puntos inventariados con motivo del proyecto.
- Toma de muestras de agua en 52 puntos del inventario considerados como interesantes y representativos de la hidroquímica de la unidad.
- Estudio hidroclimático específico para el subsistema, con la obtención de los volúmenes hídricos precipitados e infiltrados en el subsistema.
- Cartografía hidrogeológica de la unidad a escala 1:25.000 a partir de la interpretación de la fotografía aérea a escala 1:18.000 y de trabajo de campo.
- Definición del funcionamiento hidráulico de la unidad a partir, fundamentalmente, de la elaboración de mapas de isopiezas para distintos períodos de tiempo.
- Estudio de los usos del agua subterránea en la zona, con cartografía de la superficie regada mediante aguas subterráneas.
- Establecimiento del balance hídrico de la unidad a partir de los datos obtenidos en el estudio hidroclimático y en el de usos.
- Análisis de las muestras de agua y estudio de la calidad de las aguas, actividades éstas que han sido realizadas por el Laboratorio del ITGE.
- Análisis de toda la información hidrogeológica generada con el fin de establecer unas recomendaciones para la gestión y conservación de los recursos hídricos subterráneos.

## 2. MARCO GEOGRÁFICO

El subsistema acuífero de la Sierra de las Agujas se sitúa en la mitad meridional de la provincia de Valencia, próximo a la desembocadura del río Júcar. (Figura 2.1).

Presenta una superficie aproximada de 200 km<sup>2</sup>, que afectan a las comarcas de la Ribera Alta, la Ribera Baja y la Safor.

Está constituido por los montes de Carcagente-Realengo y del Toro, el Valle de Aguas Vivas y las sierras de las Agujas, Caball-Bernat, Corbera y las Cruces, entre las cuales se encuentran los valles de la Casella y la Murta.

El río Júcar bordea el subsistema por los extremos noroccidental y septentrional, mientras que por el meridional y suroccidental lo hacen el Barcheta y el Albaida, siendo el primero afluente del segundo en las proximidades de Manuel. A su vez el Albaida desemboca en el Júcar aguas arriba de Alberique.

La morfología de la zona está constituida por valles cuyas cotas no suelen superar los 100 m.s.n.m. rodeados por sierras muy escarpadas y que alcanzan las cotas máximas en los vértices de Raya (626 m.s.n.m.), Caball (585 m.s.n.m.) y Cruces (540 m.s.n.m.).

Los términos municipales que se encuentran total o parcialmente incluidos dentro del subsistema de la Sierra de las Agujas son los siguientes:

<b>TERMINO MUNICIPAL</b>	<b>SUPERFICIE TOTAL DEL TERMINO (ha)</b>	<b>HABITANTES DE HECHO</b>
Alcira	11.145	39.625
Barcheta	2.862	1.609
Benifairó de Valldigna	2.008	1.620
Carcagente	5.939	20.381
Corbera de Alcira	2.038	3.180
Enova	765	1.198
Favara	931	1.684
Játiva	7.744	24.010
Llauri	1.376	1.498
Manuel	599	2.443
Puebla Larga	1.016	4.326
Rafelguaraf	1.632	2.384
Simat de Valldigna	3.837	3.216
Tabernes de Valldigna	4.890	16.002
<b>TOTAL</b>	<b>46.782</b>	<b>123.176</b>

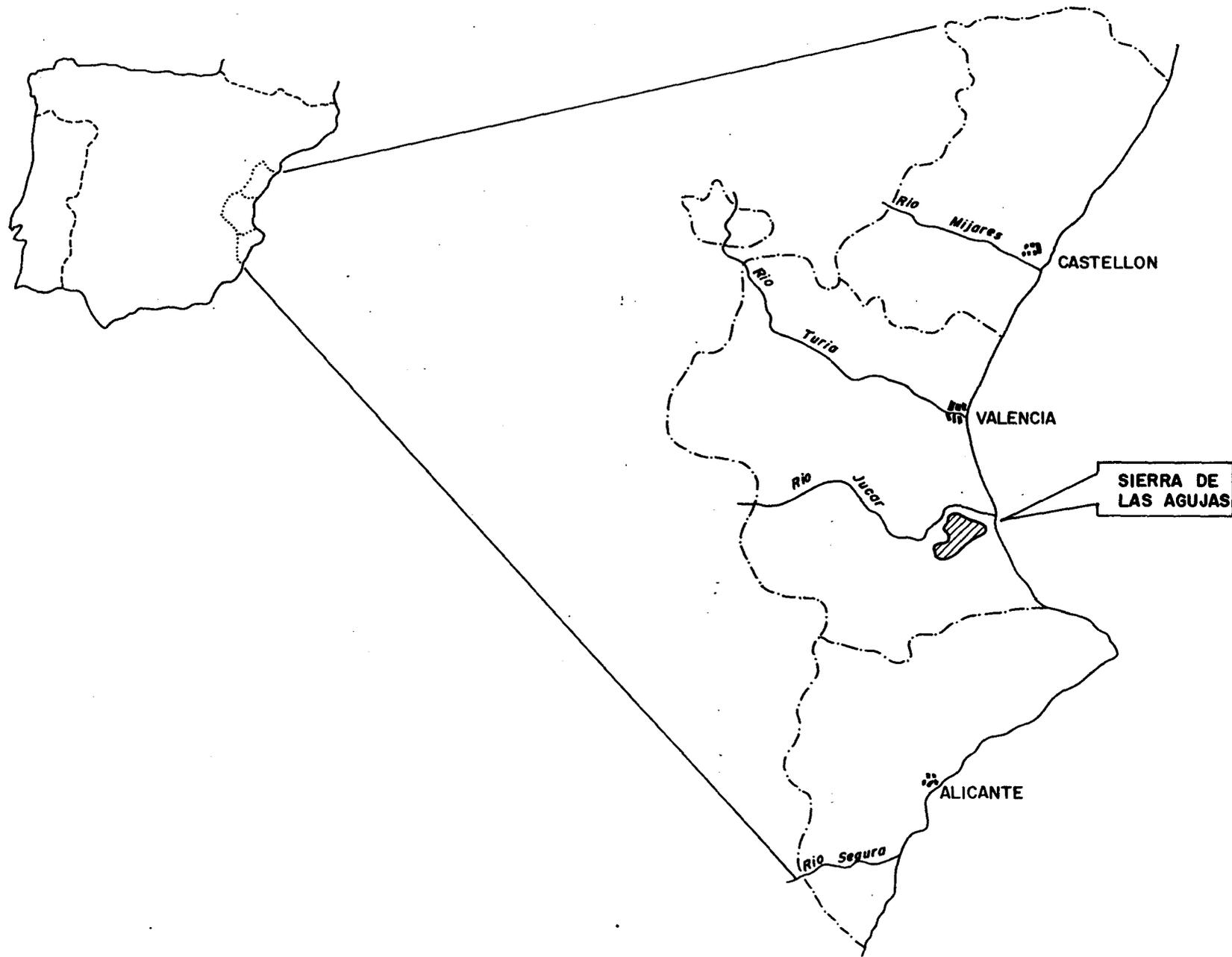


Figura.-2.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La densidad de población en la zona es por tanto de 263,3 hab/km<sup>2</sup>. En los meses estivales se produce un importante aumento de la población, localizado sobre todo en las proximidades de la costa.

Los núcleos urbanos de estos municipios se asientan fundamentalmente en la periferia del subsistema, siendo de destacar por su importancia los de Alcira, Carcagente y Tabernes de Valldigna.

Al igual que ocurre con los núcleos urbanos, las actividades agrícolas, pecuarias e industriales se localizan en la periferia de la zona.

La superficie cultivada en regadío mediante aguas subterráneas es de 7.945 ha, de las cuales el 98% corresponden a cítricos (naranjos y mandarinos principalmente) y el resto a cultivos hortícolas. Los términos municipales con mayor actividad agraria son Alcira, Carcagente y Corbera de Alcira.

### 3. GEOLOGÍA

#### 3.1. MARCO GEOLÓGICO

El subsistema acuífero de la Sierra de las Agujas se sitúa en el extremo suroccidental de la Rama Sur de la Cordillera Ibérica.

Los materiales aflorantes tienen edades comprendidas entre el Triásico (Keuper) y el Cuaternario.

Las directrices tectónicas que afectan a los materiales son claramente ibéricas.

#### 3.2. ESTRATIGRAFÍA

De muro a techo afloran los siguientes materiales:

##### TRIÁSICO

###### Keuper (T<sub>K</sub>)

Está constituido por arcillas y margas versicolores yesíferas y salíferas. Presenta intercalaciones de caliza amarilla o gris y de areniscas rojas o gris verdosas, con espesores menores de 1 metro.

Englobadas en esta facies aparecen masas de rocas ofíticas y barras discontinuas de un posible Muschelkalk carbonatado.

Las facies Keuper afloran en forma de diapiros en las zonas topográficamente más bajas del área.

##### JURÁSICO

###### Hettangiense - Pliensbachiense Inferior (J<sub>1</sub>)

Presenta una potencia mínima de 200 m (al no observarse en ningún sitio el paso de Triásico a Liásico), y se compone de dolomías en bancos métricos, ocasionalmente oolíticas, que hacia techo y lateralmente pasan a calizas micríticas gris claro o beige, a veces con fina laminación.

Pliensbachiense (J<sub>2</sub>)

Está constituido, de muro techo, por la siguiente serie:

- 100 m. Calizas con intercalaciones de margas verdes (10-20 cm) y niveles brechoides con elementos negros de origen sapropélico.
- Entre dos hard-ground, el superior no siempre presente, aparecen 20 m de calizas arcillosas bioclásticas (biomicritas) y margas, coronadas por 5 m de biomicrita. El espesor del tramo comprendido entre los dos hard-ground es variable, pudiendo llegar a desaparecer.

Toarciense - Dogger (J<sub>3</sub>)

De muro a techo:

- De 2 a 10 m de margas amarillas.
- Alternancia (5 cm) de calizas arcillosas (biomicritas) y margas que hacia arriba desaparecen, pasando a tener 20-30 cm los bancos de caliza. Se observa una dolomitización creciente hacia el techo.
- 0,10-1 m de caliza dolomitizada con oolitos ferruginosos (oosparita).

El espesor del conjunto es de unos 170 m.

Oxfordiense - Kimmeridgiense Inferior (J<sub>4</sub>)

De muro a techo se aprecian:

- 50 m de caliza arcillosa (micrita) gris en bancos (0,10 - 0,20 m) separados por juntas margosas.
- 150 a 200 m de caliza arcillosa gris con intercalaciones métricas de margas grises, amarillas por alteración.

Kimmeridgiense Medio - Superior (J<sub>5</sub>)

Presenta la siguiente serie, de muro a techo:

- 3 m de caliza organógena (biomicrita) pisolítica.
- 50 m de dolomía pisolítica.
- 12 m de calizas pseudoolíticas (intramicrita) gris a beige en bancos de 0,5-1 m.

El espesor de esta formación se reduce hacia el norte, notándose una mayor influencia de aportes terrígenos con intercalaciones de margas arenosas y calizas o dolomías arenosas.

## CRETÁCICO

### Neocomiense - Barremiense en facies Weald (C<sub>1</sub>)

De muro a techo se reconocen:

- 40 m de una alternancia de margas grises y calizas lagunares (intramicritas y biomicritas) gris claro a beige en bancos de 0,40-1 m.
- 25 m de calizas marrón oscuro y margas, con elementos negros de origen sapropélico y algas pisolíticas.

El detritismo de esta formación aumenta de sur a norte.

### Barremiense - Albiense (C<sub>2</sub>)

La potencia total de la serie es de unos 90 m, y de muro a techo se disponen:

- Alternancia de lumaquilla de ostreas con cemento calizo y calizas (biomicritas).
- Caliza gravelosa (intramicrita), más o menos arenosa, con una intraesparita arenosa a techo con estratificación cruzada.
- Margas amarillas alteradas, con un espesor reducido.
- Dolomía cristalina.
- Caliza (biomicrita) en bancos de 0,5-1 m, a veces de aspecto noduloso.
- Calizas (biomicritas) en bancos de 0,5-1 m que presentan una dolomitización irregular y creciente hacia el techo.

### Cenomaniense (C<sub>3</sub>)

Está representado por una dolomía cristalina en bancos gruesos, teniendo en conjunto un aspecto masivo de pátina oscura. El espesor es de unos 100 m, de los cuales los 6 ó 10 m inferiores son dolomía arenosa y pueden no aparecer en la parte norte.

Cenomaniense Superior - Turoniense Inferior (C<sub>4</sub>)

Corresponde a 60-75 m de una alternancia de dolomía (dolomicrita) blanca a amarilla (0,5-3 m) y margas dolomitizadas o dolomía arcillosa (0,2-1 m) de colores amarillentos.

Turoniense Medio - Superior (C<sub>5</sub>)

Está representado por unos 50-80 m de dolomía de grano grueso (doloeparita) de aspecto masivo y pátina oscura.

Coniaciense Inferior (C<sub>6</sub>)

Corresponde a unos 40 m de calizas (intramicritas en la base, biomicrita en el resto) en bancos de 0,3-1 m de espesor y de color beige, con intercalaciones arenosas de 1-2 m en la base.

Coniaciense Medio - Santoniense (C<sub>7</sub>)

De muro a techo la serie comprende:

- Dolomías en bancos gruesos de grano medio con intercalaciones arenosas que presentan estratificación cruzada y gruesos cuarzos rodados (2-3 mm).
- Dolomías y calizas de grano fino, frecuentemente recrystalizadas, en bancos de 0,5-1 m de pátina más clara que el miembro anterior (color gris claro a beige).

La potencia del conjunto es de unos 150 m.

Campaniense Inferior - Medio (C<sub>8</sub>)

Con una potencia de 60-80 m, la serie consta de:

- 8-10 m de caliza arenosa, de color amarillento, que puede estar dolomitizada.
- Caliza (biomicrita recrystalizada con grano fino) en gruesos bancos de aspecto masivo y color beige a amarillo.

Campaniense Medio - Superior (C<sub>9</sub>)

Está representado por 30-45 m de una alternancia de calizas y areniscas limosas calcáreas. El cemento es una biomicrita más o menos recrystalizada.

Maestrichtiense (C<sub>10</sub>)

Esta representado por calizas en bancos de 1 a 3 m, de color beige a amarillo (biomicrita más o menos recristalizada), con abundantes Hippurites, sobre todo en un tramo de 20 a 30 m de facies arenosa.

La potencia varía entre 60 y más de 100 m.

Maestrichtiense en facies Garum (C<sub>11</sub>)

Alternancia de tramos de margas verdes y caliza lacustre en bancos de 1 m (biomicrita), con una potencia de aproximadamente 70 m.

## TERCIARIO (T)

Está representado en la zona por una serie formada por margas amarillas o rosadas con pasadas de arenisca amarilla y niveles conglomeráticos con elemento del Cretácico, con un espesor mínimo de 70 m.

A techo aparecen conglomerados de cemento calizo-arenoso y unos 90 m de calizas bioclásticas arenosas (calcirrudita) en bancos de 1 a 3 m, a veces con estratificación cruzada.

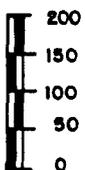
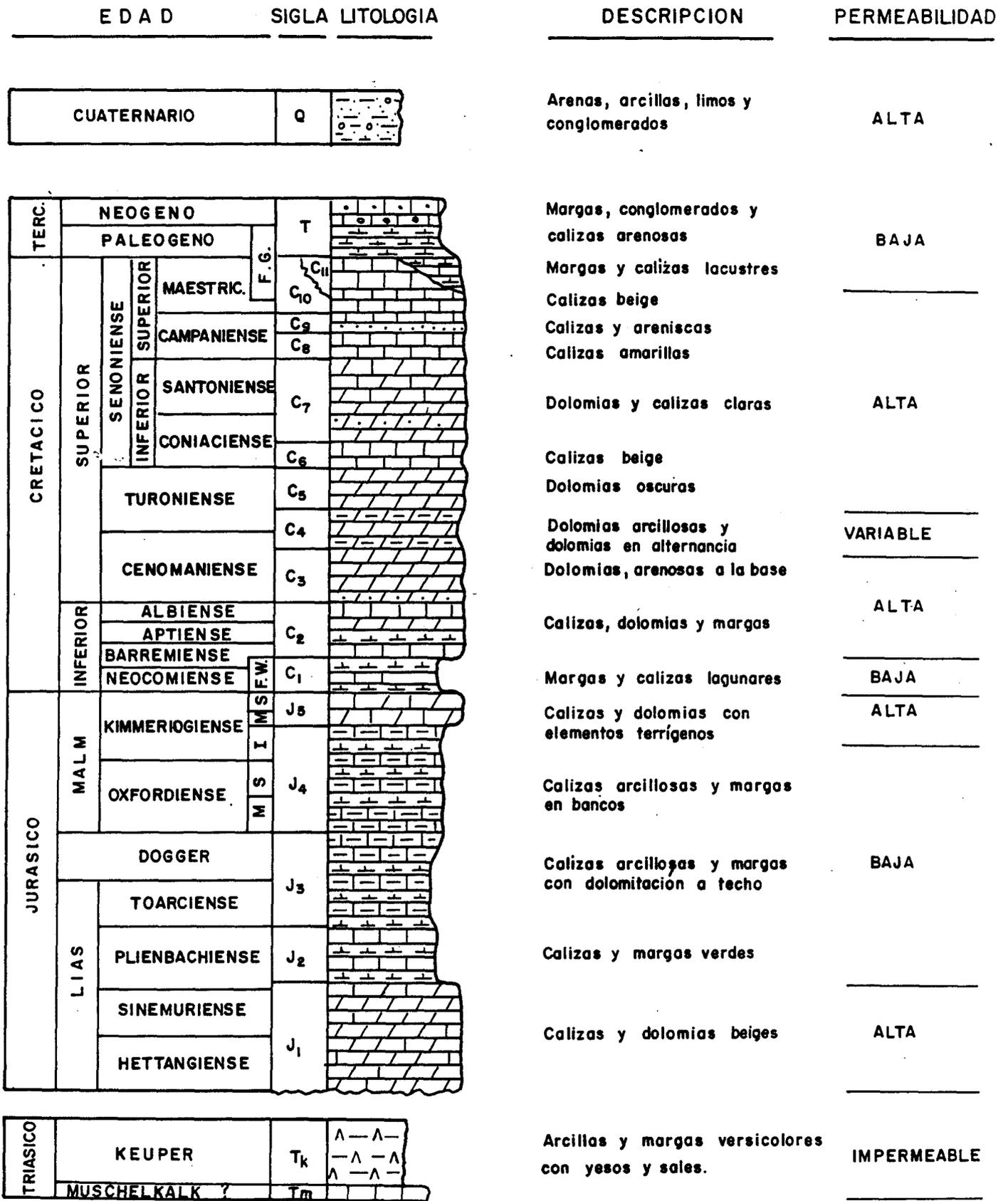
## CUATERNARIO (Q)

Está representado por toda la gama de materiales detríticos (arcillas, limos, arenas, brechas y conglomerados) correspondientes mayoritariamente a depósitos de glaciares, pies de monte, conos de deyección y coluviones.

Otros materiales cuaternarios son las arcillas de decalcificación asociadas a las formas kársticas de disolución.

En la Figura 3.1. se representa gráficamente la columna estratigráfica tipo descrita, con expresión de la permeabilidad correspondiente a cada tramo.

En el Anejo 1.1. se encuentran las columnas estratigráficas de detalle correspondientes a la documentación complementaria de la hoja 29-30 (770) del MAGNA y que se encuentran relacionadas con la Sierra de las Agujas.



COLUMNA ESTRATIGRAFICA TIPO DEL SUBSISTIMA DE LA SIERRA DE LAS AGUJAS

### 3.3. TECTÓNICA

Los límites tectónicos de esta subunidad corresponden a afloramientos o subafloramientos de Keuper en los sectores suroeste, meridional y sureste. En el resto de los bordes los materiales mesozoicos se sumergen bajos los cuaternarios.

Las estructuras tectónicas de la zona presentan unas directrices típicamente ibéricas, siendo predominantes las direcciones ONO-ESE.

Desde los afloramientos cretácicos de Manuel y Enova, en el SO, y hacia el NE, se observa la siguiente sucesión de estructuras:

- Sinclinal de buzamientos suaves en el Senoniense cuyo eje tiene una dirección E-O y pasa unos 2 km al N de Barcheta.
- Serie monoclinial de buzamiento suave hacia el SO en el Senoniense Inferior y Cenomaniense-Turoniense, que se ve trastornada en su sector oriental por la banda fallada y hundida del valle de Valdigna, con afloramiento o subafloramiento diapírico del Keuper. Dos fallas normales de dirección ONO-ESE asociadas a la banda diapírica hunden el labio norte y aumentan su salto hacia el SE.
- Anticlinal de Aguas Vivas, cuyo núcleo es jurásico. La extremidad sureste que se oculta bajo el Cuaternario es la parte estructuralmente más alta, encontrándose trastornada por fallas. El anticlinal presenta inmersión hacia el NO, con el cierre periclinal situado a la altura de Carcagente.
- Sinclinal en el Cretácico Superior, que se encuentra limitado longitudinalmente por dos fallas normales de dirección OSO-ENE que hunden la estructura.

El flanco sur, verticalizado, constituye la Sierra de las Agujas. El flanco norte se encuentra invertido y corrido hacia el SO, conformando la Sierra de la Murta y la Sierra del Caballo.

El flanco norte se encuentra afectado principalmente por fallas conjugadas (N 10°E y N 65°E) con la dirección de máximo acortamiento (N 40°E). Estas fallas pueden haber actuado antes, durante y/o después del plegamiento.

- Anticlinal en materiales jurásicos, cerca de Llauri y Favara. El flanco sur se encuentra en parte invertido, sumergiéndose el flanco norte bajo los materiales cuaternarios.

Sobre el flanco sur se encuentran retazos corridos del flanco norte (Lías y Dogger).

## 4. ESTUDIO HIDROCLIMÁTICO

### 4.1. INTRODUCCIÓN

Las peculiares características geográficas de la Sierra de las Agujas, con unas cotas máximas que incluso superan los 600 m.s.n.m. y en la inmediata proximidad del mar, hacen necesario un estudio climatológico específico que permita obtener el volumen de lluvia infiltrado en el acuífero con el mayor grado de fiabilidad posible.

En este estudio se ha tenido en cuenta la existencia de dos zonas muy diferentes en cuanto a sus características fisiográficas y tipo de vegetación: las zonas escarpadas elevadas, con vegetación de tipo matorral y pinar por un lado, y por otro los cultivos en regadío compuestos fundamentalmente por cítricos.

### 4.2. ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN

#### 4.2.1. Estaciones pluviométricas utilizadas

Para el presente estudio han sido utilizados datos provenientes de seis estaciones pluviométricas de la zona. Las estaciones utilizadas, así como sus principales datos de localización, se indican en el siguiente cuadro.

NÚM.	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD (m.s.n.m.)
8076	Benifairó de Valldigna	0-3 W	39-2	35
8299	Alberique - San Jorge	0-24 W	39-11	20
8300	Carcagente S.E.A.	0-16 W	39-6	21
8302	Alcira H.E.	0-16 W	39-9	20
8325	Algemesí	0-16 W	39-11	15
8326	Sueca	0-3 W	39-11	7

Geográficamente estas estaciones se sitúan alrededor del acuífero, y como puede deducirse de sus altitudes sobre el nivel del mar, no ha sido posible realizar correlaciones entre las precipitaciones y las cotas de las mismas con el fin de facilitar el trazado de isoyetas en las zonas más elevadas de la sierra.

En cualquier caso se ha intentado en estudios precedentes, que abarcaban una zona de estudio mayor que la que nos ocupa, el establecimiento de un gradiente pluviométrico en función de la cota, observándose que tal relación no es clara. De ello se deduce que en este área las precipitaciones en las zonas más elevadas vienen condicionadas por factores muy locales y únicamente serán bien establecidas si se

dispone de estaciones pluviométricas en dichas localizaciones, lo que en el presente estudio no sucede.

#### 4.2.2. Período de años considerado y módulos pluviométricos anuales

El período de estudio considerado y para el cual se han realizado las correcciones y restituciones pertinentes en cada estación, es el comprendido entre los años 1.949 y 1.989, ambos inclusive, lo que representa un total de 41 años cronológicos y 40 años hidrológicos completos (de octubre a septiembre del año siguiente). Esta serie temporal es más que suficiente en cuanto a la representatividad de la evolución pluviométrica interanual y a los objetivos del estudio climático.

Las series completas de precipitaciones mensuales para cada estación se encuentran en el Anejo 2.1.

Los módulos pluviométricos anuales para cada estación en el período de años considerado son los siguientes:

NÚM.	NOMBRE	MODULO PLUV. ANUAL (mm)
8076	Benifairó de Valldigna	748,9
8299	Alberique - San Jorge	562,8
8300	Carcagente S.E.A.	678,2
8302	Alcira H.E.	577,9
8325	Algemesí	588,9
8326	Sueca	566,9

Puede observarse que la estación con mayor pluviometría es Benifairó de Valldigna; esta localidad se encuentra situada en el valle que separa la Sierra de las Agujas del Macizo de Mondúber. El valle de Valldigna se orienta aproximadamente en dirección perpendicular al mar, y se enclava entre las primeras alturas que cortan el paso a los vientos cargados de humedad que provienen del mar. Esto explica la alta pluviometría relativa de esta estación.

Por el contrario las estaciones de Alcira, Carcagente y Alberique se sitúan a sotavento de la Sierra de las Agujas, produciéndose en ellas una menor precipitación.

La distribución mensual de las precipitaciones en las estaciones de Benifairó de Valldigna y Alberique (mayor y menor módulo pluviométrico anual, respectivamente) puede observarse en la Figura 4.1.

# Distribución mensual de precipitaciones Año medio

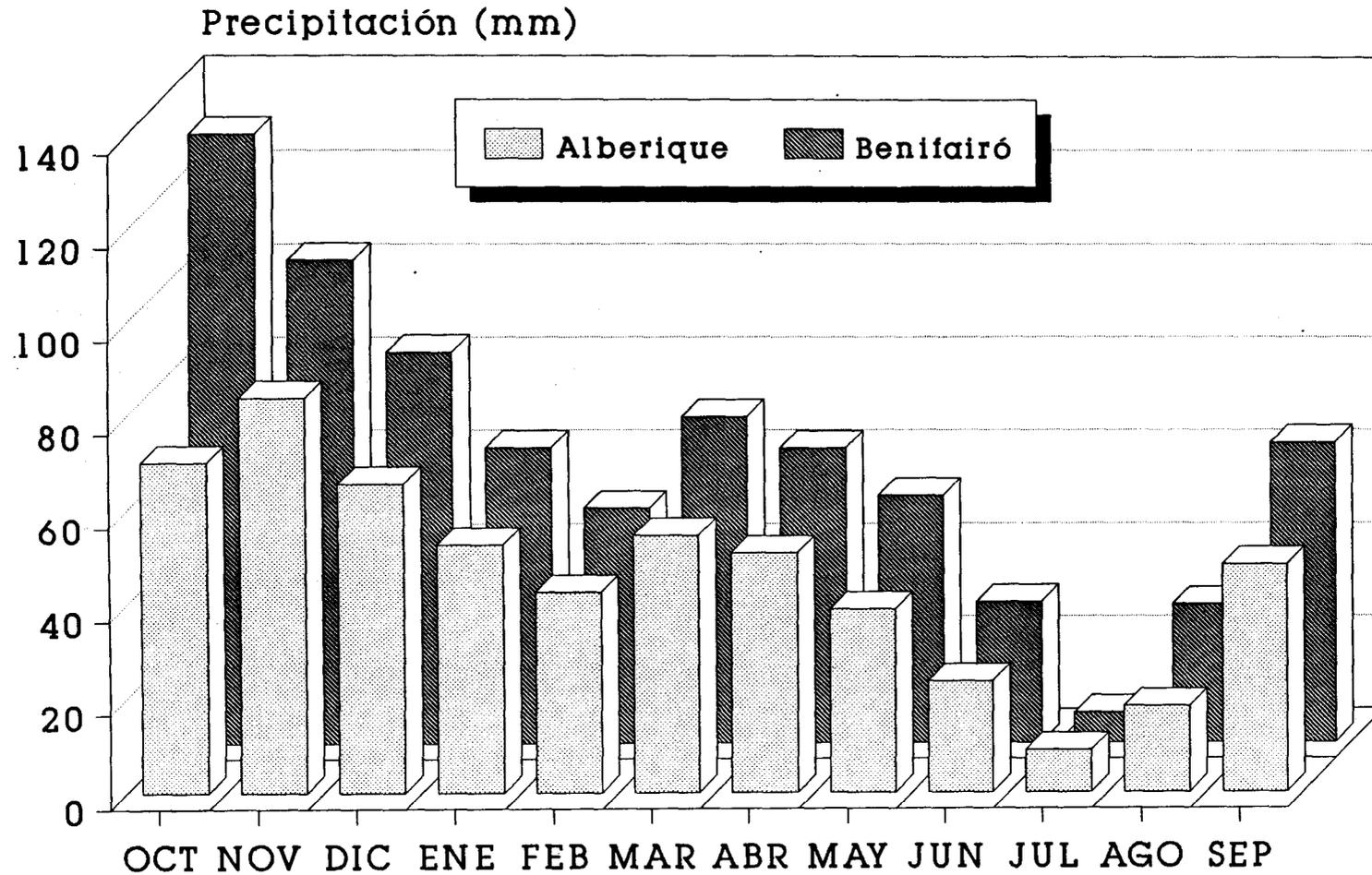


Fig. 4.1.

Las precipitaciones mensuales en ambas estaciones presentan una distribución semejante, variando lógicamente los valores absolutos de las mismas. Las máximas precipitaciones se producen en los meses de octubre-noviembre, con otro máximo relativo en marzo-abril, siendo el mes más seco julio.

#### 4.2.3. Tipificación de años secos, medios y húmedos. Evolución interanual de la precipitación

Para el establecimiento de los años tipo seco, medio y húmedo de las estaciones pluviométricas utilizadas se ha ajustado una función de distribución de Goodrich a cada una de las series de valores anuales de precipitación. Estos ajustes se encuentran en el Anejo 2.2.

En la obtención de los años tipo para cada estación ha sido considerado el año tipo seco como la media de los años en los que la precipitación anual es menor que la correspondiente a una probabilidad del 0,35; el año tipo húmedo como la media de los años en los que la precipitación anual es mayor que la correspondiente a una probabilidad del 0,65 y se ha tomado el año tipo medio como la media de los años de la serie completa.

Siguiendo este criterio han sido calculadas las precipitaciones anuales y mensuales de los años tipo para cada estación, como puede observarse en el Anejo 2.3.

Los valores anuales de los años tipo para cada estación son los siguientes:

NÚM.	NOMBRE	PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)		
		AÑO SECO	AÑO MEDIO	AÑO HÚMEDO
8076	Benifairó de Valldigna	438,4	748,9	1.049,2
8299	Alberique - San Jorge	324,8	562,8	829,4
8300	Carcagente S.E.A.	390,1	678,2	989,6
8302	Alcira H.E.	325,1	577,9	822,5
8325	Algemesí	354,4	588,9	829,5
8326	Sueca	343,5	566,9	789,2

A partir de estos datos se ha elaborado un mapa de isoyetas para cada año tipo (Figuras 4.2., 4.3. y 4.4.). Como queda ya mencionado, la imposibilidad de establecer una relación entre la precipitación y la cota de las estaciones provoca que el trazado de las isoyetas para las zonas topográficamente más elevadas sea muy subjetivo.



