

NUMERO

--	--	--

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

BALANCES Y ALTERNATIVAS DE UTILIZACION DE
LAS AGUAS SUBTERRANEAS.

TOMO II: Evolución piezométrica en los Sistemas --
acuíferos de la margen derecha de la Cuenca del Ebro.

Zaragoza, Diciembre de 1981

EZ1039-N077



34090

1. INTRODUCCION

Los Sistemas acuíferos 57, 58 y 59 se sitúan en la margen derecha de la Cuenca del Ebro y se extienden en dirección NW - SE desde la provincia de Soria hasta el mar Mediterráneo en la provincia de Tarragona, ocupando una superficie aproximada de 25.000 km².

Del total de la superficie ocupada por los Sistemas, se realiza una explotación del agua subterránea únicamente en las zonas: Valle del Jiloca, Cuenca de Gallocanta y Cuaternario de Alfamén.

Debido a la creciente explotación en dichas zonas, se han instalado en ellas redes de control piezométrico con medidas del nivel del agua con periodicidad bimensual, para controlar los niveles piezométricos de los acuíferos frente a la creciente explotación.

Los objetivos del presente informe es analizar las variaciones de los niveles piezométricos de los acuíferos, deduciendo sus tendencias y oscilaciones así como su correspondencia con la pluviometría y las explotaciones.

Este informe ha sido realizado por el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA a través de la empresa consultora E.P.T.I.S.A. (Estudios y Proyectos Técnicos Industriales).

2. MARCO HIDROGEOLOGICO GENERAL

2.1. LOS SISTEMAS ACUIFEROS

2.2. LAS REDES DE CONTROL

2. MARCO HIDROGEOLOGICO GENERAL

2.1. LOS SISTEMAS ACUIFEROS

Los sistemas números 57, 58 y 59 se sitúan en la margen derecha del Ebro (figura nº 1), sus principales acuíferos son de naturaleza carbonatada, aunque asociados a las calizas mesozoicas existen importantes acuíferos detríticos.

Es precisamente en estos acuíferos detríticos y en los calizos de sus bordes, hidráulicamente asociados, donde se produce la explotación mayoritaria de las aguas subterráneas.

Los recursos totales de estos sistemas se estiman superiores a --- 2.000 Hm³/año, de los que 1.000 Hm³/año corresponden a aguas subterráneas.

La descargas por manantiales se estiman en 950 Hm³/año, de los cuales 80 Hm³/año son derivados para el abastecimiento de unos 99.000 habitantes y 260 Hm³/año para el regadío de 15.000 Ha., el resto y el retorno de los anteriores constituyen aportes a los ríos.

El 77 % del total de los manantiales inventariados, aportan caudales inferiores a 10 l/s.

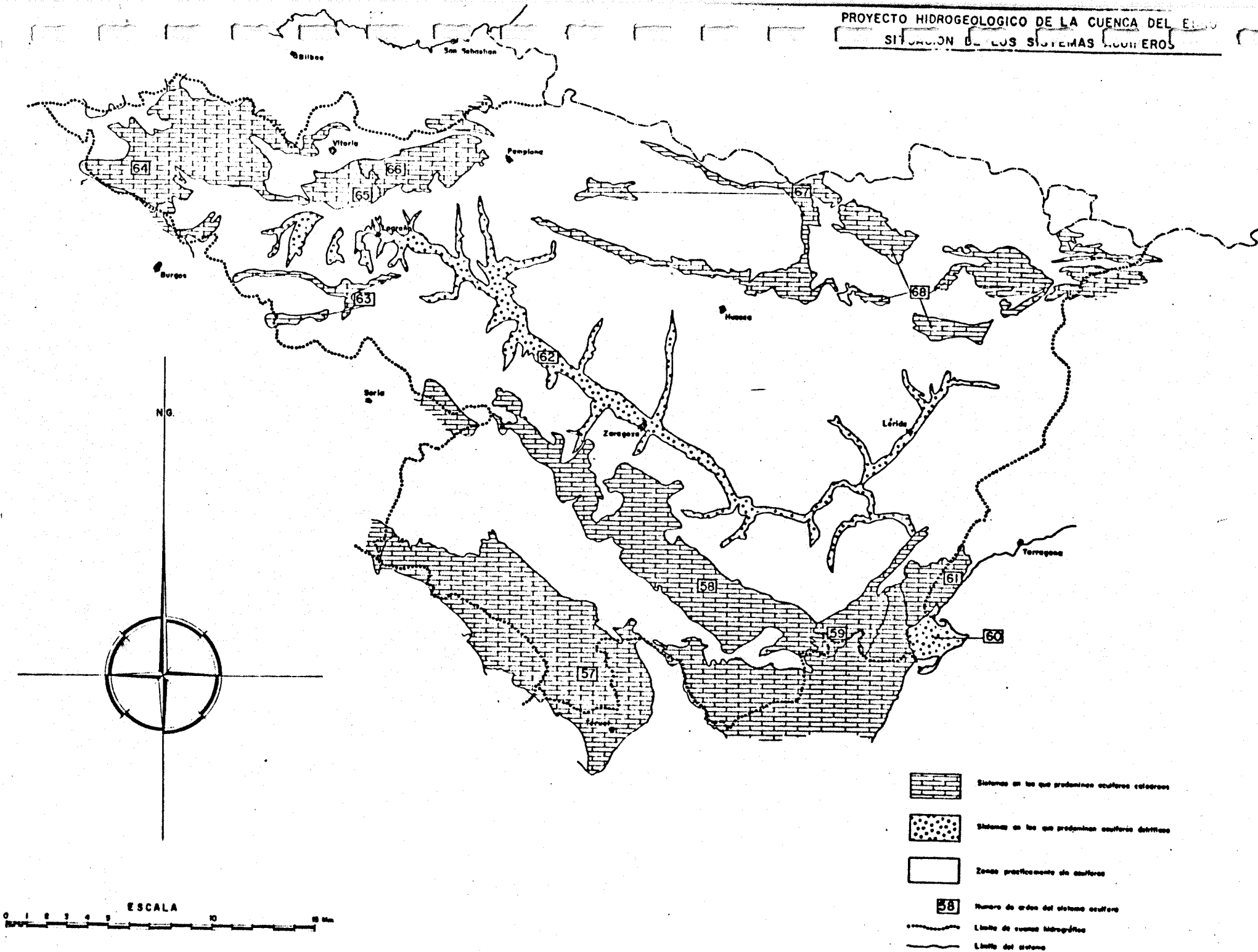
Mediante pozos y sondeos, se extrae un volumen de 85 Hm³/año, de los cuales 10 Hm³/año para abastecimiento de 72.000 habitantes, 70 Hm³/año para el regadío de 8.000 Ha y 5 Hm³/año para usos industriales; se ha de destacar que de las 8.000 Ha. regadas con agua subterránea, el 90 % corresponden al Valle del Jiloca y Cuaternario de Alfamén. De estos 85 Hm³/año, 45 Hm³/año, son evapotranspirados y no retornan a los acuíferos o ríos.

La extracción de agua subterránea se realiza en un 56 % mediante pozos y sondeos de profundidad inferior a 50 m., destaca que solo un 5 % tienen profundidades superiores a los 200 m.

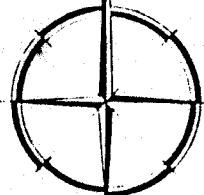
En un 76 % los caudales de explotación son inferiores a 30 l/s.

Sobre un total de aportes de 1.000 Hm³/año, escasamente el 10% es explotado mediante pozos y sondeos, lo que indica el bajo grado de desarrollo de este tipo de explotaciones en la margen derecha del Ebro.

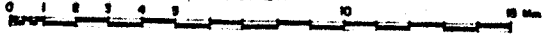
Existe un gran número de sondeos negativos, 16 % de media, aunque existen zonas (Sierra de Solorio) que llega a alcanzar el 50 % del total de puntos inventariados, motivados en gran parte por la carencia de estudios - hidrogeológicos adecuados.



N.O.



ESCALA









-  Sistema en los que predominan acuíferos carbonatados
-  Sistema en los que predominan acuíferos detríticos
-  Zona prácticamente sin acuíferos
-  Número de órden del sistema acuífero
-  Límite de cuenca hidrográfica
-  Límite del sistema

FIG.-1

2.2. LAS REDES DE CONTROL

Las redes de control piezométrico están establecidas en aquellas zonas, que junto con disponibilidad de pozos ó sondeos representativos, existe un interés específico, bien económico caso "del Cuaternario de Alfamén", -- bien ecológico, caso de la Laguna de Gallocanta, en la evolución de los niveles piezométricos. De acuerdo con este criterio se han establecido controles en:

- Sistema 57; subsistema acuífero del Valle del Jiloca y subsistema Piedra - Gallocanta.
- Sistema 58; subsistema acuífero del Cuaternario de Alfamén.

El número total de puntos de control actual es de 146. Las redes de control se establecen en el Valle del Jiloca en Septiembre de 1.977, a finales de 1.977, existían 45 piezómetros; en 1.978 se añadieron 43 más en el mismo subsistema; en 1.979, la cifra se incrementó en 17 en las zonas de Gallocanta y Jiloca y fueron eliminados 3; en 1.980, fueron añadidos 50 piezómetros en el Cuaternario de Alfamén y fueron eliminados 4 piezómetros; en 1.981, por último, se añadieron 2 piezómetros en Alfamén y fueron eliminados 4 nuevos -- piezómetros. Esta evolución se resume en el siguiente cuadro:

Puntos de Control Piezométrico	1.977	1.978	1.979	1.980	1.981
Antiguos	0	45	88	102	148
Nuevos	45	43	17	50	2
Eliminados	--	--	3	4	4
TOTAL	45	88	102	148	146

El número total de medidas piezométricas efectuadas en la red de -- control es de 3.658, cifra que no es uniforme en cuanto a su distribución espacial y temporal. Así en el Jiloca existe una media de 1 piezometro cada 9 Km², en Gallocanta cada 34 Km² y en Alfamén cada 10 Km², la media de medidas al año es de 558 en el Jiloca, 162 en Gallocanta y 271 en Alfamén; estas cifras suponen alrededor de 1 medida al año por Km² de acuífero controlado - cifra muy baja si se tiene en cuenta el mínimo "optimo" que se sitúa alrededor de 3.

En las zonas - subsistemas - en donde no existen piezómetros representativos, se analiza el régimen de descarga de los manantiales, como medida indirecta de estos niveles. El número de estos controles es 26, establecidos de forma generalizada a partir de 1.979. El número de medidas disponible en la actualidad es de 500. En realidad la red de control foronómico consta de 120 puntos, disponiéndose en la actualidad de algo más de 3.000 medidas. Se han seleccionado aquellos puntos en que el régimen natural de descarga no está influenciado por bombeos, regadíos etc, y aquellos en que el termino de - escorrentía superficial, dentro de la aportación total es mínimo. Prácticamente, estos criterios han seleccionado, únicamente, manantiales que se aforan - próximos a su nacimiento.

3. EVOLUCION DE LOS ACUIFEROS

3.1. METODOLOGIA DEL TRABAJO

3.2. ANALISIS DE LOS SISTEMAS

3. EVOLUCION PIEZOMETRICA DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS

3.1. METODOLOGIA DEL TRABAJO

A fin de tener de una forma rápida y resumida, la información que se deriva de la medición de los niveles piezométricos y de los aforos realizados, se han utilizado los programas " EVOPIEZ " y " EVOAFOR ".

El programa "EVOPIEZ" suministra la siguiente información:

- Listado para cada piezómetro de las medidas efectuadas ("profundidad del agua") desde Enero de 1.978. El programa numera -- correlativamente los piezómetros listados.
- Matriz de correlación de las medidas efectuadas en cada piezómetro. La correlación se efectúa a nivel mensual, sin tener en -- cuenta, los periodos sin medida, ó los niveles dinámicos, entre cada piezómetro y los restantes. Esta información permite: una depuración casi "automática" de la red piezométrica (dos piezómetros próximos con un coeficiente de correlación elevado, miden lo mismo, y por tanto uno puede ser eliminado), la selección de piezómetros representativos (aquel que dentro de una zona -- tenga mayor número de coeficientes de correlación elevados) ó la reconstrucción de alguna serie histórica con "huecos".
De hecho la red piezométrica ha sido modificada, y la selección de piezómetros "representativos" se ha efectuado con estos criterios.
- Listado de oscilaciones piezométricas. Para todos y cada uno de los piezómetros se indica:

- Piezómetro considerado.
- Nivel máximo y fecha.
- Nivel mínimo y fecha.
- Diferencia (oscilación máxima).

Este listado concluye con un resumen que proporciona, el número de piezómetros que cada año ha tenido una oscilación inferior a - 1 m, comprendido entre 1 m y 5 m, entre 5 m y 10 m, y superior a 10 m.

Ha sido utilizado en la elaboración de los mapas de oscilación piezométrica. Ofrece así mismo una visión rápida de cuando se producen los niveles "altos" y "bajos", facilitando la "crosscorrelación" con la pluviometría; la observación del resumen permite "detectar" rápidamente situaciones "anómalas": un desplazamiento progresivo de las oscilaciones, a valores cada vez mayores puede indicar, por ejemplo, un aumento de las explotaciones.

- Análisis de tendencias. Se lista como "tendencia de las variaciones" y es la pendiente de la recta de regresión niveles - tiempo. Esta pendiente está muy influida por los niveles de estiaje que -- suelen ser los correspondientes a los de bombeo. Es por ello que, los valores deben ser tomados únicamente como orientativos. Un valor negativo indica tendencia a la bajada y viceversa.
- Gráficos de evolución piezométrica. Se dibuja uno por cada punto de control piezométrico, además, se lista:

Número

Coordenadas (Lambert)

Profundidad (m)

Provincia (22 = Teruel, 29 = Zaragoza)

Municipio

Cuenca (corresponde a la clasificación decimal del S.M.N.)

Sistema Acuífero

Subsistema acuífero (VJ = Valle del Jiloca, JA = Jalón Aguas
vivas, PG = Piedra - Gallocanta).

Volumen bombeado ($V \text{ Hm}^3/\text{año}$)

Uso (Rd = regadíos. Ab = abastecimiento)

Naturaleza (SN = sondeo, PZ = pozo, PS = pozo - sondeo).

Se listan así mismo, las medidas efectuadas, indicándose con asteriscos, para cada período de tiempo, cuando ésta no se ha efectuado. Los niveles dinámicos se indican con un asterisco después - del valor correspondiente.

El programa " EVOAFOR " suministra la siguiente información (las medidas se expresan siempre en l/s).

- Evolución de caudales. Para cada manantial aforado se lista:

Número

Nombre

Coordenadas (Lambert)

Observaciones (entre ellas el número de inventario)

Evolución de caudales (gráfico)

Evolución de caudales (tabulación mensual)

- Oscilación de caudales.

Para cada manantial se lista:

Número

Para cada año:

Máximo y fecha

Mínimo y fecha

Diferencia

Para todo el período:

Media anual

Se ha considerado que las variaciones del nivel del agua en los acuferos de la margen derecha del Ebro en los pozos y del caudal aforado en los manantiales depende fundamentalmente de la pluviometría. Otros factores como son el bombeo la infiltración de regadíos ó las características hidráulicas del acuífero, son la causa de variaciones a nivel estacional ó anual, ya que se pueden considerar ciclicos ó sin variación significativa a lo largo del periodo de control.

En cada subsistema se analiza la pluviometrías del periodo de control, tomando como referencia estaciones significativas del subsistema. Ajustando para cada estación una distribución de Goodrich a la serie histórica de pluviometrías se conoce la probabilidad de ver superada la precipitación, o lo que es lo mismo, la "desviación" respecto al año medio, que en cierta forma orienta sobre la representatividad "media" de la serie piezométrica y foronómica.

El proceso de estudio de las piezometrías es típico de una serie histórica: se analizan las tendencias ó variación pluvianual, por correlación; - las variaciones anuales, analizando la oscilación máxima, y su correlación con la pluviometría; por último, se analizan las variaciones estacionales, ó a "corto plazo", y sus factores: régimen de bombeo, influencia de retornos de regadíos, características del acuífero etc.

Los aforos, tienen un periodo de control mucho más pequeño, por lo que un análisis riguroso no puede ser hecho. Se analizan, cuando hay datos para ello, las variaciones anuales y las estacionales, teniendo en cuenta, que de una forma sistemática factores como bombeos, influencia de regadíos etc, no son tenidos en cuenta ya que el proceso de selección ha llevado a eliminarlos.

De forma general y mientras no se exprese lo contrario se establece el siguiente orden "cualitativo" de magnitudes.

	Transmisividad m ² /día	Coficiente de almacenamiento
Alto	10 ⁴	10 ⁻¹
Medio	10 ³	10 ⁻²
Bajo	10 ²	10 ⁻³

3.2. ANALISIS DE LOS SISTEMAS

SISTEMA 57 " MESOZOICO DE MONREAL - GALLOCANTA

EL SISTEMA ACUIFERO Nº 57 " MESOZOICO DE MONREAL - GALLO CANTA "

Descripción del sistema

Tiene una extensión aproximada de 7.300 Km^2 en las provincias de Teruel, Guadalajara, Zaragoza y en menor extensión, Soria, quedando comprendido entre la cabecera del río Jalón y el curso alto del río Jiloca. Escasamente poblado (35.000 habitantes aproximadamente) la población se concentra en el Valle del Jiloca, Valle alto del Jalón y en las inmediaciones de la Laguna de Gallocanta. La economía regional, se basa en la agricultura y ganadería, concentrándose en el Valle del Jiloca, la industria es escasa: minería en Ojos Negros e industrias derivadas de la agricultura en el Valle del Jiloca (figura 2).

El clima es típicamente continental con inviernos muy fríos y veranos relativamente calurosos; la precipitación media es del orden de 550 m.

En este sistema se sitúan las divisorias de las cuencas del Ebro, Júcar, Tajo y Laguna de Gallocanta.

