



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España



Diputación  
Provincial  
de Alicante

NORMAS DE EXPLOTACION DEL  
ACUIFERO DE VENTOS-  
CASTELLAR.

Junio de 1992.



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

31984

NORMAS DE EXPLOTACION DEL  
ACUIFERO DE VENTOS -  
CASTELLAR.

Junio de 1992.

<b>SUPER PROYECTO</b>	<b>AGUAS SUBTERRANEAS</b>		<b>Nº</b>	<b>542/E</b>
<b>PROYECTO AGREGADO</b>			<b>Nº</b>	
<b>TITULO PROYECTO</b>				
<p style="text-align: center;">" ESTUDIOS DE EVALUACION Y PROTECCION DE RECURSOS HIDRICOS SUBTERRANEOS DE LA PROVINCIA DE ALICANTE "</p>				
<b>Nº PLANIFICACION</b>			<b>Nº DIVISION AGUAS, G.A.</b>	
<b>FECHA EJECUCION</b>	<b>INICIO</b>	<b>27-XI-91</b>	<b>FINALIZACION</b>	<b>26-VI-92</b>

<b>INFORME (Título) :</b>	
<p style="text-align: center;">" NORMAS DE EXPLOTACION DEL ACUIFERO VENTOS-CASTELLAR "</p>	
<b>CUENCA(S) HIDROGRAFICA(S)</b>	<b>JUCAR</b>
<b>COMUNIDAD(ES) AUTONOMA(S)</b>	<b>VALENCIANA</b>
<b>PROVINCIAS</b>	<b>ALICANTE</b>

Este estudio ha sido realizado por el Instituto Tecnológico y Geominero de España y la Diputación Provincial de Alicante en el marco del convenio de cooperación existente entre ambos organismos, con la colaboración de TEYGE,S.A., como empresa contratista.

**ITGE.-**

Ramón Aragón Rueda. Director del estudio.

**DPA.-**

Luis Rodríguez Hernández. Director del estudio.

**TEYGE,S.A.**

Joaquín Barba-Romero Muñoz.

Emilio Orejudo Ramírez.

Ernesto García Sánchez.

Enrique Vázquez Suñé.

Enrique Martí Requena.

José María Catalán Alonso.

## INDICE MEMORIA.

	Pág.
1. <u>SITUACION GEOGRAFICA.</u>	5
2. <u>CLIMATOLOGIA.</u>	7
2.1. TEMPERATURA.	8
2.2. PLUVIOMETRIA.	9
2.3. EVAPOTRANSPIRACION.	9
3. <u>HIDROLOGIA.</u>	10
4. <u>GEOLOGIA.</u>	11
4.1. ESTRATIGRAFIA.	12
4.2. TECTONICA.	18
5. <u>HIDROGEOLOGIA.</u>	20
5.1. CARACTERISTICAS LITOLOGICAS.	21
5.2. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS.	21
5.3. CARACTERISTICAS PIEZOMETRICAS.	23
5.4. CAPTACIONES EXISTENTES.	24
5.5. PARAMETROS HIDRODINAMICOS	25
5.6. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO.	25
5.7. BALANCE HIDRICO.	26
5.8. GRADO DE EXPLOTACION DEL ACUIFERO.	27
5.9. RESERVAS EXPLOTABLES.	28
6. <u>HIDROQUIMICA.</u>	29
7. <u>EVALUACION DE VOLUMENES DE AGUAS RESI- DUALES GENERADOS.</u>	31

8. <u>ANALISIS DEL USO DEL AGUA. VOLUMENES DIS-</u>	
<u>PONIBLES Y DEMANDAS.</u>	33
8.1. USO DEL AGUA.	34
8.2. ESTIMACION DE LA DEMANDA.	34
8.3. REALCION APORTACION-DEMANDA.	36
9. <u>ANALISIS DE INFRAESTRUCTURAS.</u>	37
10. <u>NORMAS DE EXPLOTACION.</u>	39
10.1. NORMATIVA GENERAL.	40
10.2. ZONIFICACION.	42
10.3. PERIMETRO DE PROTECCION.	42
11. MODELO ESTOCASTICO.	44
11.1. METODOLOGIA.	45
11.2. MODELIZACION LINEAL.	52
11.3. IDENTIFICACION DEL MODELO LINEAL.	75
11.4. FASE DE CALIBRACION.	89
11.5. ANALISIS DE RESIDUOS.	99
11.6. EXPLOTACION DEL MODELO.	102
12. RESUMEN Y CONCLUSIONES AL ESTUDIO	115

#### INDICE DE PLANOS.

- Nº 1: CARTOGRAFIA HIDROGEOLOGICA.  
 Nº 2: PERIMETRO DE PROTECCION.

1. - SITUACION GEOGRAFICA.

El sistema acuífero de Ventós-Castellar está situado en el interior de la provincia de Alicante, incluido en su práctica totalidad en el término municipal de Agost. Geográficamente engloba las Sierras del Ventós y Castellar.