EDAD	ERA	LITOLOGIA	DESCRIPCION	PERMEABILIDAD	
CUATERNARIO	Q		Armas, arenas, limas y conglomerados	ALTA	
CRETACICO	NEOGENO	T	Margas, conglomerados y calizas arenosas	BAJA	
		PALEOGENO			
	SUPERIOR	MAESTRIN	C <sub>16</sub>	Margas y calizas	ALTA
		SEMIURTIENSE	C <sub>15</sub>	Calizas	
		KAMPANIENSE	C <sub>14</sub>	Calizas y areniscas	
		SANTONIENSE	C <sub>13</sub>	Calizas	
		CONIACIENSE	C <sub>12</sub>	Dolomas	VARIABLE
		TURONIENSE	C <sub>11</sub>	Calizas	
		CENOMANIENSE	C <sub>10</sub>	Dolomas, areniscas y M. base	ALTA
		INFERIOR	ALBIENSE	C <sub>9</sub>	Calizas, dolomas y margas
	APTIENSE		C <sub>8</sub>	Margas y calizas	ALTA
	BARREMIENSE		C <sub>7</sub>	Calizas y dolomas	
	MEODIENSE		C <sub>6</sub>	Calizas y dolomas	
	JURASICO	Malm	KIMMERIENSE	T <sub>1</sub>	Calizas arenosas y margas
CALFORDIENSE			T <sub>2</sub>	Calizas arenosas y margas	
DOGBER		T <sub>3</sub>	Calizas arenosas y margas		
TOARCIENSE		T <sub>4</sub>	Calizas y margas verdes		
LIAS		PIENBACHIENSE	T <sub>5</sub>	Calizas y margas verdes	
	SINEMURIENSE	T <sub>6</sub>	Calizas y dolomas	ALTA	
HELTANGIENSE	T <sub>7</sub>	Calizas y dolomas			
TRIASICO	KEUPER	T <sub>8</sub>	Calizas y margas verticales con zonas de calizas	IMPERMEABLE	
	MUSCHELEALE	T <sub>9</sub>			

— 450 — PRECIPITACION ANUAL (mm)

Fig- 4.2. Isoyetas año seco

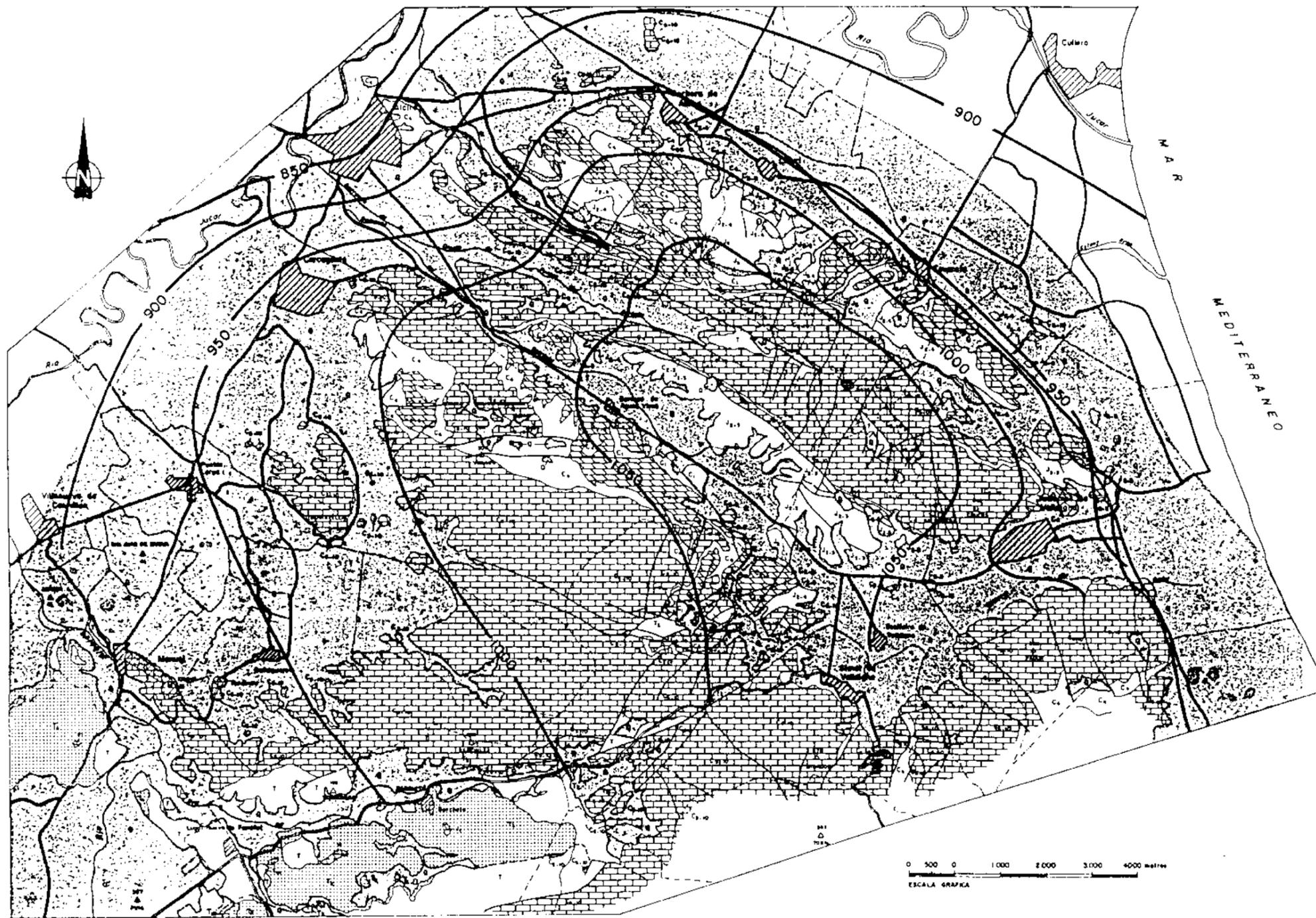


EDAD	ESCALA	LITOLOGIA	DESCRIPCION	PERMEABILIDAD				
CUATERNARIO	Q		Armas, arcillas, limos y conglomerados	ALTA				
CRETACICO	T	C <sub>1</sub> a C <sub>10</sub>	NEOGENO	Margas, conglomerados y arenas arenosas	BAJA			
			PALEOGENO	Margas y calizas	ALTA			
			MAESTRIN	Calizas y margas				
			CAMPANENSE	Calizas				
			SANTONENSE	Calizas				
			CONIACIENSE	Calizas				
			TURDIENSE	Calizas				
			TURDIENSE	Calizas				
			TURDIENSE	Calizas				
			TURDIENSE	Calizas				
			TURDIENSE	Calizas				
			MESOZOICO INFERIOR	C <sub>1</sub> a C <sub>10</sub>	C <sub>1</sub> a C <sub>10</sub>	ALBUENSE	Calizas, dolomitas y margas	ALTA
APTIENSE	Calizas, dolomitas y margas	ALTA						
BARREMIENSE	Margas y calizas	BAJA						
NEOCOMIENSE	Calizas y dolomitas	ALTA						
MAYAS	K <sub>1</sub> a K <sub>4</sub>	K <sub>1</sub> a K <sub>4</sub>				KIMMERIENSE	Calizas arcillosas y margas	BAJA
						KIMMERIENSE	Calizas arcillosas y margas	
						KIMMERIENSE	Calizas arcillosas y margas	
						KIMMERIENSE	Calizas arcillosas y margas	
JURASICO	J <sub>1</sub> a J <sub>5</sub>	J <sub>1</sub> a J <sub>5</sub>				DOBER	Calizas arcillosas y margas	ALTA
						TOACIENSE	Calizas y margas	
			PIENBACIENSE	Calizas y margas				
			SINEMURIENSE	Calizas y dolomitas				
			INETTANIENSE	Calizas y dolomitas				
TRIASICO	T <sub>1</sub> a T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub> a T <sub>3</sub>	KEUPFER	Arcillas y margas coníferas con yesos y sales	IMPERMEABLE			
			MUSCHELBRAL	Calizas	IMPERMEABLE			

—700— PRECIPITACION ANUAL (mm)

0 500 1000 2000 3000 4000 metros  
ESCALA GRAFICA

Fig.- 4.3. Isoyetas año medio



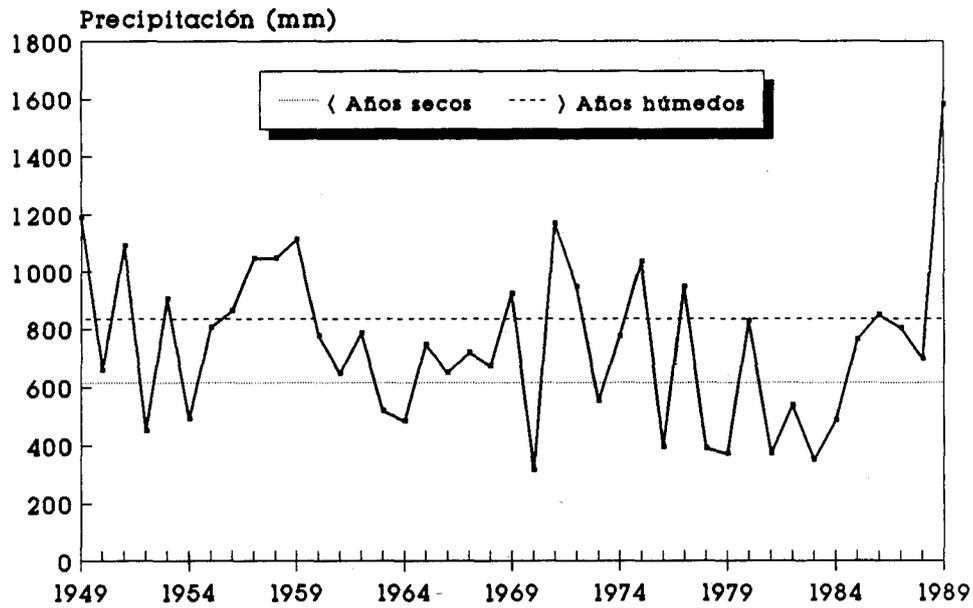
E O A D	SOLA	LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	PERMEABILIDAD	
CUATERNARIO				ALTA	
TIEMPO	CRETACIO	NEOGENO	Margas, conglomerados y calizas arenosas	BAJA	
		PALEOGENO	Margas y calizas		
		SUPERIOR	MAESTRICO	Calizas	ALTA
			CAMPANENSE	Calizas y arenosas	
			BARTONENSE	Calizas	
			CONIACIENSE	Dolomitas	
		INFERIOR	TURONIENSE	Calizas	VARIABLE
			SENONIENSE	Dolomitas prismáticas	
			ALBIENSE	Dolomitas, arenosas y de base	
			APTIENSE	Calizas, dolomitas y margas	
		JURASICO	WALM	Margas y calizas	BAJA
			KIMMERIENSE	Calizas y dolomitas	
			COMPIEGNIENSE	Calizas arenosas y margas	ALTA
			DOBERN	Calizas arenosas y margas	
TOURNAIENSE	Calizas y margas verdes				
LIAS	Calizas y arenosas				
TRIASICO	KEUPER	Arenas y margas arenosas con yesos y calizas	IMPERMEABLE		
	MUSCHELEALE				

— 900 — PRECIPITACION ANUAL (mm)

Fig. - 4.4. Isoyetas año húmedo

En cuanto a la evolución interanual de las precipitaciones (Figura 4.5.) se aprecia una gran irregularidad en las mismas. Únicamente puede destacarse el hecho de que el año 1.989 ha sido el más lluvioso de toda la serie estudiada.

## Evolución interanual de la precipitación Benifairó de Valldigna



## Alberique

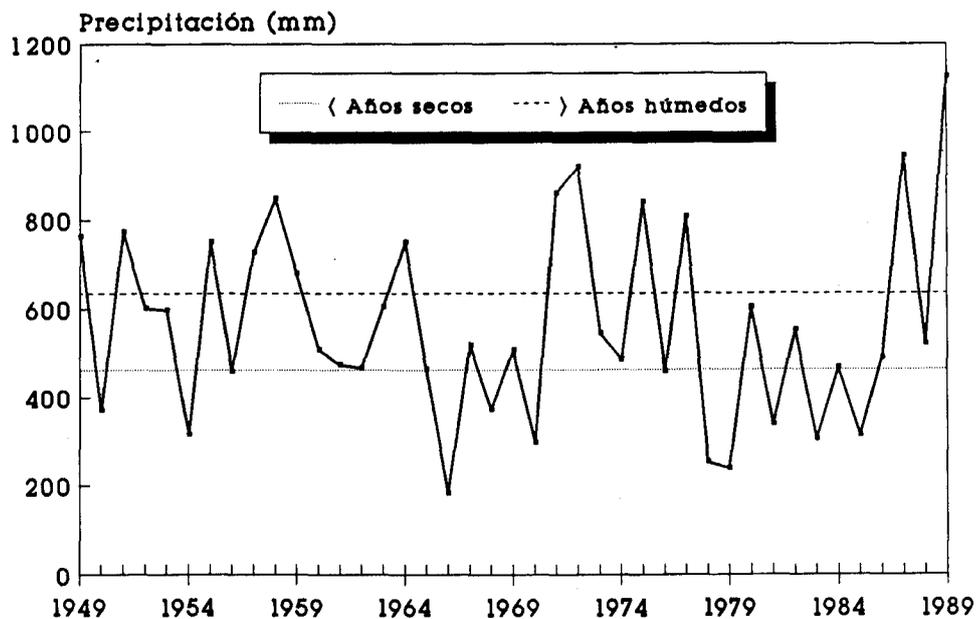


Fig. 4.5.

### 4.3. ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA

Se ha dispuesto de datos termométricos de cuatro de las seis estaciones pluviométricas utilizadas para el análisis de la precipitación. Estas son:

NÚM.	NOMBRE	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)
8076	Benifairó de Valldigna	16,6
8299	Alberique - San Jorge	16,0
8300	Carcagente S.E.A.	16,7
8302	Alcira H.E.	16,7

Los valores termométricos mensuales medios de las cuatro estaciones se encuentran en el Anejo 2.4.

Como puede observarse en la Figura 4.6., el mes más frío es diciembre, mientras que las mayores temperaturas se registran en julio y agosto.

Como ya ocurriera en el estudio de la precipitación, las estaciones termométricas no se sitúan en cotas superiores a los 35 m de Benifairó de Valldigna, por lo que no puede tenerse en cuenta la variación de la temperatura con la altitud en los consiguientes cálculos de evapotranspiraciones potenciales y reales.

### 4.4. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Según el criterio de clasificación climática de Thornthwaite, todas las estaciones termopluiométricas de la zona corresponden a un clima semihúmedo mesotermal con vegetación de sabana y floresta media.

Las tablas de clasificación climática de Thornthwaite y los cálculos de la misma para cada estación termopluiométrica se encuentran en el Anejo 2.5.

### 4.5. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

#### 4.5.1. Introducción

La clara dicotomía existente en la zona entre los cultivos en regadío (fundamentalmente cítricos) y las áreas sin cultivar hace aconsejable la obtención de valores de la evapotranspiración potencial diferentes para cada una de ellas.

# Distribución mensual de la temperatura

## Año medio

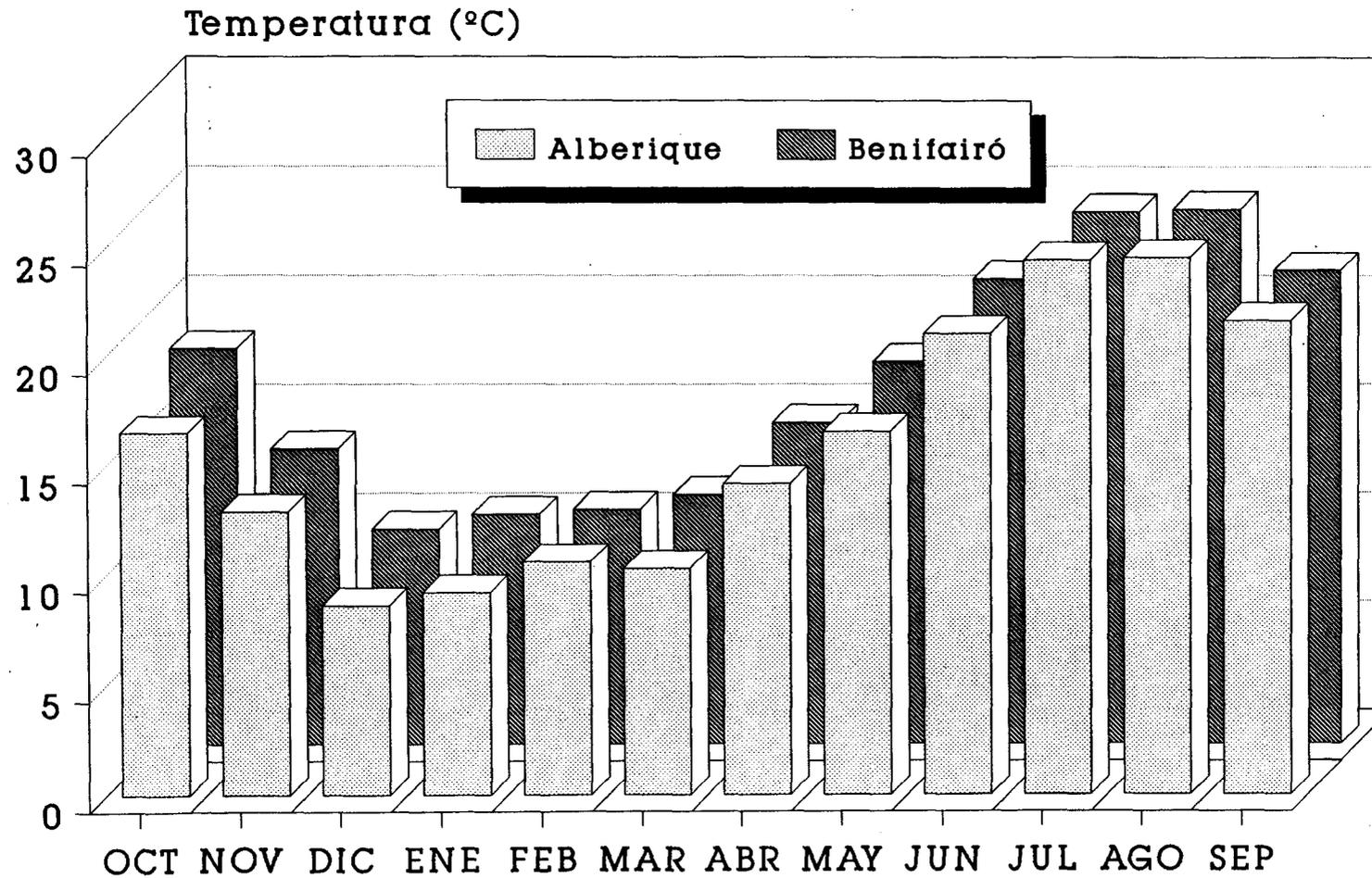


Fig. 4.6.

En este estudio se han utilizado los dos métodos empíricos más comunes para el cálculo de esta variable: el método de Blaney-Criddle y el método de Thornthwaite.

El método de Blaney-Criddle se ha aplicado a los cultivos en regadío, considerando una hectárea tipo formada por el 98% de cítricos y el 2% de huerta. El método de Thornthwaite se ha considerado adecuado para el resto de la zona, compuesta por vegetación de tipo matorral y pinar, y en mucha menor proporción por cultivos de secano.

#### **4.5.2. Método de Blaney-Criddle**

Los cultivos en regadío de la zona consisten en cítricos (naranja y mandarina, principalmente) y huerta, con unos porcentajes del 98% y 2%, respectivamente. Aplicando esta hectárea tipo se obtienen unos valores de ETP anual comprendidos entre los 516,1 mm de Alberique y los 528,1 mm de Carcagente y Alcira, siendo el valor en Benifairó de Valldigna de 524,7 mm.

Los valores mensuales de la ETP para cada estación se encuentran en el Anejo 2.6.

#### **4.5.3. Método de Thornthwaite**

Utilizando el método de Thornthwaite, que no tiene en cuenta el tipo de vegetación existente, se obtienen unos valores de ETP anuales superiores a los anteriores: 735,1 mm en Alberique, 756,6 mm en Benifairó de Valldigna y 765,2 mm en Carcagente y Alcira.

La distribución mensual de estos valores para cada estación se encuentra en el Anejo 2.7.

### **4.6. EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL Y LLUVIA ÚTIL**

#### **4.6.1. Introducción**

Para el cálculo de la evapotranspiración real y de la lluvia útil se ha utilizado el método del balance mensual del agua en el suelo y los métodos empíricos de Turc y Coutagne para valores anuales.

El hecho de aplicar todos estos métodos es consecuencia de la falta de datos fiables sobre coeficientes de escorrentía en la zona obtenidos a partir de descomposiciones de hidrogramas. Así será necesario aplicar las fórmulas empíricas disponibles con el fin de acotar, al menos, el porcentaje de precipitación que se convierte en escorrentía.

#### **4.6.2. Método del balance de agua en el suelo**

Al disponerse de dos series de datos de ETP mensuales obtenidos por las fórmulas de Blaney-Criddle y Thornthwaite, se han realizado dos cálculos paralelos del balance hídrico mensual, uno para cada serie de valores.

El balance hídrico mensual calculado con los datos de ETP según Blaney-Criddle se ha aplicado a las superficies cultivadas en regadío, mientras que el realizado con los valores de ETP según Thornthwaite ha sido al resto de la zona. Para cada caso se han considerado tres hipótesis de reserva máxima de agua en el suelo: 30, 60 y 100 mm para los cálculos efectuados considerando la ETP según Blaney-Criddle, y 0, 30 y 60 mm para los correspondientes a Thornthwaite.

El balance hídrico mensual se ha realizado, asimismo, para cada uno de los tres años tipo definido en cada estación pluviométrica. (Anejos 2.8. y 2.9.).

En las Figuras 4.7. y 4.8. se observa la representación gráfica de la distribución mensual del balance hídrico para el año medio en la estación de Benifairó de Valldigna.

La primera figura ha sido realizada considerando la ETP obtenida mediante el método de Blaney-Criddle y una capacidad de campo de 100 mm. Para la segunda se ha considerado la ETP correspondiente al método de Thornthwaite y una capacidad de campo de 30 mm.

Puede observarse en el balance hídrico aplicado a las zonas cultivadas en regadío (Blaney-Criddle) que el máximo de lluvia útil se produce en los meses de diciembre, enero y febrero, siendo totalmente evapotranspirada la precipitación en el período comprendido entre junio y octubre.

Para el resto de la zona, en la que no se efectúan riegos (balance hídrico mensual utilizando valores de Thornthwaite), el grueso de la lluvia útil se produce en octubre, noviembre y diciembre, con otro máximo relativo en marzo. Entre mayo y septiembre todo el agua precipitada se evapotranspira.

#### **4.6.3. Métodos de Turc y Coutagne**

Estos métodos empíricos calculan los valores anuales de evapotranspiración real, y por ende la lluvia útil, a partir de la pluviometría anual y de la temperatura media.

En el Anejo 2.10 se encuentran los resultados de ambos métodos para cada año tipo en cada una de las estaciones pluviométricas.

# Balace de agua en el suelo

Año medio C. de campo=100 mm  
Benifairó de Valldigna

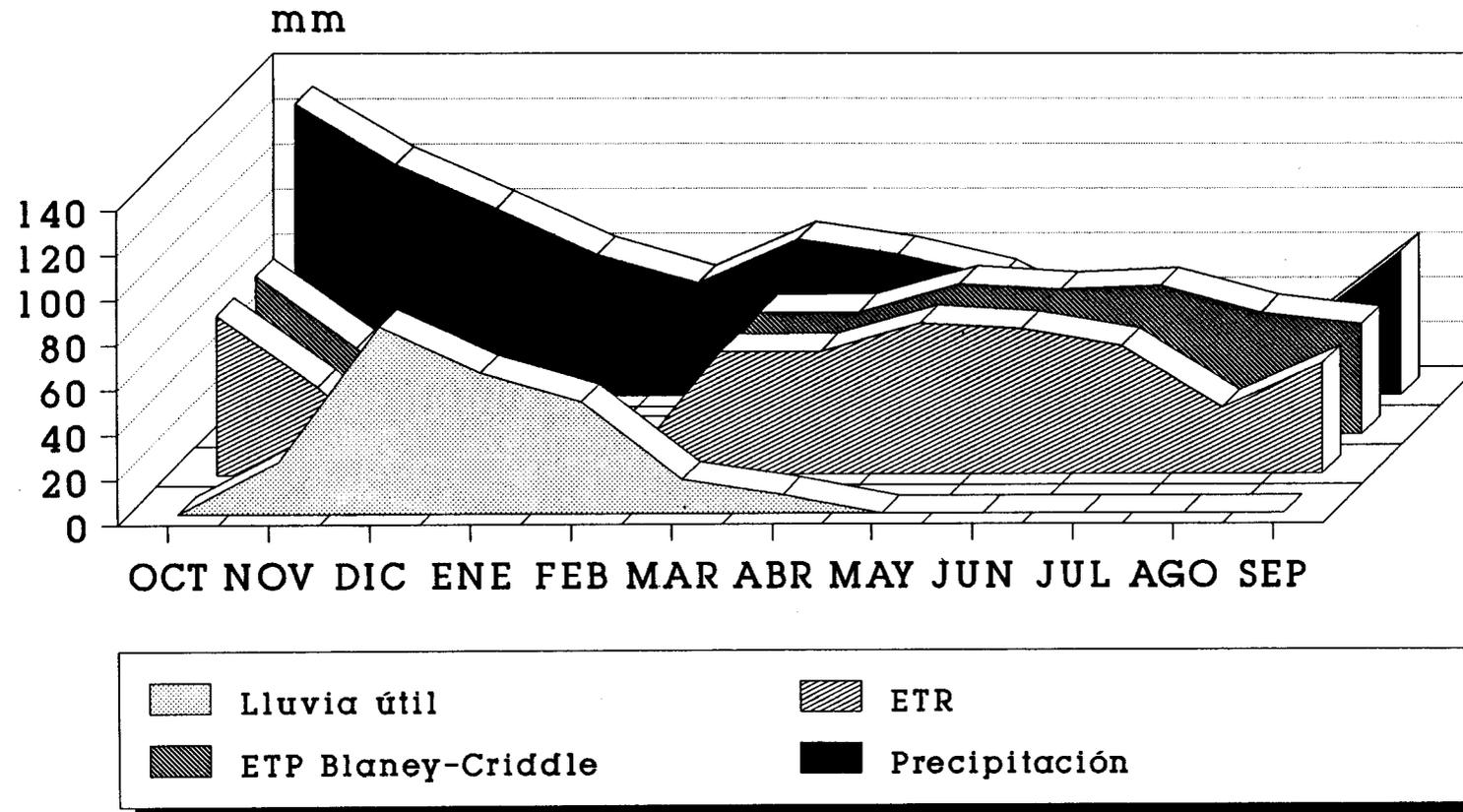


Fig. 4.7.

# Balance de agua en el suelo

Año medio C. de campo=30 mm  
Benifairó de Valldigna

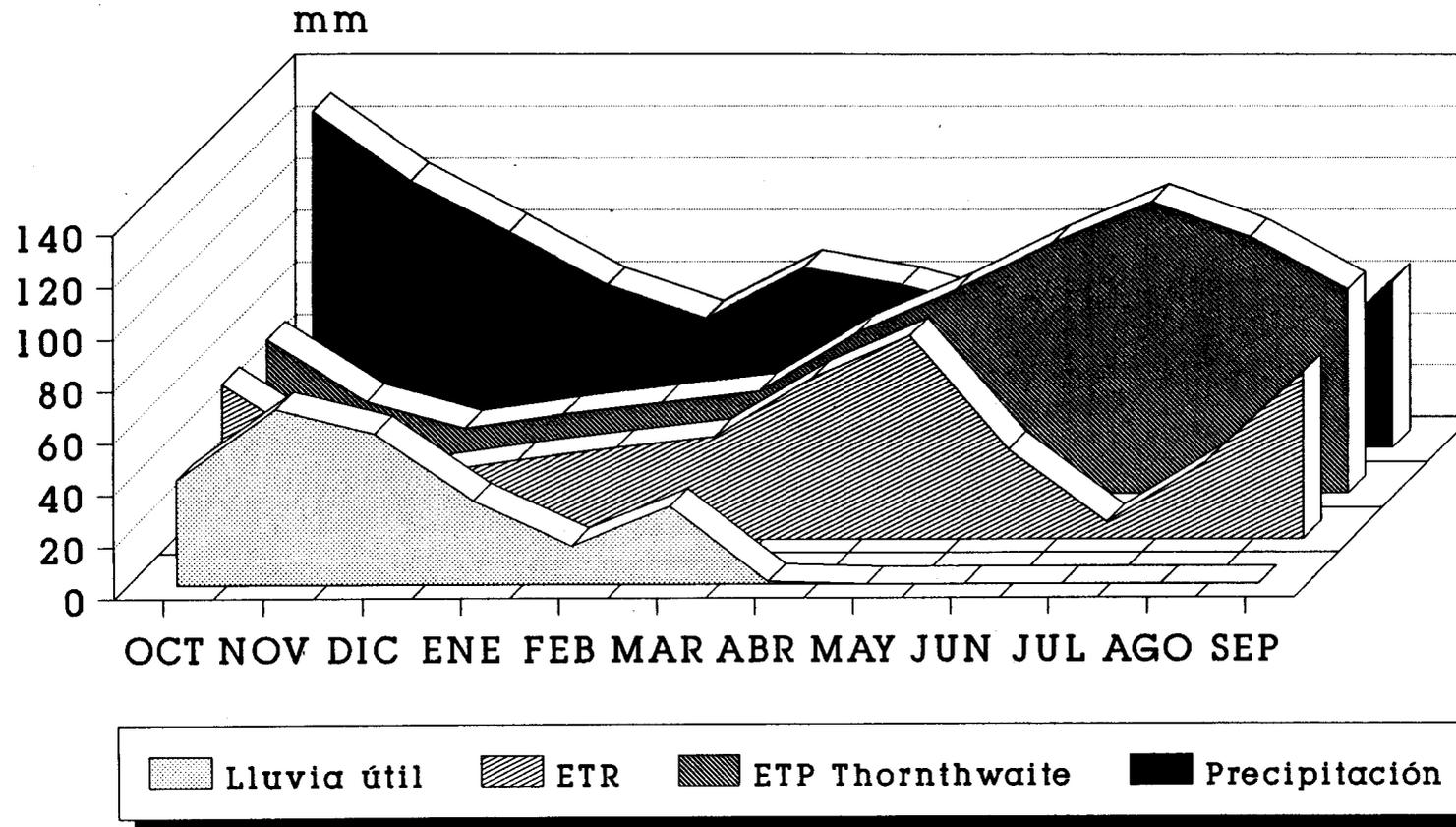


Fig. 4.8.

**VALORES DE EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL, LLUVIA ÚTIL Y COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA**

**AÑO SECO**

ESTACIÓN			8076 Benifairó	8299 Alberique	8300 Carcagente	8302 Alcira	8325 Algemesí	8326 Sueca
PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)			438,4	324,8	390,1	325,1	354,4	343,5
TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)			16,6	16,0	16,7	16,7	16,7	16,7
EPT ANUAL BLANEY-CRIDDLE (mm)			524,7	516,1	528,1	528,1	528,1	528,1
ETP ANUAL THORNTHWAITE (mm)			756,6	735,1	765,2	765,2	765,2	765,2
ETR ANUAL TURC (mm)	ETR		390,3	308,6	358,4	310,3	332,7	324,5
	LLu		48,1	16,2	31,7	14,8	21,7	19,0
	CE		0,11	0,05	0,08	0,05	0,06	0,06
ETR ANUAL COUTAGNE (mm)	ETR		376,9	324,8	390,1	325,1	344,4	343,5
	LLu		61,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	CE		0,14	0	0	0	0	0
BLANEY-CRIDDLE	C.C. = 30	ETR	306,7	263,7	285,0	250,5	280,3	267,3
		LLu	131,7	61,1	105,1	74,7	74,1	76,2
		CE	0,30	0,19	0,27	0,23	0,21	0,22
	C.C. = 60	ETR	336,7	293,7	315,1	280,5	310,3	297,3
		LLu	101,7	31,1	75,1	44,7	44,1	46,2
		CE	0,23	0,10	0,19	0,14	0,12	0,13
	C.C. = 100	ETR	376,8	324,8	355,0	320,5	350,3	337,3
		LLu	61,6	0,0	35,1	4,7	4,1	6,2
		CE	0,14	0	0,09	0,01	0,01	0,02
THORNTHWAITE	C.C. = 0	ETR	363,7	310,4	325,7	293,2	321,3	314,5
		LLu	74,7	14,4	64,4	32,0	33,1	29,0
		CE	0,17	0,04	0,17	0,10	0,09	0,08
	C.C. = 30	ETR	393,7	324,8	355,7	323,2	351,3	343,5
		LLu	44,7	0,0	34,4	2,0	3,1	0,0
		CE	0,10	0	0,09	0	0	0
	C.C. = 60	ETR	423,7	324,8	385,7	325,1	354,4	343,5
		LLu	14,7	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0
		CE	0,03	0	0	0	0	0

**VALORES DE EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL, LLUVIA ÚTIL Y COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA**

**AÑO MEDIO**

ESTACIÓN		8076 Benifairó	8299 Alberique	8300 Carcagente	8302 Alcira	8325 Algemesí	8326 Sueca	
PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)		749,0	562,0	678,2	579,9	588,9	566,9	
TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)		16,6	16,0	16,7	16,7	16,7	16,7	
EPT ANUAL BLANEY-CRIDDLE (mm)		524,7	516,1	528,1	528,1	528,1	528,1	
ETP ANUAL THORNTHWAITE (mm)		756,6	735,1	765,2	765,2	765,2	765,2	
ETR ANUAL TURC (mm)	ETR	535,5	456,0	511,3	468,1	473,3	462,8	
	LLu	213,4	106,8	167,0	109,8	115,6	104,1	
	CE	0,29	0,19	0,25	0,19	0,20	0,18	
ETR ANUAL COUTAGNE (mm)	ETR	569,4	458,6	531,6	471,5	478,4	464,5	
	LLu	179,5	104,2	146,6	106,4	110,5	102,5	
	CE	0,24	0,19	0,22	0,18	0,19	0,18	
BLANEY-CRIDDLE	C.C. = 30	ETR	420,3	381,1	404,0	367,2	384,2	378,2
		LLu	313,6	181,7	274,2	210,7	199,6	186,3
		CE	0,42	0,32	0,40	0,36	0,34	0,33
	C.C. = 60	ETR	450,3	411,1	434,0	397,2	414,2	408,2
		LLu	283,6	151,7	244,2	180,7	169,6	156,3
		CE	0,38	0,27	0,36	0,31	0,29	0,28
	C.C. = 100	ETR	490,3	451,1	474,0	437,2	454,2	448,2
		LLu	243,6	111,7	204,2	140,7	129,6	116,3
		CE	0,33	0,20	0,30	0,24	0,22	0,21
THORNTHWAITE	C.C. = 0	ETR	473,5	398,8	434,0	400,9	423,9	416,7
		LLu	275,4	164,0	244,3	177,1	165,0	150,1
		CE	0,37	0,29	0,36	0,31	0,28	0,26
	C.C. = 30	ETR	503,5	428,8	464,0	430,9	453,9	446,7
		LLu	245,4	134,0	214,3	147,1	135,0	120,1
		CE	0,33	0,24	0,32	0,25	0,23	0,21
	C.C. = 60	ETR	533,5	458,8	494,0	460,9	483,9	476,7
		LLu	215,4	104,0	184,3	117,1	105,0	90,1
		CE	0,28	0,18	0,27	0,20	0,18	0,16

**VALORES DE EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL, LLUVIA ÚTIL Y COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA**

**AÑO HÚMEDO**

ESTACIÓN		8076 Benifairó	8299 Alberique	8300 Carcagente	8302 Alcira	8325 Algemesí	8326 Sueca	
PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)		1.049,2	829,4	987,7	822,5	829,1	789,2	
TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)		16,6	16,0	16,7	16,7	16,7	16,7	
EPT ANUAL BLANEY-CRIDDLE (mm)		524,7	516,1	528,1	528,1	528,1	528,1	
ETP ANUAL THORNTHWAITE (mm)		756,6	735,1	765,2	765,2	765,2	765,2	
ETR ANUAL TURC (mm)	ETR	608,5	552,4	598,9	559,1	561,0	549,3	
	LLu	440,7	276,9	390,7	263,4	268,5	239,9	
	CE	0,42	0,33	0,40	0,32	0,32	0,30	
ETR ANUAL COUTAGNE (mm)	ETR	696,8	603,1	677,5	606,9	610,2	590,7	
	LLu	352,4	226,3	312,1	215,6	219,3	198,5	
	CE	0,34	0,27	0,32	0,26	0,26	0,25	
BLANEY-CRIDDLE	C.C. = 30	ETR	447,1	409,3	422,9	391,5	417,3	411,4
		LLu	572,1	390,2	545,0	412,1	382,6	347,8
		CE	0,55	0,47	0,55	0,50	0,46	0,44
	C.C. = 60	ETR	477,1	439,3	452,9	421,5	447,3	441,4
		LLu	512,1	358,4	515,0	382,1	346,1	302,3
		CE	0,49	0,43	0,52	0,46	0,42	0,38
	C.C. = 100	ETR	517,1	479,3	492,9	461,5	487,3	481,4
		LLu	468,2	318,4	475,0	342,1	306,1	262,3
		CE	0,45	0,38	0,48	0,42	0,37	0,33
THORNTHWAITE	C.C. = 0	ETR	518,8	463,5	478,1	435,4	474,0	468,2
		LLu	530,4	365,9	511,6	387,1	355,5	321,0
		CE	0,51	0,44	0,52	0,47	0,43	0,41
	C.C. = 30	ETR	548,8	493,5	508,1	465,4	504,0	498,2
		LLu	470,4	334,6	481,6	357,1	321,1	277,3
		CE	0,45	0,40	0,49	0,43	0,39	0,35
	C.C. = 60	ETR	578,8	523,5	538,1	495,4	534,0	528,2
		LLu	436,0	304,6	451,6	327,1	291,1	247,3
		CE	0,42	0,37	0,46	0,40	0,35	0,31

#### 4.6.4. Contraste de los métodos y establecimiento de los coeficientes de escorrentía

En los tres cuadros siguientes se observan los resúmenes de los valores de evapotranspiración real, lluvia útil y coeficiente de escorrentía para cada estación pluviométrica y año tipo, en función del método empleado.