Se divide en cuatro subsistemas de características hidráulicas y funcionamiento distinto:

- Subsistema acuífero de la Sierra del Solorio
- Subsistema acuífero Piedra - Gallocanta
- Subsistema acuífero Cella - Molina de Aragón
- Subsistema acuífero del Valle del Jiloca y adyacentes

Los recursos globales del sistema se estiman en $455 \text{ Hm}^3/\text{año}$, de los cuales $70 \text{ Hm}^3/\text{año}$ se emplean en regadío y el resto, constituye los aportes a los ríos. Actualmente se efectúa un bombeo de $40 \text{ Hm}^3/\text{año}$, en el valle del Jiloca para el regadío de unas 7.000 Has, de los cuales sólo 20 --

SUBSISTEMA
SIERRA DEL SOLORIO

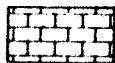
SUBSISTEMA
PIEDRA GALLOCANTA

PLANO ESQUEMATICO DEL SISTEMA ACUIFERO N° 57 "Mesozoico de Monreal -Gallocanta"

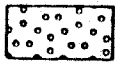
SUBSISTEMA
CELLA - MOLINA DE ARAGON

SUBSISTEMA DEL VALLE DEL
JILOCA Y ADYACENTES

LEYENDA



ACUIFEROS CALIZOS MESOZOICOS



ACUIFEROS DETRITICOS MIO - CUATERNARIO



DESCARGAS SUPERIORES A 100 Li./sg



LIMITE DE SISTEMA ACUIFERO



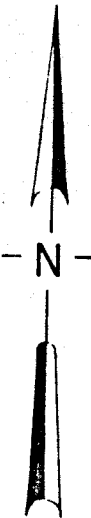
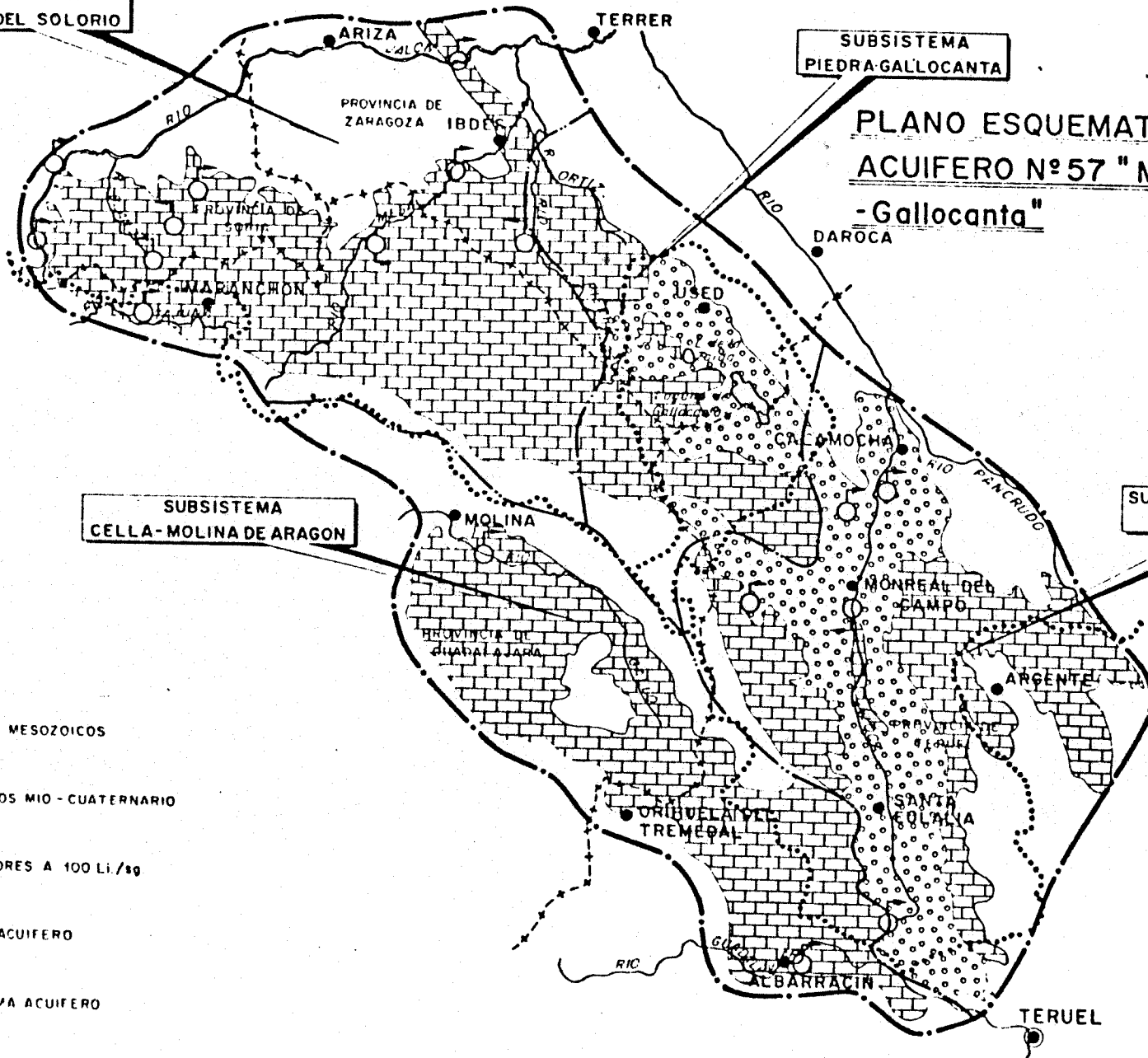
LIMITE DE SUBSISTEMA ACUIFERO



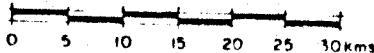
DIVISORIA HIDROGRAFICA



LIMITE DE PROVINCIA



ESCALA GRAFICA



Hm³/año son consumidos.

Excepto en zonas muy localizadas, con escaso valor representativo del conjunto, el agua es de buena calidad pudiendose utilizar para cualquier fin.

Situación de las redes de vigilancia

Subsistema acuífero Sierra de Solorio

No existe red piezométrica. En la actualidad se controlan 5 manantiales, con periodicidad bimensual. Se empezaron a controlar en Febrero de 1.980.

Subsistema acuífero Piedra - Gallocanta

Existe una red de control piezométrico en la cuenca de la Laguna de - Gallocanta instalada sobre pozos y sondeos, que en algunos casos tienen explotación. En la actualidad se miden 16 piezómetros con periodicidad trimestral. El control comenzó en Enero de 1.979.

Subsistema acuífero Cella - Molina de Aragón

En la actualidad tan solo se controla el manantial de Cella con periodicidad bimensual. Su periodo de control abarca desde comienzos de --- 1.974.

Subsistema acuífero del Valle del Jiloca y adyacentes

En la actualidad se mide el nivel piezometrico en 82 pozos y sondeos con periodicidad bimensual. Estos pozos y sondeos, en la medida de lo posible, corresponden a puntos inventariados con baja explotación. Sin embargo - en algunos casos (por ejemplo en la zona de Singra - Valle del Jiloca) los - puntos de la red corresponden a puntos sometidos a intensos bombeos.

El control comenzó en el último trimestre de 1.977.

Se controla así mismo, un único manantial desde Octubre de 1.978 con periodicidad bimensual.

Pluviometría del periodo de control

El periodo de control más amplio (exceptuando el de la Fte. de Cella) - abarca de Octubre de 1977 a Octubre de 1981, cuatro años hidrológicos completos.

En el cuadro adjunto se indican, las estaciones pluviométricas representativas utilizadas, la pluviometría en el periodo de control, la pluviometría media de un periodo histórico más largo con indicación del número de años, y los subsistemas cuya estación representativa es la considerada.

PLUVIOMETRIA REDES DE CONTROL DEL SISTEMAS 57

Estación	PLUVIOMETRIA (mm.) AÑO					SUBSISTEMA
	1.977-78	1.978-79	1.979-80	1.980-81	Media	
Calamocha	368'4	374'4	398'9	340'4	412'7(1)	Valle Jiloca
Sta. Eulalia	430'1	453'7	344'9	306'9	449'6(1)	" "
Cella	394'9	408'6	286'1	310'2	426'6(1)	{ Valle Jiloca Cella Molina A.
Milmarcos	---	544'1	487'6	451'3	550 (2)	S. del Solorio
Used	---	---	411'5	398'5	515 (2)	Piedra-Gallocanta
Tornos	---	---	491	390'3	515'7(3)	" "

(1) Media de 20 años.

(2) Estimada a partir de las isoyetas medias de 20 años.

(3) Media de 10 años.

Establecida una distribución de Goodrich, para las estaciones del valle del Jiloca, la probabilidad de ver superada la pluviometría en un periodo --

más amplio resulta ser igual a :

AÑO	1.977-78	1.978-79	1.979-80	1.980-81
CALAMOCHA	68 %	64 %	51 %	77 %
SANTA EULALIA	53 %	43 %	88 %	97 %
CELLA	62 %	56 %	97 %	93 %

El año medio tiene una probabilidad del 50%. Como se observa, en la zona baja del Jiloca (Calamocha) pueden ser considerados medios los años 1.978-79 y 1.979-80 siendo secos el resto, en la zona de cabecera son medios los años 1.977-78 y 1.978-79 y seco y muy seco respectivamente, los dos últimos.

La evidente correlación del resto de las estaciones con éstas, permite estimar resultados análogos. Es decir, una precipitación anormalmente baja en la zona y periodo considerados.

Interpretación piezométrica

Valle del Jiloca

En la figura 3 se representa de forma esquemática el sistema acuífero del Valle del Jiloca y los con él asociados. Se indica la posición de los piezómetros, se representa la oscilación de niveles en 21 de ellos que pueden ser considerados representativos y también la pluviometría mensual registrada en las estaciones meteorológicas de Cella, Santa Eulalia y Calamocha, anteriormente comentada.

Tendencias

Se observan cinco zonas claramente diferenciadas (fig. 4).

RED DE CONTROL PIEZOMETRICO DEL SUBSISTEMA ACUIFERO "VALLE DEL JILOCA"

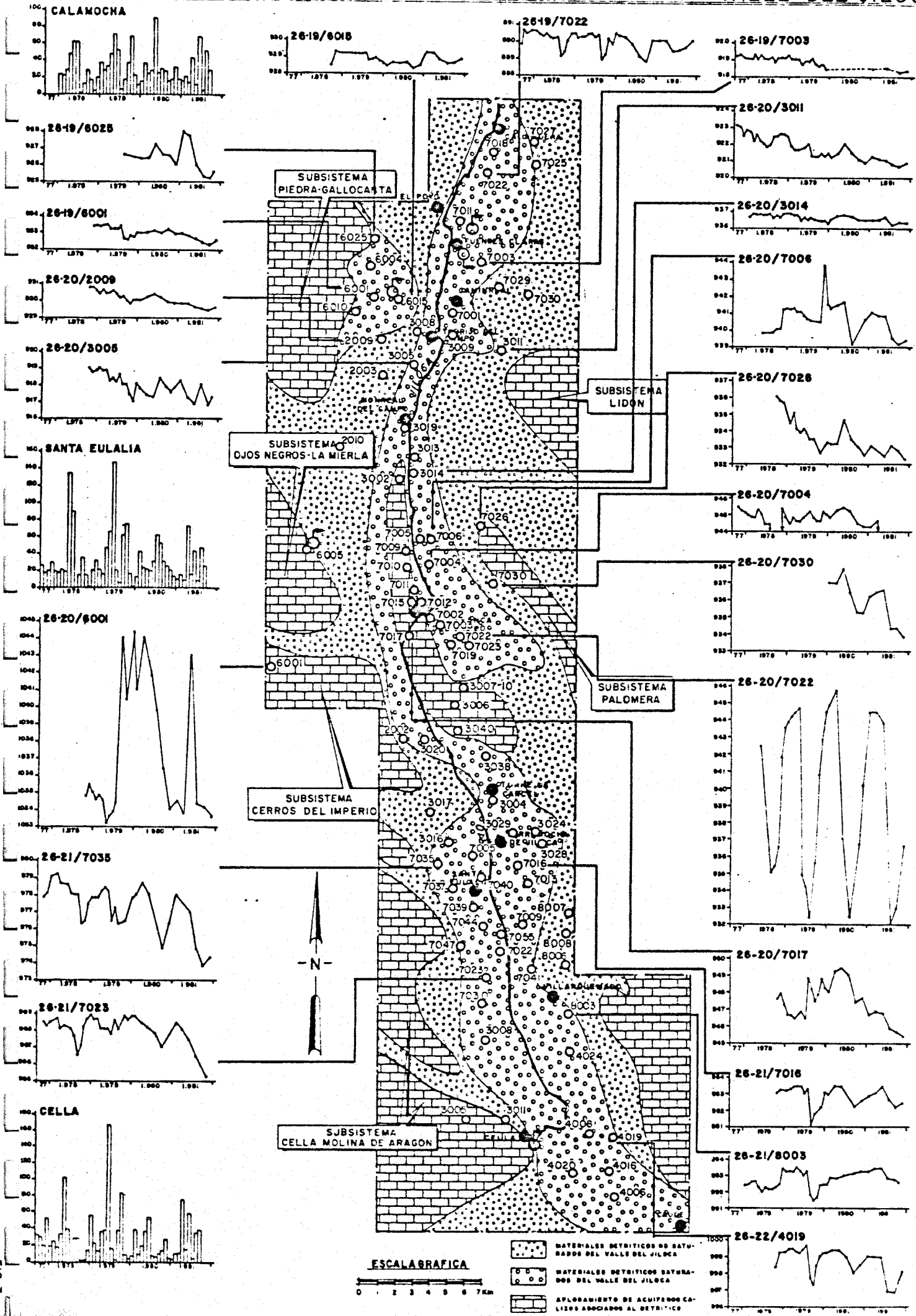
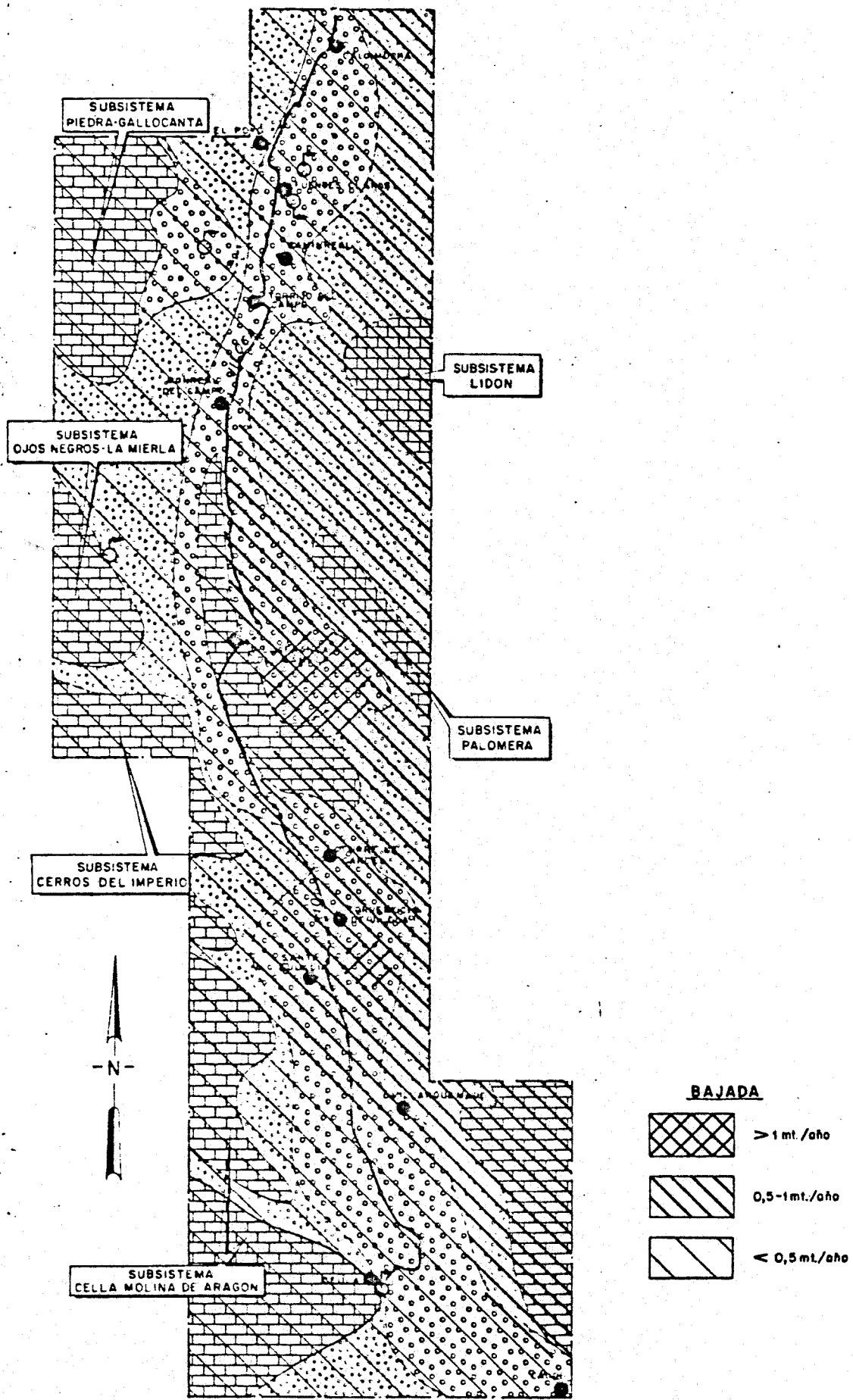