La altitud del acuífero oscila entre los 905 m. de la Sierra del Ventós y los 300 m. en su extremo Sur.

Su superficie total es de 16 km<sup>2</sup>, de los cuales unos 7 Km<sup>2</sup> corresponden a afloramientos de sus materiales permeables.

2. - CLIMATOLOGIA.

La elaboración de los datos meteorológicos se ha realizado a partir de una serie temporal de 16 años (1975-91) en el caso de la pluviometría y de 9 años (1982-91) de medidas termométricas, en la estación meteorológica de Agost "Escuela Nacional".

#### **2.1. TEMPERATURA.**

La temperatura media anual de la zona es de 18,3°C. Siendo la variación estacional de 14,5°C, con el máximo en el mes de Agosto (26°C) y el mínimo en el mes de Enero (11,5°C).

La distribución mensual media se muestra en la figura 1.

Temperaturas (valores en  $^{\circ}\text{C}$ )

ESTACION METEOROLOGICA DE AGOST

	En	Fb	Mz	Ab	My	Jun	Jl	Ag	Se	Oc	No	Di
Temperatura	11,5	12,1	14,4	15,7	18,5	22,3	25,3	26	23,9	20,6	16,1	12,8

### TEMPERATURAS ( $^{\circ}\text{C}$ )

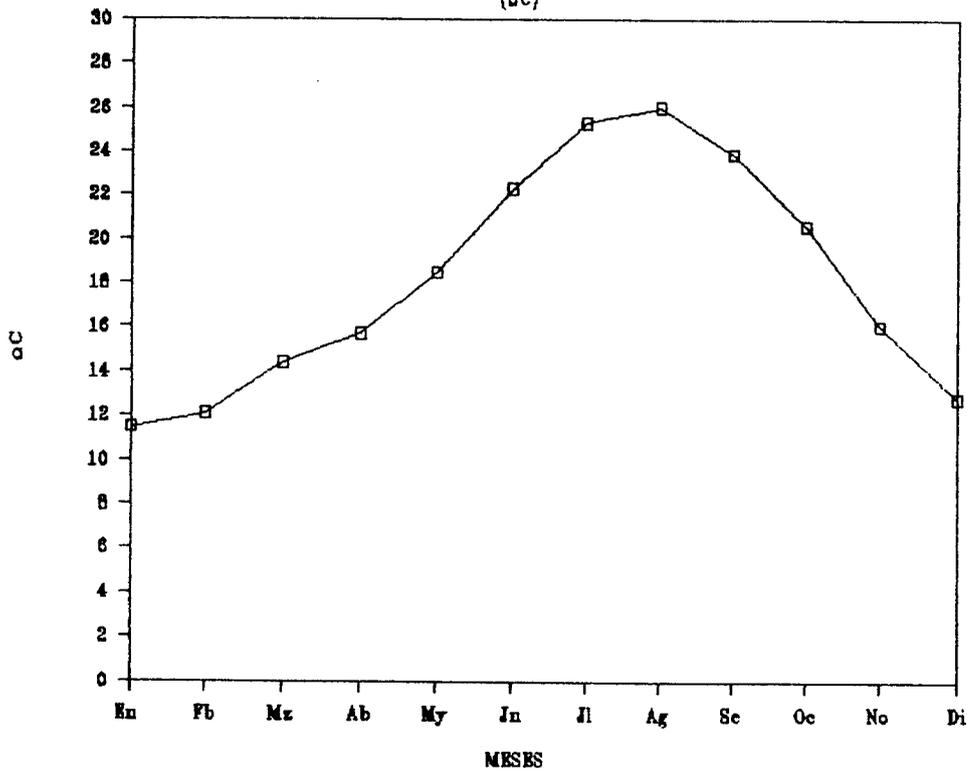


FIG. 1

## 2.2. PLUVIOMETRIA.

La pluviometría media anual para el período considerado (1975-1991) es de 303 mm, distribuidos a lo largo del año según se muestra en la figura 2.

Los meses de mayor pluviosidad son los de Octubre, y Mayo. Es decir en Primavera y Otoño, como corresponde a la zonas del litoral mediterráneo. El mes de menos pluviosidad es el de Julio.

## 2.3. EVAPOTRANSPIRACION.

La evapotranspiración potencial de la zona es, como puede observarse en la figura 3, superior en todos los meses del año a la pluviometría media, de ahí que la evapotranspiración real sea, en un año medio, inferior a la evapotranspiración potencial durante todo el año.

A la vista de estos resultados es preciso añadir que el cálculo del balance de humedad en el suelo se ha de realizar diariamente para que se pueda justificar la actividad hídrica de la zona.