Dada la inexistencia de datos fiables de coeficientes de escorrentía obtenidos mediante técnicas hidrológicas, la elección de un coeficiente de escorrentía aplicable a la precipitación sobre la zona ha tenido que realizarse por comparación y contraste de los valores obtenidos a partir de las fórmulas empíricas utilizadas.

Se ha estimado oportuno adoptar coeficientes de escorrentía diferentes para cada una de las dos unidades fisiográficas en que claramente se divide la zona: los cultivos en regadío (cítricos fundamentalmente), asentados en las áreas topográficamente bajas y más llanas (Zona 1), y las zonas sin cultivos o cultivadas en secano, que generalmente corresponden a áreas elevadas y abruptas (Zona 2).

Asimismo, y debido a la falta de estaciones pluviométricas situadas a cotas superiores a los 40 m, y que fueran, por tanto, indicativas de la precipitación en las zonas más elevadas, se ha supuesto como estación termopluviométrica más representativa del área de estudio la de Benifairó de Vallidigna, que es la que mayor pluviometría presenta.

Los rangos de variación de los coeficientes de escorrentía para los distintos años tipo y métodos utilizados, se aprecian en este cuadro.

<b>COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA</b>				
	<b>Blaney-Criddle</b> C.C. = 100 mm	<b>Thornthwaite</b> C.C. = 30 mm	<b>Turc</b>	<b>Coutagne</b>
<b>AÑO SECO</b>	0 - 0,14	0 - 0,10	0,05 - 0,11	0 - 0,14
<b>AÑO MEDIO</b>	0,20 - 0,33	0,21 - 0,33	0,18 - 0,29	0,18 - 0,24
<b>AÑO HÚMEDO</b>	0,33 - 0,48	0,35 - 0,49	0,30 - 0,42	0,25 - 0,34

Teniendo en cuenta estas consideraciones, en el siguiente cuadro se expresan los valores de los coeficientes de escorrentía adoptados para el conjunto de la zona, en función del año tipo y de área fisiográfica.

<b>AÑO TIPO</b>	<b>ZONA</b>	<b>COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA</b>
<b>AÑO SECO</b>	1	0,15
	2	0,10
<b>AÑO MEDIO</b>	1	0,35
	2	0,30
<b>AÑO HÚMEDO</b>	1	0,50
	2	0,45

Zona 1 - Regadíos, topografía llana y formaciones detríticas

Zona 2 - Sin cultivos, topografía abrupta y formaciones carbonatadas

#### 4.7. VOLÚMENES TOTALES DE PRECIPITACIÓN, LLUVIA ÚTIL E INFILTRACIÓN EN EL SUBSISTEMA ACUÍFERO

Para el cálculo de los volúmenes hídricos implicados en la recarga por agua de lluvia del subsistema de la Sierra de las Agujas, se ha partido de los siguientes datos:

- La superficie total del subsistema es de 210 km<sup>2</sup>, de los cuales 192 corresponden a superficie permeable. De éstos, 80 km<sup>2</sup> están ocupados por cultivos en regadío (Zona 1) y 112 km<sup>2</sup> son zonas sin cultivos o con cultivos en secano (Zona 2).
- La precipitación media sobre el subsistema es de 450 mm para el año seco, 700 mm para el año medio y 1.000 mm para el año húmedo.
- Los coeficientes de escorrentía adoptados en el apartado anterior
- Los coeficientes de infiltración aplicables sobre la lluvia útil han sido establecidos sin contar con el apoyo de la descomposición de hidrogramas en escorrentía superficial y subterránea, al no disponerse de datos foronómicos de ríos que drenen la unidad y que sean interpretables.

Así, se han adoptado los siguientes coeficientes de infiltración en función del año tipo y del área fisiográfica:

AÑO TIPO	ZONA	COEFICIENTE DE INFILTRACION
AÑO SECO	1	0,9
	2	0,7
AÑO MEDIO	1	0,8
	2	0,6
AÑO HÚMEDO	1	0,7
	2	0,5

Zona 1 - Regadíos, topografía llana y formaciones detríticas

Zona 2 - Sin cultivos, topografía abrupta y formaciones carbonatadas

Con todos estos datos se ha calculado en el cuadro siguiente el volumen de agua infiltrado en el subsistema acuífero, obteniéndose como resultado una infiltración de 29,8 hm<sup>3</sup> en año medio, 8,4 hm<sup>3</sup> en año seco y 53,2 hm<sup>3</sup> en año húmedo.

**CALCULO DEL VOLUMEN DE AGUA DE LLUVIA INFILTRADO EN EL SUBSISTEMA ACUÍFERO**

AÑO TIPO	ZONA	SUPERFICIE PERMEABLE (km <sup>2</sup> )	PRECIPITAC. ANUAL MEDIA (mm)	VOLUMEN PRECIPITADO (hm <sup>3</sup> /año)	COEFICIENTE ESCORRENTÍA	VOLUMEN LLUVIA ÚTIL (hm <sup>3</sup> /año)		COEFICIENTE INFILTRACIÓN	VOLUMEN INFILTRADO (hm <sup>3</sup> /año)	
AÑO SECO	2	112	450	86,4	0,10	5,0	10,7	0,7	3,5	8,4
	1	80			0,15	5,4		0,9	4,8	
AÑO MEDIO	2	112	700	134,4	0,30	23,5	43,1	0,6	14,1	29,8
	1	80			0,35	19,6		0,8	15,7	
AÑO HÚMEDO	2	112	1.000	192,0	0,45	50,4	90,4	0,5	25,2	53,2
	1	80			0,50	40,0		0,7	28,0	

Zona 1 - Regadíos, topografía llana y formaciones detríticas

Zona 2 - Sin cultivos, topografía abrupta y formaciones carbonatadas

## **5. HIDROGEOLOGÍA**

### **5.1. INTRODUCCIÓN**

El subsistema acuífero 50.1.01 - Sierra de las Agujas - pertenece al sistema 50.1 - Prebético de Valencia-Alicante - definido por el ITGE. (Fig. 5.1.)

La Sierra de las Agujas, con una extensión próxima a los 200 km<sup>2</sup>, está formada por materiales acuíferos de edad cretácica y jurásica. Su impermeable de base está constituido por las arcillas y margas versicolores de la facies Keuper. Las directrices tectónicas del subsistema son claramente ibéricas (Plano nº 1)

El subsistema limita al oeste, norte y este con el sistema 51 - Plana de Valencia - mientras que el límite meridional está constituido, de este a oeste, por el subsistema 50.1.07 - Plana de Gandía-Denia -, el acuífero 50.1.02.03 - Barig - del subsistema de Sierra Grossa y los afloramientos de la facies Keuper de Barcheta y Manuel.

El subsistema de la Sierra de las Agujas está definido como la unidad hidrogeológica 08.31 - Sierra de las Agujas - por el Estudio de Delimitación de Unidades Hidrogeológicas realizado por el Servicio Geológico de la D.G.O.H.

### **5.2. ANÁLISIS DEL INVENTARIO**

La hoja 29-30 (770) - ALCIRA - del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, en la que prácticamente se engloba la totalidad del subsistema de la Sierra de las Agujas, presenta un gran número de puntos de agua inventariados - 834 -, aunque su distribución no es homogénea: la mayor parte de ellos se sitúan sobre los materiales cuaternarios de la Plana, pero en las inmediaciones de los afloramientos carbonatados.

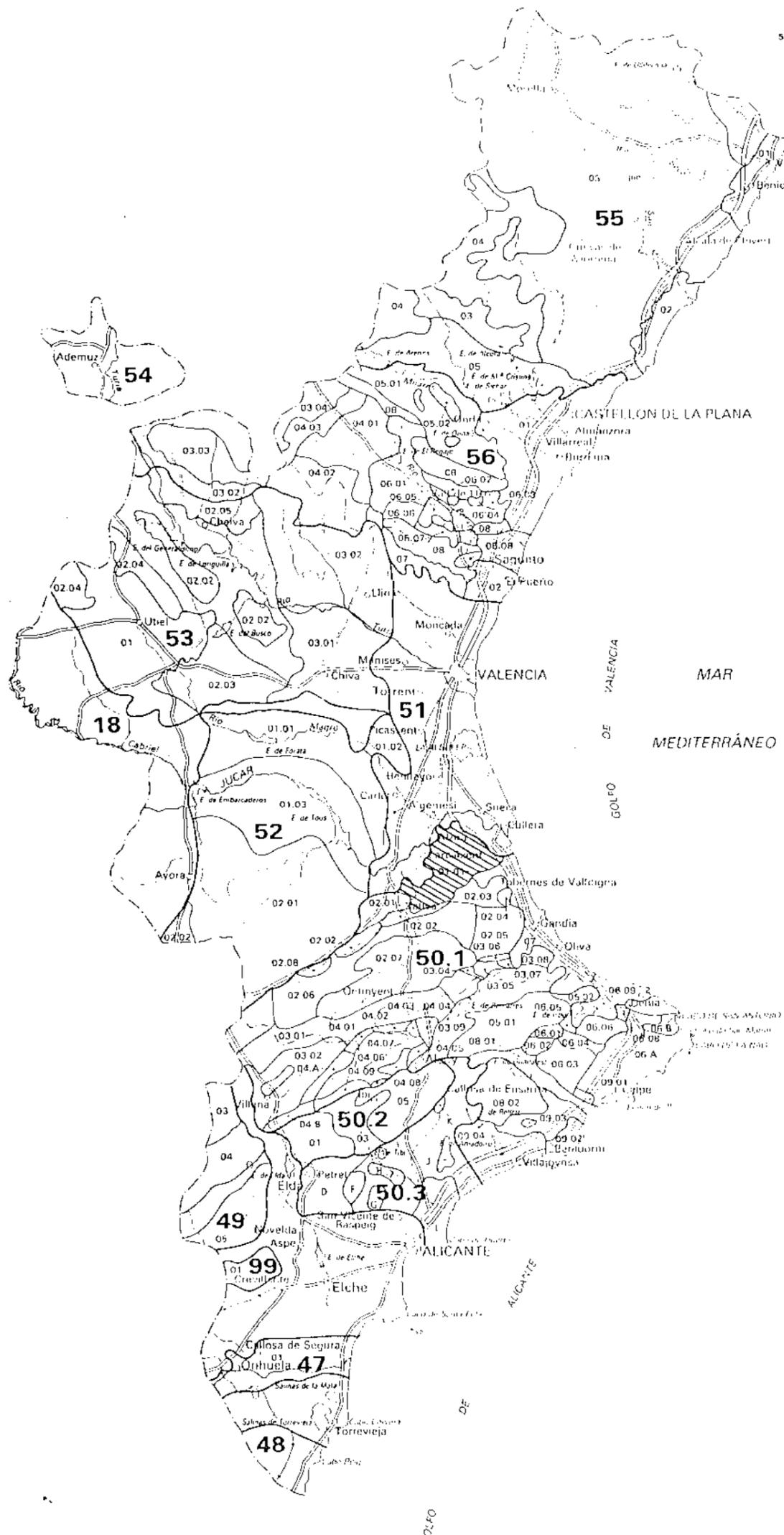
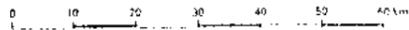
La labor de inventario realizada en el marco del presente proyecto ha consistido fundamentalmente en la actualización de los datos de aquellos puntos relacionados con el subsistema de la Sierra de las Agujas en los que las extracciones son más importantes y aquellos que son utilizados para el abastecimiento de núcleos urbanos, así como el nuevo inventario de puntos en aquellas zonas que presentan una menor cobertura de información.

Se han considerado como puntos relacionados con el subsistema de la Sierra de las Agujas aquéllos que se sitúan sobre materiales carbonatados y las perforaciones que emplazadas sobre la Plana alcanzan en profundidad los materiales calcáreos constituyentes del subsistema.

La situación del inventario de puntos de agua del proyecto se aprecia en el Plano nº 2.

# SITUACION ACTUAL Y DENOMINACION DE LOS ACUIFEROS EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

Escala 1:1.000.000



- 18 SISTEMA MESOZOICO FLANCO OCCIDENTAL DE LA IFRICA, MANCHA ORIENTAL Y AISLADOS
- 47. SISTEMA CUATERNARIO GUADALETIN-SEGURA
  - 47.1 Vega del Segura
  - 47.1.02 Vega Media y Baja
  - 47.1.02.01 Cuaternario
- 48. SISTEMA CAMPO DE CARTAGENA
- 49. COMPLEJO CALIZO DOLOMITICO PREBETICO
  - 49.2.03 Jumilla-Villena
  - 49.2.04 Carcho-Salinas
  - 49.2.05 Quibas
- 50. SISTEMA
  - 50.1 Zona Norte Ibérica - Prebético Valencia-Alicante
  - 50.1.01 Sierra de las Agujas - Acuífero Jurásico-Cretácico
  - 50.1.02 Subsistema de Sierra Grossa
    - 02.01 Acuífero de Canals
    - 02.02 Mortera - Benixa
    - 02.03 Acuífero de Barig
      - 02.04 " Jurásico de Jaraco
      - 02.05 " Marchuquera - Falconera
      - 02.06 " Sierra Grossa
      - 02.07 " Olleria Beniganim
      - 02.08 " Atalaya
  - 50.1.03 Subsistema de Solana - Almirante - Mustalla
    - 03.01 Acuífero Solana - Benicadell (Villena-Benarras)
    - 03.02 " Cuaternario de Villena - Benajama
    - 03.03 " Yacía Villena
    - 03.04 " Terrateig
    - 03.05 " Adór
    - 03.06 " Palma de Gandía
    - 03.07 " Vallalonga
    - 03.08 " Oliva
    - 03.09 " Salem - Albuera - Gallinera - Mustalla
  - 50.1.04 Subsistema de Sierra Mariola
    - 04.01 Acuífero San Jaime
    - 04.02 " Agres
    - 04.03 " Jurásico de Muro de Alcoy
    - 04.04 " Detrítico de Muro de Alcoy
    - 04.05 " Terciario de Cocentaina
    - 04.06 " Salt - San Cristóbal
    - 04.07 " Pinar de Camús
    - 04.08 " Alto de Liacunas
    - 04.09 " Terciario de Onil
    - 04.A " Sierra de la Fontanella
    - 04.B " Peñarrubia
  - 50.1.05 Subsistema de Sierra Segaria
    - 05.01 Acuífero Almudaina - Alfaro - Mediodía
    - 05.02 " Segaria
  - 50.1.06 Subsistema Pañón - Montgó - Bernis - Benisa
    - 06.01 Acuífero Peñón
    - 06.02 " Cocoll
    - 06.03 " Carrascal Ferrar
    - 06.04 " Detrítico de Jaldón
    - 06.05 " Orba
    - 06.06 " Castell de la Solana - Solana de la Llosa
    - 06.08 " Neocomense de la Marina
    - 06.09 " Montgó
    - 06.A " Depresión de Benisa
    - 06.B " Plana de Javes
  - 50.1.07 Subsistema Plana de Gandía - Denia
    - 50.1.08 " Sierra Aitana - Serralla - Aixorta
    - 08.01 Acuífero Serralla - Aixorta
    - 08.02 " Sierra Aitana
  - 50.1.09 Subsistema Anticlinales de Orcheta - Peña Alhama
    - 09.01 Acuífero Peña Alhama
    - 09.02 " Cuaternario Benidorm - Altea
    - 09.03 " Puig Campana
    - 09.04 " Anticlinales de Orcheta
- 50.2 Zona Sur - Prebético de Alicante
  - 50.2.01 Subsistema Argueta - Maigro
  - 50.2.01.01 Acuífero Cretácico
  - 50.2.02 Subsistema
    - 50.2.03 " Aislados del Sur de Alicante
    - 50.3 " Acuífero Horna
    - 50.3.A " Betis
    - 50.3.B " Fontcalent
    - 50.3.C " Sierra del Cid
    - 50.3.D " Aquilas
    - 50.3.E " Ventos Castellar
    - 50.3.F " Tossal de Reo
    - 50.3.G " Monnegre
    - 50.3.H " Albalor
    - 50.3.I " Caberón de Oro
    - 50.3.J " Torremanzanas
    - 50.3.K " San Juan-Campello
    - 50.3.L " "
- 51. SISTEMA DE LA PLANA DE VALENCIA
  - 51.01 Acuífero Mocuaternario
  - 51.02 Acuífero del Mocuano Interior
- 52. SISTEMA DE CAROCH
  - 52.01 Subsistema Caroch Norte
    - 01.01 Acuífero De' Ave
    - 01.02 " La Contienda
    - 01.03 " Las Muelas
  - 52.02 Subsistema Caroch Sur
    - 02.01 Acuífero Caroch Sur
    - 02.02 " Detrítico de Almansa
- 53. SISTEMA DEL MEDIO TURIA MESOZOICO SEPTENTRIONAL VALENCIANO
  - 53.01 Subsistema Plana Utiel-Requena
  - 53.02 " Serranias
    - 02.01 Acuífero Medio Turia
    - 02.02 " Sierra de Enmedio
    - 02.03 " Sierra de Malacara
    - 02.04 " Sierra de Utiel
    - 02.05 " Transversal Higuerales - Talayuelas
  - 53.03 Subsistema Buñol - Casinos
    - 03.01 Acuífero Buñol - Casinos
    - 03.02 " Liria - Casinos
- 54. SISTEMA ALTO TURIA - CALIZO JURASICO DE ALBARRACIN JAVALAMBRE
- 55. SISTEMA JAVALAMBRE - MAESTRAZGO
  - 55.01 Subsistema Plana de Vinaroz - Peñíscola
    - 01.01 Acuífero Mocuaternario
    - 01.02 " Calizo
  - 55.02 Subsistema Plana de Orpesa - Torralba
    - 02.01 " Maestrazgo
    - 02.02 " Mosqueruela
    - 02.03 " Javalambre
- 56. SISTEMA SIERRA ESPADAN - PLANA CASTELLON - PLANA SAGUNTO
  - 56.01 Subsistema Plana de Castellón
  - 56.02 " Plana de Sagunto
  - 56.03 Subsistema Landeta - Alpuente - Sierra del Toro
    - 03.01 Acuífero El Revolador
    - 03.02 " Alpuente - La Yesa
    - 03.03 " Alpuente - Titaguas
    - 03.04 " Sierra del Toro
  - 56.04 Subsistema Jérica - Alcublas
    - 04.01 Acuífero Jérica
    - 04.02 " Alcublas
    - 04.03 " Transversal de Bejis
  - 56.05 Subsistema de Onda
    - 05.01 Acuífero Onda
    - 05.02 " Terrachiva - Suera
  - 56.06 Subsistema Medio Palancia
    - 06.01 Acuífero Segorbe - Sonaja
    - 06.02 " Azuebar
    - 06.03 " Vall de Uxo
    - 06.04 " Salto del Caballo
    - 06.05 " Algar Cuart
    - 06.06 " Cornaco
    - 06.07 " Estrella
    - 06.08 " Gausa
  - 56.07 Subsistema Plaquera - Puzul
    - 07.01 " Sierra del Espadán
- 99. SISTEMA 99 SUBBETICO DE MURCIA
  - 99.1.1 Sierra de Crevillente

FIG. 5.1. SITUACION HIDROGEOLOGICA.

\* Acuíferos situados fuera de la Comunidad Valenciana

El número total de puntos del inventario del presente proyecto es de 243, encontrándose en el Anejo 3.1. un cuadro-resumen con las principales características de los mismos.

La distribución por octantes del inventario del proyecto, con expresión de los puntos actualizados y de los inventariados durante este estudio, se aprecia en la Figura 5.2. De los 243 puntos, 215 (88%) han sido actualizados y 28 (12%) corresponden a nuevo inventario

Los términos municipales en los que se ha efectuado el inventario han sido los siguientes:

- . Alcira
- . Benifairó de Valldigna
- . Carcagente
- . Corbera de Alcira
- . Enova
- . Favara
- . Játiva
- . Llauri
- . Manuel
- . Puebla Larga
- . Rafelguaraf
- . Simat de Valldigna
- . Tabernes de Valldigna

Los tipos de puntos acuíferos en cuanto a su naturaleza son los siguientes:

. Sondeos	114
. Pozos	64
. Pozos-sondeo	50
. Pozos-galería	11
. Manantiales	3
. Pozos-sondeo-galería	1

La distribución del inventario y sus tipologías entre los municipios de la zona se aprecia en las Figuras 5.3. y 5.4. Se observa que únicamente se han inventariado 3 manantiales importantes, de los cuales solamente los correspondientes al término de Tabernes se encuentran directamente relacionados con la Sierra de las Agujas.

Del resto de los 240 puntos, la distribución de las profundidades alcanzadas en los mismos y los tipos de perforación empleados se aprecian en las Figuras 5.5 y 5.6, respectivamente. La percusión es el método de perforación más utilizado, seguido por la excavación. El 39% de las perforaciones inventariadas tienen menos de 50 m de profundidad, y las que alcanzan menos de 100 m son ya el 65% del total.

# Inventario del proyecto

## Distribución por octantes

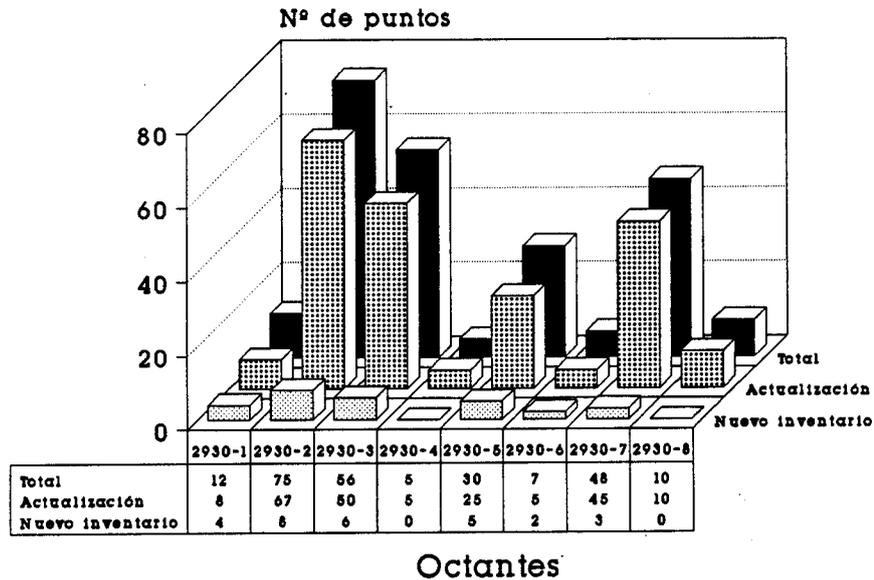


Fig. 5.2

## Distribución por municipios

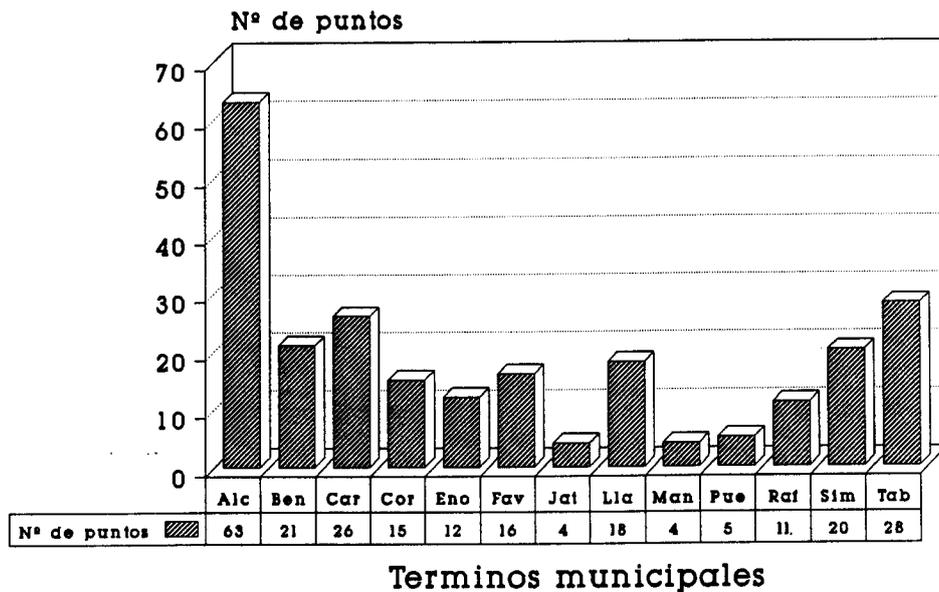


Fig. 5.3

# Tipología de puntos de agua

## Inventario del proyecto

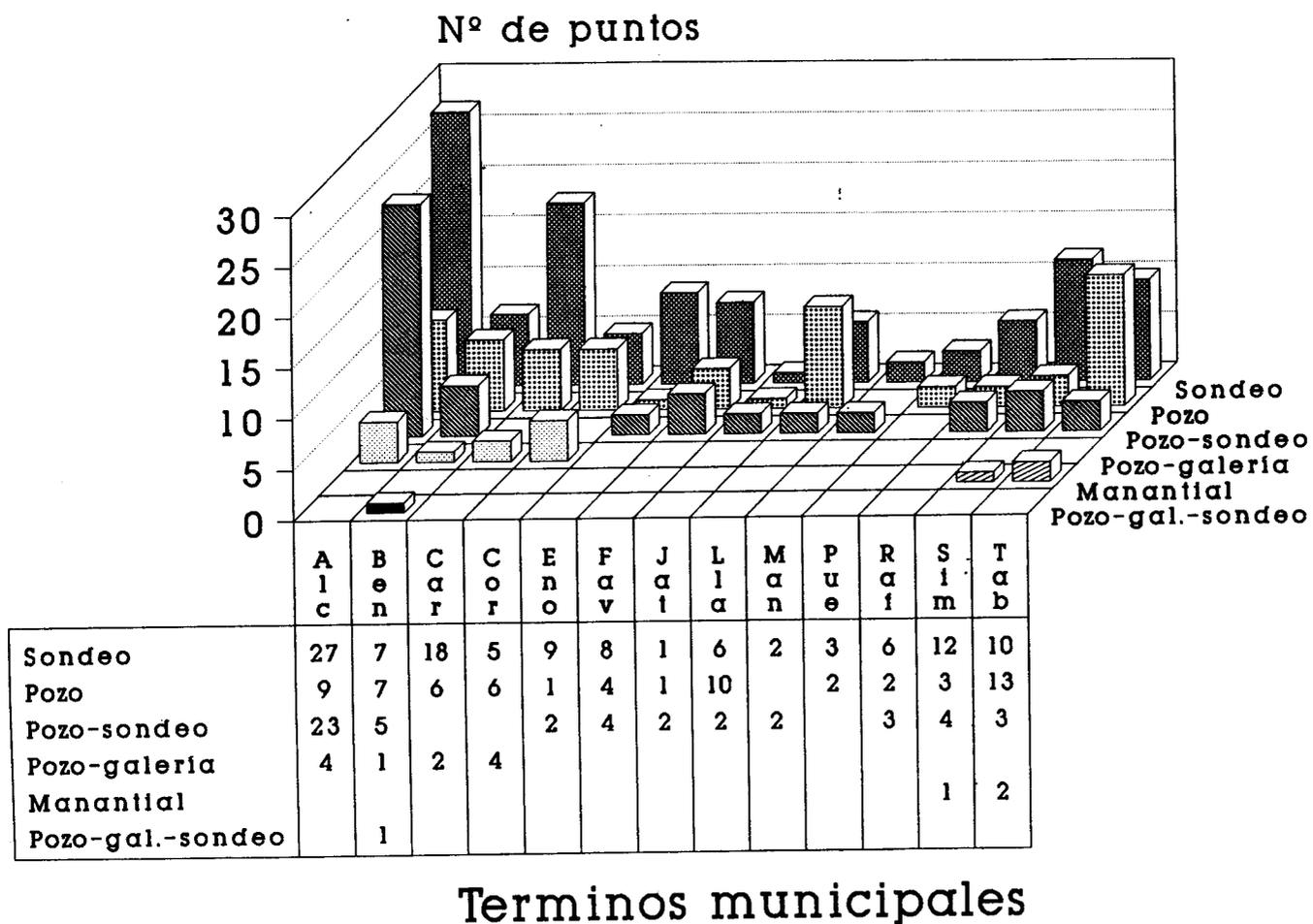


Fig. 5.4

Por lo que respecta a los equipos de extracción instalados (Fig. 5.7) se observa que son mayoritarios los que se alimentan mediante electricidad, y dentro de éstos predominan los grupos moto-bomba sumergidos. El 70% de los equipos tienen una capacidad de bombeo comprendida entre 1 y 3 m<sup>3</sup>/min. (Fig. 5.8).

Los puntos de agua inventariados durante el proyecto tienen las siguientes utilidades:

. Agricultura	180
. Abastecimiento	18
. Abastecimiento y agricultura	6
. Industria	5
. Aguas minero-medicinales	1
. Sin uso	33

La distribución de estos tipos de uso entre los términos municipales de la zona se aprecia en la Fig. 5.9.

La mayor parte de las perforaciones se emboquillan en la Plana, alcanzando en profundidad a los materiales calcáreos propios del subsistema.