FIG. 3

TENDENCIAS DE LAS VARIACIONES DEL NIVEL PIEZOMETRICO DEL SUB-SISTEMA ACUIFERO VALLE DEL JILOCA



SUBSISTEMA
PIEDRA-GALLOCANTA

SUBSISTEMA
OJOS NEGROS-LA MIERLA

SUBSISTEMA
CERROS DEL IMPERIO

SUBSISTEMA
CELLA MOLINA DE ARAGON

SUBSISTEMA
LIDON

SUBSISTEMA
PALOMERA

BAJADA

- > 1 mt./año
- 0,5-1 mt./año
- < 0,5 mt./año

ESCALA GRAFICA
0 1 2 3 4 5 6 7 km

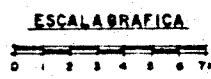
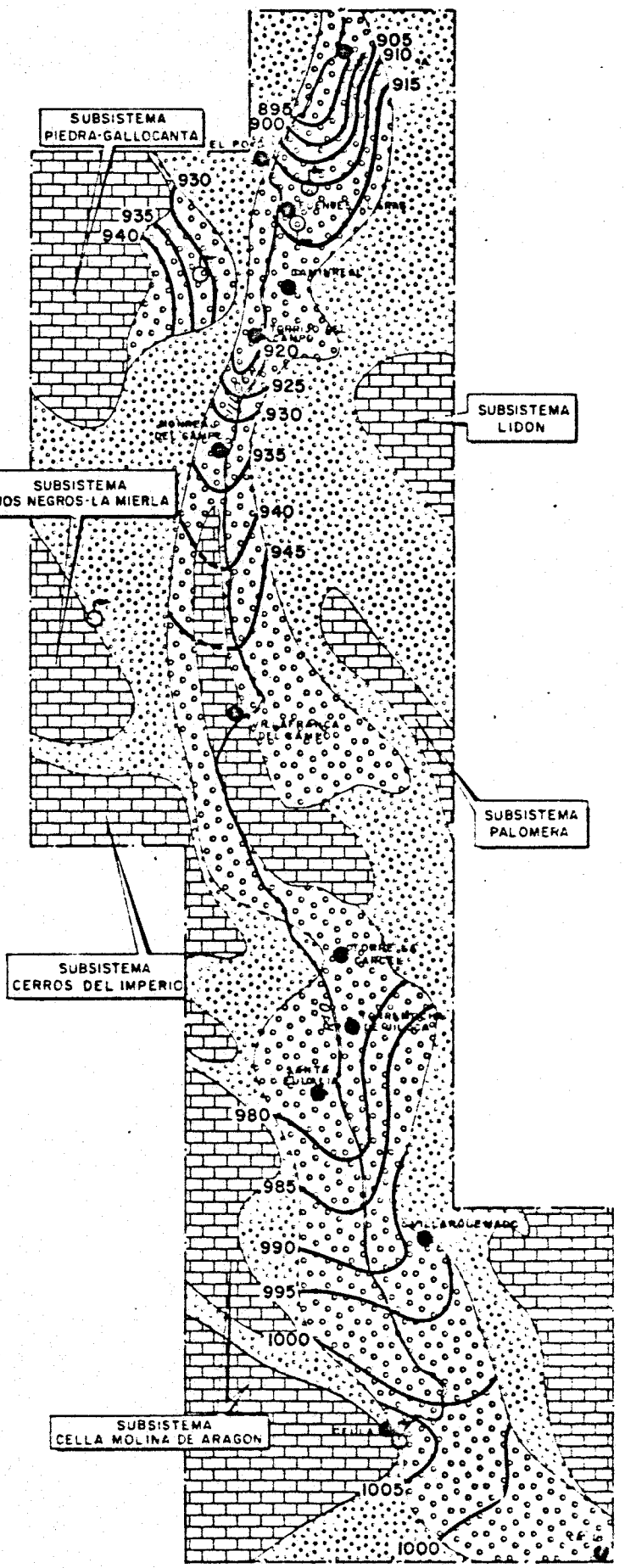
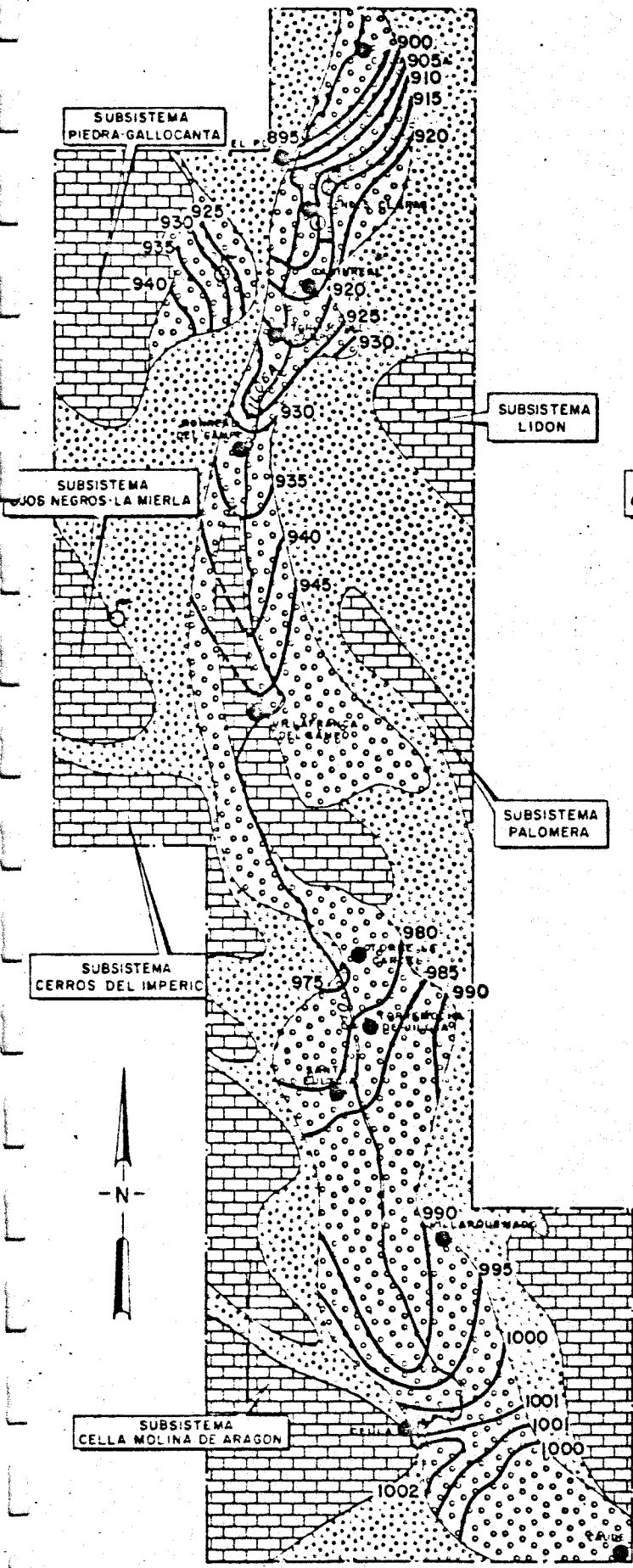
- MATERIALES DETRITICOS NO SATURADOS DEL VALLE DEL JILOCA
- MATERIALES DETRITICOS SATURADOS DEL VALLE DEL JILOCA
- AFLORESCIENDO DE ACUIFEROS CALIZAS ASOCIADO AL DETRITICO

- Zona Cella - Villarquemado, existe una moderada tendencia a la bajada de 0'15 ÷ 0'20 m/año. Esta tendencia es debida a la baja pluviometría del periodo de control.
- Zona Santa Eulalia - Torremocha. Tendencia notable a la bajada de unos 0'60 m/año. Esta zona une al periodo seco, una fuerte explotación.
- Zona central Singra. Fuerte tendencia a la bajada, próxima a 1'0 m/año. Es una zona fuertemente explotada.
- Zona baja Monreal - Calamocha. Tendencia moderada a la bajada, en general inferior a 0'20 m/año.
- Acuíferos calizos: El de Lidón - Palomera, notable tendencia a la bajada 0'8 m/año aunque no hay explotaciones. Sector central -- (Ojos Negros - La Muela - Cerros del Imperio, zona de Singra): equilibrio ó ligera tendencia a la bajada (< 0'1 m/año).

Una idea gráfica de la evolución de estos niveles y el efecto de las -- tendencias observadas se obtiene de la observación de los mapas de isopiezas de Abril de 1.978 y Septiembre de 1.981, figura 5, prácticamente " inicial " y "final" del periodo considerado.

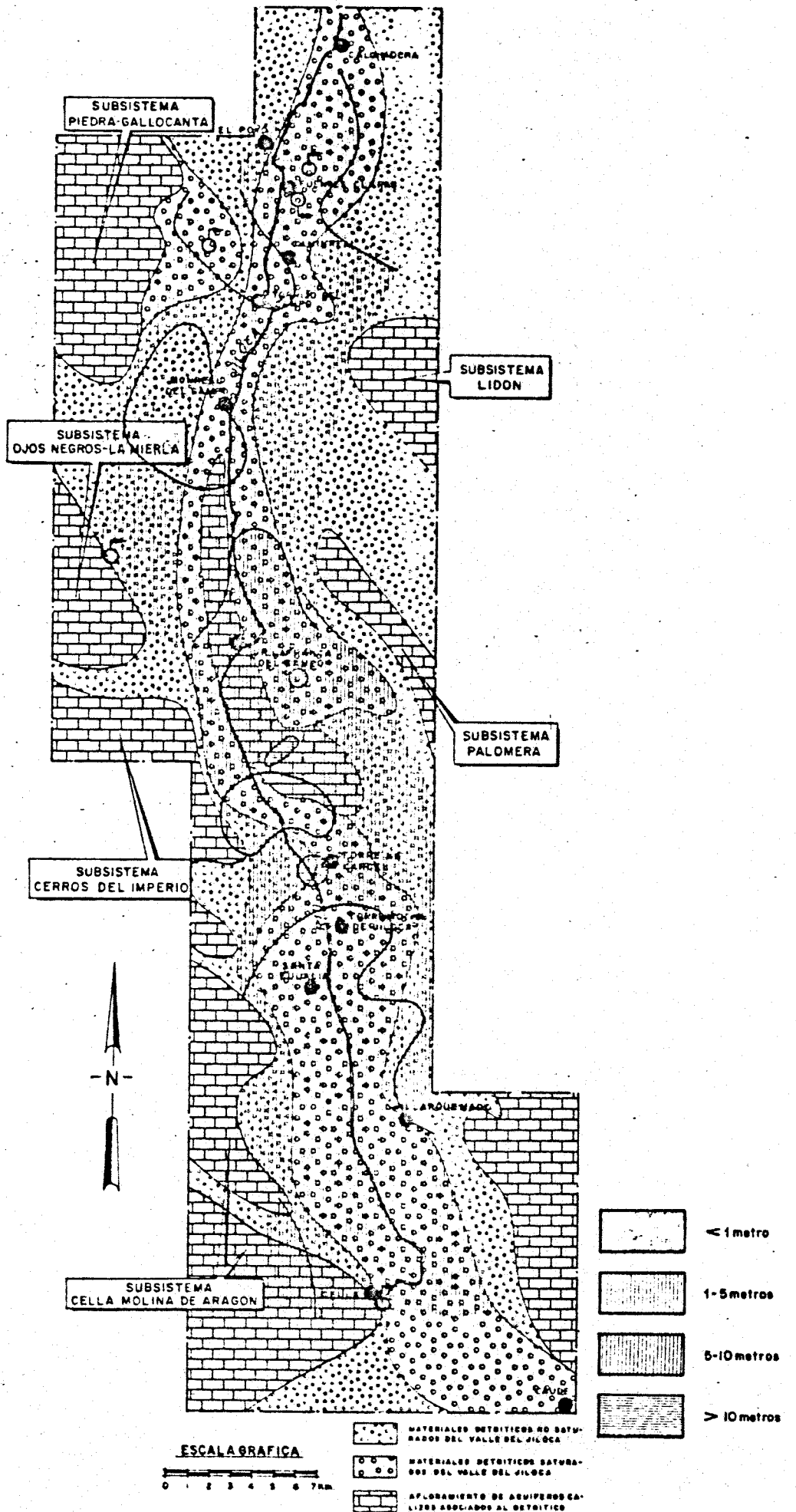
Variaciones anuales

En la figura 6 se indica la oscilación máxima interanual para el periodo de registro. En general es del orden de los dos metros, aunque en la zona central de Santa Eulalia - Singra pueden alcanzar valores próximos a los 10 m, debido principalmente a las explotaciones.



- MATERIALES DETRITICOS NO SATURADOS DEL VALLE DEL JILOCA
- MATERIALES DETRITICOS SATURADOS DEL VALLE DEL JILOCA
- APLORAMIENTO DE ACUIFEROS CALIZAS ASOCIADOS AL DETRITICO

ISOVARIACIONES MAXIMAS DEL SUBSISTEMA ACUIFERO VALLE DEL JILOCA



Los niveles más altos se originan en la primavera de 1.978 y los más bajos en el verano de 1.981. La comparativamente, elevada pluviometría del otoño - invierno de 1.979 es la causa de una recuperación de niveles, muy -- apreciable, de la primavera de 1.980.

En general, la evidente correlación pluviometría - niveles, es sólo apreciable, con desfases del orden de un mes, en los acuíferos calizos marginales y en las zonas de borde con poca explotación. En el resto de las zonas, el desfase parece estar comprendido entre dos y tres meses, aunque los factores hidrodinámicos (límites impermeables, relación río-acuífero) y de explotación (sobrebombeo en épocas secas, infiltración de acequias) deforman la curva de evolución piezométrica, impidiendo un análisis más o menos "intuitivo" de esta.

Teniendo en cuenta que la amplitud de la oscilación es en primera aproximación inversamente proporcional al coeficiente de almacenamiento, y que el desfase pluviometría - niveles es proporcional a la "difusividad" T/S , se observa que existe una buena correspondencia entre el plano de isovariaciones máximas y el de caudales específicos. De acuerdo a estos criterios se puede distinguir:

Zona Cella - Torremocha, oscilación máxima media del orden de 2 m, desfase precipitación 2 - 3 meses, es una zona de arenas finas con coeficiente de almacenamiento bajo y transmisividad media.

Zona Torrelacarcel - Villafranca: oscilación máxima media del orden de $6 \div 9$ m, desfase precipitación del orden de 1 mes. Zona con acuíferos -- principalmente calizos: coeficientes de almacenamiento bajos, transmisividades altas.

Zona Monreal - Cálamocho: oscilación máxima media en general menos de 1 m, desfase pluviométrico variable 0 - 2 meses. Es una zona de descarga

del acuífero, con coeficientes de almacenamiento medios a altos (gravas, arenas y arcillas) y transmisividades más bien bajas debido a la disminución de espesor saturado.

Variaciones estacionales

Al menos tres factores influyen en la oscilación de niveles " a corto - plazo " :

- Regadíos de la Fuente de Cella, que deja notar su influencia hasta las inmediaciones de Santa Eulalia. En general, esta fuente presenta los máximos en Junio y los mínimos en Enero. La infiltración en el acuífero de una parte de las aguas utilizadas para el regadío, influye notablemente en la evolución de los piezómetros situados aguas abajo de las fuentes.
- La distribución mensual de bombeos, es en general bastante homogénea. Calculada sobre $36 \text{ Hm}^3/\text{año}$ para el riego de 4.750 Has, $1'3 \text{ Hm}^3/\text{año}$ para usos industriales y $0'40 \text{ Hm}^3/\text{año}$, para abastecimiento urbano, resulta ser:

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Hm^3	0'14	0'14	1'94	1'94	3'74	5'54	7'34	7'34	7'34	1'94	0'14	0'14
% del total anual	---	---	5%	5%	10%	15%	20%	20%	20%	5%	---	---

La distribución espacial de los bombeos se representa en la figura 7. Las zonas de mayor bombeo son la de Santa Eulalia - Singra ($16 \text{ Hm}^3/\text{año}$) y la de Monreal - Calamocho ($12 \text{ Hm}^3/\text{año}$).

- Proximidad al río Jiloca, en especial en la zona Monreal - Calamocha, área de descarga cuyo nivel regional viene condicionado por la cota del río.
- Distribución temporal de la pluviometría. Las máximas -- precipitaciones tienen lugar, de forma bastante constante, en Abril y Mayo, siendo Enero y Febrero meses, junto a Julio, Agosto y Septiembre, secos. En Junio, suelen haber chubascos, muy intensos, pero de corta duración.

La acción combinada de estos efectos se traduce en unos descensos periódicos de niveles en Julio - Septiembre, tanto más intensos cuanto mayor es el volumen de agua bombeada en la zona (Singra - Santa Eulalia), y en un nivel máximo anual en Mayo - Junio debido fundamentalmente a la pluviometría.

La acción debida a la proximidad del río es amortiguar estos efectos - "aplanando" la curva niveles - tiempo (zona Monreal - Calamocha).

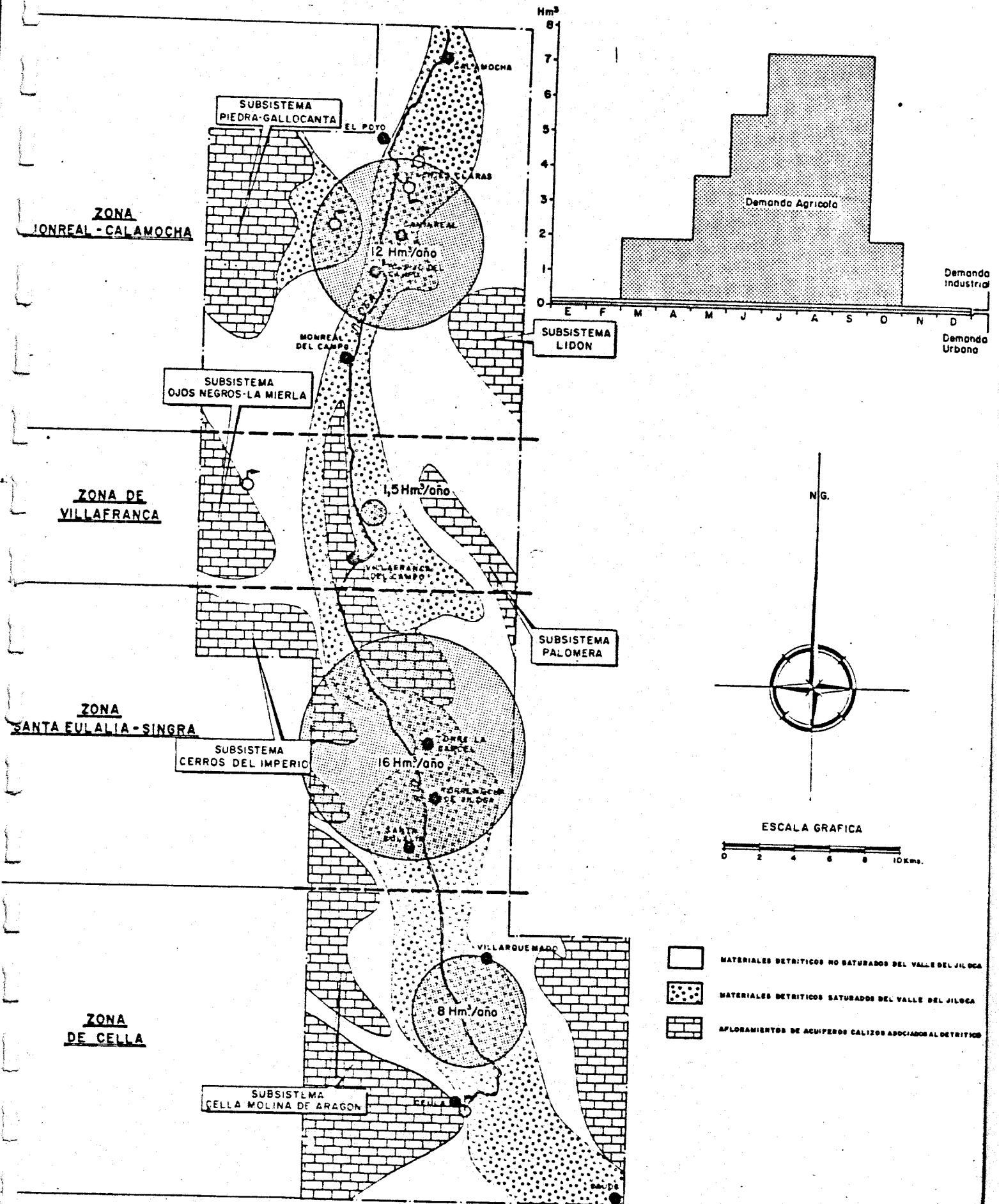
La infiltración de las aportaciones de la fuente de Cella, no es evidente en los registros piezométricos; su acción es parecida a la de la infiltración de la lluvia, aunque sus efectos son difíciles de cuantificar: la bajada de niveles observada durante 1.981 en la zona de Villarquemado - Santa Eulalia es atribuible no solo a una escasa pluviometría sino también al "déficit" de infiltración que la merma de caudal de la fuente de Cella trae consigo.

Conclusiones

La tendencia generalizada, en el periodo de observación, de los niveles es a la bajada, como consecuencia de un periodo de pluviometría muy baja.

Teniendo en cuenta la oscilación de niveles, el bombeo efectuado y la tendencia, se delimitan cuatro zonas. Estas, de Norte a Sur, son:

DISTRIBUCION DEL VOLUMEN DE AGUA BOMBEADO EN EL VALLE DEL JILOCA



Zona Monreal - Calamocha : tendencia moderada a la bajada, $< 0'2$ m/año; 12 Hm^3 /año de bombeo, oscilación máxima pequeña, < 1 m. Transmisividad y coeficiente de almacenamiento elevados.