Pluviometría (Valores en mm)

ESTACION METEOROLOGICA DE AGOSTI

	En	Fb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Se	Oc	No	Di
Pluviométric	22,8	24,6	18,8	31,2	37,4	21,8	9,3	15,6	30,2	40	34,5	16,6

### PLUVIOMETRIA (mm)

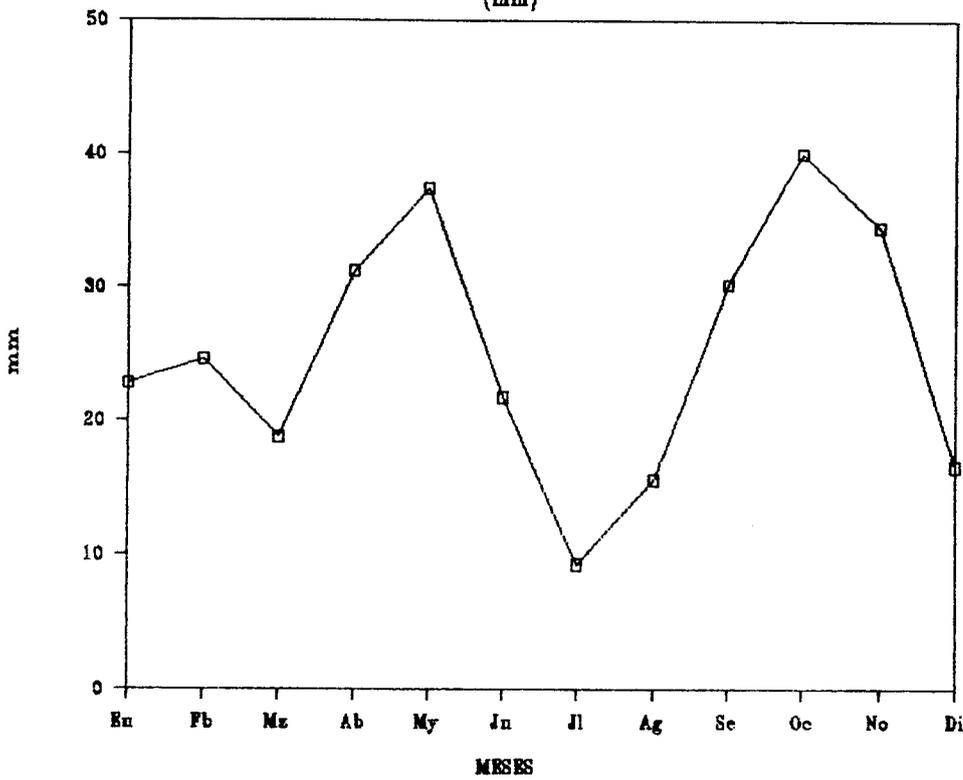


FIG. 2

ESTACION METEOROLOGICA: A00ST

Tmedia		20,60	16,10	12,60	11,50	12,10	14,40	15,70	18,50	22,30	25,30	26,00	23,90	
P (mm)	Año.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Total
MEDIA	1975-91	40,00	34,50	16,60	22,80	24,60	18,80	31,20	37,40	21,80	9,30	15,60	30,20	302,80

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL THORNTHWAITE

i	8,53	5,87	4,15	3,53	3,81	4,96	5,65	7,25	9,62	11,64	12,13	10,68	87,84
a	2,42												
E	126,18	68,45	38,84	30,74	34,77	53,00	65,34	97,25	152,91	207,61	221,60	180,86	
d	31,00	30,00	31,00	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	31,00	30,00
N	11,10	9,75	9,10	9,45	10,50	11,95	13,45	14,65	15,30	15,00	13,90	12,50	
E.T.P.(mes)	120,61	56,43	31,22	25,01	28,39	54,54	73,24	122,68	194,98	268,16	265,48	188,40	1429,11

BALANCE (mm)

	Año.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sep.	Total
MEDIO	(1975-91)	-60,61	-21,93	-14,62	-2,21	-3,79	-35,74	-42,04	-65,28	-173,16	-258,88	-248,68	-156,20	-1126,31

BALANCE MEDIO  
(mm)