Como resumen del análisis del inventario realizado durante el presente proyecto, el perfil del punto de agua típico del subsistema de la Sierra de las Agujas sería el siguiente:

. Naturaleza	Sondeo
. Profundidad	Menor de 50 m
. Tipo de perforación	Percusión
. Litología atravesada	Plana y caliza, en profundidad
. Equipo de extracción	Electrobomba sumergida
. Capacidad de bombeo	Entre 1 y 2 m <sup>3</sup> /min.
. Utilización	Agricultura
. Término municipal	Alcira

# Inventario del proyecto

## Profundidad alcanzada

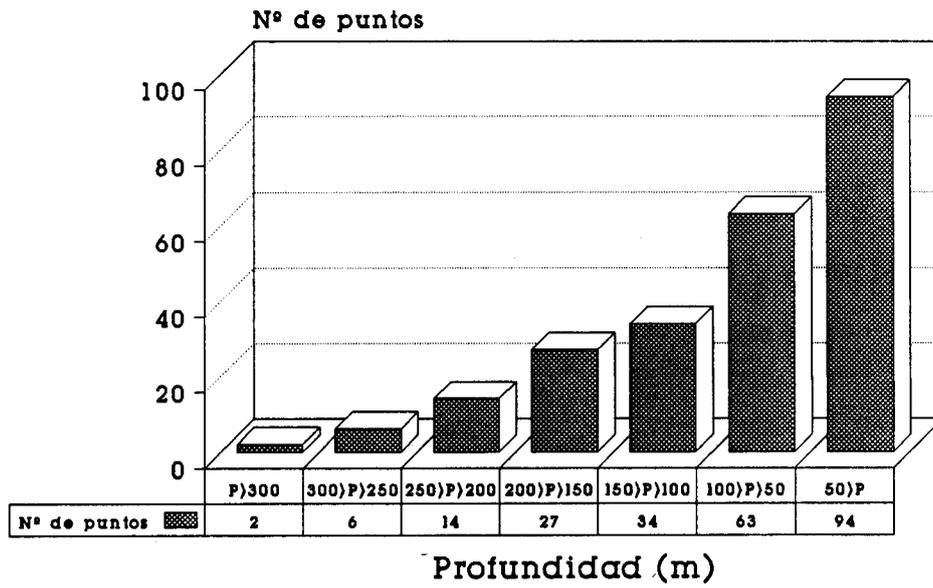


Fig. 5.5

## Tipo de perforación

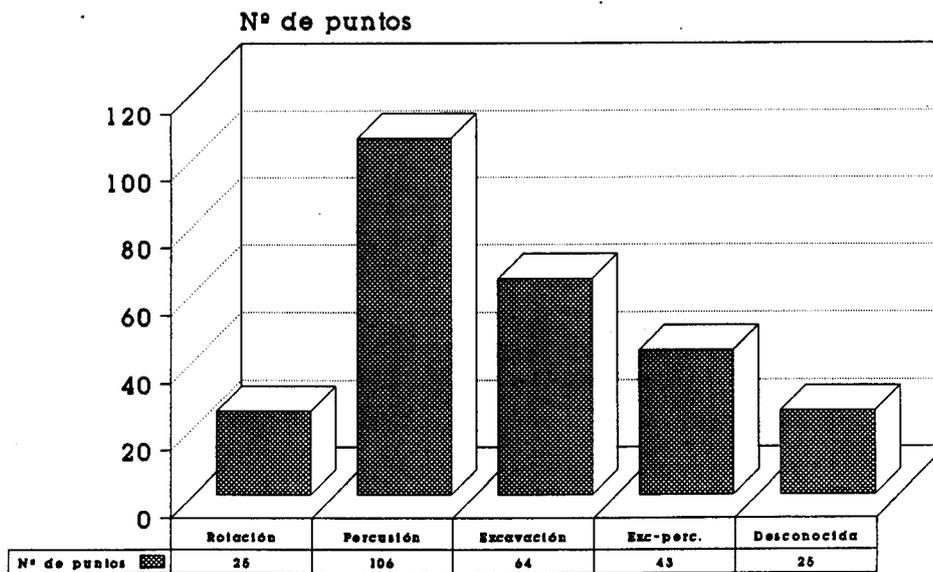


Fig. 5.6

# Inventario del proyecto

## Equipo de extracción

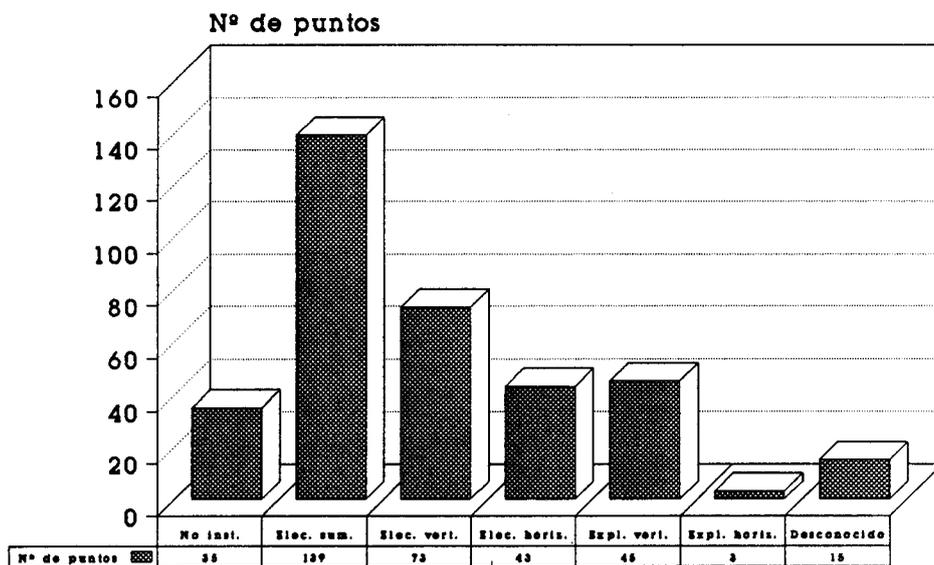


Fig. 5.7

## Capacidad de bombeo

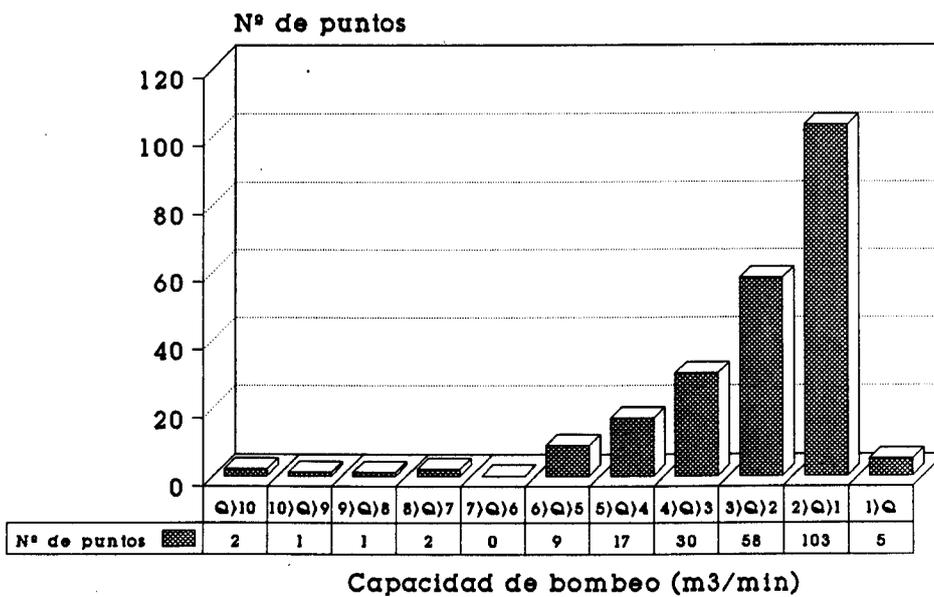


Fig. 5.8

# Utilización de los puntos de agua Inventario del proyecto

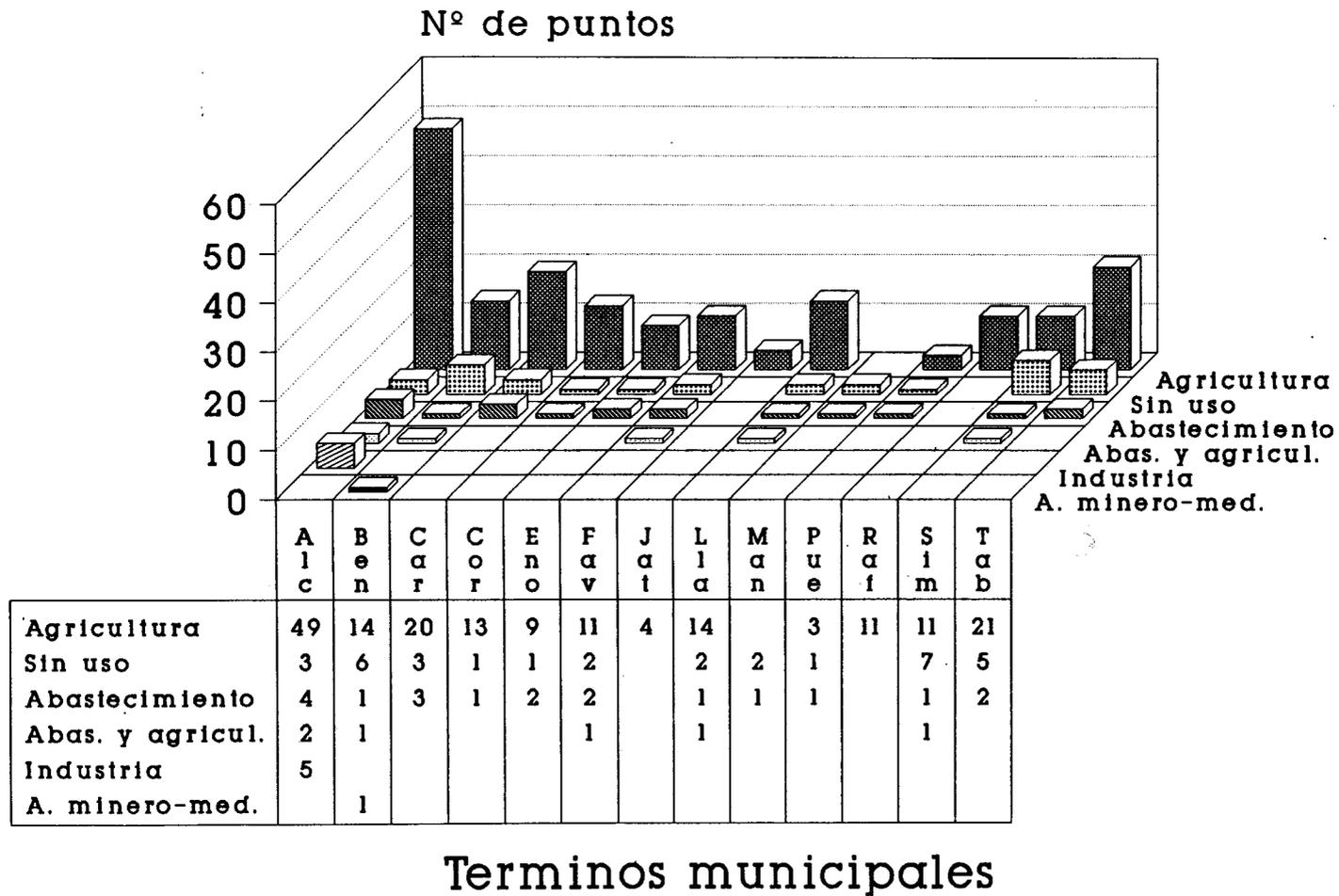


Fig. 5.9

### 5.3. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DEL ACUÍFERO

#### 5.3.1. Caracterización hidrogeológica de los materiales

A partir de la descripción litológica de los materiales aflorantes en la zona, según queda reflejada en el MAGNA, y tras un reconocimiento en campo de los mismos, en el que se realizaron observaciones "in situ" de aquellos aspectos que pudieran influir sobre la permeabilidad de las formaciones, se han agrupado éstas en cuatro categorías en función de su comportamiento hidrogeológico. Estas son:

- Materiales con permeabilidad alta

Calizas y dolomías del Hettangiense-Pliensbachiense Inferior (J<sub>1</sub>).

Su porosidad es debida a karstificación y, en menor medida, a la fracturación. En afloramiento se observa que tantos los interestratos como los bancos de caliza están muy disueltos, apareciendo en las cavernas concreciones calcáreas parietales y rellenos arcillosos.

Su potencia es superior a los 200 m.

Calizas y dolomías del Kimmeridgiense Medio-Superior (J<sub>5</sub>).

Presentan porosidad por fisuración y karstificación. Su espesor máximo es de 60 m.

Calizas, dolomías y margas del Barremiense-Albiense (C<sub>2</sub>).

Permeables por fisuración y karstificación, tienen una potencia próxima a los 90 m.

Dolomías, arenosas a la base, del Cenomaniense (C<sub>3</sub>).

Su porosidad se debe a fisuración y karstificación, y aumenta hacia el techo de la formación. Su espesor ronda los 100 m.

Dolomías del Turoniense Medio-Superior (C<sub>5</sub>)

Aparecen bastante karstificadas, con lapices en superficie y niveles disueltos. Su espesor oscila entre 50 y 80 m.

Calizas del Coniaciense Inferior (C<sub>6</sub>).

Son porosas por fisuración y karstificación. Su permeabilidad aumenta hacia techo. Tienen unos 40 m de potencia.

- . Dolomías y calizas del Coniaciense Medio-Santoniense (C<sub>7</sub>).

Su permeabilidad es debido a fisuración y karstificación, y su espesor próximo a los 150 m.

- . Calizas del Campaniense Inferior-Medio (C<sub>8</sub>).

Permeables por fisuración y karstificación, su potencia oscila entre 60 y 80 m.

- . Calizas arenosas del Campaniense Medio-Superior (C<sub>9</sub>).

Su porosidad es producida por fisuración y fracturación y, en menor medida por karstificación. Su espesor varía entre 30 y 45 m.

- . Calizas con arenas a techo del Maestrichtiense (C<sub>10</sub>).

Este tramo se encuentra muy karstificado, oscilando su potencia entre 60 y más de 100 m.

- . Arenas, arcillas, limos y conglomerados del Cuaternario (Q).

Aunque su porosidad varía en función del tipo de material en general puede considerarse que los materiales cuaternarios presentan una alta permeabilidad debido a la porosidad intergranular. Su espesor es muy variable.

- Materiales con permeabilidad variable

- . Dolomías arcillosas y dolomías del Cenomaniense Superior-Turonense Inferior (C<sub>4</sub>).

Esta formación, aunque a priori le parece corresponder una permeabilidad menor que al resto de los materiales del Cretácico Superior, presenta en algunos afloramientos un aspecto totalmente karstificado.

El espesor de esta formación varía entre 60 y 75 m.

- Materiales con permeabilidad baja

- . Calizas y margas verdes del Pliensbachiense (J<sub>2</sub>).

Tanto en ésta como en las dos siguientes formaciones, la relativamente alta permeabilidad de los bancos de caliza se ve disminuida por la alta

proporción de juntas o intercalaciones margosas de muy baja permeabilidad.

La potencia máxima de este tramo es de 100-120 m.

Calizas arcillosas y margas del Toarciense-Dogger (J<sub>3</sub>).

Su espesor se cifra en torno a los 170 m.

Calizas arcillosas y margas del Oxfordiense-Kimmeridgiense Inferior (J<sub>4</sub>).

La potencia de este tramo oscila entre 200 y 250 m.

Margas y calizas del Neocomiense-Barremiense en facies Weald (C<sub>1</sub>).

Su potencia es aproximadamente 65 m.

Margas y calizas del Maestrichtiense en facies Garum (C<sub>11</sub>).

Únicamente afloran en el sector sur del subsistema, con un espesor aproximado de 70 m.

Margas, conglomerados y calizas arenosas del Terciario (T).

La permeabilidad de estos materiales es variable, aunque en conjunto y comparándolos con los mesozoicos y cuaternarios, puede considerarse como baja.

#### Materiales impermeables

Arcillas y margas versicolores yesíferas y salíferas del Keuper (T<sub>1</sub>).

Constituyen el impermeable de base de toda la zona. La barras carbonatadas incluidas en la masa evaporítica tienen poca extensión y, aunque su permeabilidad sea alta, se encuentran desconectadas de otros niveles acuíferos. En cualquier caso, la calidad de sus aguas sería muy baja, dado el previsiblemente alto contenido en sulfatos y cloruros de las mismas.

#### **5.3.2. Establecimiento de los límites del subsistema**

El subsistema de la Sierra de las Agujas presenta un límite estrictamente cerrado en su extremo suroccidental, debido al afloramiento de las margas impermeables del Keuper entre las proximidades de Manuel, Lugar Nuevo de Fenollet, Barqueta y la zona de Los Pilonets, en la carretera que une esta última población con Simat de Valldigna.

Entre Los Pilonets y Simat de Valldigna el límite puede considerarse prácticamente cerrado por el subafloramiento del Keuper impermeable. No obstante, existe la posibilidad de conexión restringida con el acuífero de Barig del subsistema de Sierra Grossa.

Entre Simat de Valldigna y Tabernes de Valldigna el límite del subsistema es abierto, existiendo conexión hidráulica entre éste y el subsistema de la Plana de Gandía-Denia. La conexión entre el subsistema de la Sierra de las Agujas y el acuífero de Barig, por debajo del acuífero detrítico de la Plana de Gandía, se ve dificultada por el subafloramiento de las margas del Keuper en el valle de La Valldigna. Según los estudios geofísicos (SEV) realizados en la zona, el valle de Valldigna constituye una fosa tectónica limitada por fallas que ha sido aprovechada por el Keuper plástico para ascender. En un corte longitudinal de O a E por el valle, el Keuper se encuentra a menos de 50 m de profundidad antes de llegar a Benifairó de Valldigna; al O de Benifairó, y mediante una falla transversal, el Keuper desciende hasta los 200 m, subaflorando posteriormente cada vez a menor profundidad; esta tendencia se invierte al llegar a Tabernes de Valldigna, encontrándose el Keuper a partir de esta localidad y hacia el mar a una profundidad mínima de 200 m.

Los límites oriental, septentrional y occidental son abiertos, estableciéndose conexión hidráulica con el sistema acuífero de la Plana de Valencia.

La conexión con el acuífero detrítico de la Plana de Valencia entre el E de Tabernes de Valldigna y Llauri, en el límite oriental, se ve dificultada por la presencia cercana a la superficie del Keuper impermeable en algunos sectores. Esto provoca la aparición de manantiales dentro del acuífero detrítico y en las proximidades de los afloramientos calcáreos cuyo caudal está relacionado con estos últimos, denominados "ullals".

En lo referente a los límites abiertos septentrional y meridional del subsistema a la Plana de Valencia, la conexión hidráulica es mucho más franca, sumergiéndose suavemente los materiales calcáreos bajo los sedimentos detríticos.

### **5.3.3. Diferenciación de subunidades acuíferas**

A partir de la caracterización hidrogeológica de los materiales, y en función de su situación estratigráfica, cabe distinguir dos tramos acuíferos principales:

- Tramo acuífero jurásico, constituido por más de 200 m de las calizas y dolomías J<sub>1</sub>. Este acuífero se encuentra normalmente a bastante profundidad, salvo en el anticlinal del Barranco de Aguas Vivas y en la banda jurásica del extremo oriental del subsistema. En los sectores donde no aflora en superficie presenta un carácter semiconfinado.

Este tramo se encuentra siempre yacente sobre los materiales salitíferos del Keuper, por lo que es de esperar que, mediante la disolución de los mismos, las aguas del acuífero jurásico presenten una calidad química más o menos deteriorada.

También jurásicas son las calizas y dolomías J<sub>5</sub>, pero presentan un interés relativo como acuífero, ya que su espesor es reducido - menor de 60 m -, se encuentran situadas entre dos niveles de baja permeabilidad y tienen una reducida superficie de afloramiento.

- Tramo acuífero cretácico, compuesto por los niveles calcáreos C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub> y C<sub>10</sub>, con un espesor total aproximado de 750 m.

Este acuífero es el más extensamente representado en el subsistema de la Sierra de las Agujas y tiene carácter libre. Dentro de él se ha incluido el tramo C<sub>4</sub>, que, como queda recogido en el apartado de caracterización hidrogeológica, presenta una permeabilidad variable en función del sector considerado, llegando a encontrarse totalmente karstificado en El Estrecho y al SO de Barraca de Aguas Vivas.

Estos dos tramos acuíferos principales se encuentran separados estratigráficamente por un conjunto de baja permeabilidad - salvo el tramo J<sub>5</sub> -, con un espesor aproximado de 600 m.

No obstante, y dada la intensa fracturación a que han sido sometidos los materiales, los tramos acuíferos se encuentran a menudo conectados mediante fallas y cabalgamientos.

Desde el punto de vista de la división del subsistema en subunidades de funcionamiento hidrogeológico relativamente independiente, en función de las desconexiones hidráulicas entre los tramos acuíferos, pueden distinguirse cuatro sectores o acuíferos propiamente dichos, que ordenados de menor a mayor tamaño son:

#### **5.3.3.1. Acuífero de Corbera de Alcira**

Se sitúa en el extremo más septentrional del subsistema y está constituido fundamentalmente por los tramos inferiores del acuífero cretácico. Está separado del resto de los sectores por los materiales de baja permeabilidad del Jurásico, aunque la desconexión hidráulica no es total, ya que en una pequeña zona del área de Caball estos materiales no afloran. También puede existir conexión en profundidad debido a la tectónica de la zona.

### 5.3.3.2. Acuífero de Favara

Está constituido por el acuífero jurásico aflorante en toda la fachada nororiental del subsistema, y se encuentra en gran medida desconectado del resto por el afloramiento o subafloramiento de los materiales de baja permeabilidad jurásicos. En profundidad puede estar conectado con el resto del acuífero jurásico del subsistema.

### 5.3.3.3. Acuífero de Alcira-Tabernes de Valldigna

Corresponde a las sierras de Murta, del Caballo y de las Agujas, y al barranco de la Casella. Está constituido por el acuífero cretácico, que es el aflorante, y el acuífero jurásico en profundidad. La conexión entre ambos puede producirse mediante las numerosas fallas existentes en este sector.

### 5.3.3.4. Acuífero de Carcagente-Benifairó

Como en el anterior, está constituido por el acuífero cretácico aflorante y el jurásico en profundidad. Existe una zona muy tectonizada, ligada a los afloramientos de Keuper al O de Benifairó de Valldigna, en la que se puede establecer conexión hidráulica entre ambos niveles.

El acuífero de Carcagente-Benifairó se encuentra separado del de Alcira-Tabernes de Valldigna por el anticlinal de Aguas Vivas, en el que afloran los materiales poco permeables del Jurásico. Sin embargo se produce conexión hidráulica entre ambos hacia el O, en el cierre periclinal de la estructura.

## 5.4. FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO

### 5.4.1. Piezometría

#### 5.4.1.1. Red de control piezométrico del ITGE. Análisis de datos históricos.

Dentro de la red de control piezométrico del ITGE en la zona, los puntos que nos ofrecen información sobre el estado del subsistema de la Sierra de las Agujas son los siguientes:

2929 - 6021  
 2930 - 1017 (\*)  
 2930 - 1018 (\*)  
 2930 - 2023 (\*)  
 2930 - 1042  
 2930 - 2004  
 2930 - 2028 (\*)  
 2930 - 2034

2930 - 2081 (\*)  
2930 - 2156  
2930 - 3032 (\*)  
2930 - 3053  
2930 - 4016 (\*)  
2930 - 5032 (\*)  
2930 - 5038 (\*)  
2930 - 5050 (\*)  
2930 - 7004  
2930 - 7025 (\*)  
2930 - 8012

Los piezómetros que aparecen acompañados de un asterisco (\*) se encuentran emboquillados en material cuaternario correspondientes a las planas, aunque en profundidad alcanzan los materiales carbonatados mesozoicos propios del subsistema. El nivel freático observado en los mismos será el resultado de la superposición de los niveles piezométricos correspondientes al acuífero detrítico y al acuífero carbonatado.

El resto de los piezómetros, por el contrario, se encuentran ya directamente emboquillados sobre los materiales mesozoicos del subsistema de la Sierra de las Agujas.

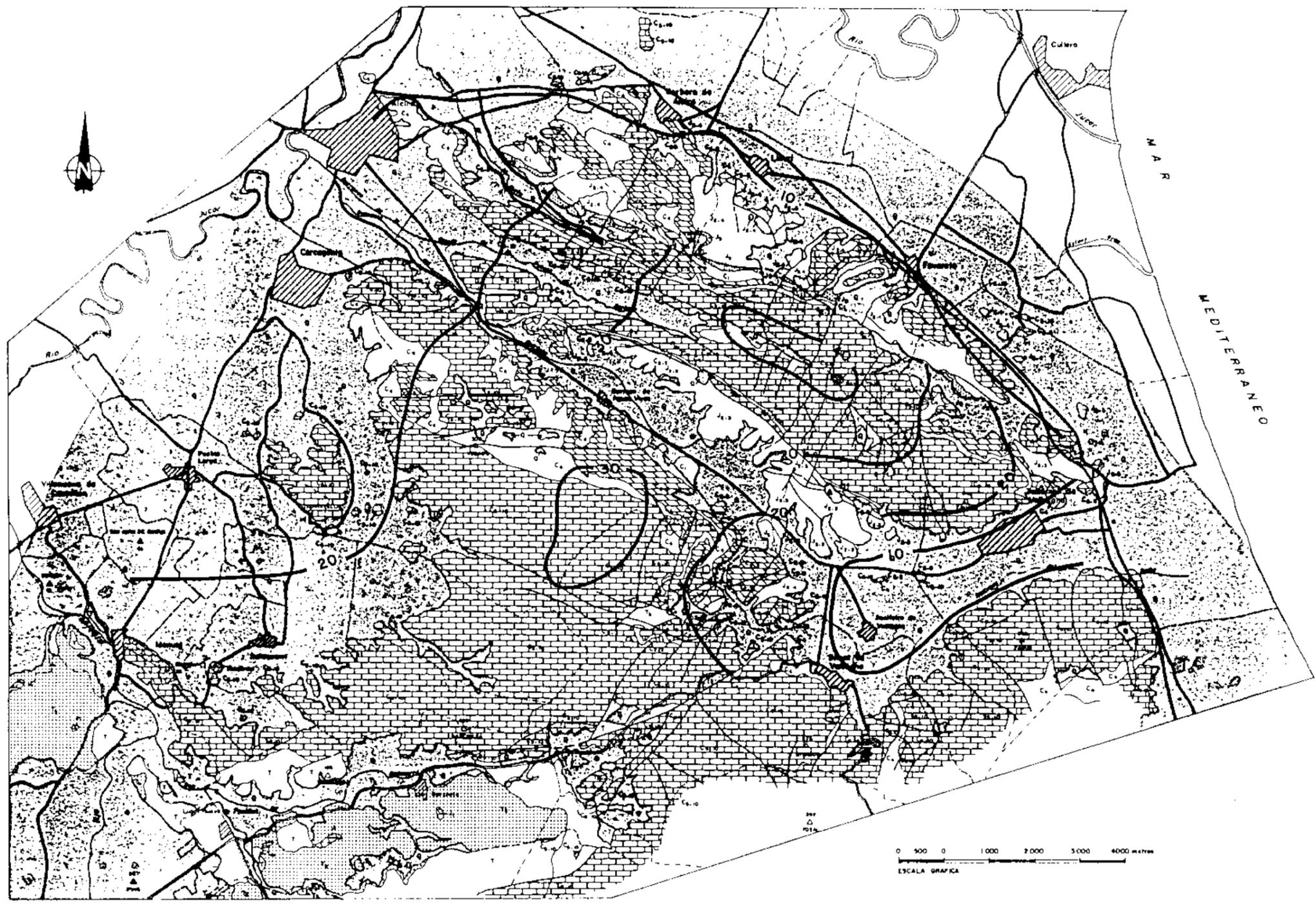
Los gráficos de evolución de cada piezómetro se encuentran en el Anejo 3.2., mientras que en el Plano nº 3 se aprecia espacialmente la evolución de los piezómetros más representativos.

A pesar de que la distribución de los piezómetros no es la más adecuada para el trazado de las isopiezas del subsistema, se han realizado planos de isopiezas para el período de aguas bajas de junio de 1.982 y el de aguas altas de enero de 1.990, que son los momentos más extremos en cuanto al nivel del agua subterránea en la mayor parte de los puntos de control. Estas isopiezas se observan en las Figuras 5.10. y 5.11., respectivamente.

Asimismo se han representado las isovariaciones piezométricas en este período en la Figura 5.12.

Puede apreciarse que el rango máximo de variación del nivel piezométrico, atendiendo a los datos disponibles, es superior a los 40 m en el sector del valle de Aguas Vivas, situado en la zona central del subsistema.

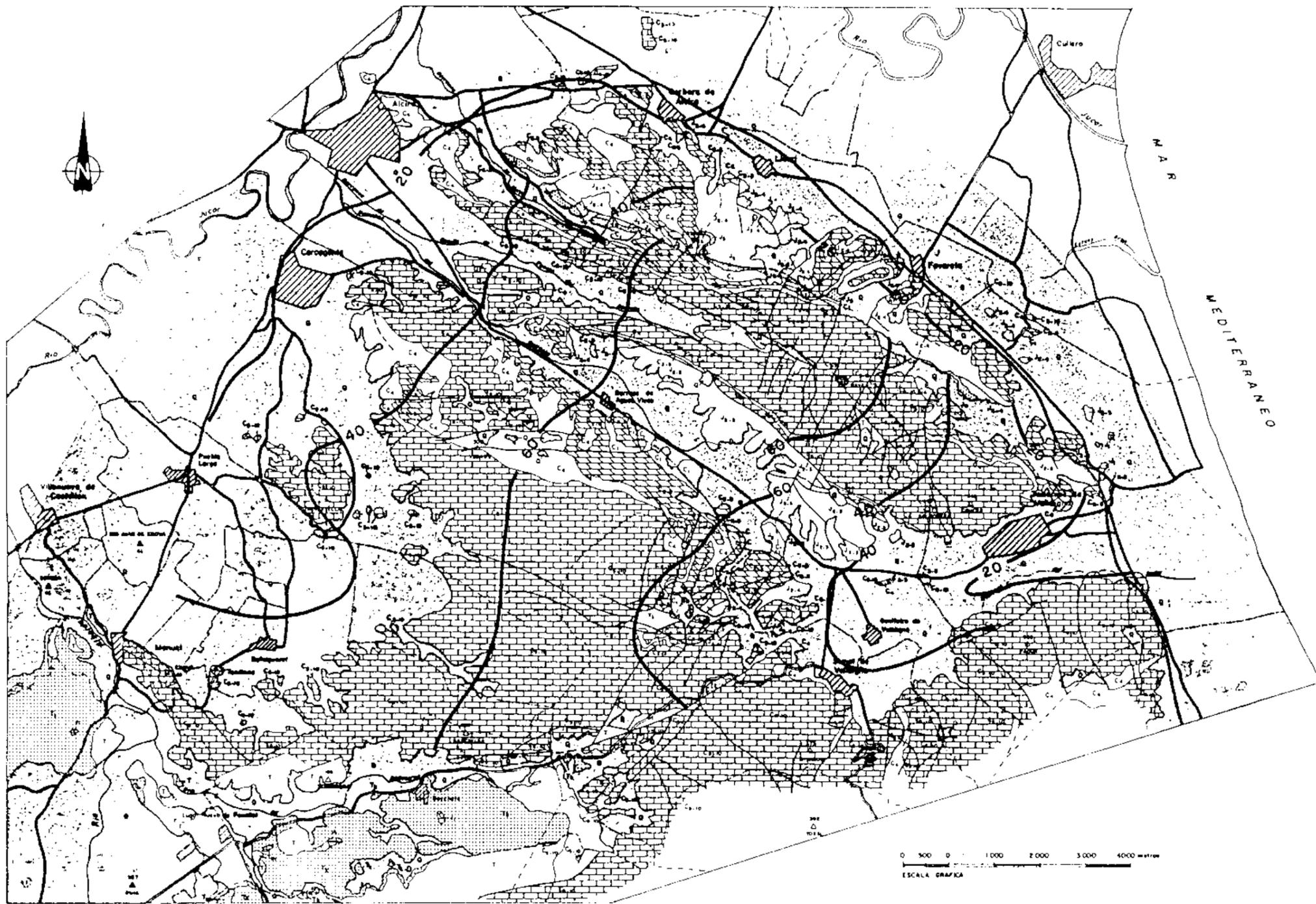
Por lo que respecta a la relación entre la pluviometría y los niveles piezométricos, se observa en las Figuras 5.13. y 5.14. la buena correlación existente entre la precipitación en la estación de Benifairó de Valldigna y los niveles del agua en los piezómetros 2930-3053 y 2930-7004, tanto a nivel mensual como anual.



EDAD	SIGLA	LITOLOGIA	DESCRIPCION	PERMEABILIDAD
CUATERNARIO	Q		Aluviales, arenas, limas y conglomerados	ALTA
CRETACICO	NEOGENO	T	Margas, conglomerados y calizas arenosas	BAJA
		P	Margas y calizas	
	SECCION SUPERIOR	Maestric	Calizas	ALTA
		Campariense	Calizas y arenosas	
		Bantonienense	Calizas	
		Coniaciense	Calizas	
	TURONIENSE	C <sub>5</sub>	Calizas	VARIABLE
		C <sub>4</sub>	Depositos arcillosos	
	CENOZANIENSE	C <sub>3</sub>	Depositos, arenosos o limas	ALTA
	INFERIOR	Albiense	Calizas, dolomitas y margas	BAJA
		Aptiense	Margas y calizas	
		Sarmatiense	Margas y calizas	
		Neocomiense	Calizas y dolomitas	
	MAYN	Kimmeridgiense	Calizas arenosas y margas	ALTA
Okfordiense		Calizas arenosas y margas		
Dober		Calizas arenosas y margas		
Toarciense		Calizas y margas verdes		
Pudabachiense		Calizas y margas verdes		
Sinemuriense		Calizas y dolomitas		
NETTANIENSE	J <sub>1</sub>	Calizas y dolomitas	ALTA	
TRIASICO	KEUPER	T <sub>3</sub>	Arenas y margas calcareas con fósiles y sales. Calizas	IMPERMEABLE
	MUSCHELBALK	T <sub>2</sub>		

— 40 — ISOPIEZAS (m.s.n.m.)