Zona Singra - Monreal: tendencia muy pequeña a la bajada, $< 0'1$ m/año; bombeo escaso, $1'5 \text{ Hm}^3$ /año; oscilación máxima entre 2 y 4 m. Transmisividad y coeficiente de almacenamiento medios.

Zona Santa Eulalia - Singra: tendencia notable a la bajada, alcanzando valores próximos a 1 m/año; bombeo intenso, 16 Hm^3 /año; oscilación - máxima del orden de 6 m, alcanzando 12 m. Transmisividad elevada, - coeficiente de almacenamiento bajo.

Zona de Cella: tendencia moderada a la bajada, $0'2$ m/año; bombeo pequeño, $7'6 \text{ Hm}^3$ /año; oscilación máxima del orden de 2 m. Transmisividad media, coeficiente de almacenamiento alto.

Laguna de Gallocanta

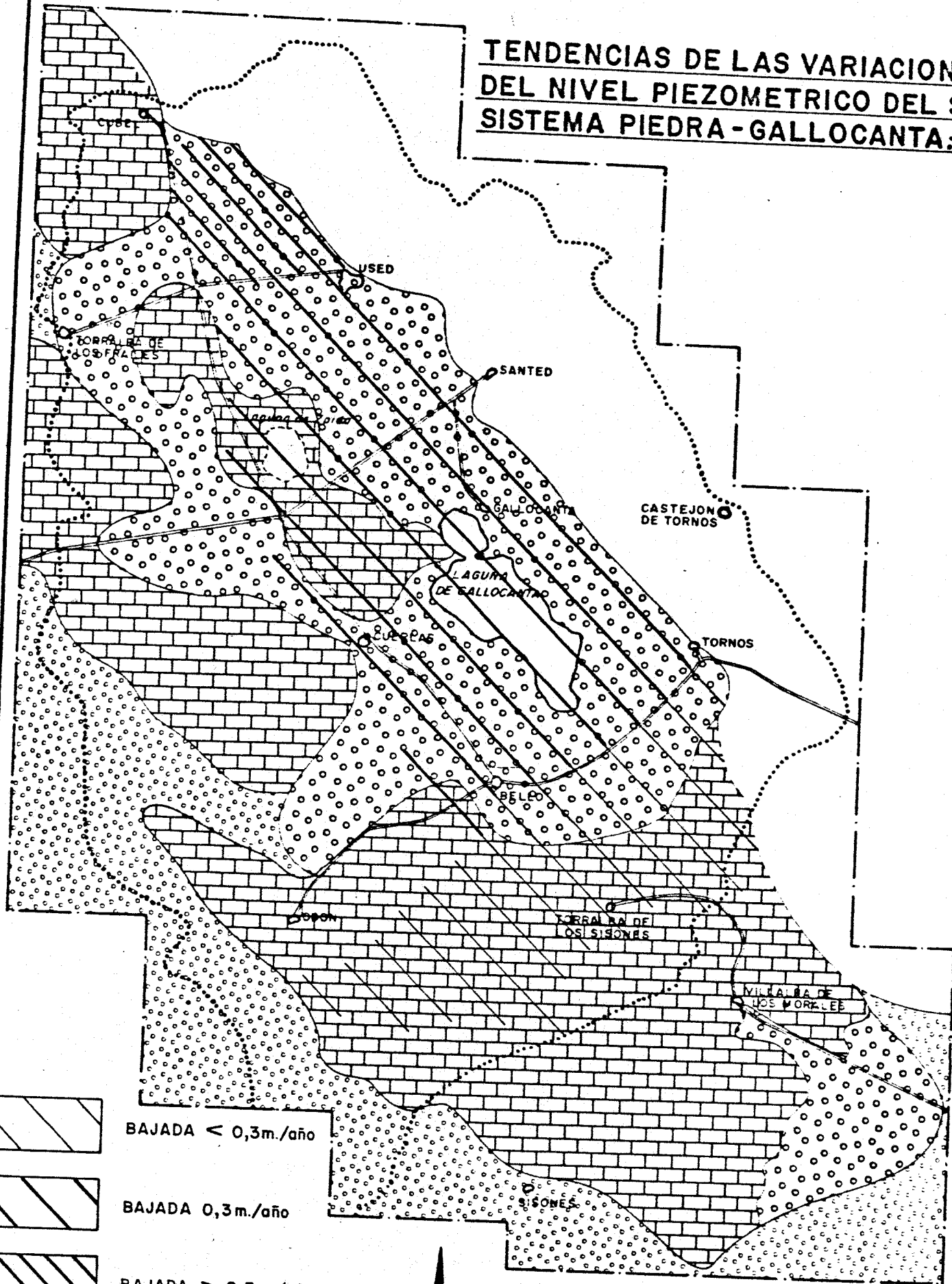
En la figura 8 se representa de forma esquemática el sistema acuífero " Piedra - Gallocanta " que es el asociado a la Laguna de Gallocanta. Se indica la posición de los puntos de control piezométrico, la oscilación de niveles - observada en 7 de ellos que pueden ser considerados representativos, así como la pluviometría mensual registrada en las estaciones meteorológicas de " Las - Cuerlas ", " Used " y " Tornos " antes comentadas.

Tendencias

En la figura 9 se representa la tendencia de los niveles piezométricos en el periodo de control. Podemos distinguir tres zonas:

- Al norte de la laguna, en las mediaciones de Cubel, tiene tendencia a la bajada superior a $0'35$ m/año.

TENDENCIAS DE LAS VARIACIONES DEL NIVEL PIEZOMETRICO DEL SUB-SISTEMA PIEDRA-GALLOCANTA.-



BAJADA < 0,3m./año



BAJADA 0,3m./año



BAJADA > 0,3m./año



MATERIALES DETRITICOS SIN SATURAR



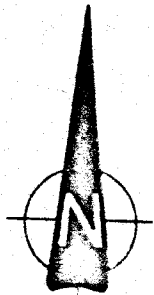
MATERIALES DETRITICOS SATURADOS



AFLORAMIENTOS CALIZOS PERMEABLES



AFLORAMIENTOS IMPERMEABLES



ESCALA GRAFICA



FIG-9

- Alrededor de la laguna: tendencia a la bajada comprendida entre 0'25 y 0'35 m/año. Es la zona de mayor extensión superficial.
- Zona al sur de la laguna, su tendencia es a la bajada con valores inferiores a 0'25 m/año. Esta zona ha sido parcialmente analizada en el apartado 3.2.4.1. "tendencias del Valle del Jiloca".

Variaciones anuales

En la figura 10 se representan las isopiezas de Enero de 1.980 y Septiembre de 1.981 correspondientes a "niveles altos" y "niveles bajos".

En la figura 11 se representa las isovariación máxima de niveles en el periodo de control. Como se observa en general es inferior a 5 m, siendo en el área próxima a la laguna de alrededor de 1m.

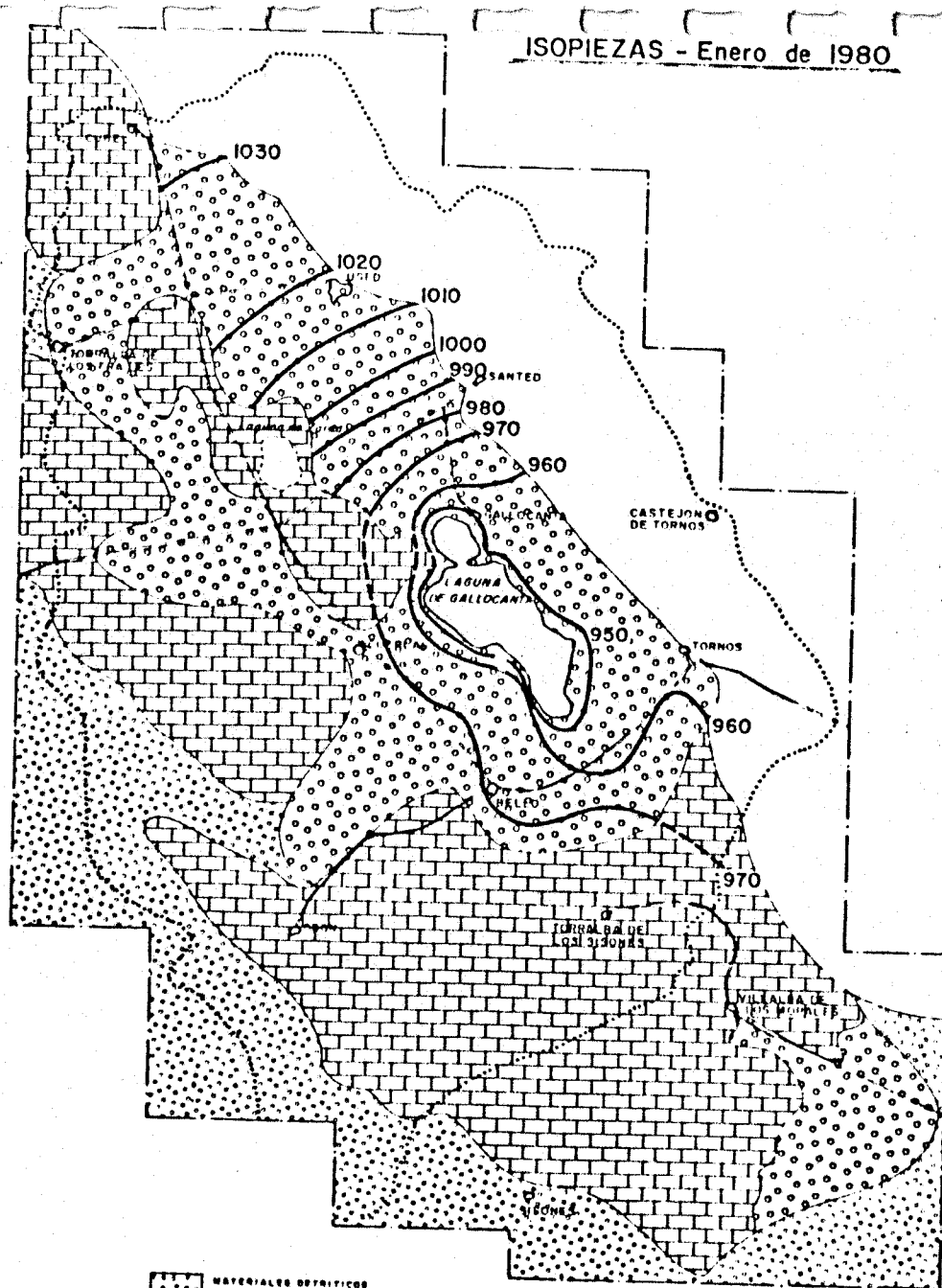
Los niveles más altos se producen en la primavera de 1.980, debido a la pluviometría del invierno de 1.979 y a las lluvias de Marzo - Abril de 1.980. El verano de 1.981 corresponde a la época de niveles más bajos. La ausencia de precipitaciones significativas en el invierno de 1.980 origina un descenso, - prácticamente, continuo, en todos los puntos.





Variaciones estacionales

En general existe una buena correlación con la pluviometría con un desfase de 1 mes. Los meses con niveles más altos a escala anual son Mayo - Junio y los niveles más bajos, los de Agosto - Septiembre.

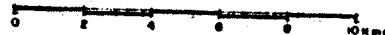
La proximidad a la laguna hace que las variaciones estacionales sean inferiores a 1m, en sus inmediaciones.

ISOPIEZAS - Enero de 1980

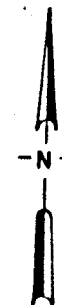
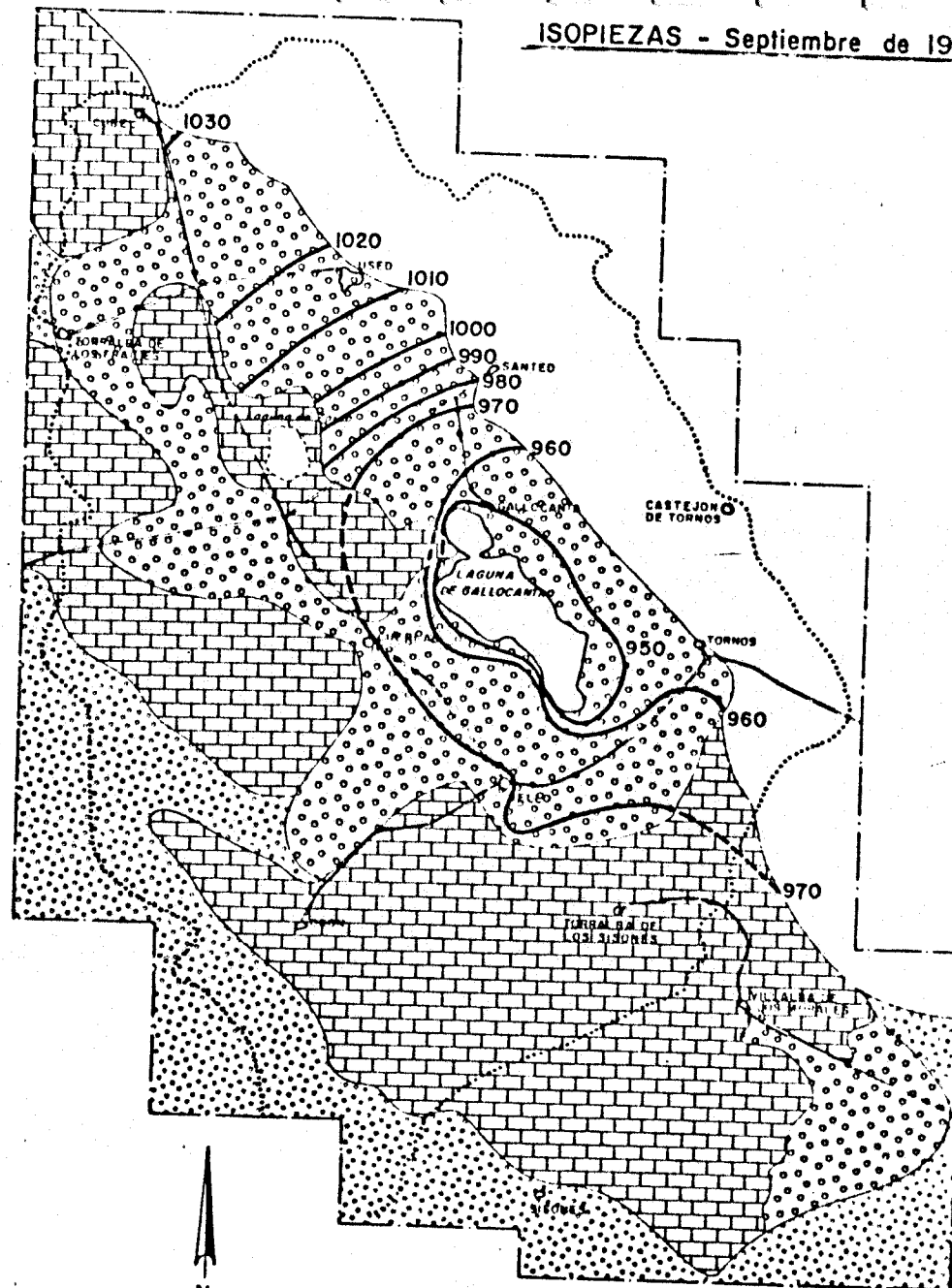


-  MATERIALES DESTRITICOS SIN SATURACION
-  MATERIALES DESTRITICOS SATURADOS
-  APLORAMIENTOS CALIZOS PERMEABLES
-  APLORAMIENTOS IMPERMEABLES

ESCALA GRAFICA

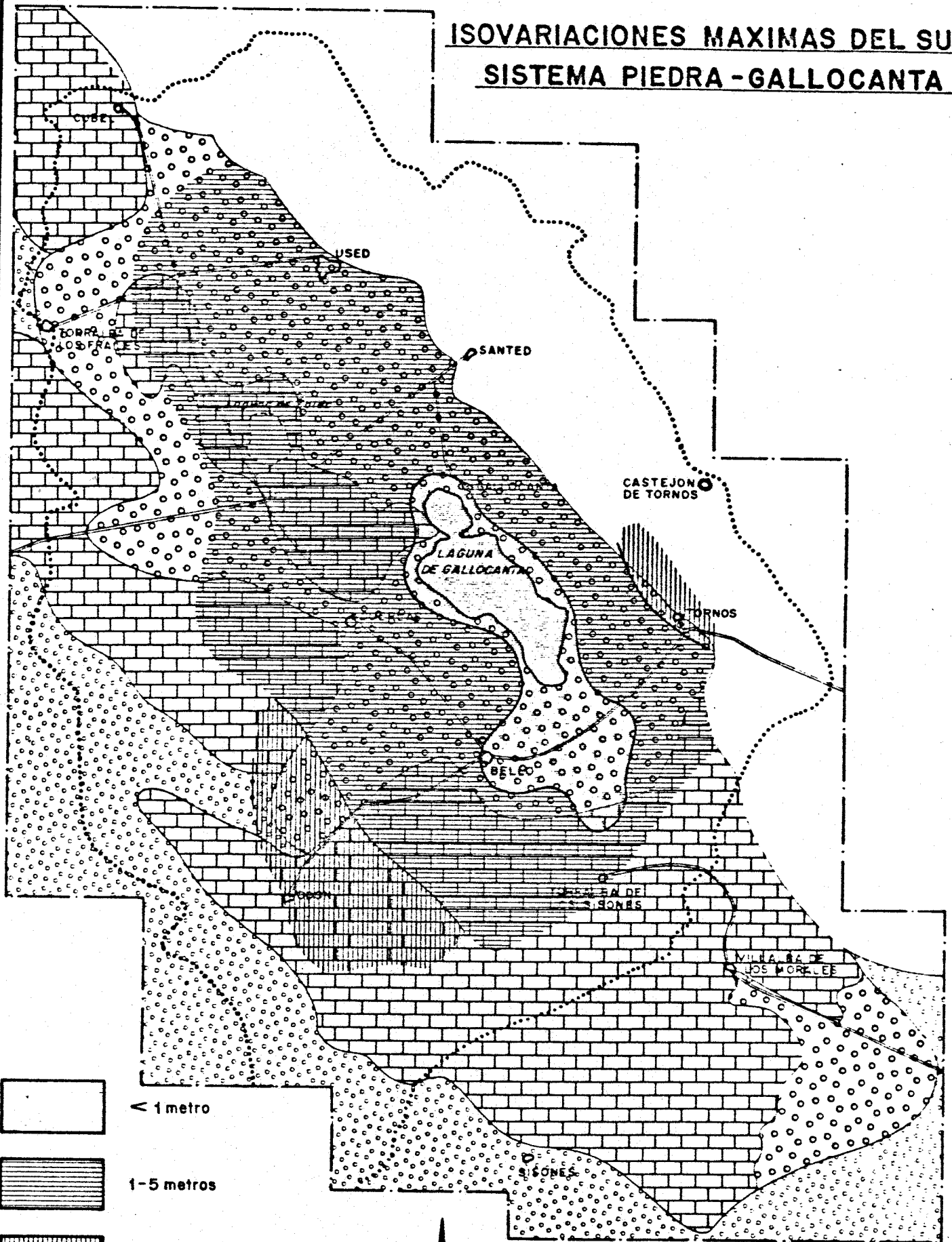



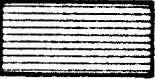





ISOPIEZAS - Septiembre de 1981

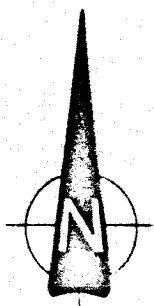


SUBSISTEMA ACUIFERO PIEDRA-GALLOCANTA

ISOVARIACIONES MAXIMAS DEL SUB-SISTEMA PIEDRA - GALLOCANTA



-  < 1 metro
-  1-5 metros
-  > 5 metros
-  MATERIALES DETRITICOS SIN SATURAR
-  MATERIALES DETRITICOS SATURADOS
-  AFLORAMIENTOS CALIZOS PERMEABLES
-  AFLORAMIENTOS IMPERMEABLES



ESCALA GRAFICA

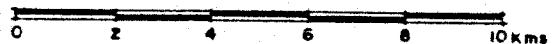


FIG-II

El bombeo no es significativo.