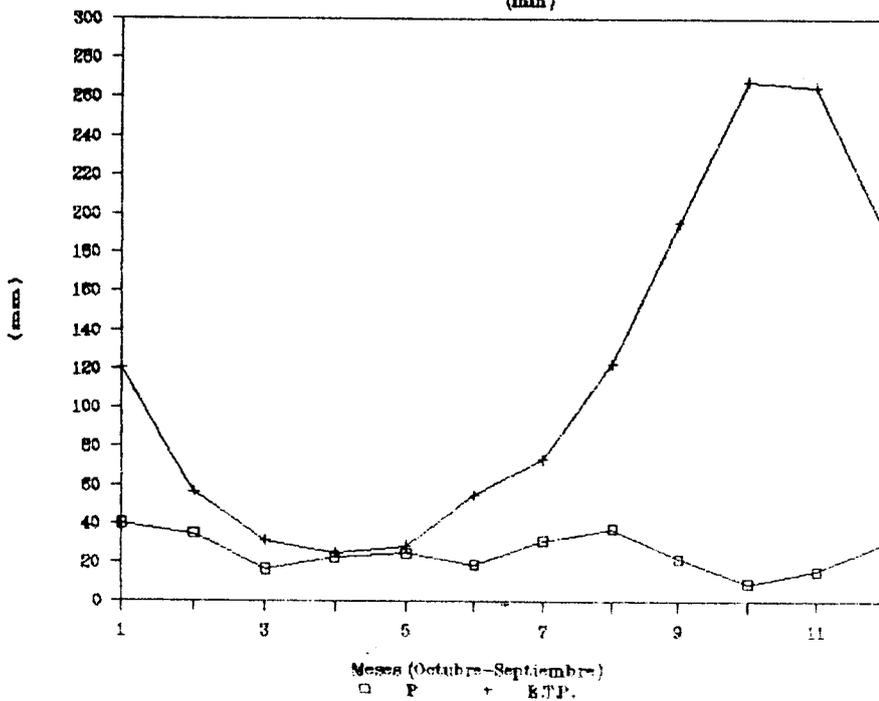


FIG. 3

### 3.- HIDROLOGIA.

La red hidrográfica existente en la zona se inicia en las Sierras de Ventós y Castellar y confluye en el Barranco Blanco que atraviesa longitudinalmente el acuífero. Se trata de una red hídrica que únicamente conduce agua en época de fuertes lluvias, pues no existe actualmente en la zona ningún manantial de caudal continuo.

Antiguamente existía un manantial (2834-3010) que drenaba el acuífero de Ventós-Castellar, aunque después de la ejecución del sondeo Tabarias (2834-3011) para abastecimiento del municipio de Agost, éste se seco. Desde entonces sólo ha emergido esporádicamente en épocas especialmente lluviosas, agotándose días después.

4. - GEOLOGIA.

Geológicamente el acuífero de Ventós-Castellar se encuentra situado en la parte oriental de las zonas externas de las Cordilleras Béticas que por sus características estructurales y estratigráficas se le ha denominado Prebético Interno y se extiende desde el margen izquierdo del río Vinalopó.

#### **4.1. ESTRATIGRAFIA.**

Los materiales aflorantes en el área tienen edades que abarcan desde el Keuper al Tortonense con un amplio predominio de los materiales del Cretácico Superior.

#### 4.1.1. Triásico.

##### 4.1.1.1. Keuper.

Se trata de una litofacies arcillosa rojiza con yesos y jacintos, caracterizada por potentes bancos de yesos con intercalaciones dolomíticas. Es difícil calcular el espesor de estos materiales, debido a la fuerte tectonización con que se manifiestan. Ocupan importantes áreas de afloramiento al Norte de la Sierra del Ventós, formando una alineación E-W y al Sur de Agost, constituyendo el sustrato de los depósitos cuaternarios.

#### 4.1.2. Cretácico Inferior.

##### 4.1.2.1.- Albiense.

Unicamente afloran los tramos superiores del Albiense constituido por ritmita de margas y calizas margosas ligeramente detríticas de estructura aboudinada y en bancos de 30-50 centímetros. Aflora ampliamente en la zona de Castellet (Sur de la Sierra de Castellar).

#### 4.1.3. Cretácico Superior.

Se encuentra ampliamente representado constituyendo litológicamente el acuífero.

##### 4.1.3.1. Cenomaniense Inferior.

Está compuesto por Calcarenitas de Orbitolinas y alternancia de margas y margocalizas detríticas. La variación de espesores se pone de manifiesto según una reducción de los mismos hacia el Este. En el sondeo Tabarias (2834-3011) se atraviesan a techo de la serie alternante de margas y margocalizas grises del Albiense. Aflora al Este de la población de Agost en el Cerro de Castellans.

##### 4.1.3.2. Cenomaniense Superior-Turonense.

Está constituido por una serie calcarea en facies de calizas con Pithonellas (micritas) blancas o grises, bien compactadas. Hacia techo se presentan en facies nodulosas con sílex interestratificado o en nódulos. Se trata de facies claramente pelágicas,

características de un medio de plataforma externa muy abierto.

En el sondeo Tabarias se atravesó esta facies con una potencia medida de unos 115 m.

Son los materiales que constituyen el nivel permeable del acuífero y los relieves de las sierras de Ventós y Castellar.

#### 4.1.3.3. Senoniense.

Se encuentran representados por facies pelágicas de Globotruncanas, en calizas, margas y calizas margosas blancas, rosadas o verdes y amarillentas en el tránsito al Eoceno.

La potencia del conjunto es difícil de medir porque suele actuar como nivel de despegue de los materiales suprayacentes, aunque es de suponer potencias superiores al centenar de metros en la zona de Ventós-Castellar.