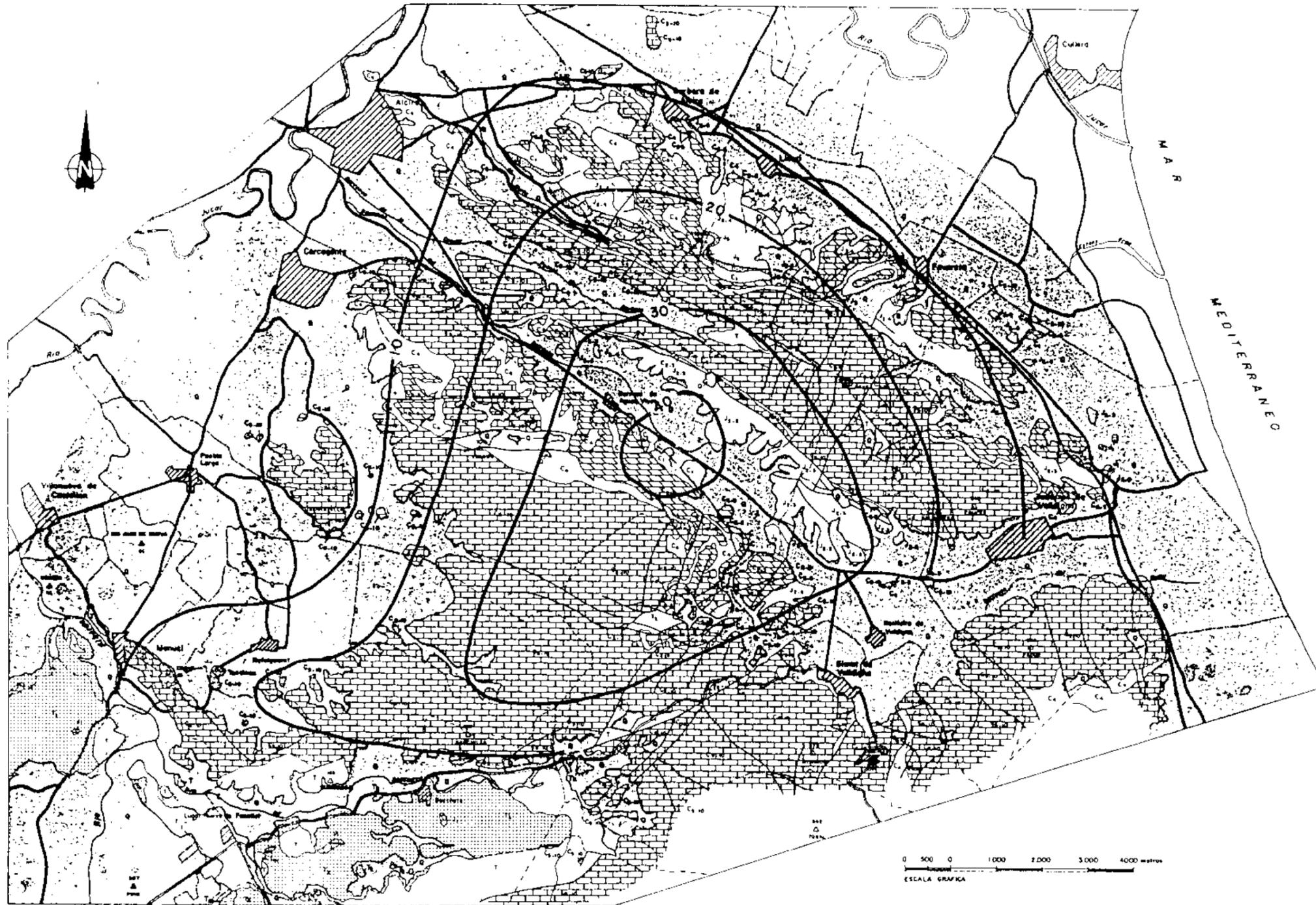
Fig - 5.10. Isopiezias (junio, 1982)



EDAD	ERA	LITOLOGIA	DESCRIPCION	PERMEABILIDAD	
CUATERNARIO	Q		Armas, gravas, limos y conglomerados	ALTA	
CRETACICO	TERTIC	REGEND			
		PALEOCENO			
		MAESTRIC			
	SUPERIOR	SARRENSIS			
		CAMPANENSE			
		SANTONIENSE			
		CONIACIENSE			
		TURONIENSE			
		CENOMANIENSE			
		ALBIENSE			
	INFERIOR	APTIENSE			
		BARREMIENSE			
		MEDOCIENSE			
JURASICO	MAYALM	KIMMERIENSE			
		CHONDIENSE			
		DOBERL			
	TOARCHENSE				
		PLIENBACHENSE			
	LIAIS	SINEMURIENSE			
		NETTANBIENSE			
TRIASICO	KEUPER				
	MUSCHELKALE				

— 20 — ISOPIEZAS (m.s.n.m.)

Fig.- 5.II. Isopiezas (enero, 1990)



EDAD	SOLA	LITOLOGIA	DESCRIPCION	PERMEABILIDAD																																																																																
CUATERNARIO	Q		Aluvios, gravas, limas y conglomerados	ALTA																																																																																
CRETACICO	NEOGENO	PALEOGENO	MARGAS, conglomerados y limas arenosas	BAJA																																																																																
					<table border="1"> <tr> <td>SEMONENSE</td> <td>C<sub>1</sub></td> <td>Margas y calizas</td> <td rowspan="13">ALTA</td> </tr> <tr> <td>MAESTRIC</td> <td>C<sub>2</sub></td> <td>Calizas</td> </tr> <tr> <td>SANTONIANO</td> <td>C<sub>3</sub></td> <td>Calizas y areniscas</td> </tr> <tr> <td>CONIACIENSE</td> <td>C<sub>4</sub></td> <td>Calizas</td> </tr> <tr> <td>TUPONIENSE</td> <td>C<sub>5</sub></td> <td>Dolomitas</td> </tr> <tr> <td></td> <td>C<sub>6</sub></td> <td>Dolomitas primarias</td> </tr> <tr> <td></td> <td>C<sub>7</sub></td> <td>Dolomitas, areniscas y calizas</td> </tr> <tr> <td>ALBIENSE</td> <td>C<sub>8</sub></td> <td>Calizas, dolomitas y margas</td> </tr> <tr> <td>APTIENSE</td> <td>C<sub>9</sub></td> <td>Margas y calizas</td> </tr> <tr> <td>BARREMIENSE</td> <td>C<sub>10</sub></td> <td>Calizas y dolomitas</td> </tr> <tr> <td>MEDOCMIENSE</td> <td>C<sub>11</sub></td> <td>Calizas arenosas y margas</td> </tr> <tr> <td>TOURNAIENSE</td> <td>C<sub>12</sub></td> <td>Calizas y dolomitas</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">MAYAS</td> <td rowspan="5">MAYAS</td> <td rowspan="5">MAYAS</td> <td rowspan="5">Calizas arenosas y margas</td> <td rowspan="5">BAJA</td> </tr> <tr> <td>DOBER</td> <td>J<sub>1</sub></td> <td>Calizas y dolomitas</td> </tr> <tr> <td>TOURNAIENSE</td> <td>J<sub>2</sub></td> <td>Calizas y dolomitas</td> </tr> <tr> <td>TOURNAIENSE</td> <td>J<sub>3</sub></td> <td>Calizas y dolomitas</td> </tr> <tr> <td>TOURNAIENSE</td> <td>J<sub>4</sub></td> <td>Calizas y dolomitas</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">JURASICO</td> <td rowspan="3">JURASICO</td> <td rowspan="3">JURASICO</td> <td rowspan="3">Calizas y dolomitas</td> <td rowspan="3">ALTA</td> </tr> <tr> <td>TOURNAIENSE</td> <td>J<sub>5</sub></td> <td>Calizas y dolomitas</td> </tr> <tr> <td>TOURNAIENSE</td> <td>J<sub>6</sub></td> <td>Calizas y dolomitas</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">TRIASICO</td> <td rowspan="2">TRIASICO</td> <td rowspan="2">TRIASICO</td> <td rowspan="2">Arenas y margas (principalmente areniscas) y calizas</td> <td rowspan="2">IMPERMEABLE</td> </tr> <tr> <td>KEUPER</td> <td>T<sub>1</sub></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	SEMONENSE	C <sub>1</sub>	Margas y calizas	ALTA	MAESTRIC	C <sub>2</sub>	Calizas	SANTONIANO	C <sub>3</sub>	Calizas y areniscas	CONIACIENSE	C <sub>4</sub>	Calizas	TUPONIENSE	C <sub>5</sub>	Dolomitas		C <sub>6</sub>	Dolomitas primarias		C <sub>7</sub>	Dolomitas, areniscas y calizas	ALBIENSE	C <sub>8</sub>	Calizas, dolomitas y margas	APTIENSE	C <sub>9</sub>	Margas y calizas	BARREMIENSE	C <sub>10</sub>	Calizas y dolomitas	MEDOCMIENSE	C <sub>11</sub>	Calizas arenosas y margas	TOURNAIENSE	C <sub>12</sub>	Calizas y dolomitas	MAYAS	MAYAS	MAYAS	Calizas arenosas y margas	BAJA	DOBER	J <sub>1</sub>	Calizas y dolomitas	TOURNAIENSE	J <sub>2</sub>	Calizas y dolomitas	TOURNAIENSE	J <sub>3</sub>	Calizas y dolomitas	TOURNAIENSE	J <sub>4</sub>	Calizas y dolomitas	JURASICO	JURASICO	JURASICO	Calizas y dolomitas	ALTA	TOURNAIENSE	J <sub>5</sub>	Calizas y dolomitas	TOURNAIENSE	J <sub>6</sub>	Calizas y dolomitas	TRIASICO	TRIASICO	TRIASICO	Arenas y margas (principalmente areniscas) y calizas	IMPERMEABLE	KEUPER	T <sub>1</sub>							
	SEMONENSE	C <sub>1</sub>	Margas y calizas	ALTA																																																																																
	MAESTRIC	C <sub>2</sub>	Calizas																																																																																	
	SANTONIANO	C <sub>3</sub>	Calizas y areniscas																																																																																	
	CONIACIENSE	C <sub>4</sub>	Calizas																																																																																	
	TUPONIENSE	C <sub>5</sub>	Dolomitas																																																																																	
		C <sub>6</sub>	Dolomitas primarias																																																																																	
		C <sub>7</sub>	Dolomitas, areniscas y calizas																																																																																	
	ALBIENSE	C <sub>8</sub>	Calizas, dolomitas y margas																																																																																	
	APTIENSE	C <sub>9</sub>	Margas y calizas																																																																																	
	BARREMIENSE	C <sub>10</sub>	Calizas y dolomitas																																																																																	
	MEDOCMIENSE	C <sub>11</sub>	Calizas arenosas y margas																																																																																	
TOURNAIENSE	C <sub>12</sub>	Calizas y dolomitas																																																																																		
MAYAS	MAYAS	MAYAS	Calizas arenosas y margas		BAJA																																																																															
				DOBER		J <sub>1</sub>	Calizas y dolomitas																																																																													
				TOURNAIENSE		J <sub>2</sub>	Calizas y dolomitas																																																																													
				TOURNAIENSE		J <sub>3</sub>	Calizas y dolomitas																																																																													
				TOURNAIENSE		J <sub>4</sub>	Calizas y dolomitas																																																																													
JURASICO	JURASICO	JURASICO	Calizas y dolomitas	ALTA																																																																																
					TOURNAIENSE	J <sub>5</sub>	Calizas y dolomitas																																																																													
					TOURNAIENSE	J <sub>6</sub>	Calizas y dolomitas																																																																													
TRIASICO	TRIASICO	TRIASICO	Arenas y margas (principalmente areniscas) y calizas	IMPERMEABLE																																																																																
					KEUPER	T <sub>1</sub>																																																																														

— 20 — ISOVARIACION DE LOS NIVELES PIEZOMETRICOS (m.)

Fig.- 5.12 Isovariaciones piezometricas (junio 1982-enero, 1990)

# RELACION PRECIPITACION - PIEZOMETRIA

## Benifairó - Piezometro 29303053

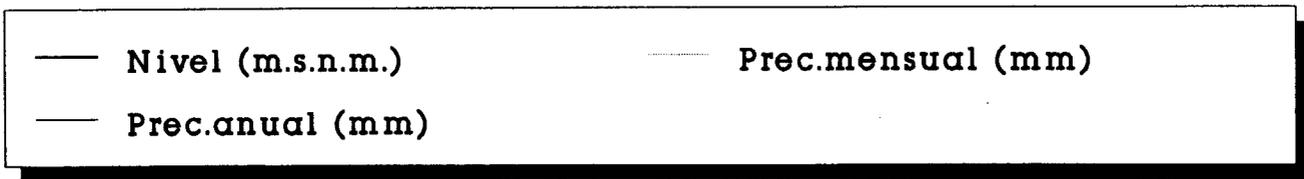
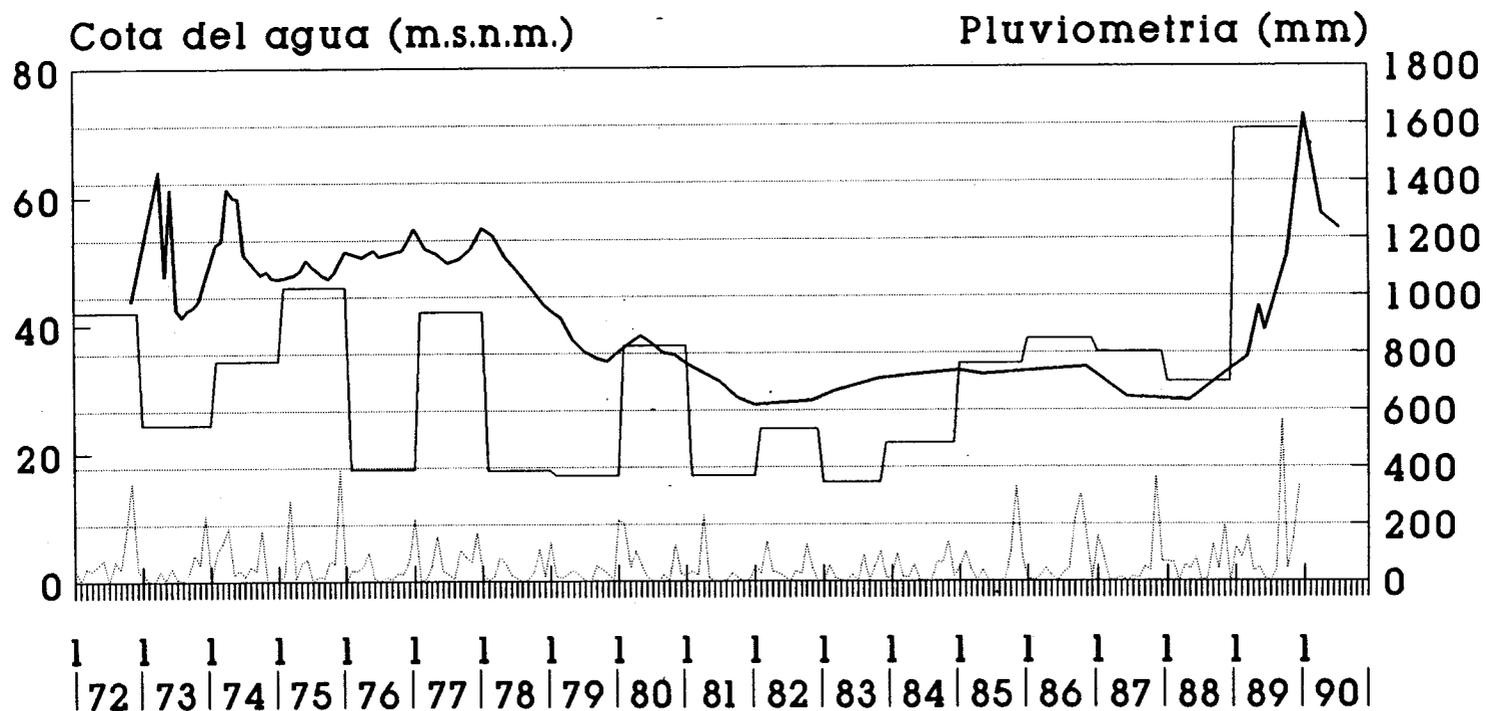


Fig.5.13.

# RELACION PRECIPITACION - PIEZOMETRIA

## Benifairó - Piezometro 29307004

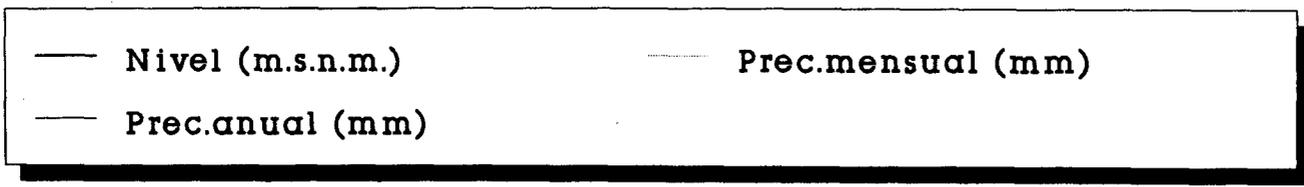
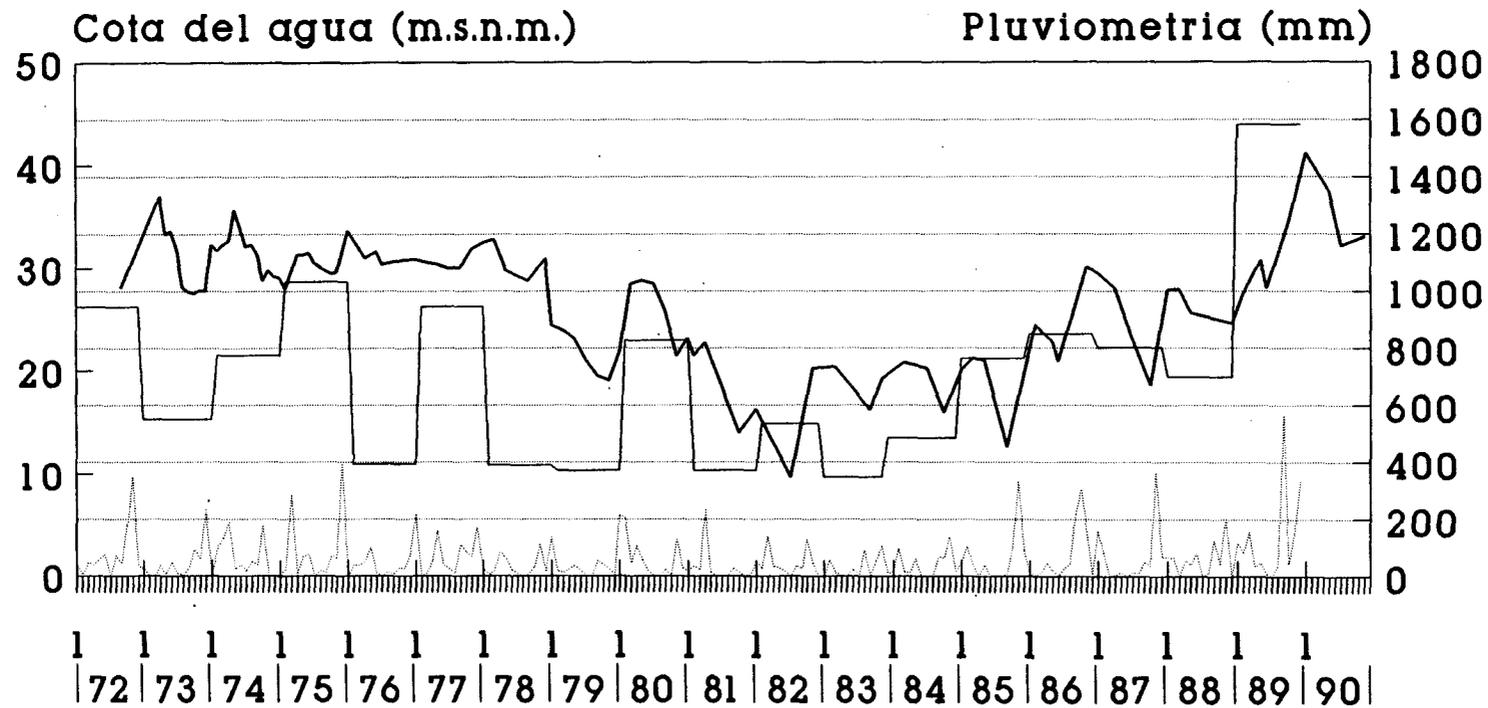


Fig.5.14.

Los niveles se mantuvieron estabilizados entre 1.972 y 1.978, año a partir del cual se produce un descenso correlacionable con un período de sequía que termina en 1.985. En este lapso de tiempo los niveles freáticos descienden una media de aproximadamente 20 m en la zona central del subsistema. A partir de 1.985 y hasta 1.988 los años son pluviométricamente medios, culminando esta tendencia de recuperación 1.989, que es el año más húmedo de la serie de precipitaciones considerada (1.949-1.989). En correspondencia con la evolución pluviométrica posterior a la sequía, los niveles piezométricos se recuperaron hasta alcanzar en 1.989 las cotas más altas de los últimos 18 años de los cuales se tiene registro.

#### **5.4.1.2. Situación piezométrica actual**

A partir del inventario y actualización de puntos de agua realizado durante el presente proyecto se dispone de información piezométrica actualizada a Febrero de 1.991 procedente de unos 175 puntos acuíferos del subsistema.

Los niveles medidos oscilan entre los -3 m.s.n.m. en las cercanías de Llauri y los 83 m.s.n.m. localizados a unos 4 km al O de Benifairó de Valldigna.

En la Figura 5.15. se observa la distribución de las isopiezas para esta fecha. Se aprecia que los mayores niveles piezométricos se sitúan en las zonas centrales de los acuíferos de Alcira-Tabernes de Valldigna y Carcagente-Benifairó, siendo la zona más cercana a la costa la que presenta los niveles más bajos, llegando a situarse los mismos en algunos puntos por debajo del nivel del mar.

#### **5.4.2. Relación con cauces superficiales**

Los ríos más importantes relacionados con el subsistema de la Sierra de las Agujas son el Júcar, el Albaida y el Barcheta.

El río Júcar rodea el subsistema a una cierta distancia por los extremos occidental y septentrional del mismo. La relación entre el Júcar y la Sierra de las Agujas no es directa, ya que entre ambos se sitúa una compleja red de acequias que riega los cultivos de cítricos y arroz de la plana de Valencia. Estas acequias deben recargar el acuífero cuaternario que, a su vez, recargará al acuífero mesozoico cuando los niveles piezométricos de éste sean menores que los de aquél.

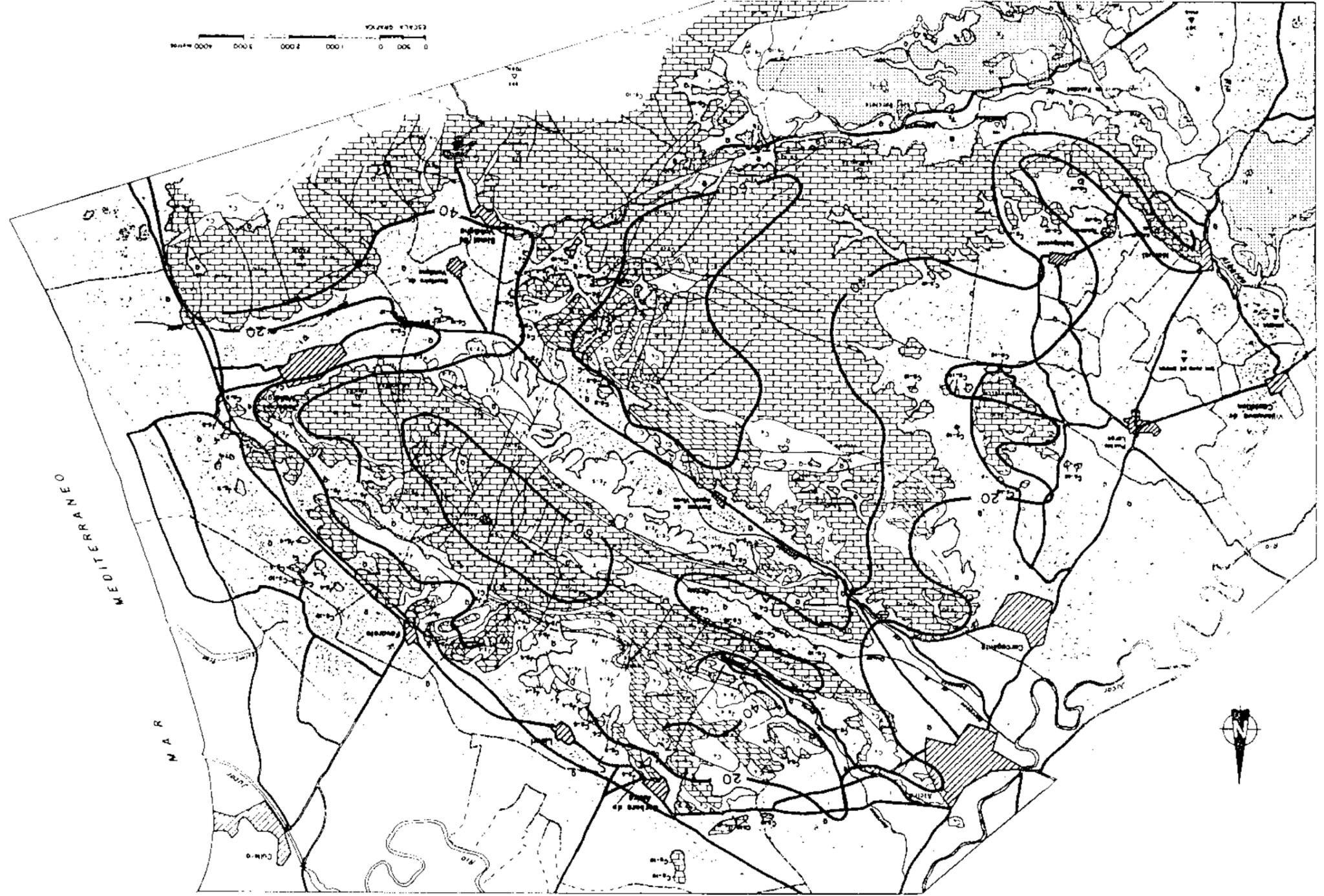
El río Albaida corre por el extremo suroccidental del subsistema, entregando sus aguas al Júcar aguas arriba de Alberique. Tanto este río como el Barcheta, que circula por la mitad occidental del borde S del subsistema y es tributario del anterior aguas abajo de Torre Loris, discurren sobre aluviales limitados en la margen derecha por materiales permeables del subsistema de la Sierra de las Agujas y en la margen izquierda por las impermeables del Keuper, no estando claro el grado de conexión de las aguas superficiales con el acuífero mesozoico a través del cuaternario permeable. Del río Albaida se derivan acequias desde Torre Loris hasta el Júcar, quedando su

Fig.-5.15 Isopiezas (febrero, 1991)

PERFILADO	DESCRIPCION	EDAD	ESCALA LITOLÓGICA
ALTA	Armas, puzos, bombas y conglomerados	CUATERNARIO	B
BAJA	Margas, limonitas y arenas gruesas	PLEISTOCENO	1
ALTA	Calizas y areniscas	MAESTRIZ	C <sub>1</sub>
	Calizas y areniscas	COMPAÑESES	C <sub>2</sub>
ALTA	Calizas y areniscas	MANONIERES	C <sub>3</sub>
	Calizas y areniscas	CONCIENSES	C <sub>4</sub>
ALTA	Calizas y areniscas	TURONIESES	C <sub>5</sub>
	Calizas y areniscas	THOMASIESES	C <sub>6</sub>
ALTA	Calizas y areniscas	CENOMANIESES	C <sub>7</sub>
	Calizas, areniscas y margas	ALBIENSES	C <sub>8</sub>
ALTA	Calizas, areniscas y margas	APTURIENSES	C <sub>9</sub>
	Calizas y margas	BARREMIENSES	C <sub>10</sub>
ALTA	Calizas y margas	NEOCOMIENSES	C <sub>11</sub>
	Calizas y margas	HIMEROIENSES	C <sub>12</sub>
ALTA	Calizas y margas	OPOLCENSES	C <sub>13</sub>
	Calizas y margas	DOGGER	C <sub>14</sub>
ALTA	Calizas y margas	TOARCENSES	C <sub>15</sub>
	Calizas y margas	PUERBACHIENSES	C <sub>16</sub>
ALTA	Calizas y margas	SIMONDIENSES	C <sub>17</sub>
	Calizas y margas	HEITANGIENSES	C <sub>18</sub>
ALTA	Calizas y margas	KEUPER	C <sub>19</sub>
IMPERMEABLE	Calizas y margas y areniscas	MUSCHELBANK	C <sub>20</sub>

40 — ISOPIEZAS (m.s.n.m.)

0 20 40 80



caudal muy reducido e infiltrándose en la plana entre Manuel y Villanueva de Castellón.

El resto de cauces superficiales relacionados con el subsistema tienen un carácter estacional, circulando el agua por ellos únicamente tras fuertes precipitaciones.

Dentro de los manantiales sólo pueden destacarse los "ullals", surgencias aflorantes en los materiales cuaternarios de la plana, relacionadas con descargas de los acuíferos calcáreos. Estos "ullals" se sitúan en el extremo oriental del subsistema y sus aguas son incorporadas a la red de acequias de la zona. El resto de manantiales presentan escaso caudal y están relacionados con pequeños niveles colgados.

#### 5.4.3. Relación con unidades contiguas

El subsistema de la Sierra de las Agujas está relacionada con el sistema de la Plana de Valencia, con el subsistema de la Plana de Gandía-Denia y, posiblemente, con el acuífero de Barig del subsistema de Sierra Grossa.

El sistema de la Plana de Valencia se encuentra rodeando al subsistema de la Sierra de las Agujas por sus sectores occidental, septentrional y oriental. La Plana de Valencia constituye el principal agente de intercambio de los recursos hídricos subterráneos de la Sierra de las Agujas.

En el estudio "Evaluación a nivel de aplicación de los recursos hídricos subterráneos disponibles en los acuíferos del sector sur del Sistema 51 (Plana de Valencia). Posibilidades de su utilización inmediata", realizado en 1.986 por el ITGE se cuantifica esta relación, a partir de los datos aportados por un modelo para el balance medio anual del período 1980-85, de la siguiente manera:

-	Salidas del subsistema de la Sierra de las Agujas al sistema de la Plana de Valencia	
.	Al acuífero cuaternario	10,3 hm <sup>3</sup> /año
.	Al acuífero mioceno	8,7 hm <sup>3</sup> /año
	Total	19,0 hm <sup>3</sup> /año
-	Entradas al subsistema de la Sierra de las Agujas del sistema de la Plana de Valencia	
.	Del acuífero cuaternario	0,6 hm <sup>3</sup> /año
.	Del acuífero mioceno	0,6 hm <sup>3</sup> /año
	Total	1,2 hm <sup>3</sup> /año

Según este modelo el 61% de las salidas de la Sierra de las Agujas a la Plana de Valencia se produce por el sector N del subsistema, el 27% por el sector NO y el 12% restante por el sector E.

El subsistema de la Plana de Gandía-Denia se encuentra en contacto con la Sierra de las Agujas en la mitad oriental del borde S de este último, constituyendo una zona de descarga subterránea del subsistema en estudio.

En lo que respecta a las salidas laterales totales del subsistema de la Sierra de las Agujas, el "Proyecto para el establecimiento de normas para la explotación de los acuíferos en la zona de Gandía-Denia-Jávea y cabecera del Vinalopó (1984-85)" realizado por el ITGE en 1986 las cifra en 32,1 hm<sup>3</sup>/año para el período 1973-83; por otra parte, y para el período 1948-83, el libro "Las Aguas Subterráneas en la Comunidad de Valencia. Uso, Calidad y Perspectivas de Utilización" editado por el ITGE en 1.986, establece unas salidas laterales de 22 hm<sup>3</sup>/año. En ambos estudios se cita que la salida mayoritaria se produce al sistema de la Plana de Valencia.

A partir de los datos obtenidos en la realización del balance hídrico del subsistema en el presente estudio se llega a la conclusión de que la relación existente entre la Sierra de las Agujas y la Plana de Valencia tiene el sentido contrario al considerado hasta la fecha en estudios precedentes; es decir, que, dado el gran volumen de extracciones que se realizan desde la Plana de Valencia, alcanzando los materiales carbonatados del subsistema en profundidad, y si se considera un sector de plana circundante como parte constituyente de la unidad de la Sierra de las Agujas, debe producirse un aporte del resto de la Plana de Valencia que compense el déficit creado por las extracciones que se efectúan desde los materiales cuaternarios adosados a los afloramientos carbonatados.

#### **5.4.4. Modelo conceptual de funcionamiento**

Dada la interrelación existente entre el subsistema de la Sierra de las Agujas y las planas circundantes, se ha considerado necesario el establecimiento de una "unidad de funcionamiento" con carácter amplio para la Sierra de las Agujas. Esta unidad de funcionamiento incorporaría a los afloramientos mesozoicos, constituyentes estrictos del subsistema desde el punto de vista geológico, la porción de plana detrítica cuyas obras de captación alcancen también los materiales calcáreos, y que se puede considerar a grandes rasgos limitada por la primera línea de acequias cuya derivación proceda de cauces superficiales.

La justificación de esta amplia consideración de la unidad de funcionamiento reside en los siguientes hechos:

- La mayor parte de las extracciones y aprovechamientos de las aguas subterráneas originarias del subsistema de la Sierra de las Agujas tienen lugar

en el perímetro exterior inmediato al mismo, es decir, fundamentalmente sobre los materiales detríticos de las planas de Valencia y Gandía-Denia.