Conclusiones

La tendencia en el periodo de control, 1.979 - 1.981, es al descenso, como consecuencia de una pluviometría muy baja.

Los niveles más altos se originan en la primavera de 1.980, fecha desde la cual los niveles están en un continuo descenso.

En las inmediaciones de la laguna se han producido oscilaciones máximas del orden de 1 metro, con una tendencia a la bajada de niveles de 0'3 m/año.

En las zonas más alejadas de la laguna en dirección NW, la tendencia a la bajada es más acusada, del orden de 1 m/año; en dirección SE, se amortigua siendo del orden de 0'2 m/año.

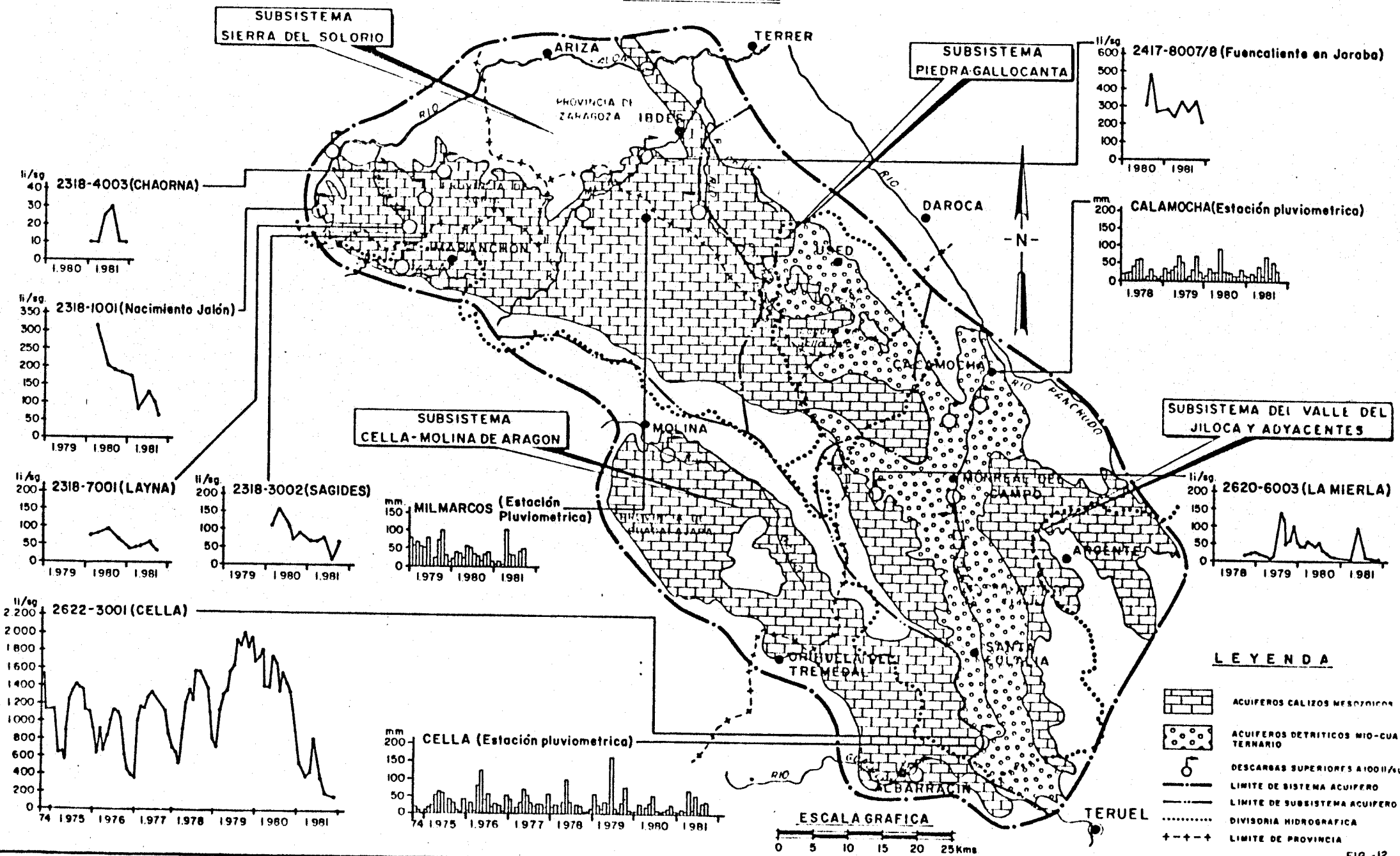
Teniendo en cuenta las oscilaciones de nivel y su desfase respecto a la lluvia caída se puede estimar que los alrededores de la laguna, formados por materiales detríticos sueltos tipo arena, tienen coeficiente de almacenamiento altos y transmisividades de media a baja. El resto del área corresponde a acuíferos calizos con transmisividades altas y coeficientes de almacenamiento de medios a bajos.

Interpretación foronómica








En la figura 12 se representa de forma esquemática el sistema acuífero 57 y sus correspondientes subsistemas; se indica, así mismo, la posición de los manantiales aforados y la variación de caudal en el periodo de control, así como la pluviometría mensual registrada en las estaciones más representativas.

El periodo de control comienza en la primavera de 1.980 y es por tanto corto.

RED DE CONTROL DE MANANTIALES DEL SISTEMA ACUIFERO N° 57 "Mesozoico de Monreal-Gallocanta"



LEYENDA

-  ACUIFEROS CALIZOS MESOZOICOS
-  ACUIFEROS DETRITICOS MIO-CUATERNARIO
-  DESCARGAS SUPERIORES A 100 l/sg
-  LIMITE DE SISTEMA ACUIFERO
-  LIMITE DE SUBSISTEMA ACUIFERO
-  DIVISORIA HIDROGRAFICA
-  LIMITE DE PROVINCIA

Subsistema acuífero de la Sierra del Solorio

Se controlan 5 manantiales, cuyas características figuran en el anejo

1. Estos manantiales son:

- Nacimiento del Jalón
- Manantial de Sagides
- Manantial de Layna
- Manantial de Chaorna
- "Fuencaliente" de Jaraba

Debido al corto periodo de control, pocas conclusiones pueden deducirse. La tendencia general es, en correlación con la pluviometría, de bajada de las aportaciones. Existen mínimos en los meses de invierno y verano, ambos secos, y máximos en primavera (Abril - Mayo). La respuesta a la pluviometría en estos manantiales es prácticamente instantánea, inferior a un mes.

Subsistema acuífero Cella - Molina de Aragón

Se controla la fuente de Cella, desde el último trimestre de 1.974.

A escala plurianual no existe, como es lógico en un sistema sin explotación, tendencia a la bajada o a la subida. La precipitación más elevada del año 1.979, se traduce en un incremento notable de la aportación. Los sucesivos años secos 1.980 y 1.981, han disminuido considerablemente su caudal que ha pasado de más de 2.000 l/s en Septiembre de 1.979 a menos de 200 l/s en Noviembre de 1.981. Existe un desfase de 1 - 3 meses entre la pluviometría y la aportación siendo los meses de mínimo los de inviernos (Noviembre - Febrero) y de máximo los de primavera (Mayo - Junio).

Subsistema acuífero del Valle del Jiloca y adyacentes

Se controla el manantial de la Mierla desde mediados de 1.978. Este

manantial drena el pequeño subsistema de "Ojos Negros - La Mierla" asociado al Valle del Jiloca.

La tendencia es claramente a la bajada de caudal, consecuencia de la pluviometría de los últimos años. La precipitación del año 1.979 (la mayor del periodo de control), originó un aumento importante de su aportación. La respuesta a la pluviometría es muy rápida (inferior a 1 mes), siendo los meses de mínima aportación los de invierno (Noviembre - Febrero) y verano (Agosto - Septiembre) y los de aportaciones más elevadas los de primavera (Abril - Mayo).

Conclusiones

El periodo seco de 1.980-81 ha producido un notable descenso de las aportaciones.

Cuando los manantiales drenan acuíferos o porciones de éstos de poca extensión (Sierra del Solorio, Valle del Jiloca), las oscilaciones de caudal son abundantes y obedecen a una respuesta rápida (menor de un mes) a la infiltración de la pluviometría.

Cuando el drenaje afecta a un acuífero ó porción de éste, extenso, las oscilaciones de caudal tienen un desfase comprendido entre 1 y 3 meses con respecto a la pluviometría (Fuente de Cella).

De una forma general, se puede afirmar que los meses de invierno (Noviembre - Febrero) corresponden a mínimos de aportación y los de primavera (Abril - Junio) a máximos.

SISTEMA 58 " MESOZOICO IBERICO DE LA DEPRESION
DEL EBRO "

EL SISTEMA ACUIFERO Nº 58 " MESOZOICO IBERICO DE LA DEPRE- SION DEL EBRO "

Descripción del sistema

Tiene una extensión aproximada de 12.500 Km^2 , en las provincias de Teruel, Zaragoza, Soria y Castellón, quedando comprendido entre el macizo del Moncayo y el río Guadalope. Su densidad de población es próxima a la nacional, estimándose en 225.000 el número de sus habitantes, que se concentran en el valle del Jalón, somontano del Moncayo y cuenca del río Guadalope. La economía regional se basa en la agricultura y ganadería, concentrada en el valle del Jalón y curso bajo del Jiloca. La principal industria es la minería de los lignitos de Andorra.

El clima es continental con inviernos muy fríos y veranos calurosos; la precipitación muy desigualmente repartida tiene un valor medio de 450 mm., existiendo "desiertos" como el de Calanda con precipitación en año seco inferior a 200 mm., y zonas con pluviometrías superiores a 1.000 mm.

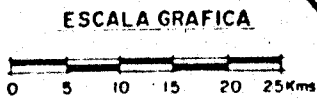
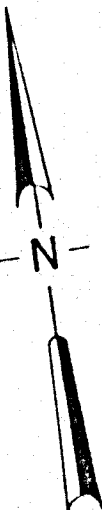
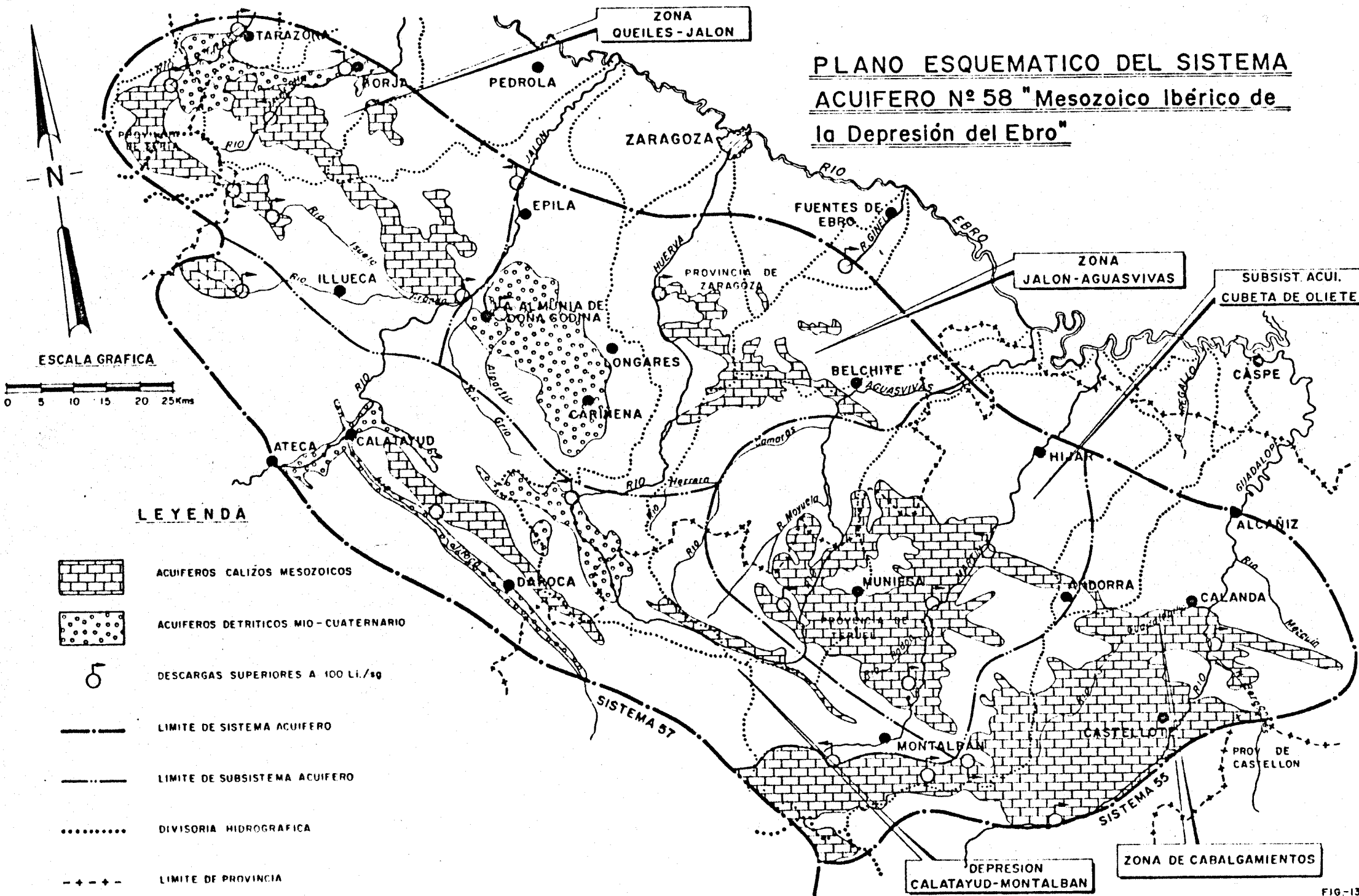
Todo el sistema se integra dentro de la cuenca del Ebro. (Fig. 13 ..

Se divide en cinco "zonas" de características hidrogeológicas diferentes:



- Zona Queiles - Jalón
- Zona Jalón - Aguasvivas
- Depresión Calatayud - Montalbán
- Cubeta de Oliete
- Zona de Cabalgamientos

Los recursos en agua subterránea se estiman superiores a 300 Hm^3 año que son drenados por los ríos en su casi totalidad. Tan solo $35 \text{ Hm}^3/\text{año}$ son bombeados en el cuaternario de Alfamén para el regadío de unas 3.500 Has. De este volumen tan solo $14 \text{ Hm}^3/\text{año}$ se consumen.

PLANO ESQUEMATICO DEL SISTEMA ACUIFERO N° 58 "Mesozoico Ibérico de la Depresión del Ebro"



LEYENDA

-  ACUIFEROS CALIZOS MESOZOICOS
-  ACUIFEROS DETRITICOS MID-CUATERNARIO
-  DESCARGAS SUPERIORES A 100 Li./49
-  LIMITE DE SISTEMA ACUIFERO
-  LIMITE DE SUBSISTEMA ACUIFERO
-  DIVISORIA HIDROGRAFICA
-  LIMITE DE PROVINCIA

ZONA QUEILES-JALON

ZONA JALON-AGUASVIVAS

SUBSIST. ACUI. CUBETA DE OLIETE

DEPRESION CALATAYUD-MONTALBAN

ZONA DE CABALGAMIENTOS

Las aguas son en general de muy buena calidad, aptas para todo uso. Tan solo las aguas subterráneas asociadas a las facies evaporíticas miocenas, presentes de la depresión Calatayud - Montalbán y en el borde norte del cuaternario de Alfamén tienen residuos secos superiores a 1 gr/l.

Situación de las redes de vigilancia

Zona Queiles - Jalón

En la actualidad se controlan 14 manantiales con periodicidad bimensual.

El comienzo del periodo de control es Marzo de 1.980.

Zona Jalón - Aguasvivas

Se controlan 48 piezómetros en el cuaternario de Alfamén con periodicidad bimensual, desde Noviembre de 1.979.

Se controlan, así mismo 2 manantiales desde Mayo de 1.980, con periodicidad bimensual.

Depresión Calatayud - Montalbán

Se controla 1 manantial desde Febrero de 1.981, cada dos meses.

Cubeta de Oliete

Se controla 1 manantial, bimensualmente, desde Febrero de 1.981.

Zona de Cabalgamientos

Se controla 1 manantial, cada dos meses, desde Febrero de 1.981.

Pluviometría del periodo de control

El periodo de control más amplio alcanza de Noviembre de 1.979 a Noviembre de 1.981, que puede considerarse como de dos años hidrológicos completos.

En el cuadro siguiente, se indican las estaciones pluviométricas representativas utilizadas, la pluviometría en el periodo de control, y la pluviometría media.

PLUVIOMETRIA REDES DE CONTROL DEL SISTEMA 58

ESTACION	PLUVIOMETRIA AÑO (mm)		MEDIA (1)
	1.979 - 1.980	1.980 - 1.981	
LONGARES	428	346'8	414
ALFAMEN	395	292'5	414
LA ALMUNIA	363	321'8	408
MUNIESA	357'2	337'8	373

(1) Período de 20 años.

Estas estaciones, solo pueden considerarse, en sentido estricto representativas de la zona Jalón - Aguasvivas. En el resto del área gran número de estaciones han desaparecido y no existen aquellas que, con la suficiente garantía, puedan ser consideradas representativas de otras zonas. Siendo el régimen de lluvias semejante en toda la zona, los aspectos cualitativos de distribución de frecuencias y pluviometrías mensuales deben ser parecidos, aunque la cantidad de lluvia evidentemente no lo sea.

La distribución de frecuencias de Goodrich para estas estaciones estima una probabilidad de ver superada la pluviometría igual a:

ESTACION	1.979 - 1.980	1.980 - 1.981
LONGARES	50 %	71 %
ALFAMEN	52 %	82 %
LA ALMUNIA	60 %	70 %
MUNIESA	54 %	60 %

Es decir, el año 1.979-80 puede ser considerado medio y el año 1.980-81 seco.