Constituyen el recubrimiento de las facies Turonienses, aflorando ampliamente a lo largo del Barranco Blanco y en la zona de Tabarias, al Norte de

Agost. Esta formación es el impermeable de techo del acuífero.

#### 4.1.4. Terciario.

El Terciario se dispone concordante sobre la serie cretácica definida anteriormente, en algunas zonas es difícil precisar un cambio litológico.

##### 4.1.4.1. Paleógeno-Neógeno Inferior.

La forma más típica de presentarse es el flysch, constituido por una alternancia rítmica de arenisca con cemento arcilloso-calcáreo y margas. Es frecuente encontrar en los bancos de areniscas estructuras de flujo o corriente y, esporádicamente, bancos decimétricos que testimonian verdaderas tanatocenosis de Nummulites. Igualmente se incluyen en este apartado diversos conjuntos margosos a calizo-margosos, ligeramente arenosos, que presentan a veces intercalaciones de calcarenitas bioclásticas blancas.

Afloran al Norte de Agost con una potencia aflorante de unos 100 m, aunque al estar recubierto

por el Cuaternario es difícil estimar la potencia total.

#### 4.1.4.2. Neógeno-Tortonense.

Existe un afloramiento al Norte de la Sierra del Ventós constituido por margas blancas a limos rosas con intercalaciones de conglomerados continentales de distribución lentejonar.

La potencia es difícil de apreciar por estar en una zona muy tectonizada.

#### **4.1.5. Cuaternario.**

El Cuaternario yace discordante sobre los materiales mesozoicos y terciarios. Estos presentan una gran variedad de facies que morfológicamente se pueden atribuir a glacis y conos de deyección constituidos por depósitos de gravas, arenas y arcillas.

#### 4.2. TECTONICA.

Dentro del Prebético, la zona estudiada se encuentra incluida en el dominio constituido por la existencia de pliegues en champiñón, fallas inversas, escamas y pliegues tumbados hacia el Norte en los que es frecuente encontrar el flanco meridional cabalgando sobre el septentrional. Estas estructuras adquieren a veces grandes proporciones y constituyen conjuntos que se prolongan lateralmente a través de 50 kilómetros o más.

El Prebético se encuentra dividido en bloques, la zona estudiada se sitúa en el llamado Bloque Cid-Ventós. Dentro de este conjunto estructural se dividen tres grandes subbloques: Sierra del Cid, Vega de Agost, y Sierra Ventós-Los Tajos, es en este último subbloque donde se desarrolla el acuífero Ventós-Castellar.

La Sierra de Castellar, junto con la del Ventós, constituyen a grandes rasgos un sinclinal de dirección NE-SW, cuyo eje anticlinal se hunde hacia el SW. En los flancos de esta estructura se advierten

frecuentes pequeños repliegues, a veces muy apretados, que en numerosas ocasiones vienen acompañados de fallas normales.

La falla de dirección Norte-Sur, que diferencia los subbloques de Vega de Agost y Sierra Ventós-Los Tajos, interrumpe hacia el Oeste, el sinclinal mencionado anteriormente. Tal vez paralela a esta falla y más hacia el Oeste, exista bajo los materiales cuaternarios del Valle de Agost una falla por la que presumiblemente se haya inyectado el Trias.

**5. HIDROGEOLOGIA.**

### 5.1. CARACTERISTICAS LITOLOGICAS.

Los materiales que constituyen el acuífero pertenecen al Cenomaniense Superior-Turonense, formado por calizas con Pithonellas blancas o grises con una potencia aproximada de 100 m.

En principio cabe suponer que el resto de materiales descritos son impermeables, a excepción de los materiales cuaternarios.

El impermeable de base lo constituyen la ritmita margosa del Albiense Superior y/o la alternancia de margas y margocalizas detríticas del Cenomaniense Inferior. El impermeable de techo viene definido por margas y margocalizas del Senoniense.

### 5.2. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS.

El acuífero de Ventos-Castellar estructuralmente está formado por un sinclinal de dirección NE-SW cuyo eje periclinal se hunde hacia el SW. En los flancos de esta estructura se advierten frecuentes pequeños

repliegues a veces muy apretados, que en numerosas ocasiones vinieron acompañados de fallas normales, algunas de éstas hacen posible la repetición Turoniense-Senoniense. Hay que destacar la falla, de dirección casi N-S que interrumpe hacia el W los dos flancos del sinclinal. Tal vez paralela a esta falla, y mas hacia el W, exista bajo los materiales cuaternarios de la depresión de Agost una falla por lo que presumiblemente se haya inyectado el Trias; esta falla constituiría el límite W del acuífero.