- La diferenciación del agua extraída en un pozo que atravesase los materiales detríticos de la plana y posteriormente los calcáreos del subsistema en función de la procedencia del mismo es imposible.
- La primera línea de acequias derivadas de cauces superficiales marca un límite en cuanto a la utilización de las aguas subterráneas.
- Las entradas por precipitación y excedentes de riego en los sectores de las planas en las que los materiales calcáreos se encuentran a poca profundidad no pueden diferenciarse en función del acuífero que recargan, ya que existe conexión hidráulica entre los mismos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el funcionamiento hidráulico general del subsistema es el siguiente:

- Las entradas al subsistema proceden de la infiltración del agua de lluvia y del retorno del agua de regadío. La superficie permeable del subsistema es de 192 km<sup>2</sup> sobre los 210 km<sup>2</sup> de superficie total. Las entradas por retornos de riego se producen en las cerca de 8.000 ha dedicadas al cultivo de cítricos y huerta.
- Las salidas del subsistema se efectúan por bombeos y aprovechamientos de manantiales en el borde de la unidad, para uso agrícola, urbano e industrial. Estos aprovechamientos, como se verá más adelante en el capítulo dedicado al balance del acuífero, tienen una magnitud tal que implican el aporte lateral de recursos desde la Plana de Valencia hacia las zonas en que se producen las mayores extracciones del subsistema.

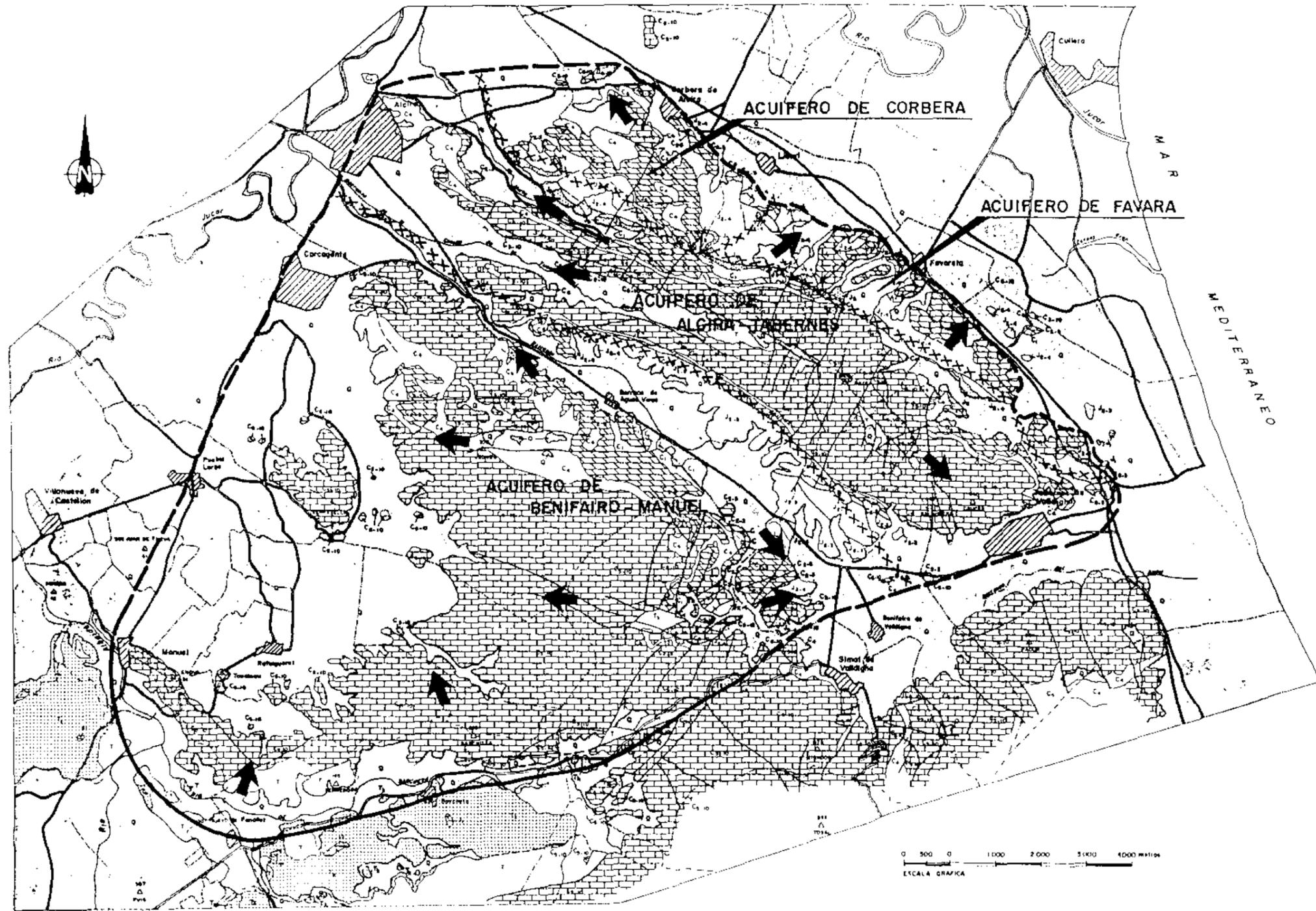
De una forma pormenorizada, el funcionamiento hidráulico de cada uno de los cuatro acuíferos en que se ha dividido el subsistema es el siguiente: (Fig. 5.16)

#### **5.4.4.1. Acuífero de Corbera de Alcira**

La recarga de este acuífero se produce por la infiltración del agua de lluvia sobre los 9 km<sup>2</sup> de superficie permeable aflorante y el retorno del regadío correspondiente a una superficie cultivada de aproximadamente 500 ha.

El agua subterránea fluye desde la zona de sierra situada al sur hacia la plana, al norte, donde se realiza el aprovechamiento de la misma.

Los niveles piezométricos más altos se sitúan en la sierra por encima de los 40 m.s.n.m., y en el contacto con la plana están próximos a los 20 m.s.n.m.



EDAD	SIGLA	LITOLOGIA	DESCRIPCION	PERMEABILIDAD	
CUATERNARIO	Q		Aluvios, arcillas, limas y conglomerados	ALTA	
CRETACICO	HEGGERO	T	Margas, conglomerados y calizas primarias	BAJA	
	PALLOBERO	U			
	SUPERIOR	MAESTRIC	C <sub>2</sub>	Margas y calizas	ALTA
		CAMPANENSE	C <sub>1</sub>	Calizas y margas	
	INFERIOR	SANTONIENSE	C <sub>3</sub>	Dolomitas	ALTA
		CONIACIENSE	C <sub>4</sub>	Calizas	
	MAYOR	TURONIENSE	C <sub>5</sub>	Dolomitas	VARIABLE
		CENOMANENSE	C <sub>6</sub>	Dolomitas arcillosas	
		ALBIENSE	C <sub>7</sub>	Dolomitas, margas y limas	
		APTIENSE	C <sub>8</sub>	Calizas, margas y margas	
MINOR	BARREMIENSE	C <sub>9</sub>	Margas y calizas	BAJA	
	NEOCOMIENSE	C <sub>10</sub>	Calizas y dolomitas	ALTA	
	KIMMERIENSE	C <sub>11</sub>	Calizas arcillosas y margas	BAJA	
JURASICO	DOGGER	J <sub>4</sub>	Calizas arcillosas y margas	BAJA	
	TOARCIENSE	J <sub>3</sub>	Calizas y margas arcillosas	ALTA	
LIAS	PIEMONTIENSE	J <sub>2</sub>	Calizas y dolomitas	ALTA	
	HETTANGIENSE	J <sub>1</sub>	Calizas y dolomitas	ALTA	
TRIASICO	KEUPER	T <sub>3</sub>	Calizas y margas arcillosas con fósiles y limas calizas	IMPERMEABLE	
	MUSCHELKAHL	T <sub>2</sub>			

- LIMITE CERRADO
- - - LIMITE ABIERTO
- XXXXXX DESCONEXION HIDRAULICA TOTAL O CONEXION HIDRAULICA EN PROFUNDIDAD
- ➔ SENTIDO DEL FLUJO

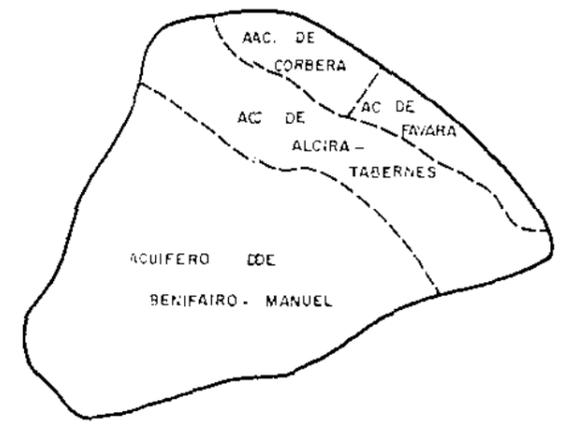


Fig. - 5.16. Funcionamiento hidráulico

#### **5.4.4.2. Acuífero de Favara**

La superficie permeable por la que se produce una parte de la recarga de este acuífero es de 13 km<sup>2</sup>. La otra parte de la recarga, la correspondiente a los retornos por regadíos, tiene lugar en una superficie de 540 ha cultivadas.

En este acuífero, el agua subterránea también se dirige hacia el Plana de Valencia, aunque este flujo debe ser muy restringido por la existencia de los materiales impermeables del Keuper cercanos a la superficie, efectuándose el drenaje a través de varios manantiales situados a lo largo del límite con la Plana y que son aprovechados para regadío.

Los niveles piezométricos en este acuífero descienden desde los 30 m.s.n.m. en el contacto con los materiales cretácicos del núcleo de la Sierra de las Agujas hasta menos de 10 m.s.n.m. que es la cota de descarga de los manantiales de la plana.

#### **5.4.4.3. Acuífero de Alcira-Tabernes de Valldigna**

Este acuífero está constituido por una banda de dirección NO-SE que incluye la zona más elevada del subsistema, correspondiente a la Sierra de las Agujas en el sentido geográfico.

El flujo del agua en este acuífero se dirige desde la zona más elevada de la sierra, en la que el nivel freático se sitúa por encima de los 60 m.s.n.m. y puede considerarse como una divisoria piezométrica, hasta la Plana de Valencia hacia el NO y hasta la Plana de Gandía-Denia en el SE. En el contacto entre los materiales carbonatados y los detríticos de ambas planas, el nivel freático se sitúa en torno a los 40 m.s.n.m.

#### **5.4.4.4. Acuífero de Carcagente-Benifairó**

Constituye la porción más extensa y menos abrupta del subsistema. La superficie permeable es de unos 118 km<sup>2</sup>, mientras que la superficie en regadío es de aproximadamente 4.800 ha.

La mayor cota de la superficie piezométrica se alcanza cerca del vértice del ángulo formado por la carretera de Barraca de Aguas Vivas a Tabernes de Valldigna y la carretera de Simat de Valldigna a Barcheta, donde se superan los 60 m.s.n.m. A partir de esta zona el flujo de agua se dirige principalmente hacia la Plana de Valencia entre Carcagente y Manuel, mientras que otra parte se dirige al E, hacia la Plana de Gandía-Denia, cerca de Benifairó. En el contacto de los materiales calcáreos con las planas, la superficie piezométrica se sitúa a una altura de entre 30 y 40 m.s.n.m.

Las relaciones de este acuífero con el río Barcheta no están claras, ya que se desconoce el carácter del sustrato sobre el que se asienta el aluvial del río. En el caso probable de que estuviese conectado hidráulicamente con el subsistema, el río sería perdedor con respecto al acuífero desde Barcheta hasta Lugar Nuevo de Fenollet.

### 5.5. PARÁMETROS HIDRAÚLICOS

No existe mucha información previa sobre los parámetros hidráulicos del subsistema de la Sierra de las Agujas. En el "Estudio de delimitación de Unidades Hidrogeológicas" realizado por el SGOP en 1.988, se dan para la Sierra de las Agujas unos valores de transmisividad comprendidos entre 100 y 4.000 m<sup>2</sup>/día, y unos caudales medios superiores a los 20 l/s.

Durante la realización del inventario de este proyecto únicamente se obtuvo el dato de un ensayo de bombeo realizado en el punto 2930-7099, situado en el término municipal de Benifairó. Este ensayo de bombeo, realizado en octubre de 1.990, tuvo una duración de 48 horas, produciéndose una depresión de 10 m con un caudal de 50 l/s. Esto significa un caudal específico de 5 l/s y una transmisividad de 500 m<sup>2</sup>/día, dato éste obtenido aplicando la fórmula simplificada de Thiem, según la cual

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

Analizando el resto del inventario se aprecia que el caudal típico oscila entre 20 y 50 l/s (Fig. 5.8.).

## 6. USOS DEL AGUA

### 6.1 INTRODUCCIÓN

El estudio de la utilización de las aguas subterráneas en este proyecto se ha realizado desde un punto de vista eminentemente práctico, con el fin primordial de establecer de una forma precisa el grado de utilización de los recursos hídricos subterráneos del subsistema de la Sierra de las Agujas.

De esta forma se ha dado mayor preponderancia a una estimación precisa de los volúmenes de agua subterránea utilizados actualmente que al cálculo de las demandas teóricas, tanto actuales como futuras, de los diferentes usuarios de los recursos del subsistema.

### 6.2 ABASTECIMIENTO URBANO

Los municipios que se abastecen para su uso urbano de las aguas subterráneas del subsistema son los siguientes:

MUNICIPIO	HABITANTES DE HECHO	VOLUMEN USADO dam <sup>3</sup> /año
Alcira	39.625	4.430
Benifairó de Valldigna	1.620	200
Carcagente	20.381	1.354
Corbera de Alcira	3.180	320
Cullera	23.000	3.760
Enova	1.198	110
Favara	1.684	215
Llauri	1.498	220
Manuel	2.443	438
Puebla Larga	4.326	351
Rafelguaraf	2.384	300
Tabernes de Valldigna	16.002	1.400
<b>TOTAL</b>	<b>117.341</b>	<b>13.108</b>

La distribución por municipios de los volúmenes de agua utilizados para abastecimiento urbano se aprecia en la Figura 6.1.

La totalidad de estos municipios se abastecen exclusivamente con aguas subterráneas. Merece destacarse el caso del municipio de Cullera, ya que aunque su tér-

## Abastecimiento urbano Distribución por municipios

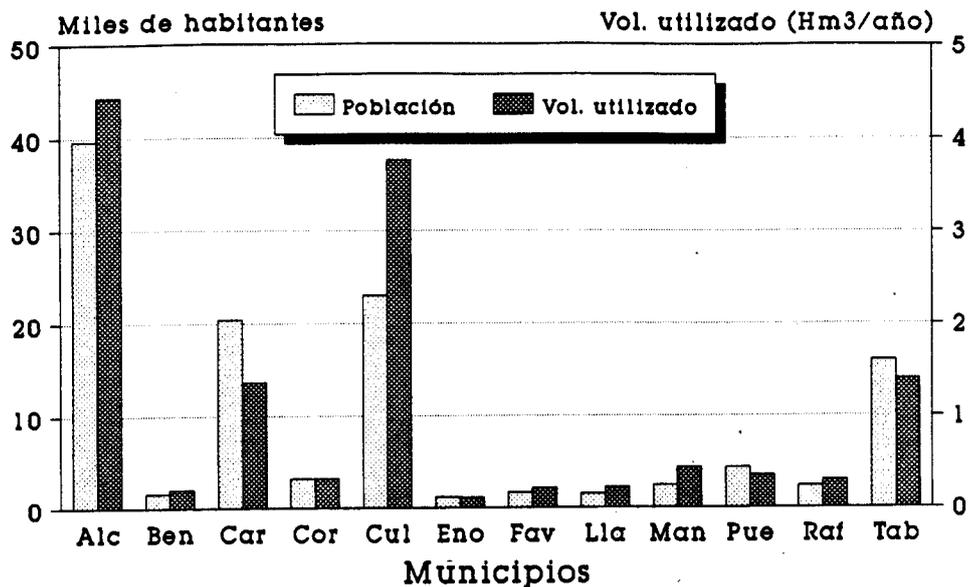


Fig. 6.1

## Uso agrícola Distribución por municipios

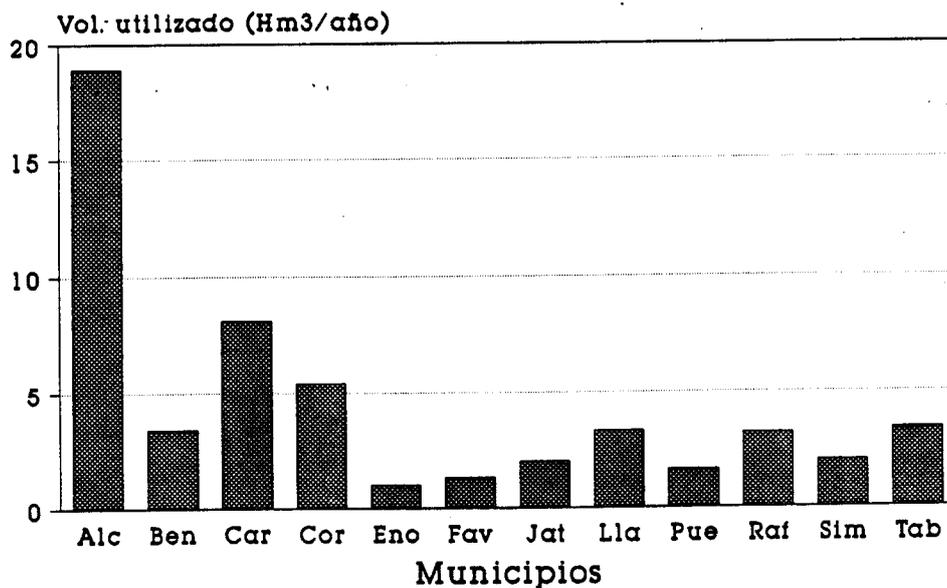


Fig. 6.2

mino no alcanza a tocar el subsistema, su abastecimiento urbano se efectúa desde dos sondeos situados en dos términos municipales de Llauri y Favara.

La dotación media del total de los municipios es de 306 l/hab/día. Esta dotación puede considerarse alta para las poblaciones cuyo número de habitantes sea menor de 6.000, pero hay que tener en cuenta el importante aumento de la población estival que se produce en la mayor parte de los municipios, que en el caso concreto de Cullera pasa de 23.000 a 85.000 habitantes.

Dentro del volumen de agua utilizado para el abastecimiento urbano se encuentran incluidas las demandas de la gran mayoría de las pequeñas industrias que se encuentran dentro de los núcleos de población, y, por tanto, asociadas a la red municipal de distribución.

Todos los municipios reseñados anteriormente se consideran suficientemente abastecidos en cuanto a volúmenes de agua, no así en la calidad de la misma.

Como conclusión de este apartado cabe señalar que del subsistema de la Sierra de las Aguas se abastecen para su uso urbano un total de 12 municipios, sumando una población de hecho de 117.341 habitantes con un importante incremento de la población estival, y que el volumen de agua subterránea utilizada es de 13.1 hm<sup>3</sup>/año para 1.990.

### 6.3 USO AGRÍCOLA

El uso del agua para regadíos constituye, con mucho, el principal componente de la demanda total de la zona de estudio.

El método utilizado en este proyecto para el cálculo del volumen de agua subterránea usado para regadíos en el subsistema de la Sierra de las Agujas, ha consistido en lo siguiente:

- Cartografía en campo de la superficie total regada mediante aguas subterráneas procedentes del subsistema.
- Establecimiento de las dotaciones para riego en la zona a partir de los datos de extracciones y superficie regada obtenidos del inventario de puntos de agua del proyecto.
- Aplicación de las dotaciones calculadas a la superficie total regada.

El tipo de cultivo en regadío más extendido y casi exclusivo en la zona es el cítrico, siendo insignificante la superficie dedicada a huerta (menos del 2%).

La extensión de la superficie en regadío mediante las aguas subterráneas del subsistema de la Sierra de las Agujas es en la actualidad de 7945 ha, distribuidas entre los siguientes municipios: (Plano nº 4)

**SUPERFICIE REGADA CON AGUA SUBTERRÁNEA**

<u>TERMINO MUNICIPAL</u>	<u>ha</u>
Alcira	2.800
Benifairó de Valldigma	510
Carcagente	1.200
Corbera de Alcira	800
Enova	150
Favara de la Ribera	190
Játiva (Realenga)	300
Llauri	485
Manuel	0
Puebla Larga	240
Rafelguaraf	470
Simat de Valldigna	300
Tabernes de Valldigna	500
	-----
TOTAL	7.945

Los datos de extracciones para uso agrícola y de superficies regadas obtenidas a partir del inventario del proyecto se encuentran sintetizadas, por municipios, en el siguiente cuadro:

**DATOS DEL INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA DEL PROYECTO**

MUNICIPIO	VOL. UTILIZADO USO AGRÍCOLA (dam <sup>3</sup> /año)	SUPERFICIE REGADÍO (ha)	Nº DE SONDEOS USO AGRÍCOLA
Alcira	12.361	1.707	51
Benifairó de Valldigna	2.028	287	15
Carcagente	2.410	361	20
Corbera de Alcira	1.468	217	13
Enova	2.203	304	9
Favara de la Rib.	859	123	12
Játiva (Realengo)	1.888	270	4
Llauri	1.692	207	15
Puebla Larga	2.242	402	3
Rafelguaraf	2.393	467	11
Simat de Valldigna	3.324	458	12
Tabernes de Valldigna	2.014	368	21
<b>TOTAL</b>	<b>34.882</b>	<b>5.171</b>	<b>186</b>

Por tanto la dotación media utilizada es de 6.745 m<sup>3</sup>/ha/año. El sondeo para uso agrícola típico regaría 27.8 ha con una extracción anual de 187.5 dam<sup>3</sup>.

Puede apreciarse que las 5.171 ha de superficie en regadío abarcadas por el inventario del proyecto corresponden al 65% de la superficie total regada mediante aguas subterráneas del subsistema de la Sierra de las Agujas.

Aplicando la dotación de 6.745 m<sup>3</sup>/ha/año al total de las 7.945 ha en regadío se obtiene una utilización anual de 53.6 hm<sup>3</sup>/año de agua subterránea para usos agrícolas, pormenorizada por municipios de la siguiente manera.

MUNICIPIOS	Vol. utilizado uso agrícola (hm <sup>3</sup> /año)
Alcira	18,9
Benifairó de Val.	3,4
Carcagente	8,1
Corbera de Alc.	5,4
Eneva	1,0
Favara de la Rib.	1,3
Játiva (Realengo)	2,0
Llauri	3,3
Puebla Larga	1,6
Rafelguaraf	3,2
Simat de Val.	2,0
Tabernes de Val.	3,5
<b>TOTAL</b>	<b>53,6</b>

Esta distribución puede observarse en la Figura 6.2.

#### 6.4 USO INDUSTRIAL

La utilización del agua subterránea por industrias que no se encuentren conectadas a la red de abastecimiento municipal se circunscribe prácticamente al municipio de Alcira, en el que mediante cinco sondeos se extraen para este fin 3.355 dam<sup>3</sup>/año.

Por otra parte, y con unas extracciones de únicamente 132 dam<sup>3</sup>/año, se localiza en el municipio de Manuel una planta embotelladora de agua mineral.

Las extracciones de agua subterránea para uso industrial en la Sierra de Las Agujas tienen, por tanto, un valor mínimo de 3.5 hm<sup>3</sup>/año.

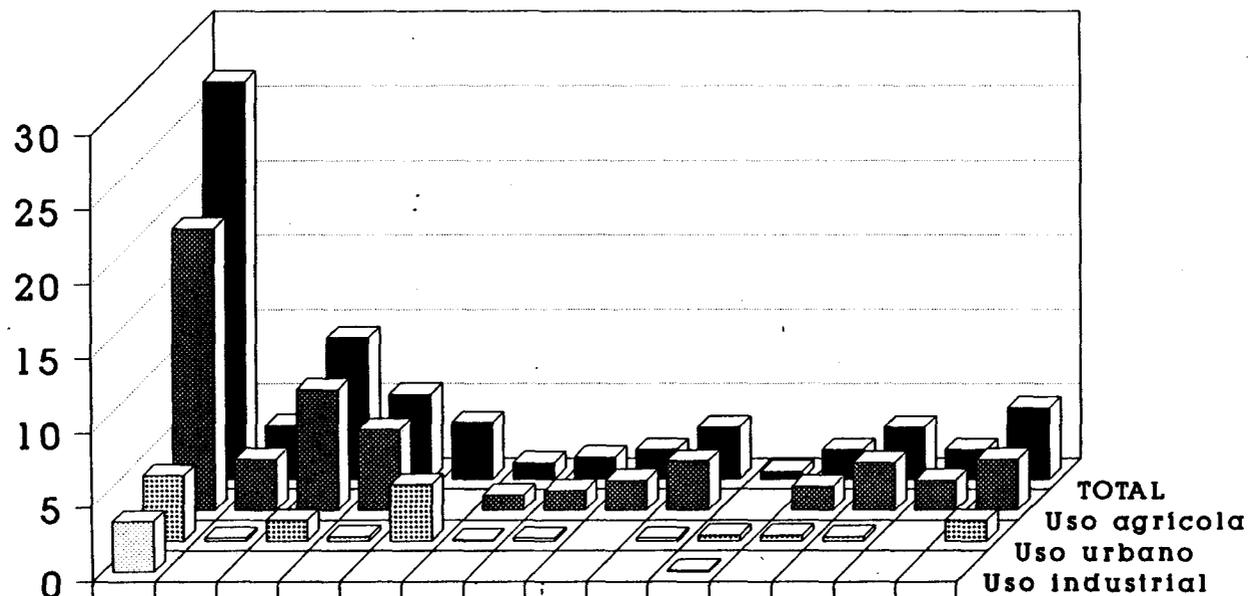
#### 6.5 RESUMEN

La utilización del agua subterránea del subsistema de la Sierra de las Agujas se sintetiza en el siguiente cuadro, pudiendo observarse gráficamente en la Figura 6.3.

# Utilización del agua subterránea

## Distribución por municipios

Vol. utilizado (Hm<sup>3</sup>/año)



	Alc	Ben	Car	Cor	Cul	Eno	Fav	Jat	Lla	Man	Pue	Raf	Sim	Tab
TOTAL	26.7	3.6	9.5	5.7	3.8	1.1	1.5	2	3.5	0.5	2	3.5	2	4.8
Uso agrícola	18.9	3.4	8.1	5.4		1	1.3	2	3.3		1.6	3.2	2	3.4
Uso urbano	4.4	0.2	1.4	0.3	3.8	0.1	0.2		0.2	0.4	0.4	0.3		1.4
Uso industrial	3.4									0.1				

Municipios

Fig. 6.3

MUNICIPIO	VOLÚMENES UTILIZADOS (hm <sup>3</sup> /año)				
	USO URBANO	USO AGRÍCOLA	USO INDUSTRIAL	TOTAL	%
Alcira	4,4	18,9	3,2	26,7	38,0
Benifairó de Valldigna	0,2	3,4	-	3,6	5,1
Carcagente	1,4	8,1	-	9,5	13,5
Corbera de Alcira	0,3	5,4	-	5,7	8,1
Enova	3,8	-	-	3,8	5,4
Favara de Rib.	0,1	1,0	-	1,1	1,6
Játiva (Real.)	0,2	1,3	-	1,5	2,1
Llauri	-	2,0	-	2,0	2,8
Manuel	0,2	3,3	-	3,5	5,0
Puebla Larga	0,4	-	0,1	0,5	0,7
Rafelguaraf	0,4	1,6	-	2,0	2,8
Tabernes de Val.	0,3	3,2	-	2,0	2,8
Simat de Valldigna	1,4	3,4	-	4,8	6,8
Tabernes de Valldigna	-	3,4	-	4,8	6,8
<b>TOTAL</b>	<b>13,1</b>	<b>53,6</b>	<b>3,5</b>	<b>70,2</b>	<b>100,0</b>
<b>%</b>	<b>18,7</b>	<b>76,3</b>	<b>5,0</b>	<b>100,0</b>	

A grandes rasgos la utilización del agua subterránea se reparte de la siguiente manera, atendiendo al acuífero del cual procede:

ACUÍFERO	Volumen utilizado (hm <sup>3</sup> /año)	Porcentaje
Corbera de Alcira	7,4	10,5%
Favara	9,5	13,5%
Alcira-Tabernes	16,4	23,4%
Carcagente-Benifairó	36,9	52,5%
	<b>70,2</b>	<b>100,0%</b>

## 7. BALANCE HÍDRICO

### 7.1. ANTECEDENTES

Existen varios balances hídricos del subsistema de la Sierra de las Agujas en estudios precedentes. Entre ellos se pueden destacar los que a continuación se mencionan.

En el "Proyecto para el establecimiento de normas para la explotación de los acuíferos en la zona de Gandía-Denia-Jávea y cabecera del Vinalopó (1984-85)" realizado por el ITGE se da el siguiente balance para el período 1973-83.

#### Entradas

Infiltración agua de lluvia .....	43,1 hm <sup>3</sup> /año
Retornos de regadío .....	11,5 hm <sup>3</sup> /año
	<hr/>
Total .....	54,6 hm <sup>3</sup> /año

#### Salidas

Bombes y aprovechamiento de manantiales .....	29,8 hm <sup>3</sup> /año
Salidas laterales (fund. al S.51 Plana de Valencia) .....	32,1 hm <sup>3</sup> /año
	<hr/>
Total .....	61,9 hm <sup>3</sup> /año

Variación del almacenamiento .....	-7,3 hm <sup>3</sup> /año
------------------------------------	---------------------------

Este balance ha sido calculado suponiendo un coeficiente de escorrentía del 10% y un coeficiente de almacenamiento de 0,03, considerando una superficie en regadío sobre materiales permeables de 4.698 ha.

En el libro "Las aguas subterráneas en la Comunidad de Valencia. Uso, calidad y perspectivas de utilización", editado por el ITGE en 1986, el balance hídrico de la Sierra de las Agujas para el año medio del período 1948-83 es el siguiente:

#### Entradas

Infiltración agua lluvia .....	53 hm <sup>3</sup> /año
Retorno de regadío .....	14 hm <sup>3</sup> /año
	<hr/>
Total .....	67 hm <sup>3</sup> /año

**Salidas**

Bombeo y aprovechamiento de manantiales .....	45 hm <sup>3</sup> /año
Salidas laterales (fund. al S.51 Plana de Valencia) .....	22 hm <sup>3</sup> /año
	<hr/>
Total .....	67 hm <sup>3</sup> /año

Para la elaboración de este balance se han considerado las extracciones correspondientes a 1985 y 1.637 ha de superficie en regadío.

La disparidad entre las cifras de los términos del balance es atribuible al diferente período de años considerado y a las superficies de recarga utilizadas en cada uno de ellos.

**7.2. BALANCE HÍDRICO DEL SUBSISTEMA**

Para el cálculo del balance hídrico del subsistema de la Sierra de las Agujas se ha considerado la "unidad de funcionamiento" definida en el epígrafe 5.4.4. -Modelo conceptual de funcionamiento-, y que como se recordará está constituida por el subsistema de la Sierra de las Agujas en sentido estricto -los materiales calcáreos jurásicos y cretácicos- más la porción de la plana circundante en la que la explotación de las aguas subterráneas no pueda desligarse de los acuíferos mesozoicos infrayacentes, y que superficialmente puede considerarse limitada por la primera línea de acequias derivadas de cauces superficiales.

La definición de esta unidad funcional implica varias consideraciones que afectarán a los términos del balance hídrico del subsistema:

- La superficie permeable de la unidad en la que se infiltra el agua de lluvia es mayor que la estrictamente correspondiente a los afloramientos calcáreos permeables, al incluir una parte de la plana circundante.
- La superficie que permite el retorno de los excedentes de regadío es el total de la superficie en regadío perteneciente a la unidad de funcionamiento.

A continuación se van a tratar pormenorizadamente, los diferentes términos incluidos en el balance:

- Infiltración de agua de lluvia.

La estimación de los volúmenes de esta entrada al balance se ha realizado en el capítulo 4 -Estudio hidroclimático-, obteniéndose unos valores de 29,8 hm<sup>3</sup>/año para año medio, 8,4 hm<sup>3</sup>/año para año seco y 53,2 hm<sup>3</sup>/año para año húmedo.

- Bombeos.

Constituye la principal salida del sistema, y es la única que ha podido ser cuantificada directamente en este estudio, como queda reflejado en el capítulo 6 - Usos del agua-. El valor obtenido para el año 1990 ha sido de 70,2 hm<sup>3</sup>/año. Para el cálculo de los balances para los distintos años tipo se ha mantenido este volumen de extracciones del acuífero, aunque seguramente se produzcan variaciones en función de la distribución de precipitaciones a lo largo del año y de la precipitación anual total.

- Retornos de regadío.

Se ha considerado en una tercera parte la fracción del volumen utilizado para regadío que retorna al acuífero, dado que el método utilizado fundamentalmente es el de inundación.

El volumen utilizado para la agricultura en el año 1990 ha sido de 53,6 hm<sup>3</sup>, con lo que la fracción que retorna al acuífero se ha cifrado en 17,7 hm<sup>3</sup>/año (33%).

- Variación en el almacenamiento y aportes laterales de/hacia otros sistemas colindantes.

Estos términos del balance son los dos conceptos que más difícilmente se prestan a su cuantificación en el balance del subsistema de la Sierra de las Agujas. De hecho, la diferencia entre las entradas y las salidas cuantificadas se ha considerado conjuntamente como variación en el almacenamiento y aportes laterales, dada la imposibilidad de asignar de una forma concreta los volúmenes pertenecientes a cada término. Posteriormente, basados en los resultados de los balances de cada año tipo, se realizarán intentos de interpretación de la relación entre las variaciones del almacenamiento y los aportes laterales del subsistema.