Interpretación piezométrica

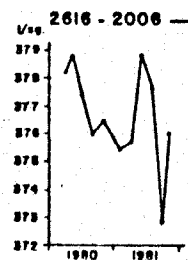
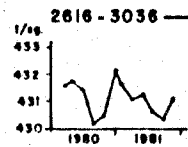
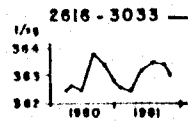
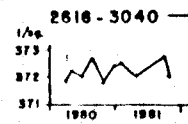
Cuaternario de Alfamén

En la figura 14 se representa de forma esquemática el subsistema acuífero del Cuaternario de Alfamén, los puntos de control piezométrico, la oscilación de niveles en 12 de ellos considerados representativos y la pluviometría mensual para el periodo de observación en las estaciones de la Almunia, Alfamén y Longares, comentadas anteriormente.

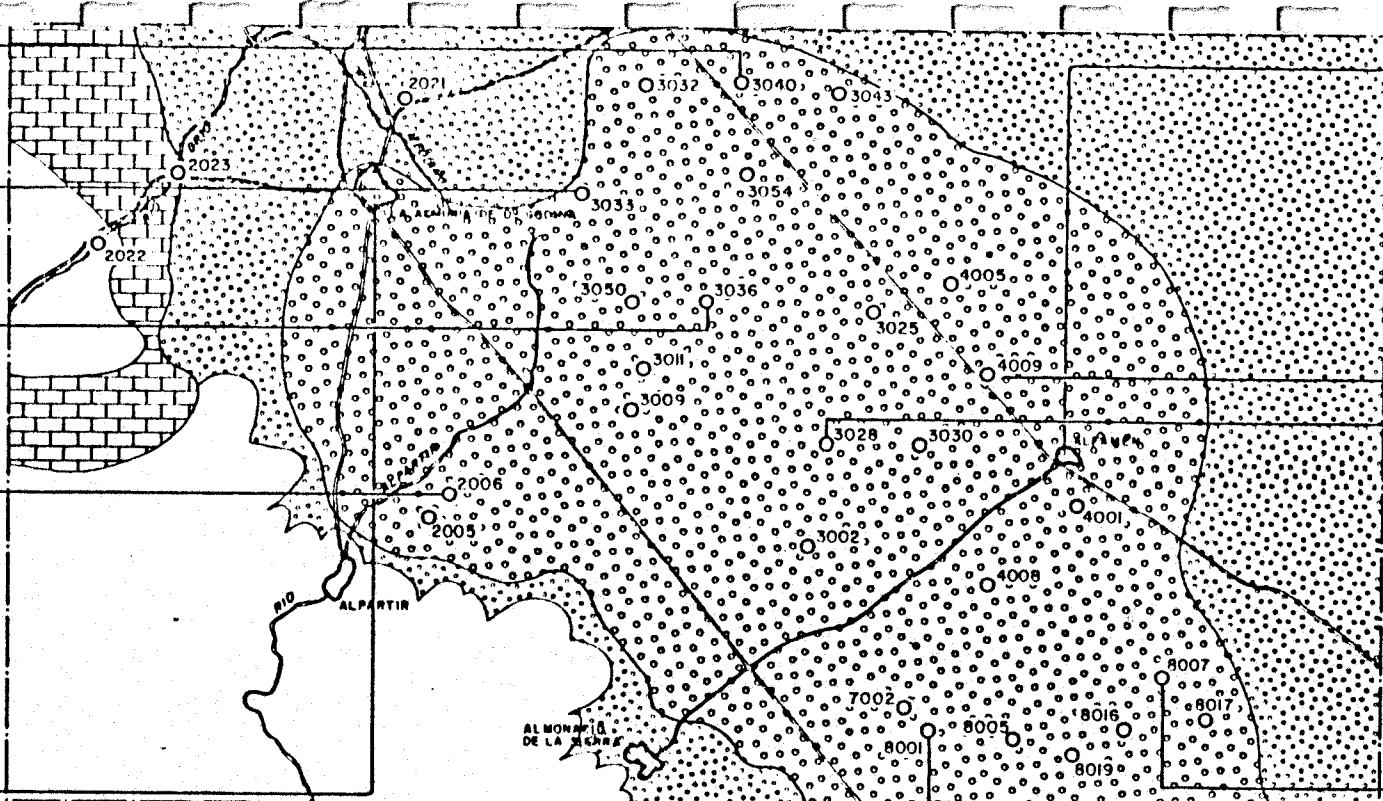
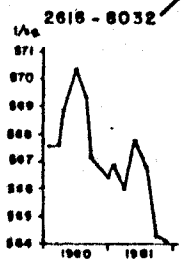
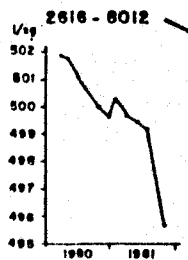
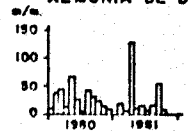
Tendencias

Existen dos zonas bien diferenciadas (fig. 15).

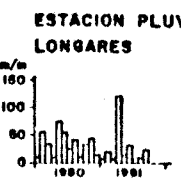
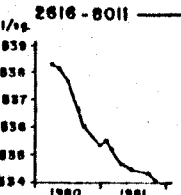
- El extremo NW, por debajo de la cota 400 tiene tendencia a la subida. Corresponde a la zona de descarga del acuífero y a la zona regada con agua superficial. Es precisamente en esta zona, con fuertes problemas de drenaje, donde se producen las tendencias más fuertes al ascenso (hasta 0'5 m/año).
- El resto del área tiene una clara tendencia a la bajada. Esta tendencia oscila entre valores menores a 1 m/año en las zonas de cota -



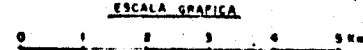
ESTACION PLUVIOMETRICA
ALMUNIA DE D^o GODINA



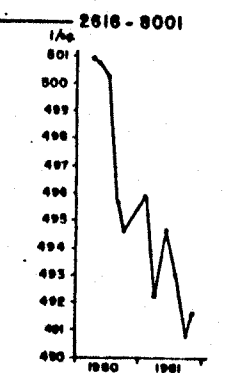
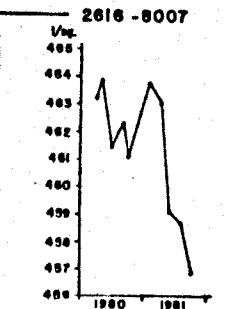
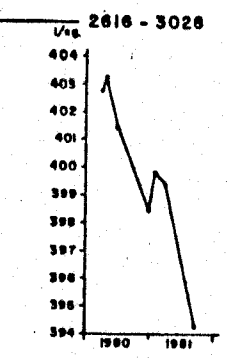
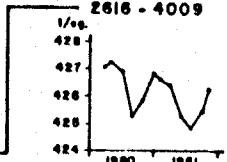
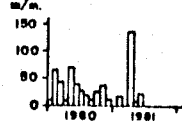
RED DE CONTROL PIEZOMETRICO
DEL CUATERNARIO DE ALFAMEN

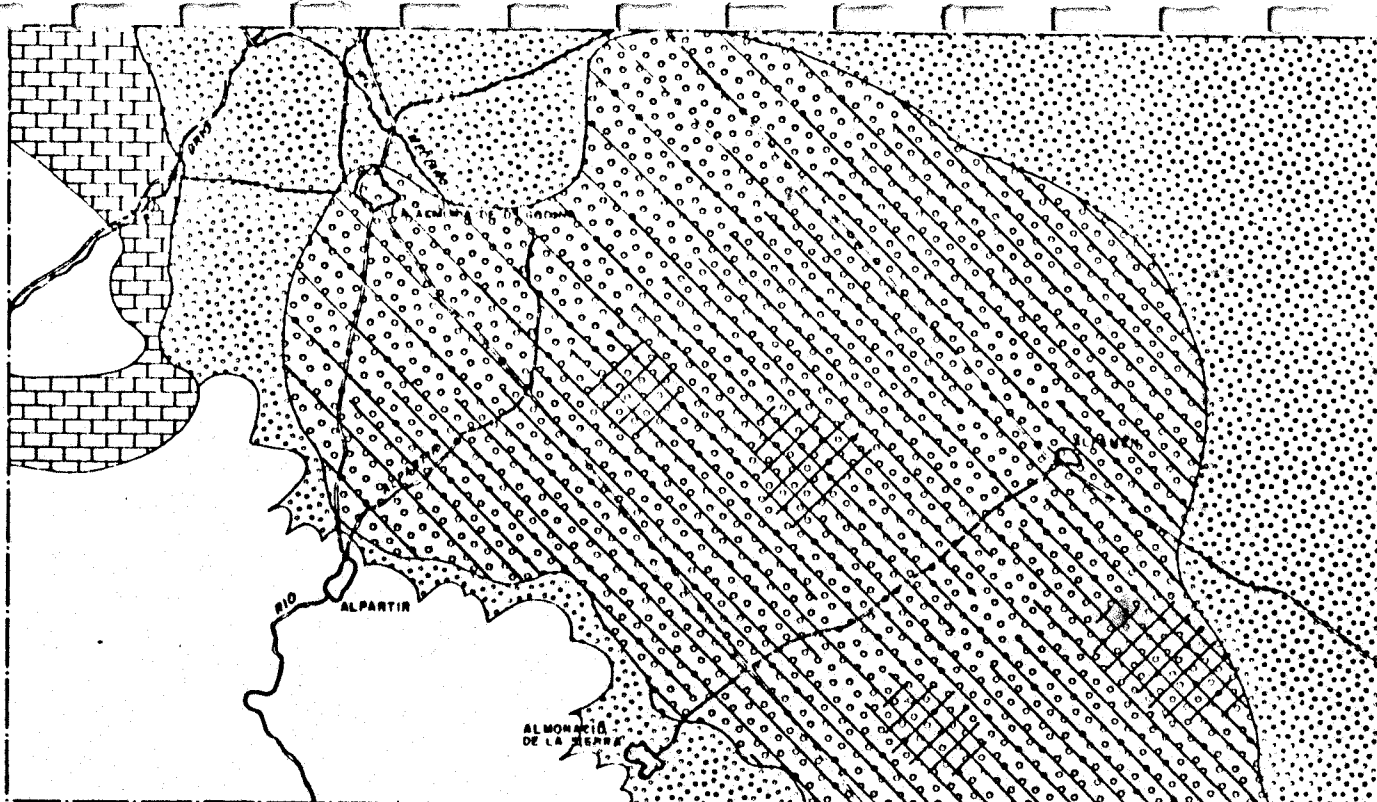


- MATERIALES DETRITICOS SIN SATURADOS
- MATERIALES DETRITICOS SATURADOS
- AFLORAMIENTOS CALIZOS PERMEABLES
- AFLORAMIENTOS IMPERMEABLES




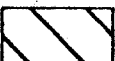
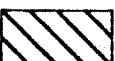

ESTACION PLUVIOMETRICA
ALFAMEN









TENDENCIAS DE LAS VARIACIONES DEL NIVEL PIEZOMETRICO DEL CUATERNARIO DE ALFAMEN

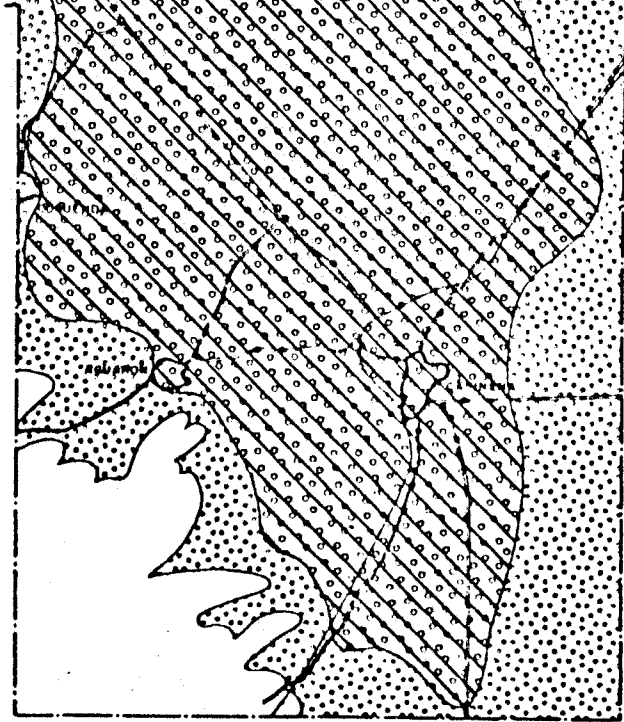
LEYENDA

-  SUBIDA
-  BAJADA <math>< 1\text{ m/año}</math>
-  BAJADA <math>< 5\text{ m/año}</math>
-  BAJADA > 5 m/año

-  MATERIALES DETRITICOS SIN SATURAR
-  MATERIALES DETRITICOS SATURADOS
-  AFLORAMIENTOS CALIZOS PERMEABLES
-  AFLORAMIENTOS IMPERMEABLES



ESCALA GRAFICA



400 y en la alineación Almonacid - Alfamén, y valores superiores a 5 m/año. En general, la tendencia es al descenso con valores comprendidos entre 1 y 5 m/año. Las zonas con valores superiores a este último corresponden a 4 áreas de fuerte bombeo, señaladas en la figura 15, que se denominan "Las Matas" (zona más próxima a la Almunia, a cota 400), "Saldaña" (próxima a Alfamén, al NW de esta localidad), "Iryda" (próxima al cruce de las carreteras Consuenda con la de la Almunia - Cariñena) y "Rutal" (próxima a la carretera Alfamén - Longares).

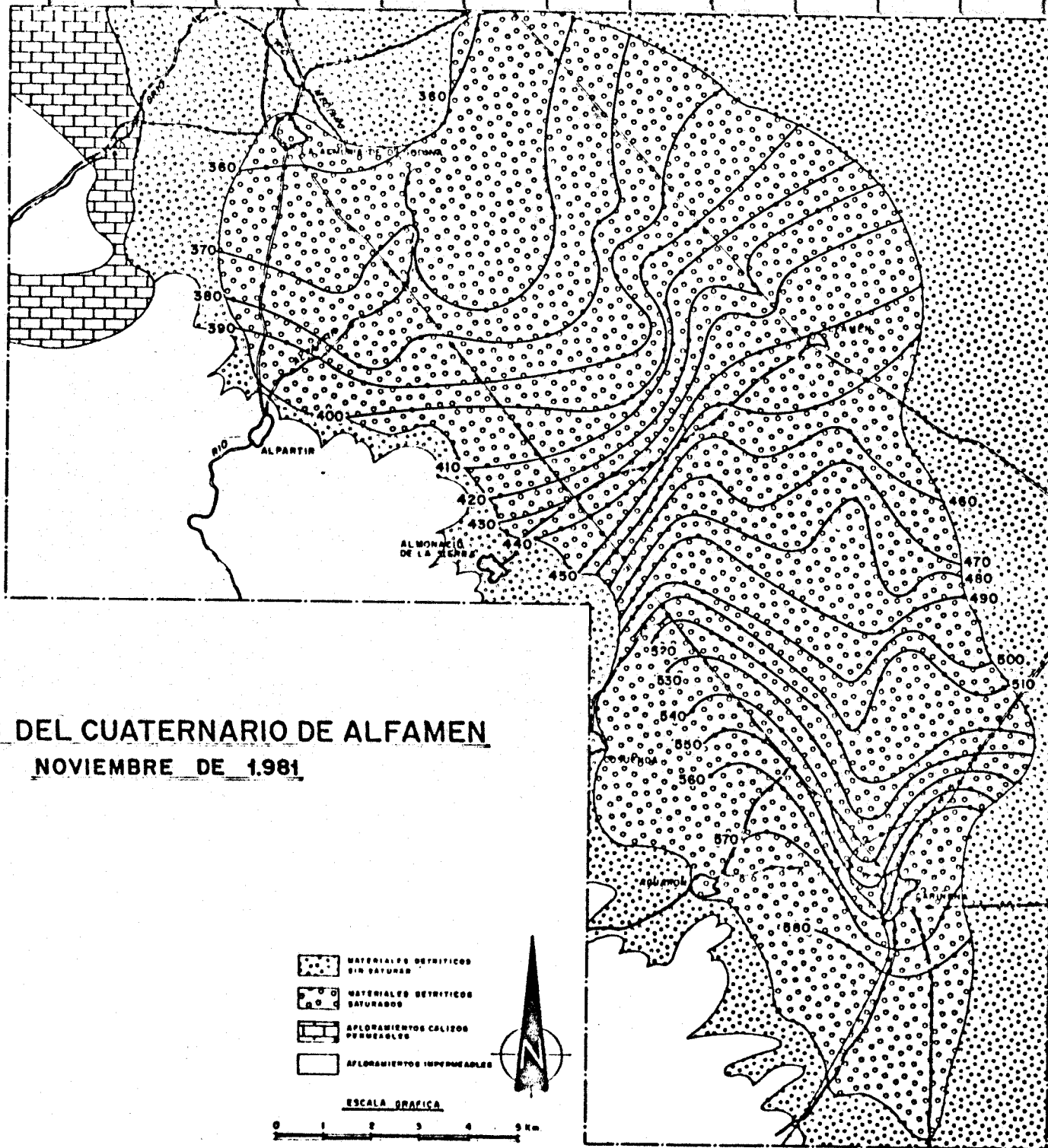
Los mapas de isopiezas de Abril de 1.980 y Noviembre de 1.981 (figuras 16 - 17) prácticamente coincidentes con el "inicial - aguas altas" y "final - aguas bajas" dan una buena idea de la evolución de los niveles y el efecto de las tendencias.