El acuífero está limitado al Norte por una fractura de dirección NEE-SWW que pone en contacto los materiales cretácicos con las margas abigarradas y yesos del Keuper de Sarganella-Reus. El límite Este y Sureste está constituido por el impermeable de base. Por último el límite Oeste del sistema, situado por debajo del Cuaternario de Agost, está peor definido, aunque la hipótesis más aceptada es la existencia de intrusión triásica que cerraría el sistema. Este hecho viene apoyado por el fuerte contraste entre el estado hidráulico de un lado y otro de la depresión. En efecto al Oeste, en el sistema acuífero de la Sierra del Cid, existía en

1988 un avanzado estado de sobreexplotación con bajadas continuadas en los niveles piezométricos del orden de 6 m/año, mientras en Ventós-Castellar la única explotación existente es el sondeo Tabarias con un nivel piezométrico estabilizado durante los últimos años, variando como respuesta a las precipitaciones. La diferencia de niveles piezométricos en uno y otro lado es de 200 m.

De cualquier manera y aun en el caso de ponerse de manifiesto la ausencia de Trias en este sector, en la depresión de Agost ha de existir un límite que cerraría el sistema, puesto que los datos hidrogeológicos conocidos así lo ponen de manifiesto.

### **5.3. CARACTERISTICAS PIEZOMETRICAS.**

No hay datos suficientes para determinar la forma de la superficie piezométrica, ya que los únicos puntos de agua existentes son el sondeo de abastecimiento a Agost (2834-3011), y el manantial (2834-3010).

El sentido del flujo subterráneo debe realizarse en dirección NE-SW, desde las sierras al sondeo situado a unos 300 m al N del antiguo manantial .

El nivel piezométrico responde muy rápidamente a las lluvias, que normalmente se suceden concentradas en muy pocos días al año. Actualmente el nivel estático (3-VI-92) se sitúa a 320,70 m.s.n.m.

De la evolución histórica de niveles para el punto de control (2834-3011) se puede deducir que la piezometría en el acuífero se caracteriza por unos máximos y mínimos interanuales normalmente los primeros en otoño y primavera y los últimos en verano siendo el régimen general de agotamiento.

#### **5.4. CAPTACIONES EXISTENTES.**

La única captación existente en el acuífero es el sondeo 28343011, denominado sondeo Tabarias. La extracción se utiliza para abastecimiento al municipio de Agust. Este sondeo con una profundidad de 200 m. capta las calizas y margocalizas del Turoniense-Senoniense.

### 5.5. PARAMETROS HIDRODINAMICOS.

Se cuenta con el bombeo de ensayo realizado, por el I.G.M.E., en el sondeo Tabarias durante el mes de marzo de 1979. Se bombeó un caudal constante de 42,5 l/s, obteniéndose una depresión del nivel piezométrico de 13 m en 15 horas, a continuación fue observada la recuperación durante otras 15 horas. Los resultados obtenidos indicaron que el acuífero posee, en el emplazamiento del sondeo, una transmisividad de 200 m<sup>2</sup>/hora.

### 5.6. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO.

La recarga del acuífero se produce en las zonas de afloramiento de sus materiales permeables, Sierras del Ventós y Castellar, sobre una superficie aproximada de 7 Km<sup>2</sup>. La recarga procede de la infiltración de la lluvia útil caída sobre éstos.

La descarga se realiza únicamente a través del sondeo Tabarias (2834-3011); anteriormente a la ejecución del sondeo esta se producía por el manantial (2834-3010). Desde que se bombea en Tabarias éste se ha secado, funcionando esporádicamente en época de intensas lluvias. Se

puede cifrar en 0,390 Hm<sup>3</sup> la extracción anual del acuífero por bombeo.

Por lo que respecta a transferencias laterales, estas se consideran nulas, ya que como se explica en el capítulo anterior los límites del acuífero se consideran estancos.

#### 5.7. BALANCE HIDRICO.

Los términos del balance quedan claramente definidos del siguiente modo:

**Entradas:** se producen por infiltración de lluvia, sobre la zona de afloramiento de materiales permeables del acuífero, estimándose ésta, según los datos del modelo estocástico realizado próxima al 12% de la lluvia total, sobre una superficie de 7 Km<sup>2</sup>.

**Salidas:** únicamente se realizan extracciones en el sondeo Tabarias.

El balance para el año medio del período (1979-91) es, a partir de los datos obtenidos del modelo estocástico:

**Entradas: ( hm<sup>3</sup>/año)**

\*Infiltración de lluvia: 0,198 .

**Salidas: (año 1991)**

\*Bombeo Tabarias: 0,390.

- Variación de almacenamiento -0,192.

**5.8. GRADO DE EXPLOTACION DEL ACUIFERO.**

A la vista del balance y de la evolución piezométrica observada se puede determinar que el acuífero está desequilibrado, y que la extracción que en el mismo se efectúa es superior a la media de sus recursos renovables.

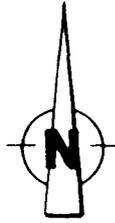
Esta situación implica una utilización de reservas, en el acuífero, superior a las necesarias para la regulación de sus recursos y como este exceso no es recuperado se produce el descenso acumulado observado.