Los balances para cada año tipo son los siguientes:

**Año medio**

Entradas		
-	Infiltración de agua de lluvia .....	29,8 hm <sup>3</sup> /año
-	Retorno de regadío .....	17,7 hm <sup>3</sup> /año
		<hr/>
	Total .....	47,5 hm <sup>3</sup> /año
Salidas		
-	Bombes .....	70,2 hm <sup>3</sup> /año
Déficit		
-	Variación del almacenamiento y aportes laterales .....	22,7 hm <sup>3</sup> /año

**Año seco**

Entradas		
-	Infiltración de agua de lluvia .....	8,4 hm <sup>3</sup> /año
-	Retornos de regadío .....	17,7 hm <sup>3</sup> /año
		<hr/>
	Total .....	26,1 hm <sup>3</sup> /año
Salidas		
-	Bombes .....	70,2 hm <sup>3</sup> /año
Déficit		
-	Variación del almacenamiento y aportes laterales .....	40,1 hm <sup>3</sup> /año

**Año húmedo**

Entradas		
-	Infiltración de agua de lluvia .....	53,2 hm <sup>3</sup> /año
-	Retornos de regadío .....	17,7 hm <sup>3</sup> /año
		<hr/>
	Total .....	70,9 hm <sup>3</sup> /año
Salidas		
-	Bombes .....	70,2 hm <sup>3</sup> /año
Superávit		
-	Variación del almacenamiento y aportes laterales .....	0,7 hm <sup>3</sup> /año

Los sistemas y subsistemas acuíferos con los que existe conexión hidráulica y posibilidad de que existan aportes laterales, con el subsistema de la Sierra de las Agujas, tal como queda reflejado en el capítulo 5 -Hidrogeología-, son la Plana de Valencia y la Plana de Gandía-Denia.

Tanto por los recursos implicados como por la situación de las principales extracciones del subsistema, ha de ser la Plana de Valencia el principal agente del intercambio lateral de recursos de la Sierra de las Agujas. La proximidad del río Júcar al subsistema en el sector occidental del mismo, así como la disposición geológica en ese área, hacen pensar que en esa zona es donde preferentemente tendrá lugar el intercambio.

El valor de la diferencia entre las entradas y las salidas (déficit en el caso del año medio y seco, superávit en el año húmedo) ha de interpretarse como la suma algebraica de la variación en el almacenamiento y los aportes laterales de ó hacia el subsistema de la Sierra de las Agujas.

En el caso del año medio y año seco, el volumen deficitario que equilibra el balance ha de provenir tanto de una disminución del almacenamiento como de aportes externos procedentes fundamentalmente de la Plana de Valencia. A partir de la evolución piezométrica de los puntos de control, y de su relación con la pluviometría, puede concluirse que los descensos hiperanuales acumulados para algunos años en la mayor parte de los piezómetros se encuentran estrechamente relacionados con el régimen anual de precipitaciones, recuperándose completamente cuando las precipitaciones anuales son próximas o superan a las correspondientes al año medio. Deben ser, por tanto, los aportes externos de la Plana de Valencia los que equilibren fundamentalmente el balance de la unidad.

En el caso del año húmedo el volumen excedentario expresado ha de corresponder a la diferencia entre el aumento del almacenamiento del subsistema menos los aportes laterales de la Plana de Valencia hacia la Sierra de las Agujas, que seguramente se seguirán produciendo incluso en años húmedos.

Las ostensibles diferencias en el balance del subsistema de la Sierra de las Agujas entre las cifras de este proyecto y las de estudios precedentes tienen su justificación en la propia definición de la Sierra de las Agujas como unidad de funcionamiento; la ampliación de la superficie del subsistema en este estudio, abarcando parte de la plana, tiene como consecuencia más claro el aumento de la superficie en regadío hasta los 8000 has, en vez de las 4700 y 1600 has que se habían considerado, respectivamente, en los estudios anteriores.

En cualquier caso, del balance del subsistema de la Sierra de las Agujas pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- Considerando las extracciones agrícolas localizadas sobre la plana pero que se abastecen en parte de los recursos hídricos del subsistema, éste es deficitario para los años medios y secos, encontrándose únicamente en equilibrio para los años húmedos.
- El desajuste entre las extracciones y los recursos disponibles se compensa por aportes laterales de la Plana de Valencia, que seguramente se mantienen hasta para los años húmedos.

En cuanto a las reservas utilizables del subsistema, y considerando una superficie de 210 km<sup>2</sup>, un espesor saturado medio sobre el nivel del mar de 40 m y un coeficiente de almacenamiento de 0,03, éstas se cifran en torno a los 250 hm<sup>3</sup>.

### 7.2.1. Balance hídrico de los acuíferos

Si ya el establecimiento del balance hídrico del subsistema presentaba un alto número de indeterminaciones, producto de la imposibilidad de discretizar fenómenos y comportamientos de la unidad hidrogeológica considerada en sí misma, el hecho de establecer balances parciales para cada uno de los acuíferos en que ha sido dividido el subsistema debe ser tomado como un planteamiento meramente orientativo, dado que la división en acuíferos del subsistema se ha realizado atendiendo más a los comportamientos diferenciados de porciones del subsistema que a desconexiones hidráulicas netas entre los mismos.

Los balances hídricos de cada acuífero para un año medio son los siguientes:

#### Acuífero de Corbera de Alcira

Entradas	
- Infiltración de agua de lluvia .....	1,4 hm <sup>3</sup> /año
- Retornos de regadío .....	1,1 hm <sup>3</sup> /año
Total .....	2,5 hm <sup>3</sup> /año
Salidas	
- Bombeos .....	7,4 hm <sup>3</sup> /año
Déficit	
- Variación del almacenamiento y aportes laterales .....	4,9 hm <sup>3</sup> /año

**Acuífero de Favara**

<b>Entradas</b>		
-	Infiltración de agua de lluvia .....	2,0 hm <sup>3</sup> /año
-	Retornos de regadío .....	1,2 hm <sup>3</sup> /año
		<hr/>
	<b>Total</b> .....	<b>3,2 hm<sup>3</sup>/año</b>
<b>Salidas</b>		
-	Bombeos .....	9,5 hm <sup>3</sup> /año
<b>Déficit</b>		
-	Variación del almacenamiento y aportes laterales .....	6,3 hm <sup>3</sup> /año

**Acuífero de Alcira-Tabernes de Valldigna**

<b>Entradas</b>		
-	Infiltración de agua de lluvia .....	8,1 hm <sup>3</sup> /año
-	Retornos de regadío .....	4,8 hm <sup>3</sup> /año
		<hr/>
	<b>Total</b> .....	<b>12,9 hm<sup>3</sup>/año</b>
<b>Salidas</b>		
-	Bombeos .....	16,4 hm <sup>3</sup> /año
<b>Déficit</b>		
-	Variación del almacenamiento y aportes laterales .....	3,5 hm <sup>3</sup> /año

**Acuífero de Carcagente-Benifairó**

<b>Entradas</b>		
-	Infiltración de agua de lluvia .....	18,3 hm <sup>3</sup> /año
-	Retornos de regadío .....	10,6 hm <sup>3</sup> /año
		<hr/>
	<b>Total</b> .....	<b>28,9 hm<sup>3</sup>/año</b>
<b>Salidas</b>		
-	Bombeos .....	36,8 hm <sup>3</sup> /año

**Déficit**

- Variación del almacenamiento  
y aportes laterales . . . . . 7,9 hm<sup>3</sup>/año

Al igual que en el balance hídrico del subsistema en su conjunto, el déficit hídrico en cada uno de los acuíferos debe interpretarse como equilibrado por una disminución del almacenamiento y/o unos aportes laterales que en el caso particular de un acuífero además de provenientes de las planas detríticas, pueden proceder de los otros acuíferos constituyentes del subsistema y que se encuentren en conexión hidráulica con él.

## **8. CALIDAD QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS**

### **8.1. ANTECEDENTES**

Según estudios anteriores, las aguas subterráneas del acuífero de Sierra de las Agujas presentaban, en general, una buena calidad química. Sólo excepcionalmente se detectaba, a efectos de su uso en abastecimiento urbano, ciertas limitaciones en cuanto a la concentración de nitratos, que excedían los límites admitidos por la reglamentación entonces vigente (18 junio 1.982). No obstante, se menciona un progresivo, aunque no acusado, incremento en el contenido salino, en especial en sulfatos, nitratos y magnesio.

Espacialmente, y dentro de la buena calidad general que presentaban las aguas, las mejores características correspondían a las áreas central y flanco sur, mientras que en los sectores norte y oriental la calidad era algo peor.

Del análisis de los focos potenciales de contaminación realizado en dichos estudios se deducía que el principal problema que afectaba a las aguas subterráneas, los contenidos en nitratos, tendría su origen en las prácticas agrícolas, dado que es en las áreas de cultivo donde se localizaban los valores más elevados de esta especie.

Algunos problemas puntuales y poco importantes de contaminación orgánica se atribuyen a defectos en las redes de saneamiento o a pequeños focos puntuales muy próximos a las captaciones.

### **8.2. RED DE MUESTREO**

Para la elaboración del presente informe, se ha considerado una red de muestreo formada por 52 puntos, cuyas características se detallan en el Anejo 4.1., distribuidos según su naturaleza en:

- 3 manantiales
- 29 sondeos
- 10 pozos
- 10 obras combinadas (pozo + sondeo o pozo + galería)

Las aguas son destinadas principalmente a uso agrícola (40 casos), abastecimiento a población (8 casos), agricultura y abastecimiento simultáneamente (2 casos), más uno que no se usa en la actualidad y otro que se emplea como agua mineral.

Los criterios seguidos para determinar el número de puntos de control y su emplazamiento han sido tres:

- La extensión del acuífero, cuya superficie es de aproximadamente 200 km<sup>2</sup>. Las características del acuífero y los procesos contaminantes a controlar requieren de una densidad de puntos de control de 1 punto por 3-4 km<sup>2</sup>; como se han controlado 52 puntos se obtiene una densidad media de 3,46 km<sup>2</sup> (valor que se encuentra en el margen adecuado).
- Los focos de contaminación, que son conocidos y están localizados, incrementándose la densidad de muestreo en aquellos lugares que presentan o pueden presentar mayores problemas de contaminación y que acusan en mayor medida el impacto sufrido por el agua subterránea, debido a las actividades potencialmente contaminantes.
- La dirección y sentido del flujo del agua, así como los límites impermeables, barreras, recarga y descarga, etc., conocidas en base al estudio hidrogeológico. En función de estos parámetros, la distribución de los puntos permite conocer la variación de la composición del agua al atravesar el acuífero, y la mezcla, si existe, con aguas pertenecientes a diferentes niveles permeables o procedentes de aportes laterales.

La situación de los puntos muestreados se sitúa en el Plano n° 5.

### 8.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

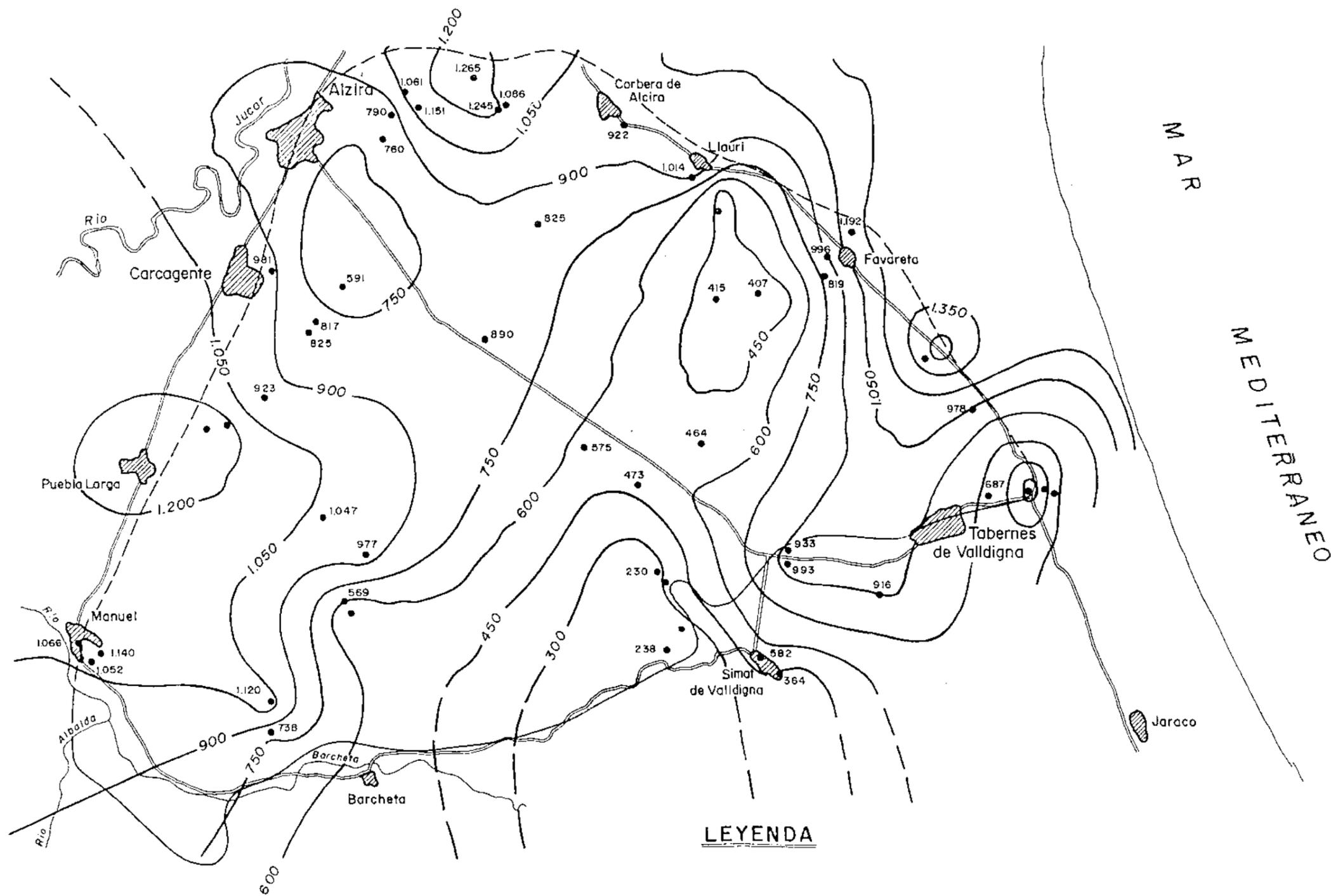
Se describen a continuación las características químicas de las aguas subterráneas analizadas, en base a las determinaciones físico-químicas realizadas, que figuran en el Anejo 4.2.

Las conductividades medidas varían entre 230 y 1.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , que caracterizan, en general, a las aguas como de mineralización notable, aunque con una cierta representatividad de aguas de mineralización ligera.

Las aguas menos salinas se localizan en el sector más meridional del acuífero, incrementándose la mineralización hacia los sectores norte y oeste.

Este proceso de incremento salino coincide con la dirección del flujo subterráneo, hacia el límite abierto del acuífero en el tramo entre Alcira y Manuel. (Figura 8.1.)

Por su contenido en calcio y magnesio son aguas predominantemente duras, con valores de dureza superiores a 350 ppm CaCO<sub>3</sub>. Las aguas menos duras, medias y blandas, se localizan en el sector meridional del acuífero, mientras que las más duras se extienden hacia el norte y nordeste coincidiendo su distribución con la de la mineralización y la dirección del flujo. (Figura 8.2.)



**LEYENDA**

473 Conductividad  $\mu\text{S}/\text{cm}$

750 Isolinea de conductividad

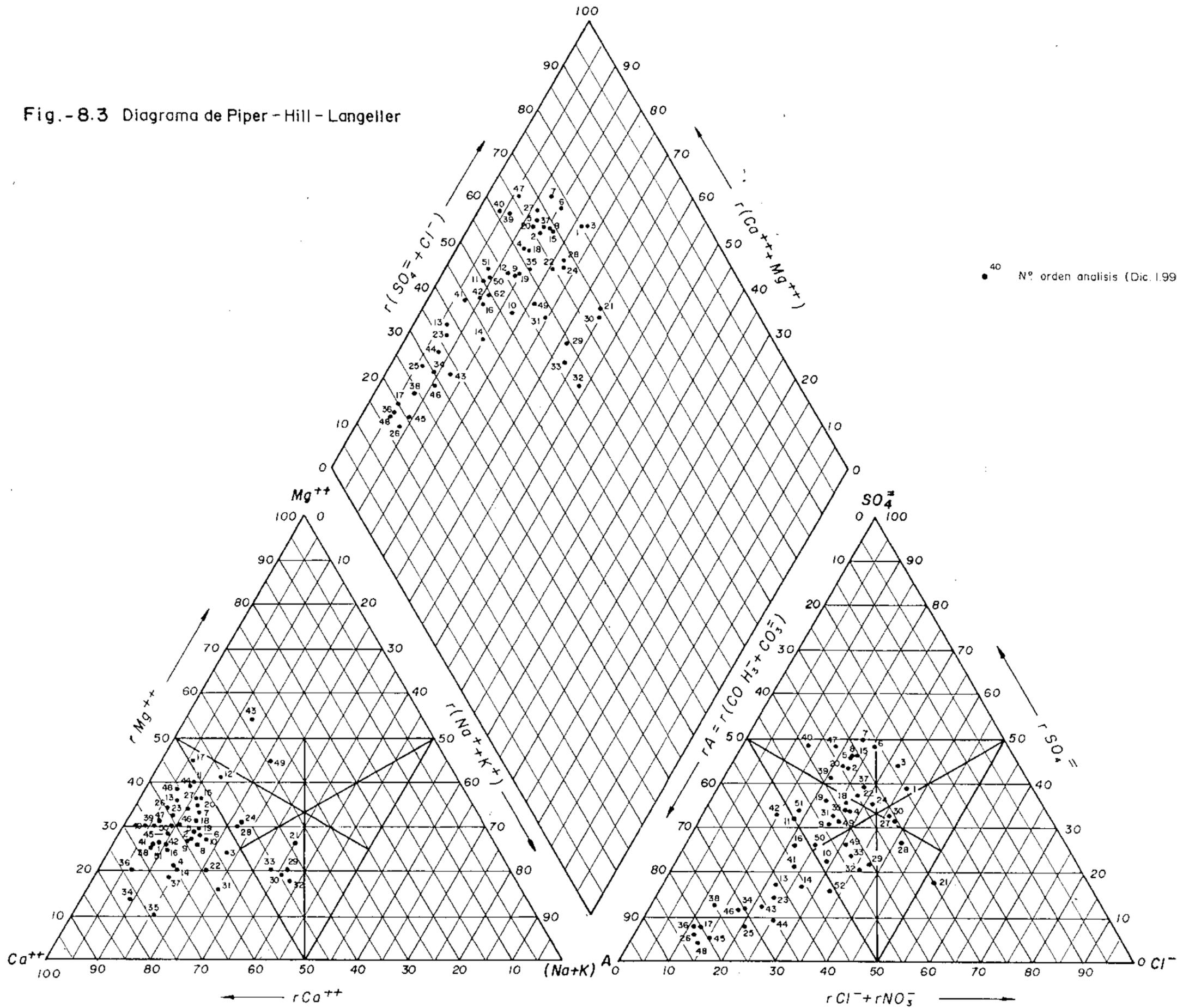
Equidistancia isolíneas: 150  $\mu\text{S}$

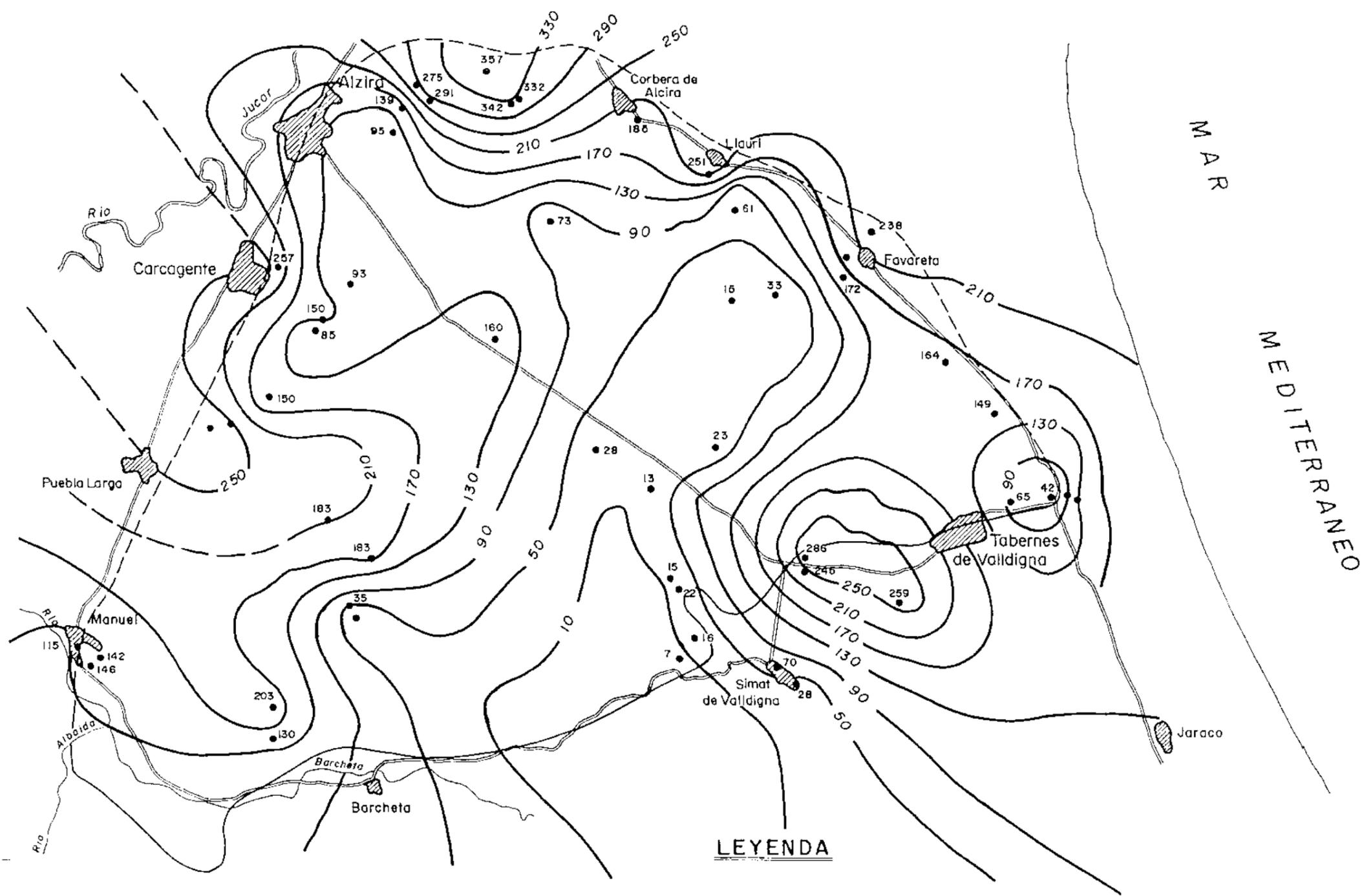
0 5 10 Km.  
ESCALA: 1/100.000

Fig.- 8.1. MAPA DE ISOCONDUCTIVIDAD



Fig.-8.3 Diagrama de Piper - Hill - Langeller





**LEYENDA**

164 Contenido en  $SO_4^{2-}$  ppm

— 750 — Isolinia de  $SO_4^{2-}$

Equidistancia isolíneas: 40 ppm



**Fig.- 8.4. - MAPA DE ISOCONTENIDOS EN SULFATOS**



#### **8.4. CALIDAD PARA ABASTECIMIENTO URBANO**

La determinación de la aptitud de las aguas subterráneas para su uso en abastecimiento se ha realizado en base a los límites impuestos por la legislación vigente (RD 1138/1990 de 14 de septiembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de la calidad de las aguas potables de consumo público) (Anejo 4.4.).

El contenido en especies nitrogenadas sobrepasa frecuentemente los límites establecidos, en especial los nitratos, pues 29 de las 52 muestras analizadas superan las 50 ppm fijadas como concentración máxima admisible; además, en 35 muestras se han detectado nitritos, de las que 8 sobrepasan el límite, y en 42 amonio, con 9 casos sobre el límite.

Cabe destacar el hecho de que en 14 muestras se rebasa el límite de sulfatos y/o magnesio atribuible al quimismo natural de las aguas, que les confieren los materiales atravesados. En general, el resto de las muestras presenta un elevado contenido en estos iones. También, debido a la influencia de los materiales que constituyen el acuífero, la dureza de las aguas es elevada, con 36 casos de aguas duras o muy duras.

Entre el resto de especies analizadas, el contenido en fósforo de 10 muestras, superior al máximo admitido, las hace inadecuadas para su uso en abastecimiento.

Como conclusión se puede decir que, desde el punto de vista del consumo humano, son aguas con una calidad mediocre, cuyo mayor problema es, sin duda, un contenido muy elevado en nitratos, nitritos y amonio, procedentes en gran medida de la intensa actividad agrícola. No obstante, la calidad natural es aceptable, pues, si bien se detectan importantes niveles de sulfatos, calcio y magnesio, cuando sobrepasan el límite impuesto por la legislación no lo hacen en gran medida y estos iones se deben a la naturaleza propia del terreno que atraviesan las aguas, no estando dentro del grupo de caracteres tóxicos (RD 1138/1990, anexo D).

Para declarar la total aptitud de estas aguas para abastecimiento urbano es imprescindible la determinación de otras características físico-químicas y microbiológicas, que permitan emitir un informe completo sobre su adecuación para la bebida.

#### **8.5. CALIDAD PARA USO AGRÍCOLA**

En el Anejo 4.5. se recogen los índices agrícolas de uso más frecuente.

Las aguas presentan una mineralización notable, aportando por ello una cierta cantidad de sales al suelo con el riego.

Según las normas Riverside, la salinidad es media en 31 muestras ( $C_2$ ), baja en 20 ( $C_2$ ) y alta en una ( $C_3$ ), por lo que puede decirse que, en general, podrán usarse estas aguas a condición de que exista un moderado grado de lavado del suelo.

El índice SAR (relación de adsorción de sodio) oscila entre 0,192 y 2,64, lo cual significa que se trata de aguas con un bajo nivel de sodio, y sólo plantas muy sensibles a este ión podrán sufrir algún perjuicio.

El nivel de carbonato sódico residual es muy bajo, considerándose todas las muestras como adecuadas respecto a este índice, no debiendo tomarse ninguna precaución especial en virtud de este factor.

El porcentaje de sodio es, en todos los casos, menor del 60%, por lo que no se prevé peligro de alcalinización del suelo.

El índice de Scott muestra un agua buena (salvo en casos en los que se considera no tolerable), variando este índice entre 12,9 y 156, por lo que se puede emplear el agua sin especial cuidado para evitar la acumulación de sales, salvo en los ocho casos reseñados, en los que convendría tomar alguna precaución si no se trata de suelos sueltos con drenaje libre.

La relación de calcio es mayor de 0,35 en todos los casos (menos uno, con 0,345) indicativos también de que no existe riesgo de sodificación del suelo,.

La relación de magnesio es menor de 50, menos en las muestras 43 (60,8) y 49 (56,3), por lo que tampoco existe riesgo, salvo en esas dos muestras.

Se puede concluir señalando que son aguas con buena calidad general para el riego, no siendo necesario un cuidado especial (excepto en algún caso aislado) para su aplicación.

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones del estudio hidrogeológico del subsistema de la Sierra de las Agujas son las siguientes:

- El subsistema de la Sierra de las Agujas ocupa una extensión aproximada de 200 km<sup>2</sup>, delimitados, a grandes rasgos, por los núcleos urbanos de Alcira, Tabernes de Valldigna y Játiva, todos ellos pertenecientes a la provincia de Valencia.
- Hidrográficamente la unidad se encuentra rodeada por los ríos Júcar, Albaida y Barcheta en los sectores septentrional, occidental y meridional, respectivamente. Una pequeña franja de plana separa su borde oriental del mar Mediterráneo.
- La superficie de la unidad se reparte entre 14 términos municipales, con una población de hecho de 123.176 habitantes, asentados fundamentalmente en la periferia del subsistema y dedicados fundamentalmente a labores agrícolas. En los meses de verano se produce un importante aumento de la población, sobre todo en aquellas localidades cercanas a la costa.
- El subsistema de la Sierra de las Agujas corresponde al extremo suroriental de la Rama Sur de la Cordillera Ibérica, y está constituido por materiales fundamentalmente carbonatados de edad jurásica y cretácica. Las directrices tectónicas son claramente ibéricas, con rumbos típicos ONO-ESE. De sur a norte se aprecia un mayor apretamiento en las estructuras, culminando las deformaciones con buzamientos invertidos y cabalgamientos.
- La precipitación media anual en la zona oscila entre los 748,9 mm de Benifairó de Valldigna y los 562,8 de Alberique-San Jorge. La temperatura media anual varía entre los 16,7°C de Alcira y Carcagente y los 16,0°C de Alberique-San Jorge.
- La zona de estudio puede clasificarse climáticamente como semihúmeda meso-termal con vegetación de sabana y floresta media.
- La evapotranspiración potencial varía según el método utilizado para su cálculo: según Blaney-Criddle oscila entre 516,1 y 528 mm anuales, mientras que según Thornthwaite varía entre 735,1 y 765,2 mm anuales, en función del sector considerado.
- La precipitación media sobre el subsistema es de 450 mm para el año seco, 700 mm para el año medio y 1.000 mm para el año húmedo.
- Los volúmenes hídricos relacionados con la Sierra de las Agujas son los siguientes:

AÑO TIPO	VOLUMEN PRECIPITADO (hm <sup>3</sup> /año)	VOLUMEN LLUVIA ÚTIL (hm <sup>3</sup> /año)	VOLUMEN INFILTRADO (hm <sup>3</sup> /año)
SECO	86,4	10,7	8,4
MEDIO	134,4	43,1	29,8
HÚMEDO	192,0	90,4	53,2

- En el marco del presente estudio se han inventariado o actualizado 243 puntos de agua, de los que 114 corresponden a sondeos, 64 a pozos, 50 a pozos sondeo, 11 a pozos galería, 3 a manantiales y 1 a un pozo-sondeo-galería. El perfil del punto de agua típico en la Sierra de las Agujas sería el de un sondeo de menos de 50 m de profundidad, perforado a percusión, equipado con una electrobomba sumergida con una capacidad de bombeo de entre 1 y 2 m<sup>3</sup>/min, utilizado para riego y situado en el término municipal de Alcira, emboquillado sobre materiales cuaternarios y que alcanza en profundidad las calizas del subsistema de la Sierra de las Agujas.
- Los materiales aflorantes en la zona se han agrupado en cuatro categorías en función de su grado de permeabilidad.

PERMEABILIDAD		MOTIVO		
		FISURACIÓN Y KARSTIFICACIÓN	POROSIDAD INTERGRANULAR	IMPERMEABLE
Grado	Alta	J <sub>1</sub> , J <sub>5</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>5</sub> , C <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> , C <sub>8</sub> , C <sub>9</sub> , C <sub>10</sub>	Q	
	Variable	C <sub>4</sub>		
	Baja	J <sub>2</sub> , J <sub>3</sub> , J <sub>4</sub> , C <sub>1</sub> , C <sub>11</sub> , T	C <sub>1</sub> , T	
	Impermeable			T <sub>k</sub>

- Los límites del subsistema en sus sectores occidental, septentrional, oriental y la mitad este del meridional son abiertos a la plana detrítica circundante, aunque en las dos últimas zonas el Keuper impermeable se encuentra subaflorando a poca profundidad, por lo que la conexión hidráulica entre el subsistema y la

plana quedará restringida, como lo demuestra la existencia de manantiales -ullals- en la plana relacionados con las formaciones carbonatadas. El límite meridional entre Manuel y Simat de Valldigna es cerrado por el afloramiento o subafloramiento del Keuper.

- Se puede distinguir dos niveles acuíferos principales, separados estratigráficamente por tramos que en conjunto tienen carácter semipermeable. Los dos niveles acuíferos son el jurásico, formado por las calizas y dolomías J<sub>1</sub>, con un espesor de más de 200 m, y el cretácico, constituido por los tramos C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub> y C<sub>10</sub>, con un espesor total aproximado de 750 m. La intensa tectonización a que han sido sometidos los materiales de la Sierra de las Agujas permite la conexión hidráulica entre estos dos niveles en numerosas zonas del subsistema.
- En función de las desconexiones entre los niveles acuíferos se han distinguido cuatro sectores de comportamiento diferenciado aunque no independiente. Estos son, de menor a mayor tamaño, los siguientes:
  - **Acuífero de Corbera de Alcira**  
Formado por los tramos inferiores del acuífero cretácico, ocupa el sector más septentrional del subsistema.
  - **Acuífero de Favara**  
Está constituido por los materiales jurásicos de la fachada oriental del subsistema.
  - **Acuífero de Alcira-Tabernes de Valldigna**  
Formado por el acuífero cretácico en superficie y el jurásico en profundidad, con probable conexión entre ambos a través de las numerosas fallas existentes.
  - **Acuífero de Carcagente-Benifairó**  
Como el anterior, está constituido por el acuífero cretácico y el jurásico en profundidad. Existen zonas muy tectonizadas por las que es posible que se produzca conexión hidráulica.
- La correspondencia entre precipitación y piezometría es bastante clara: los períodos de sequía, sobre todo el correspondiente a los años 1.978 a 1.982, han provocado descensos generalizados en los niveles de todo el subsistema. El año 1.989, el más húmedo de los últimos 40 años conllevó que los niveles piezométricos alcanzasen sus cotas más altas en todo el período de registro. El rango

máximo de variación piezométrica es de unos 40 m en el sector central del subsistema.