Variaciones anuales

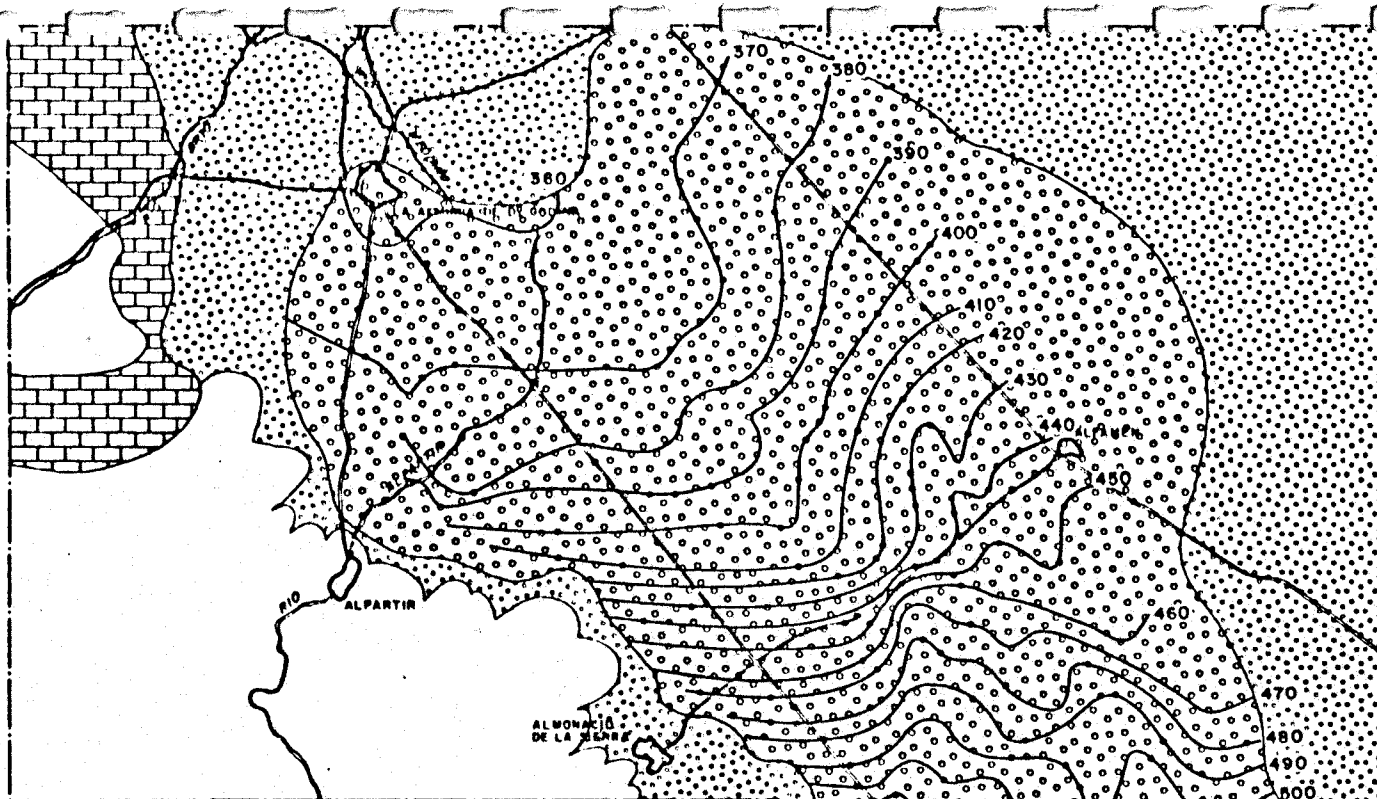
En la figura 18 se indica la oscilación máxima en los dos años de registro. La media para el conjunto de la zona es alrededor de 5 m. Se distinguen cuatro zonas con oscilaciones superiores que coinciden "grasso modo" con las anteriormente definidas. En la zona "Iryda" llega a superar los 10 m de oscilación. En las zonas "Las Matas" y "Saldañas", es muy próxima a los 10 m (9'2 m).

Los niveles más altos, en la zona de bajada de niveles, corresponden en general, a Abril - Mayo de 1.980 y las más bajas a Septiembre - Noviembre de 1.981. En esta zona, los niveles bajan durante el año 1.980, con un retraso de 1 mes respecto a la pluviometría. Las lluvias de Noviembre de 1.980 y Abril de 1.981 se reflejan en una recuperación parcial de niveles (del orden de 1 m) dos meses más tarde, a partir de este último mes el descenso es continuo y generalizado.





En la zona de subida de niveles, éstos llegan a alcanzar, en algún caso, oscilaciones superiores a los 5 metros, aunque, en general éstas son inferiores

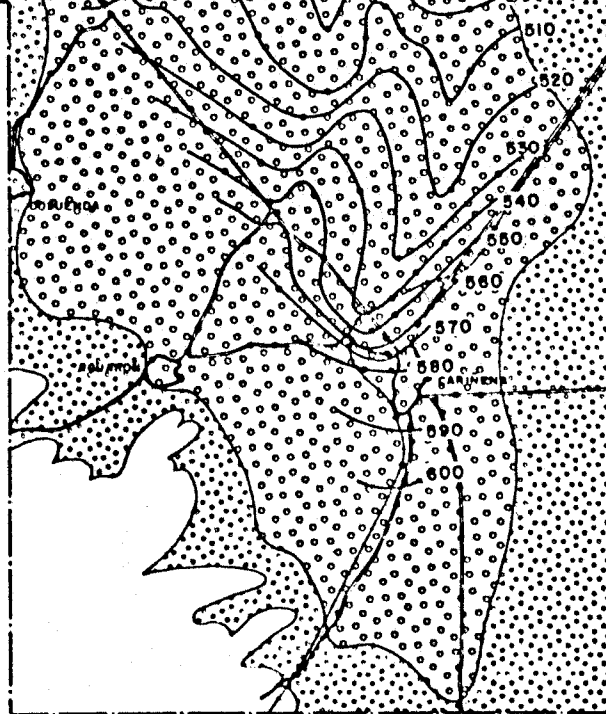
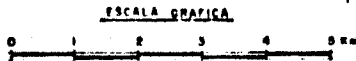


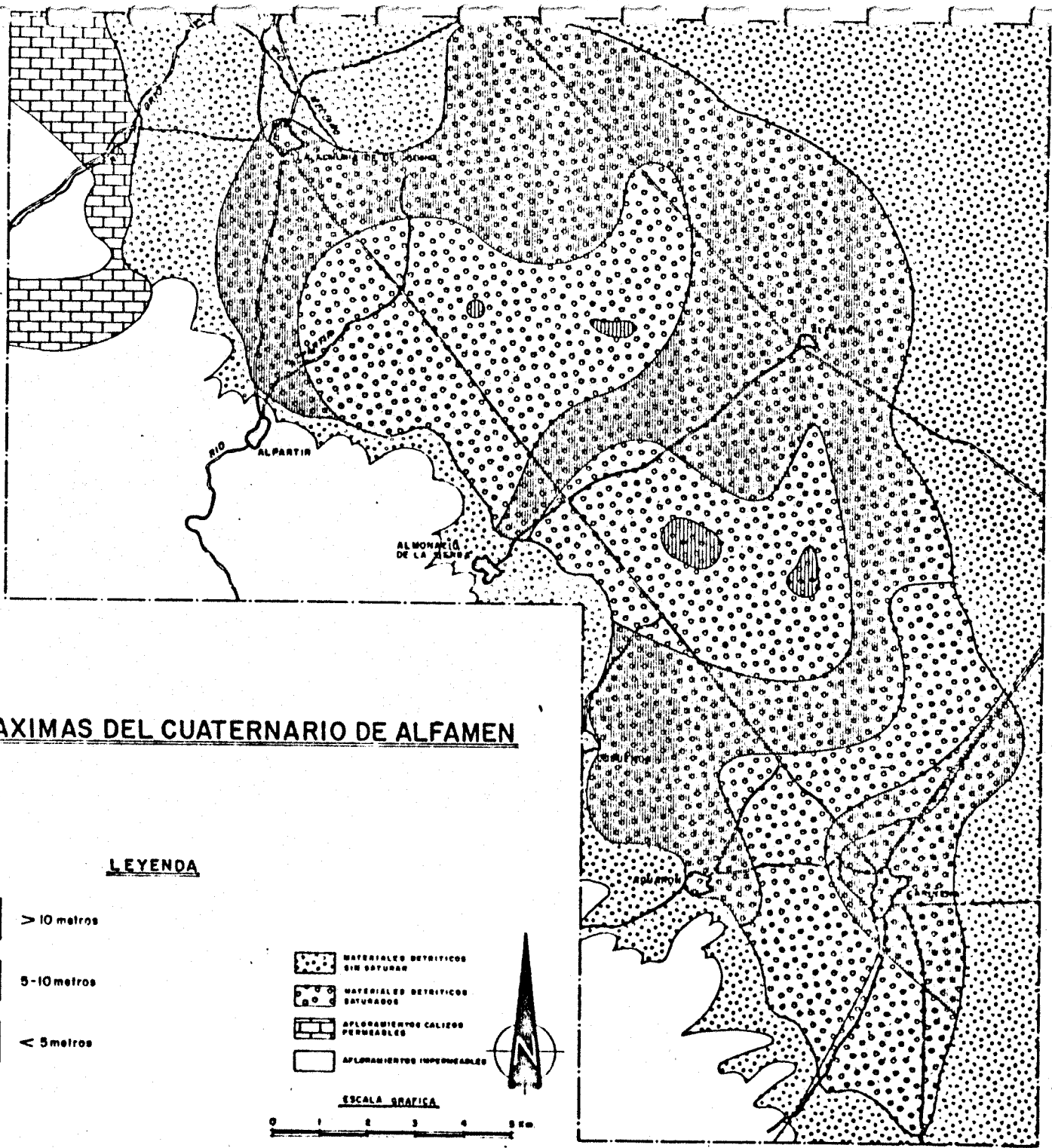
ISOPIEZAS DEL CUATERNARIO DE ALFAMEN
NOVIEMBRE DE 1981



ISOPIEZAS DEL CUATERNARIO DE ALFAMEN
ABRIL DE 1.980




-  MATERIALES DETRITICOS SIN SATURAR
-  MATERIALES DETRITICOS SATURADOS
-  AFLORAMIENTOS CALIZOS PERMEABLES
-  AFLORAMIENTOS IMPERMEABLES







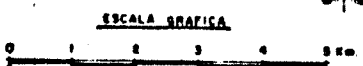


ISOVARIACIONES MAXIMAS DEL CUATERNARIO DE ALFAMEN

LEYENDA

-  > 10 metros
-  5-10 metros
-  < 5 metros

-  MATERIALES DETRITICOS SIN SATURAR
-  MATERIALES DETRITICOS SATURADOS
-  AFLORAMIENTOS CALIZOS PERMEABLES
-  AFLORAMIENTOS IMPERMEABLES



a 1 m. A nivel interanual no existen diferencias notables, aunque el periodo de registro es muy corto.

Siendo el desfase niveles - pluviometría del mismo orden de magnitud, la distribución de las variaciones de nivel corresponde a la distribución de T. S. Según esto los valores más elevados corresponden al centro de la cuenca, un kilómetro al norte de la alineación, La Almunia - Cariñena. Estas zonas corresponden bastante bien con las zonas de mayor caudal específico y de mayor espesor saturado, es decir, a las de más alta permeabilidad. Las zonas marginales de baja transmisividad (poco espesor saturado) y alto coeficiente de almacenamiento (gravas y arenas) tienen una oscilación menor.

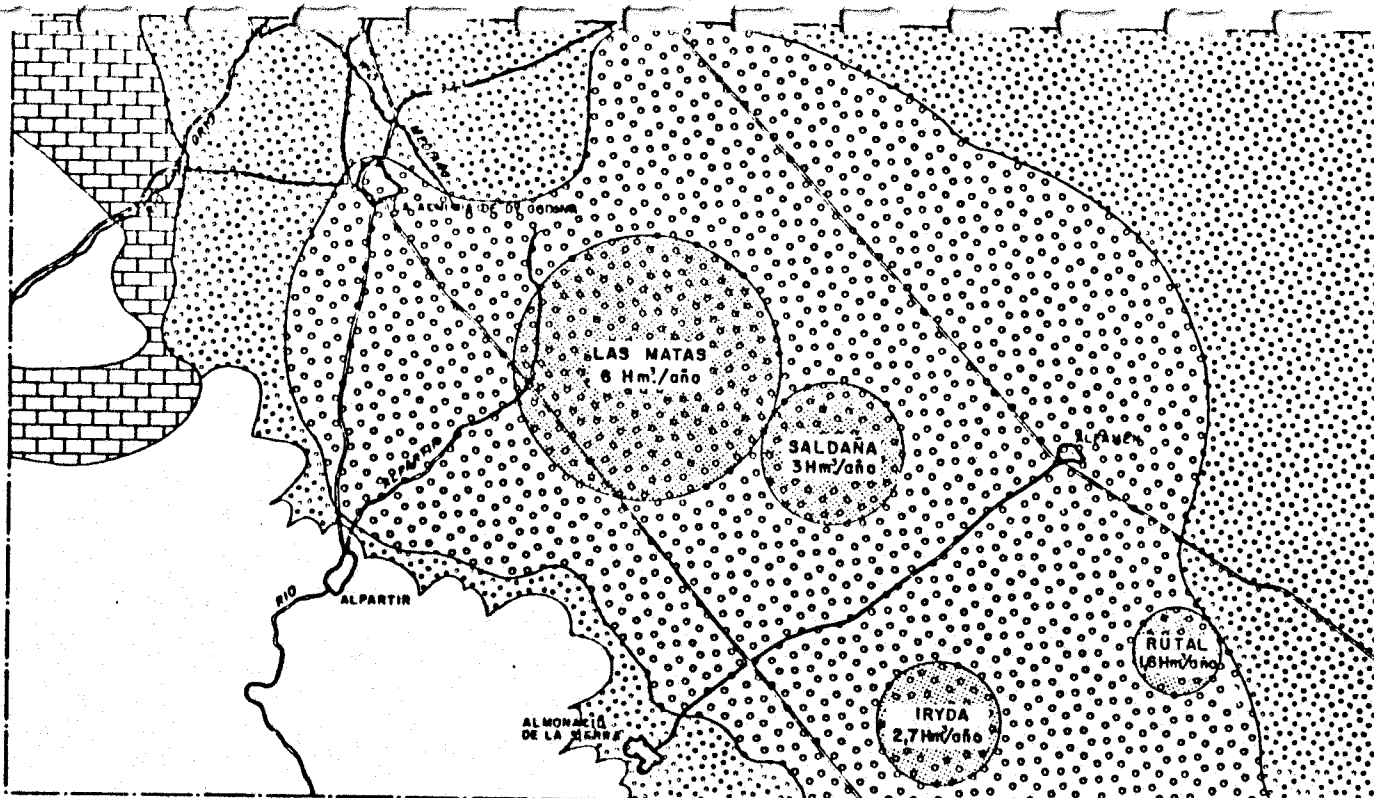
Variaciones estacionales

En las variaciones de nivel " a corto espacio de tiempo " influyen:

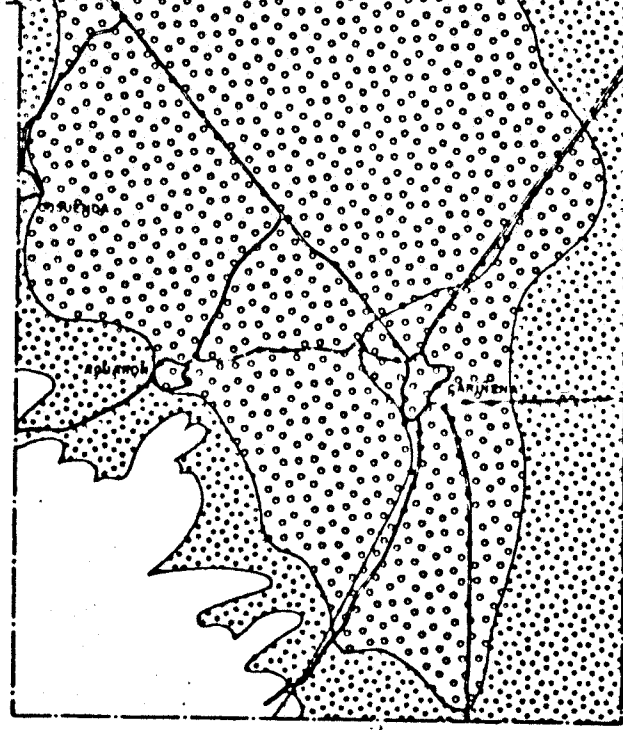
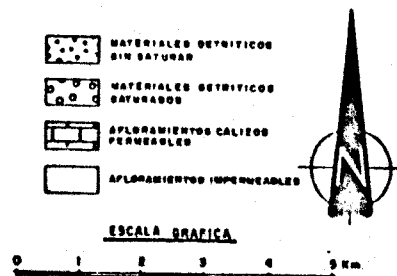
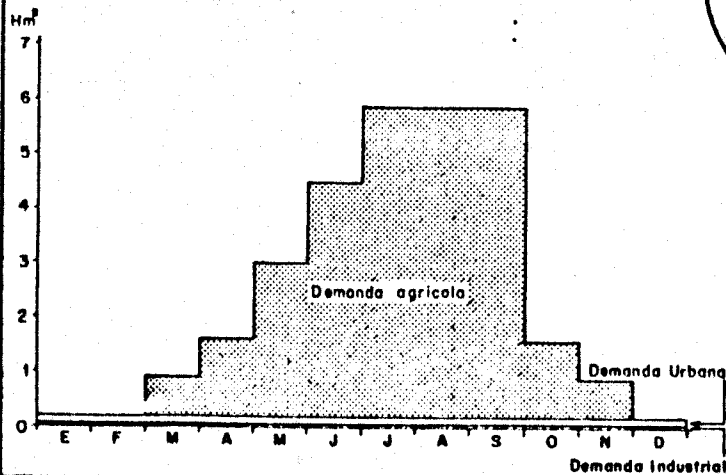
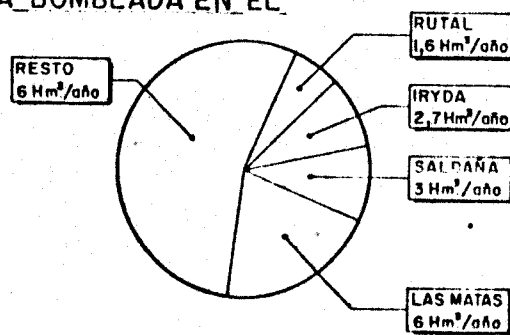
- La distribución mensual de bombeos. Es en general muy homogénea. calculada sobre $28'4 \text{ Hm}^3/\text{año}$ para riego, $2'04$ para usos urbanos y $0'24 \text{ Hm}^3/\text{año}$ para usos industriales, resulta ser:

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC
Hm^3	0'19	0'19	0'90	1'61	3'03	4'45	5'87	5'87	5'87	1'61	0'90	0'19
% del total anual	0'62	0'63	2'93	5'25	9'88	14'5	19'13	19'13	19'13	5'25	2'93	0'62

La distribución espacial y temporal se refleja en la figura 19. Las zonas de mayor bombeo son las denominadas "Las Matas" - ($6 \text{ Hm}^3/\text{año}$), Saldaña ($3 \text{ Hm}^3/\text{año}$), "Iryda" ($2'7 \text{ Hm}^3/\text{año}$), y finca Ruta ($1'6 \text{ Hm}^3/\text{año}$). En estas zonas en particular, y en toda el área en general, el bombeo produce una acusada depresión de los niveles en el periodo Julio - Septiembre.