### 5.9. RESERVAS EXPLOTABLES.

A partir de las isohipsas del muro del nivel permeable del acuífero y de la situación de la superficie piezométrica, se deduce que las reservas movilizables, desde el sondeo de abastecimiento a Agost, ascienden a  $3,6 \text{ hm}^3$  suponiendo una porosidad eficaz del 1%.

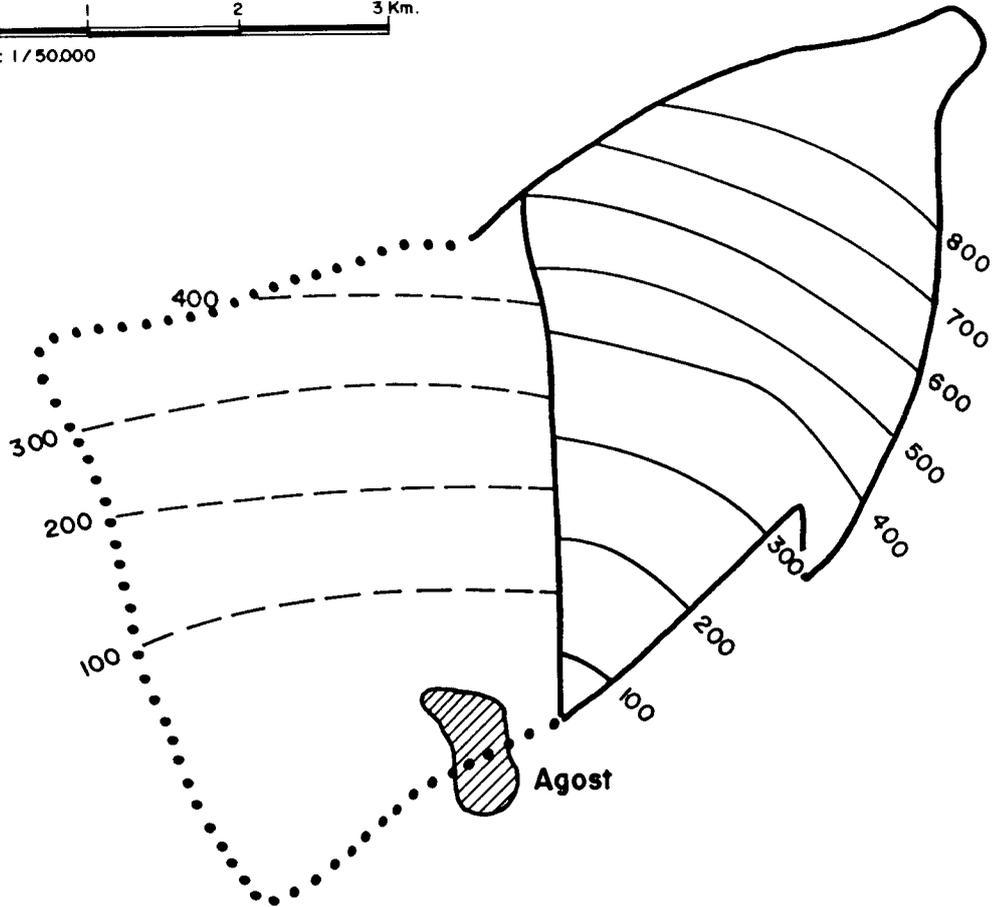
Esto implica que si no se disminuye el consumo actual del agua o se importa ésta de fuentes exteriores al acuífero, las reservas movilizables únicamente durarán algunas decenas de años.

Hasta ese momento los descensos continuarán, y se incrementará consecuentemente el coste del agua por la mayor altura de elevación.



0 1 2 3 Km.

Escala: 1/50000



**LEYENDA**

- LIMITE DEL ACUIFERO
- ..... LIMITE SUPUESTO DEL ACUIFERO

**ESBOZO ISOHIPSAS DE LA BASE DEL**  
**CENOMANIENSE - TURONIENSE**

6. - HIDROQUIMICA.

El sondeo de abastecimiento urbano a Agost se incluye en la red de la vigilancia de la calidad del ITGE desde 1979.

Químicamente se trata de un agua de facies cloro-sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésico-sódica, potable según la R.T.S., aunque con elevados contenidos en  $\text{Cl}^-$  y  $\text{SO}_4^{=}$ . La conductividad alcanza valores que oscilan entre los 1100 y 1500 ohmios/cm. Se trata de aguas muy duras que alcanzan valores de dureza total entre 420 y 500 mg/l de  $\text{CaCO}_3$ . Adquieren la calificación sanitaria de TOLERABLE.

7. - EVALUACION DE  
VOLUMENES DE AGUAS  
RESIDUALES GENERADOS.