- Para el primer trimestre de 1.991 los niveles oscilan entre los 83 m.s.n.m. al 0 de Benifairó de Valldigna y los -3 m.s.n.m. en las cercanías de Llauri. Los mayores niveles piezométricos se sitúan en las zonas centrales de los acuíferos de Alcira-Tabernes de Valldigna y Carcagente-Benifairó siendo la zona más cercana al mar la que presenta los niveles más bajos.
- El río Júcar y el río Albaida pueden actuar como recargadores de la Sierra de las Agujas a través de la plana detrítica cuaternaria que se interpone entre ellos, en función de la situación relativa de los niveles piezométricos de la plana y del subsistema. El río Barcheta discurre entre un aluvial que descansa sobre el Keuper impermeable de la zona sur del subsistema. El resto de los cauces superficiales relacionados con el subsistema tiene carácter estacional.
- La conexión más clara de la Sierra de las Agujas con unidades acuíferas contiguas corresponden a la Plana de Valencia, en el sector occidental y septentrional del subsistema. El sector de Tabernes de Valldigna debe estar en conexión con la Plana de Gandía-Denia.
- Del subsistema de la Sierra de las Agujas se abastecen para uso urbano 12 términos municipales que suman un total de 117.341 habitantes de hecho, cifra esta que aumenta considerablemente en los meses de verano. El volumen de agua subterránea utilizado para abastecimiento urbano es de 13,1 hm<sup>3</sup>/año.
- La superficie agrícola regada con aguas subterráneas procedentes del subsistema es en la actualidad de 7.945 has, dedicadas casi exclusivamente al cultivo de cítricos. Las dotaciones utilizadas son de 6.745 m<sup>3</sup>/ha/año, con lo que el volumen usado para regadío es de 53,6 hm<sup>3</sup>/año.
- El uso industrial del agua subterránea se cifra en 3,5 hm<sup>3</sup>/año.
- El volumen total de agua subterránea bombeado en el subsistema de la Sierra de las Agujas es de 70,2 hm<sup>3</sup>/año.
- Para el establecimiento del balance hídrico de la unidad se han distinguido los siguientes términos:
  - . Infiltración de agua de lluvia
  - . Bombeos
  - . Retornos de regadío
  - . Variación en el almacenamiento y aportes laterales de/hacia otras unidades colindantes.

Este último punto agrupa dos términos que conjuntamente representan el déficit o superávit del subsistema calculado en función de los tres primeros términos del balance.

El balance del subsistema de la Sierra de las Agujas para los diferentes años tipo es el siguiente:

**Año medio**

Entradas		
-	Infiltración de agua de lluvia .....	29,8 hm <sup>3</sup> /año
-	Retornos de regadío .....	17,7 hm <sup>3</sup> /año
		<hr/>
	Total .....	47,5 hm <sup>3</sup> /año
Salidas		
-	Bombeos .....	70,2 hm <sup>3</sup> /año
	Variación del almacenamiento y aportes laterales .....	-22,7 hm <sup>3</sup> /año

**Año seco**

Entradas		
-	Infiltración de agua de lluvia .....	8,4 hm <sup>3</sup> /año
-	Retornos de regadío .....	17,7 hm <sup>3</sup> /año
		<hr/>
	Total .....	26,1 hm <sup>3</sup> /año
Salidas		
-	Bombeos .....	70,2 hm <sup>3</sup> /año
	Variación del almacenamiento y aportes laterales .....	-40,1 hm <sup>3</sup> /año

**Año húmedo**

Entradas	
- Infiltración de aguas de lluvia . . . . .	53.2 hm <sup>3</sup> /año
- Retornos de regadío . . . . .	17,7 hm <sup>3</sup> /año
<hr/>	
Total . . . . .	70.9 hm <sup>3</sup> /año
Salidas	
- Bombeos . . . . .	70.2 hm <sup>3</sup> /año
Variación del almacenamiento y aportes laterales . . . . .	
	0.7 hm <sup>3</sup> /año

- La unidad colindante al subsistema que se erige como el principal agente de intercambio lateral de recursos es la Plana de Valencia. La transferencia se producirá preferentemente en el sector occidental del subsistema.
- La diferencia existente entre el balance realizado en este proyecto y los efectuados en estudios precedentes, en los que la Sierra de las Agujas se consideraba fundamentalmente como recargador de la Plana de Valencia, se justifica en este caso por la adopción de una "unidad de funcionamiento" que incluye los afloramientos carbonatados de la Sierra de las Agujas más la parte circundante de la plana detrítica en la que se extraen simultáneamente los recursos hídricos subterráneos tanto de ella misma como de los materiales calcáreos de la Sierra de las Agujas.
- Las reservas utilizables del subsistema se cifran en torno a los 250 hm<sup>3</sup>.
- Atendiendo a los acuíferos que componen el subsistema, y a título orientativo, el balance hídrico pormenorizado para un año medio es el siguiente:

**BALANCE PARA AÑO MEDIO DE LOS ACUIFEROS CONSTITUTIVOS DEL  
SUBSISTEMA DE LA SIERRA DE LAS AGUJAS**

ACUÍFERO	ENTRADAS (hm <sup>3</sup> /año)			SALIDAS (hm <sup>3</sup> /año)	DÉFICIT (hm <sup>3</sup> /año)
	INFILTRACIÓN AGUA DE LLUVIA	RETORNOS DE REGADÍO	TOTAL	BOMBEOS	
Corbera de Alcira	1,4	1,1	2,5	7,4	4,9
Favara	2,0	1,2	3,2	9,5	6,3
Alcira-Tabernes de Valldigna	8,1	4,8	12,9	16,4	3,6
Carcagente-Benifairó	18,3	10,6	28,9	36,8	7,9
	29,8	17,7	47,5	70,2	22,6

- Las aguas subterráneas del acuífero presentan, en conjunto, facies bicarbonatadas y bicarbonatadas sulfatadas cálcicas. Son de mineralización notable y generalmente duras.
- Los elevados contenidos en especies nitrogenadas, fundamentalmente  $\text{NO}_3^-$ , degrada de forma notable su calidad química. La presencia de estos compuestos se atribuye, en principio, a la actividad agrícola desarrollada en la zona ( $\text{NO}_3^-$ ) y a los vertidos de efluentes urbanos de las poblaciones asentadas sobre el acuífero ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ).
- Además otras especies químicas, como  $\text{SO}_4^{=}$  y  $\text{Mg}^{++}$ , presentan contenidos elevados, aunque de origen natural, consecuencia de la influencia de los materiales del acuífero.
- Respecto a la potabilidad de las aguas analizadas, en conjunto son de mediocre calidad para abastecimiento urbano, debido a los elevados contenidos salinos y, en especial, a las especies nitrogenadas.
- Por el contrario, no presenta ningún riesgo su uso en agricultura.

Las recomendaciones que se proponen están referidas tanto a aspectos de la red de control piezométrico como al control y vigilancia de la calidad química de las aguas subterráneas.

La red de control piezométrico actual del ITGE se muestra insuficiente en lo que se refiere al subsistema de la Sierra de las Agujas: los puntos relacionados con esta unidad se localizan fundamentalmente en su periferia sobre la plana, detectándose amplias zonas del interior de la misma sobre las que no existe información de sus niveles.

Tras un estudio del inventario de puntos de agua del subsistema, tanto del histórico como del realizado con motivo de este proyecto, se propone la ampliación de la red de medidas piezométricas con los siguientes puntos:

2930 - 2069	2930 - 3121	2930 - 7084
2930 - 2186	2930 - 5102	2930 - 7088
2930 - 2189	2930 - 6024	2930 - 7101
2930 - 3117	2930 - 7019	

La situación de estos puntos puede apreciarse en el Plano nº 3.

En cuanto a la periodicidad de las medidas, ésta debería ser bimensual para, al menos, los siguientes puntos:

2930 - 2189  
2930 - 3053  
2930 - 3117  
2930 - 6024  
2930 - 7084

En el resto de puntos de la red piezométrica propuesta, la periodicidad podría ser semestral, coincidiendo las dos campañas anuales con los períodos de aguas altas y aguas bajas.

Los resultados obtenidos en el estudio hidroquímico indican que, de cara a obtener una valoración más precisa de las características de las aguas subterráneas, sería más conveniente:

- Realizar un seguimiento de la evolución de la calidad en otros períodos de tiempo para determinar las posibles modificaciones que las variaciones en la recarga pueden introducir en el agua.
- Determinar con precisión la localización de focos contaminantes, especialmente vertidos, fugas de redes, etc., que permitan diferenciar el origen de la contaminación.
- Por último, recomendar que sean realizadas escrupulosamente y por parte del Organismo Sanitario pertinente todas aquellas determinaciones físico-químicas y bacteriológicas del agua procedente de captaciones destinadas a abastecimiento urbano expresamente reglamentadas por ley.

## **10. NORMAS DE EXPLOTACIÓN**

### **10.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

La normativa deducida de la Ley de Aguas y de los Reglamentos que la desarrollan remite constantemente al Plan Hidrológico a la hora de definir unidades hidrogeológicas y recursos, y por tanto para administrar las concesiones.

Efectivamente el Plan Hidrológico es el único instrumento de la Administración que integra no solo los conocimientos de orden técnico necesarios, sino también las restantes variables socioeconómicas, ecológicas, políticas, etc. capaces de posibilitar una decisión acertada.

A su vez es el marco adecuado para evaluar disponibilidades y garantías, recursos potenciales, superficiales y subterráneos, decidir sobre distintas alternativas de explotación de uso conjunto aguas superficiales y subterráneas, actualizar balances, etc.

Provisionalmente, y hasta que se aprueben los Planes Hidrológicos, la Administración Hidráulica parece tender a perpetuar situaciones anteriores (Decretos ya derogados en el Guadalquivir y Baleares, límite de 100 m. entre captaciones) y únicamente se deciden normas de explotación provisionales en casos extremadamente graves (Campo de Montiel y algunos acuíferos de la Cuenca del Segura).

Por todo ello las normas de explotación que aquí se indican deben entenderse con carácter de recomendación provisional, pues tienen en cuenta únicamente variables de orden técnico. Pueden ser en cambio indicativas de una filosofía práctica aplicada a un acuífero concreto, pero extrapolable a otras soluciones parecidas en la propia cuenca.

Para establecer con rigor cualquier tipo de limitación es indispensable contar con un estudio de recursos disponibles, y en caso de que no se trate de acuíferos claramente excedentarios, un programa de explotación posible a lo largo del tiempo, con los controles adecuados de piezometría y calidad si esta se viese amenazada.

En el acuífero de la Sierra de las Aguas el balance y la evolución de niveles parecen indicar una incipiente sobreexplotación, por lo menos en grado de amenaza.

En estas condiciones el decretar la prohibición de nuevas concesiones sería explicable en un orden puramente técnico, pero excesivamente gravoso para quienes en la comarca optaran por un mayor desarrollo o quienes para un abastecimiento concreto tuvieran que recurrir a un suministro mucho más caro.

A la hora de establecer las normas para la concesión de nuevas explotaciones se han seguido los criterios para el establecimiento de normas de explotación de unidades hidrogeológicas elaboradas por el ITGE, que distinguen cinco zonas

- Zona autorizada
- Zona condicionada
- Zona de limitaciones específicas
- Zona de protección para uso urbano
- Zona no autorizada

Cada una de ellas tendrá que ser definida en función de los criterios expuestos en su correspondiente apartado.

#### **Zona autorizada**

En ella no se establece ningún tipo de restricciones; el área cubierta por esta zona corresponderá a:

- . Acuíferos excedentarios con aportaciones no reguladas.
- . Acuíferos pequeños poco explotados sin uso para abastecimiento urbano
- . Áreas de formaciones no permeables o de muy baja permeabilidad

#### **Zona condicionada**

Corresponde a áreas en las que la ejecución de nuevas obras de captación estará condicionada a la previa realización de estudios de detalle. En ellas no se dispone de datos suficientes para evaluar los efectos que puede ocasionar una determinada explotación. Esta circunstancia puede ser debida a:

- . Áreas insuficientemente conocidas por falta de precisión en los estudios previos o por existir problemas complejos que necesitan de estudios muy detallados.
- . Áreas próximas a bordes de la unidad hidrogeológica que estén poco definidos o no se conozcan con precisión.
- . Áreas donde sólo la realización de la perforación arroje resultados interpretables en cuanto al comportamiento hidrogeológico en el sector.

En estas zonas podrán concederse caudales de explotación en precario, sometidos a consideración posterior según pruebas realizadas (Art. 184.1 y 184.2 R.D.P.H.).

- . Áreas en las que exista riesgo de desestabilización del terreno debido al descenso de niveles o a otras causas.

Los estudios específicos son de dos tipos:

- Estudios de detalle previos a la realización de la captación.
- Pruebas realizadas una vez finalizada la captación (pruebas de bombeo, análisis de afección, etc.)

### **Zona de limitaciones específicas**

El área determinada por esta zona estará regulada en función de sus condicionantes hidrogeológicos.

Los criterios por los que pueden ser establecidas estas restricciones son:

1) Limitaciones al volumen medio anual extraído.

Serán aquellas áreas donde se dé alguna de estas circunstancias:

- Áreas ocupadas por acuíferos en equilibrio utilizadas para uso agrícola.
- Áreas cuya explotación por encima de ciertos volúmenes implique un deterioro importante de la calidad del agua (acuíferos costeros en proceso de salinización, etc.)
- Áreas con conexión a otras unidades hidrogeológicas cuya calidad sea deficiente, y de las que pueden provocar una recarga inducida.

2) Limitaciones al caudal máximo instantáneo y a los descensos máximos provocados en el nivel dinámico.

Ambos conceptos están relacionados. Estas áreas se definirán en zonas donde unos caudales de bombeo excesivos impliquen un deterioro en la calidad del agua, tanto en el aspecto físico-químico como en el bacteriológico, en casos de abastecimiento urbano. Estas serán las siguientes:

- Áreas próximas a ríos con aguas de deficiente calidad, donde un descenso excesivo puede provocar un efecto influyente de éste sobre el acuífero.
- Áreas donde, al igual que en el apartado anterior, se puede provocar una alimentación de aguas de otro acuífero de deficiente calidad.

- Áreas donde se puede provocar arrastre de elementos sólidos a partir de ciertos caudales de explotación.

3) Limitaciones a la distancia entre captaciones.

Está relacionada con las anteriores limitaciones y dependerá de las características hidrodinámicas locales que incidirán directamente sobre las condiciones de afección entre captaciones:

- Se deberá regular la distancia a corrientes de agua naturales o artificiales.
- Se tenderá en definitiva a impedir la acumulación de captaciones en una misma zona, favoreciendo una distribución espacial homogénea.

4) Limitaciones a la profundidad de la perforación.

Se establecerá en las siguientes áreas:

- En aquellas ocupadas por varios niveles acuíferos superpuestos, para el último de los cuales pretende prohibirse su explotación.
- En acuíferos costeros con riesgo evidente de intrusión marina, donde la profundidad de la obra deberá regularse en función de las características hidrogeológicas (T, S, distancia al mar, etc.) y no excediendo determinados valores.

5) Limitaciones y condiciones a otras características constructivas.

La construcción y realización de las obras de captación debe reunir ciertas condiciones en casos concretos. Los principales elementos a tener en cuenta son:

- Sellado de tramos acuíferos.

Se exigirá en los casos que exista uno o varios niveles permeables localizados a cota superior del que pretende ser explotado, bien por proteger aquellos o bien por tener deficiente calidad.

Estas zonas deberán ser convenientemente cementadas y aisladas de la perforación.

- Profundidad de colocación de la bomba

En aquellos casos en que sea necesario el establecimiento de unos descensos dinámicos máximos.

- Zonas filtrantes. Naturaleza de filtros.

En aquellos acuíferos o zonas de los mismos donde puedan presentarse problemas de arrastre de arenas, será recomendable la colocación de filtros adecuados (puentecillo, de ranuras definidas, empaque de gravas, etc.). Esto es especialmente importante en los acuíferos detríticos aunque pueden darse también en acuíferos carbonatados.

En zonas con elevada agresividad del agua, y especialmente en captaciones de abastecimiento urbano, puede ser recomendable o prescriptiva la utilización de tuberías especiales (PVC, etc.)

### **Zona de protección para uso urbano**

Serán aquellas áreas en las que el otorgamiento de nuevas concesiones para fines diferentes a los urbanos queda condicionado a una valoración social y económica previa y/o estudios complementarios que pusieran de manifiesto el grado de afectación que estos aprovechamientos tendrían sobre los destinados al abastecimiento urbano. Estas zonas serán definidas en regiones que presenten problemas importantes en lo referente a la calidad del agua subterránea; en ellas será necesario preservar aquellos sectores donde la calidad del agua se encuentre dentro de los límites de potabilidad.

### **Zona no autorizada**

Estas áreas corresponderán a las siguientes:

- Zonas ocupadas por acuíferos sobreexplotados
- Zonas de acuíferos en equilibrio utilizados para el abastecimiento urbano o donde las explotaciones destinadas a este uso son importantes
- Zonas de sobreexplotación local
- Acuíferos costeros salinizados o con un acentuado proceso de salinización.

- Zonas con niveles piezométricos situados por debajo del nivel del mar.
- Zonas de protección ecológica

Asimismo las normas de explotación deberán contemplar la definición para la zona de las "concesiones de escasa importancia" previstas en la legislación y a las que no se aplicará ningún tipo de limitación, así como la distancia mínima entre captaciones, siempre que no exista una limitación mayor.

## 10.2. APLICACIÓN AL SUBSISTEMA DE LA SIERRA DE LAS AGUAS

### 10.2.1. Captaciones de escasa importancia y distancia mínima entre captaciones

El artículo 130.1 del R.D.P.H. define las captaciones de escasa importancia con el criterio siguiente:

- Aprovechamiento de riego con caudal inferior a 4 l/seg.
- Uso doméstico hasta 50 personas.
- Cualquier uso con caudal inferior a 2 l/seg.

Por su parte la Ley de Aguas establece el límite de 7.000 m<sup>3</sup>/año para este tipo de aprovechamientos, lo que equivale a un caudal continuo muy inferior, del orden de 0.25 l/seg.

Teniendo en cuenta estas órdenes de magnitud, en la unidad de la Sierra de las Agujas se propone los siguientes topes para captaciones de escasa importancia sobre las que no existiría ningún tipo de impedimento para cualquier uso en toda la extensión del subsistema:

- Caudal anual inferior a 7.000 m<sup>3</sup>/año.
- Caudal instantáneo inferior a 1 l/seg.

Por lo que respecta a la distancia mínima entre captaciones, ésta se ha establecido en 100 m, siempre y cuando el sector afectado no corresponda a una zona con mayor restricción en cuanto a este criterio, como se verá más adelante.

### 10.2.2. Zona de protección para uso urbano

Dado que el principal problema de los abastecimientos urbanos de los municipios de la zona consiste, más que en un déficit en cuanto a los volúmenes de agua subterránea disponibles, en la mala calidad de la misma a nivel general de la unidad, debida a unos contenidos en nitratos no aceptables para consumo humano, se ha considerado necesario el establecimiento de una zona protegida para uso urbano en el sector en que todavía las concentraciones del ión nitrato se encuentre en unos niveles aceptables para consumo humano.

La protección de esta zona estaría referida a la prohibición de efectuar las siguientes actividades contaminantes:

- Actividades industriales y construcción de instalaciones de conducción y almacenamiento.
- Vertidos de tipo industrial, agrícola, urbano o ganadero, líquidos o sólidos.
- Actividades agrícolas con fertilizantes y productos fitosanitarios.
- Actividades ganaderas intensivas.

La concesión de permisos para captaciones en esta zona para fines distintos a los de abastecimiento urbano estaría condicionada a la realización de una valoración social y económica previa y/o estudios complementarios que pusieran de manifiesto la afección que estos aprovechamientos tendrían sobre los destinados al abastecimiento urbano. En función de los resultados de los estudios, se denegará, aceptará o restringirá la nueva concesión.

Geográficamente, la zona de protección para uso urbano correspondería a las áreas de recarga de los acuíferos de Alcira-Tabernes de Valldigna y Carcagente-Benifairó.

### **10.2.3. Zona de restricciones específicas**

En la unidad de la Sierra de las Agujas se ha considerado necesario el establecimiento de dos zonas con limitaciones específicas propias en cada una de ellas. Estas zonas son las siguientes:

#### **10.2.3.1. Limitaciones de la distancia entre captaciones. Distancia mínima = 200 m**

Con esta limitación se pretende favorecer una distribución espacial homogénea de las captaciones. En el caso de esta unidad existen acumulaciones de captaciones en sectores muy concretos de las planas circundantes desde las que se explotan los materiales carbonatados permeables infrayacentes.

La zona en la que las nuevas captaciones han de mantener una distancia mínima de 200 m con las anteriores corresponde a una banda de las planas cuaternarias de Valencia y Gandía-Denia que orla los afloramientos mesozoicos en sus bordes occidental, septentrional, oriental y sector E del meridional. Además se incluyen los afloramientos cuaternarios de los valles de Aguas Vivas, La Casella y La Murta.

#### **10.2.3.2. Limitaciones de los descensos máximos. Nivel dinámico máximo a -20 m.s.n.m.**

Además de la anterior limitación a la distancia entre captaciones, en el sector comprendido entre Favara y Tabernes de Valldigna los niveles dinámicos de las captaciones no podrán descender por debajo de los -20 m.s.n.m. Esta limitación se establece con el objeto de no inducir procesos de intrusión marina en ese sector, dada la proximidad del mismo al mar Mediterráneo.

### **10.2.4. Zona condicionada**

En la unidad de la Sierra de las Agujas se han definido dos tipos de zonas en las cuales la ejecución de nuevas obras de captación estará condicionada a la previa realización de estudios de detalle.

Por una parte, para proteger las captaciones utilizadas actualmente para abastecimiento urbano se ha establecido como zona condicionada un círculo con un radio de 500 m en torno a cada una de las captaciones para uso urbano con caudales de explotación menores de 50 l/s (3.000 l/min) y de 1.000 m para las de caudales superiores a esa cantidad.

Los puntos de agua dedicados al abastecimiento urbano son los siguientes:

Nº DE PUNTO	NÚCLEO URBANO ABASTECIDO	CAPACIDAD DE BOMBEO (l/min)
2930 - 2039	Alcira	6.000
2930 - 2195	Alcira	3.200
2930 - 2040	Alcira	4.000
2930 - 2188	Barraca (Alcira)	1.100
2930 - 3053	Col. Caja Ahorros (Alcira)	3.000
2930 - 3054	Col. Caja Ahorros (Alcira)	4.000
2930 - 7023	Benifairó de Valldigna	2.500
2930 - 2200	San Blas (Carcagente)	1.400
3930 - 2171	Carcagente	2.000
2930 - 1043	Carcagente	9.600
2930 - 2015	Corbera de Alcira	3.200
2930 - 5108	Enova	6.000
2930 - 5022	Enova	4.000
2930 - 5100	Rafelguaraf	1.500
2930 - 3099	Cullera	6.000
3930 - 3001	Favara	800
2930 - 3019	Cullera	3.000
2930 - 3023	Llauri	3.500
2930 - 5049	Manuel	--
2930 - 5109		2.500
2930 - 7046	Simat de Valldigna	2.000
2930 - 7090	Simat de Valldigna	2.800
2930 - 8114	Tabernes de Valldigna	5.000
2930 - 8021	Tabernes de Valldigna	5.000
2930 - 5110	Puebla Larga	1.800
2930 - 1044	Puebla Larga	1.500

Por otras parte, y dado el desconocimiento sobre el grado de conexión entre el río Barcheta, cuyas aguas presentan una calidad química muy deficiente, y el extremo suroccidental de la unidad, se ha definido como zona condicionada una banda paralela al río, aguas abajo de Manuel.

Los estudios necesarios serán previos a la realización de la captación (estudio hidrogeológico de detalle, inventario exhaustivo de puntos de agua en el entorno, diseño de la perforación y entubación, etc.) y posteriores a la misma (ensayos de bombeo, determinación del caudal de explotación, estudio de afecciones, análisis químicos de las aguas bombeadas, etc.), y tendrán por objeto el determinar el grado de influencia de la nueva captación sobre el aprovechamiento para uso urbano en el primer caso, y la existencia y sentido de la relación río-acuífero en el segundo. En función de los resultados se denegará, aceptará o restringirá la nueva concesión.

#### **10.2.5. Zona autorizada**

El resto de la superficie de la unidad, no incluida en las zonas anteriores, se considera que puede soportar nuevas concesiones sin ningún tipo de restricciones, salvo la general referida a que la distancia entre captaciones ha de ser mayor de 100 m.

En esta zona se considera que la implantación de nuevas obras de captación no supondrá una variación significativa en los aprovechamientos existentes ni en el funcionamiento del sistema.

### **10.3. REPRESENTACION GRAFICA DE LA ZONACION**

La representación gráfica de las zonas definidas en las normas de explotación de la unidad de la Sierra de las Agujas se ha realizado mediante poligonales superpuestas a un plano topográfico de la zona a escala 1:50.000 (Plano nº 7).

Las coordenadas de los vértices de las poligonales a partir de los cuales se definirán las correspondientes zonas son las siguientes:

**COORDENADAS (UTM) DE LOS VERTICES DE LAS POLIGONALES**

VERTICE	COORDENADAS-X	COORDENADAS-Y
1	722000	4338500
2	728000	4338500
3	726000	4336000
4	725000	4335000
5	729000	4335000
6	731000	4335000
7	734000	4335000
8	724500	4334500
9	724000	4334000
10	729000	4334000
11	728500	4333500
12	724000	4333000
13	728000	4333000
14	730000	4333000
15	734000	4333000
16	725000	4332350
17	730000	4332000
18	730000	4331000
19	725000	4330000
20	729000	4330000
21	739000	4330000
22	730000	4329350
23	737000	4329400
24	739000	4329000
25	734500	4328500
26	729000	4327000
27	730000	4327000
28	717200	4326000
29	717000	4325500
30	729000	4325500
31	731000	4325600
32	721000	4325000
33	724000	4324000
34	724000	4323000
35	720000	4322200
36	719000	4322000

Los polígonos correspondientes a cada zona están definidos por los siguientes vértices:

- Zona de protección para uso urbano
  - . 5 - 6 - 15 - 23 - 25 - 17 - 14 - 10 - 5
  - . 16 - 20 - 22 - 26 - 30 - 33 - 19 - 16
- Limitaciones de la distancia entre captaciones : Distancia mínima = 200 m
  - . 1 - 2 - 7 - 23 - 15 - 6 - 5 - 3 - 4 - 11 - 13 - 8 - 9 - 18 - 20 - 16 - 12 - 32
  - . - 34 - 35 - 28 - 1
  - . 23 - 24 - 31 - 27 - 25 - 23
- Limitaciones de la distancia entre captaciones : Distancia mínima = 200 m y Limitaciones de los descensos máximos : Nivel dinámico máximo a -20 m.s.n.m.
  - . 7 - 21 - 24 - 23 - 7
- Zona condicionada : Evitar recarga inducida con aguas superficiales procedentes del río Albaida
  - . 28 - 35 - 36 - 29
- Zona autorizada
  - . 3 - 5 - 10 - 14 - 17 - 25 - 27 - 31 - 34 - 32 - 12 - 16 - 19 - 33 - 30 - 26 -
  - . - 22 - 20 - 18 - 9 - 8 - 13 - 11 - 4 - 3

Las zonas condicionadas a que las nuevas captaciones no afecten necesariamente a abastecimientos urbanos se definen como círculos superpuestos a los polígonos definidos anteriormente y centrados en los siguientes puntos:

**COORDENADAS (UTM) DE LOS PUNTOS DE ABASTECIMIENTO**

<b>Nº PUNTO</b>	<b>COORDENADAS-X</b>	<b>COORDENADAS-Y</b>	<b>RADIO (m)</b>
2930-2039	723750	4336850	500
2930-2195	723700	4336600	500
2930-2040	723550	4336700	500
2930-2188	727400	4331250	300
2930-3053	729100	4331100	500
2930-3054	729200	4331000	500
2930-7023	733150	4327850	300
2930-2200	722000	4333350	300
2930-2171	722550	4334350	300
2930-1043	721350	4333800	500
2930-2015	728000	4337550	500
2930-5108	718150	4325150	500
2930-5022	717750	4325100	500
2930-5100	721450	4323400	300
2930-3099	734300	4335050	500
2930-3001	733800	4334050	300
2930-3019	732800	4335150	500
2930-3023	730700	4336200	500
2930-5049	717050	4325350	300
2930-5109	717150	4325250	300
2930-7046	732050	4325550	300
2930-7090	732150	4325550	300
2930-8114	737600	4329300	500
2930-8021	737550	4329400	500
2930-5110	720600	4329000	300
2930-1044	718600	4329300	300

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Proyecto de Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del Júcar. ITGE (1972-1977)

Síntesis Hidrogeológica del Sistema 50. ITGE (1980)

Informe actualizado de los recursos hidráulicos subterráneos y su uso presente y futuro en la Cuenca Media y Baja del Júcar. ITGE (1985)

Proyecto para el establecimiento de normas para explotación de los acuíferos en la zona de Gandía-Denia-Jávea y cabecera del Vinalopó. ITGE (1984-1985)

Evaluación a nivel de aplicación de los recursos hídricos subterráneos disponibles en los acuíferos del Sector Sur del Sistema 51. (Plana de Valencia). Posibilidades de su utilización inmediata. ITGE (1986)

Las aguas subterráneas en la Comunidad de Valencia. Uso, calidad y perspectivas de utilización. ITGE (1986)

Estudio de determinación de acuíferos sobreexplotados. ITGE (1988)

Estudio Hidrogeológico para abastecimiento urbano de las localidades de Cullera, Sueca, Riola, Polinya de Xúquer, Albalat de la Ribera, Fortaleny, Corbera d'Alzira, Llauri y Favara. ITGE - Diputación Provincial de Valencia (1989)

Proyecto para el control piezométrico, hidrométrico y de calidad en las cuencas media y baja del Júcar. ITGE (Varios años).

Investigación geoelectrica de los acuíferos de las Cuencas Baja y Media del Júcar. ITGE (Varios años)

Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas del Territorio Peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características. SGOP (1988)

Criterios para el establecimiento de las normas de explotación de unidades hidrogeológicas. ITGE (1991). Inédito.

**BASE DOCUMENTAL UTILIZADA**

- Hojas topográficas a escala 1:50.000 del Servicio Geográfico del Ejército y del Instituto Geográfico Nacional
  - . 29-29 (747) Sueca
  - . 29-30 (770): 30-30 (771) Alcira
  
- Mapa Geológico a escala 1:50.000 del ITGE (MAGNA)
  - . 29-29 (747) Sueca
  - . 29-30 (770) Alcira
  
- Mapa de Cultivos y aprovechamientos a escala 1:50.000 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
  - . 29-30 (770) Alcira
  
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA. Datos climáticos.
  
- INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA. Inventario de puntos de agua.

Las facies hidroquímicas mayoritarias son la bicarbonatada, bicarbonatada-sulfatada y sulfatada bicarbonatada cálcica. (Figura 8.3.)

Predomina el carácter bicarbonatado primario, más acusado en el sector sureste del acuífero, que varía progresivamente hacia sulfatado en el mismo sentido de la mineralización. Se detectan también algunos puntos con una componente clorurada en los extremos nororiental y suroriental de la zona.

De los contenidos en especies mayoritarias cabe destacar la concentración en  $\text{SO}_4^-$  (Figura 8.4.) y  $\text{Na}^+$ , consecuencia de una notable influencia sobre las aguas bicarbonatadas de materiales evaporíticos, como se deduce de las relaciones iónicas calculadas,  $\text{Cl}/\text{Na}$ ,  $\text{Cl}/\text{Na}+\text{K}$  (Anejo 4.3.). Ello concuerda con la litología del acuífero, constituido por calizas y dolomías con alternancia de niveles margosos y con el sustrato de margas yesíferas del Keuper.

En cuanto a los compuestos de nitrógeno son elevadas las concentraciones de  $\text{NO}_3^-$ , que casi en el 60% de los casos superan las 50 ppm, y llegan a alcanzar las 80-90 ppm (Plano nº 7 y Figura 8.5.). Además se detectan también nitritos y amonio, con contenidos elevados en numerosos sitios.

Los puntos con altos contenidos en nitratos se localizan en las áreas más llanas, donde se desarrolla la agricultura (Alcira, Carcagente, Tabernes), en ocasiones asociados también a importantes concentraciones de amonio.

Además, destacan también elevados contenidos de nitritos y amonio, localizados en el entorno de los núcleos de población.

Cabe pensar, por tanto, en dos orígenes de la contaminación. Por una parte, la agricultura y el consiguiente uso de fertilizantes nitrogenados responsables de la presencia de nitratos fundamentalmente, dada la coincidencia de éstos en las áreas de cultivo. Por otra, la frecuente aparición de las especies reducidas de amonio y nitrito son indicativas de procesos recientes y/o rápidos de contaminación, atribuibles a los residuos de efluentes urbanos de las poblaciones próximas, por ejemplo, en el área que va desde Llaurí hasta Simat.

Se puede afirmar que la calidad de las aguas subterráneas del acuífero de la Sierra de las Agujas se está degradando a consecuencia del progresivo incremento de especies nitrogenadas, atribuible fundamentalmente al empleo de fertilizantes y a los vertidos de aguas residuales urbanas.