DISTRIBUCION DEL VOLUMEN DE AGUA BOMBEADA EN EL CUATERNARIO DE ALFAMEN.-



- Proximidad a la zona de descarga, situada en las inmediaciones de la Almunia de Doña Godina. Origina un "aplazamiento" de la curva de variación de los niveles con el tiempo.
- Zona de regadío con aguas superficiales, prácticamente coincidente con la zona de descarga, y en particular de la acequia baja, que origina una infiltración del orden de $30 \text{ Hm}^3/\text{año}$ en un área aproximada de 1.500 Has, durante 11 meses al año. En esta zona, los niveles o son muy estables -en particular, en la zona próxima a la acequia baja- ó llegan incluso a subir, por efecto del exceso de infiltración que origina una temporada de riego, anormalmente larga, como consecuencia de un año seco. Los niveles altos coinciden con los meses de estiaje y los bajos con los lluviosos, en los que no se riega.
- Distribución temporal de la pluviometría. Es bastante homogénea, en las tres estaciones "Longares", "Alfamén" y "La Almunia". Las precipitaciones máximas ocurren en Abril y Septiembre, tanto del año 1.980 como 1.981. Esto trae como consecuencia una recuperación ó elevación de niveles en Mayo - Junio y en Octubre - Noviembre.

Conclusiones

El periodo de control, 2 años, es muy corto para dar conclusiones definitivas. De los resultados obtenidos hasta la fecha se deduce:

- Existen dos zonas, cuyo límite se encuentra, aproximadamente, en la curva de nivel 400. Los niveles de la situada al NW de esta línea tienen tendencia a la subida, los de la situada al SE. - de mayor extensión, tienen tendencia a la bajada. La zona comprendida entre la acequia alta y la cota 400, es una zona de niveles estables.

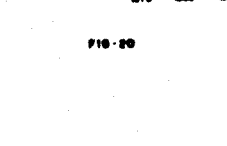
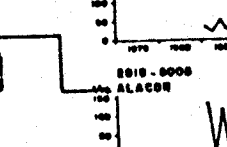
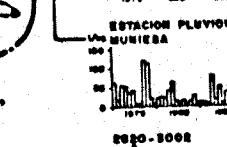
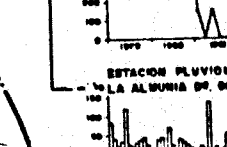
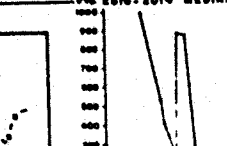
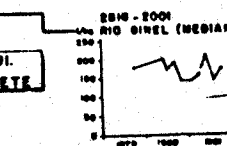
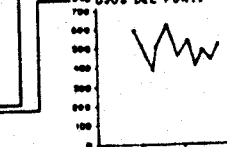
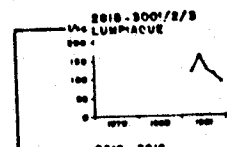
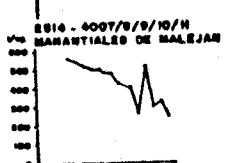
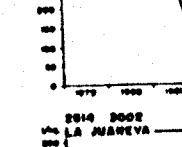
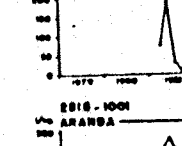
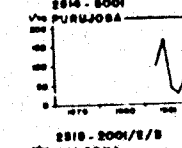
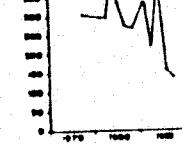
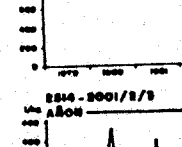
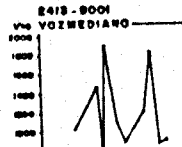
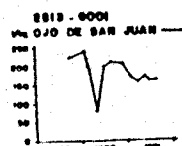
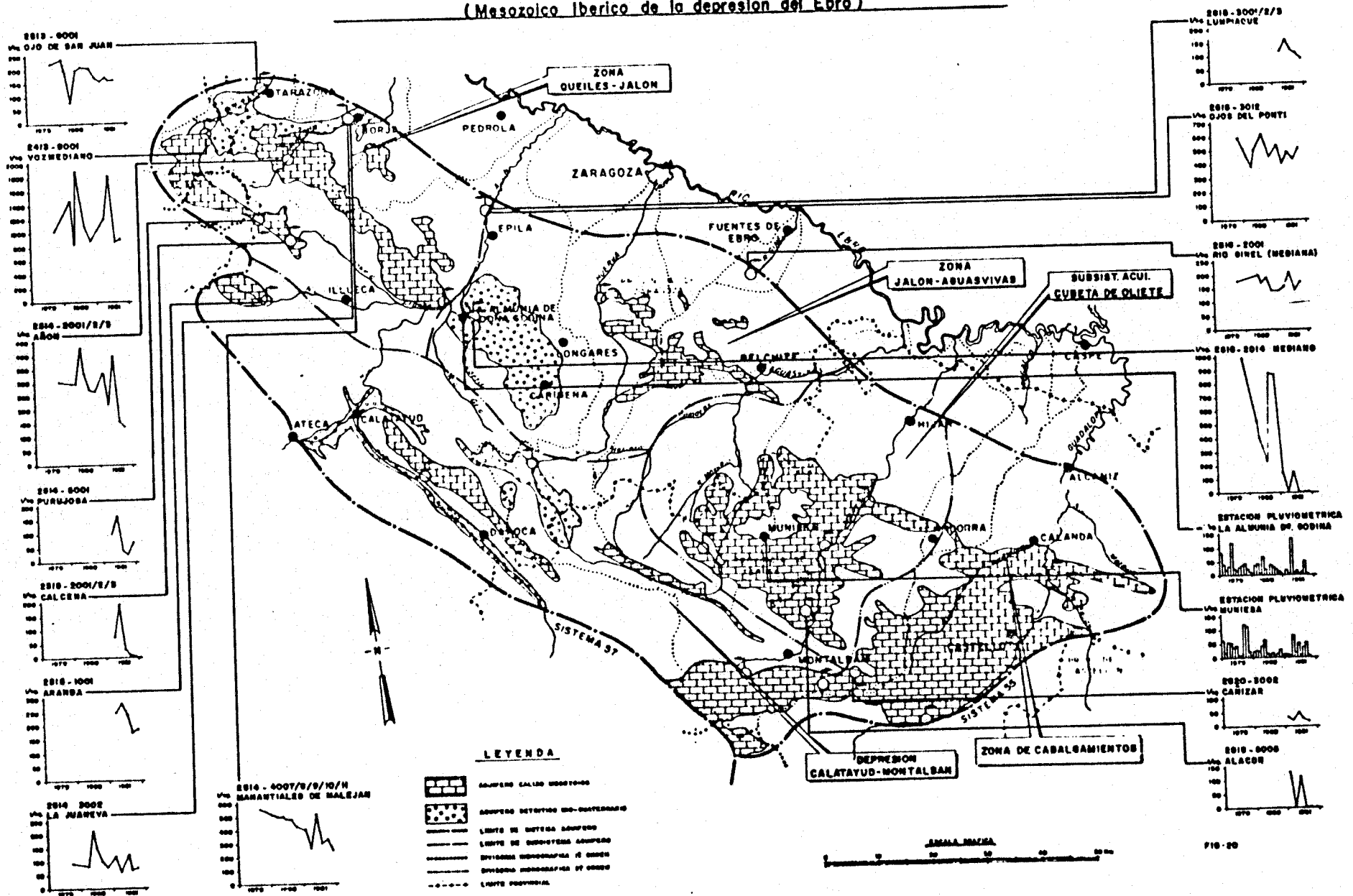
- La oscilación máxima media es del orden de 5 m, aunque debido a los bombeos existen cuatro zonas: "Las Matas", "Rutal" e "Iryda" de valores próximos a los 10 m. En estas zonas se produce cerca del 40% del bombeo total. La oscilación se amortigua, lógicamente, en el sector NW, que corresponde a la zona de descarga del acuífero.
- Existe una buena correlación entre los niveles piezométricos y la lluvia caída a nivel mensual. El desfase oscila entre 1 y 2 meses.

Interpretación Foronómica

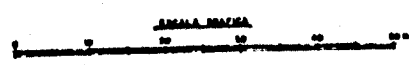
En la figura 20 se representa de forma esquemática el sistema acuífero 58 y sus subsistemas. Se indica así mismo la posición de los manantiales aforados y la variación de caudal en el periodo de control. Este periodo es variable, según la zona, como consecuencia de la relativa "juventud" de esta red. En general, comienza en Marzo de 1.980, aunque en determinadas zonas, existen aforos desde Septiembre de 1.979; en otras por el contrario, los aforos se inician en Marzo de 1.981. La pluviometría mensual registrada en las estaciones de "La Almunia" y "Muniesa", cuya representatividad ya ha sido comentada, se indica igualmente.

En general la respuesta a la pluviometría mensual es muy rápida, del orden de 1 mes ó menos. La aportación registrada en el año 1.980, puede ser considerada media al serlo la pluviometría de ese año. Sin embargo, la distribución mensual de los caudales aforados, puede no tener una correspondencia biunívoca con niveles piezométricos - pluviometría; esto es particularmente cierto en acuíferos kársticos (Manantiales de Calcena, Aranda, Purujosa, Añón, Vozmediano) donde un máximo de caudal puede no corresponder a una época de niveles altos, ó en manantiales que drenen acuíferos extensos (Ojos del Ponti, río Ginel) donde las aportaciones pueden tener un desfase notable con respecto a la lluvia.

RED DE CONTROL DE MANANTIALES DEL SISTEMA ACUIFERO N° 58 (Mesozoico Iberico de la depresion del Ebro)



- LEYENDA**
- ACUIFERO CALIZO MESOZOICO
 - ACUIFERO DEPOSITOS NEO-CENozoicos
 - LIMITE DE EXTENSA ACUIFERO
 - LIMITE DE SUBSISTEMAS ACUIFEROS
 - DIVISIONES MORFOGRAFICAS Y CENOSIS
 - LIMITE PROVINCIAL



Por último, al ser el número de mediciones (aforos) pequeño, la representatividad mensual de una medida instantánea, debe ser cuestionada.

• Zona Queiles - Jalón

Se controlan 14 manantiales, de los que ocho de ellos presentan sus datos agrupados dada su total semejanza hidrogeológica (2514 - 4007 a 2514 - 4011 y 2514 - 2001 a 2514 - 2003).

Estos manantiales son:

- Ojo de San Juan (Tarazona)
- Manantial de Voz Mediano
- Manantiales de Añón
- Manantial de Purujosa
- Manantial de Calcena
- La Juaneva (Bulpuente)
- Manantiales de Malejan
- Manantiales de Lumpiaque
- Ojos del Ponti

Respecto a un periodo más amplio, lógicamente en un subsistema sin explotación, no debe haber tendencias a la disminución de caudales. En el corto periodo de registro, como consecuencia de la baja pluviometría del año 1.981, la tendencia es la bajada de aportaciones. Son acusados los máximos de la primavera de 1.980 y 1.981 y los mínimos de verano e invierno, de los mismos años.

Zona Jalón - Aguasvivas

Se controlan 2 manantiales que son:

- Manantial de Mediana
- Río Mediano

El manantial de Mediana corresponde a uno de los dos drenajes de "las calizas de Muel - Belchite" subsistema prácticamente sin explotación. No puede decirse de él que en el período de registro tenga tendencia a bajar, ni importantes oscilaciones. El río Mediano es un drenaje del "Cuaternario de Alfamén". Es una zona muy explotada, con regadíos con agua superficial y subterránea. La tendencia es claramente a la bajada, pero un análisis de este fenómeno escapa al hasta ahora efectuado, al estar muy influenciado su régimen por las actividades agrícolas.

Cubeta de Oliete

Se controla un único manantial. El de San Miguel, en Alacón. El manantial de Alacón drena un acuífero calizo de este subsistema por lo que su representatividad es limitada. Su periodo de observación es inferior a 1 año - por lo que no se pueden sacar conclusiones. En el año 1.981, ha visto disminuir hasta prácticamente cero sus aportaciones como consecuencia de la baja pluviometría.

Depresión Calatayud - Montalbán

Se controla un único manantial en Aranda de Moncayo, nacimiento del río Aranda. Es el principal drenaje de los materiales jurásicos del sinclinal de Ciria, acuífero calizo de este subsistema. Las limitaciones hechas en el párrafo anterior respecto al periodo de observación, son extensivas a este caso.

Zona de Cabalgamientos

Se controla, en este subsistema únicamente el manantial del Cañizar. No existen, en la actualidad más que cinco medidas por lo que no es posible concluir respecto a sus características hidrogeológicas.

Conclusiones

El período seco que comenzó en el otoño - invierno de 1.980 ha afectado a las aportaciones de los manantiales que han disminuído de forma generalizada.

Sin poder establecerlo con la suficiente garantía, debido al corto período de control, parece que son meses de máximos los de Mayo y Junio, existiendo dos estiajes, uno en invierno (Enero - Febrero) y otro en verano, (Agosto - Septiembre), este segundo más pronunciado.

SISTEMA 59 " MESOZOICO DE LOS PUERTOS DE BECEITE "

EL SISTEMA ACUIFERO Nº 59 " MESOZOICO DE LOS PUERTOS DE BECEITE "

Descripción del Sistema

Tiene una superficie de 4.500 Km² en las provincias de Teruel, --- Tarragona y Castellón ocupando el entronque de las cadenas Ibéricas con las costeras catalanas, denominado " Puertos de Tortosa ó Beceite ". La población, unos 3.000 habitantes se concentra al pie del macizo mesozoico, en poblaciones que no suelen superar los 1.500 habitantes. La economía regional se basa en la agricultura y ganadería concentrándose en las zonas de mayor población.

El clima es mediterráneo con inviernos suaves y veranos relativamente calurosos. La precipitación media es de 650 mm.

En este sistema se sitúan las divisorias del Ebro y del Júcar.

Los recursos en agua subterránea se estiman en unos 250 Hm³/año - que son drenados por los ríos Guadalupe, Matarraña, Cenia, Servol etc. (100 Hm³/año), y de forma subterránea constituye alimentación lateral del sistema acuífero 60 (150 Hm³/año). De estos recursos, 15 Hm³/año son utilizados en los siguientes usos: urbanos (4 Hm³/año para 60.000 habitantes), agrícolas - (9 Hm³ para regadío de 650 Has) e industriales (2 Hm³/año).

Situación de la red de vigilancia

No existe red piezométrica. En la actualidad se controlan 3 manantiales con periodicidad bimensual, desde Marzo de 1.981. Su posición se indica en la figura 21.

RED DE CONTROL DE MANANTIALES DEL SISTEMA ACUIFERO Nº 59 "Mesozoico de los Puertos de Beceite"

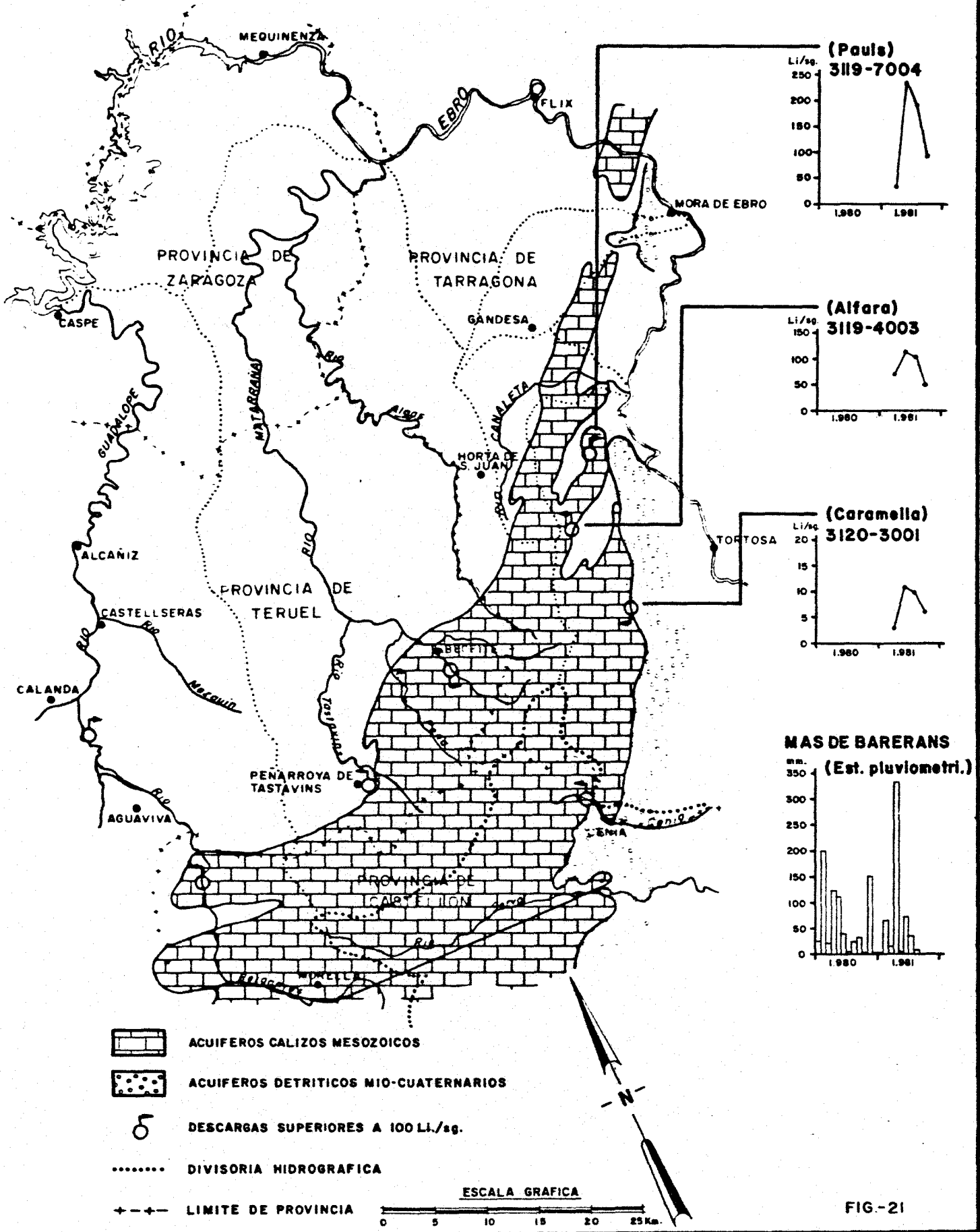


FIG.-21

Pluviometría del periodo de control

Se ha elegido la estación de Más de Barberans, como representativa de la pluviometría en el sistema.

En el cuadro que sigue, se indica la pluviometría en los años 1.980 y 1.981 y la media de un periodo más largo.

ESTACION	1.980	1.981	Medio (1)
MAS DE BARBERANS	698	492	826

(1) Media de 20 años

La probabilidad, según una distribución de Goodrich aplicada a esta estación, de que la precipitación en los años 1.980 y 1.981 sea superada, es:

ESTACION	1.980	1.981
MAS DE BARBERANS	68	78

Es decir, tanto el año 1.980, como 1.981 son secos., en especial este último.

3.4.4. Interpretación Foronómica

Los datos disponibles, que se reflejan en la figura 21 no permiten -- ninguna interpretación, tan solo parece confirmarse, dada la rápida y notable oscilación de caudales, la hipótesis de que estos manantiales, importancia -- a nivel regional, responden a una descarga rápida (la respuesta a la pluviometría parece retrasarse del orden máximo de un mes) de acuíferos kársticos con una capacidad de almacenamiento limitada.