Las aguas residuales que se generan en la población de Agost son vertidas sin ningún tipo de tratamiento al Barranco Blanco. Actualmente no son utilizadas para ningún fin, simplemente discurren superficialmente hasta que se infiltran en el acuífero cuaternario.

El volumen anual producido es del orden de unos 350.000 m<sup>3</sup>/año

8.- ANALISIS DEL USO DEL  
AGUA. VOLUMENES  
DISPONIBLES Y DEMANDAS.

### **8.1. USO DEL AGUA.**

El agua extraída del sondeo Tabarias (283430011) se emplea para el abastecimiento urbano de la población de Agost y áreas limítrofes, con una población total de 3.800 habitantes residentes en el municipio y un incremento estacional no superior al 10%.

Existe en el municipio una importante actividad cerámica y de alfarería, que consume una cantidad variable de agua de manera esporádica, puesto que disponen de pequeños pozos que captan el acuífero cuaternario.

### **8.2. ESTIMACION DE LA DEMANDA.**

La dotación aplicada en el municipio es de 173 l/hab/día. Esta cifra se ha obtenido en función del consumo urbano anual de la población, estimado en

250.000 m<sup>3</sup>/año, y de la población media del municipio que asciende a 3.900 habitantes.

Por otra parte, el consumo anual de las industrias alfareras se ha estimado también en 140.000 m<sup>3</sup>/año. Por lo que el volumen anual empleado es de 390.000 m<sup>3</sup>/año.

En años anteriores las necesidades eran cubiertas entre el sondeo Tabarias (28343011), la mayor parte del año y con el refuerzo en épocas estivales del agua de otro sondeo ubicado en término municipal de Tibi. En los últimos años el nivel del agua de este sondeo (28338001) sufrió un fuerte descenso, lo que ha producido una importante reducción de su explotación. Por lo que se tuvo que aumentar el régimen de bombeo del sondeo Tabarias (38243011), lo que ha producido un descenso de 30 m. en el nivel del pozo durante el último año.

En la actualidad existe un proyecto para la construcción de un sondeo nuevo en las proximidades del abandonado sondeo 28338001, de tal forma que el abastecimiento urbano quede compartido entre éste y Tabarias, evitando así el desequilibrio del sistema acuífero Ventós-Castellar. Mientras se realiza el nuevo sondeo proyectado, se complementa en épocas de

máxima demanda, el volumen extraído en el sondeo Tabarías con agua que se toma del Canal de la Huerta procedente del sistema acuífero Jumilla-Villena.

### 8.3. RELACION APORTACION-DEMANDA.

La demanda actual del municipio de Agost no se puede satisfacer con el acuífero de Ventós-Castellar, por lo que se ha de pensar en otra solución que pudiera ser el nuevo sondeo pendiente de ejecución.

9. - ANALISIS DE  
INFRAESTRUCTURAS.

La infraestructura hidráulica de la zona está compuesta por las derivadas de la captación y distribución de agua al municipio, es decir, consta del sondeo, depósito regulador, conducciones principales y red de distribución.

10 . - NORMAS DE  
EXPLOTACION .

## 10.1. NORMATIVA GENERAL.

### 10.1.1. Sectorización.

El conocimiento actual aconseja considerar el acuífero como un ente individual de carácter homogéneo a escala macroscópica.

### 10.1.2. Volumen máximo de explotación.

El volumen máximo de explotación recomendado es de 0,198 Hm<sup>3</sup>/año de valor medio, cifra que coincide con los recursos medios estimados para el período (1979-1991).

### 10.1.3. Captaciones de escasa importancia.

No se considera conveniente autorizarlas dado la explotación actual del acuífero.

### 10.1.4. Prescripciones generales de orden técnico.

Se establece de forma obligada la inclusión de algunos elementos constructivos de rango menor, que

permitan ejercer el adecuado control sobre la concesion.

Esta debería equiparse con los siguientes elementos:

- Tubo piezométrico.
- Contador.
- Espita de toma de agua a la salida de la tubería.

Los objetivos perseguidos son de dos tipos, por una parte facilitar, el desarrollo de estudios y trabajos posteriores y, por otra, poder verificar los condicionantes impuestos a la concesión.

En otro orden de cosas y para el caso de abandono futuro de pozos y sondeos, se deberá imponer también con carácter general la obligatoriedad de proceder a las oportunas actuaciones que requerirán el cierre hermético de la captaciones. Si la perforación fuese negativa y no presentase especiales problemas hidrogeológicos, se procederá a su relleno con terreno natural, cementando solamente el tramo superior de la misma.

### 10.2. ZONIFICACION.

Dado el carácter de desequilibrado que tiene el acuífero y su uso casi exclusivo para abastecimiento urbano, a la hora de establecer la norma para la concesion de nuevas explotaciones, se clasifica toda la superficie del acuífero como zona NO AUTORIZADA, no debiéndose permitir en ella nuevas autorizaciones concesionales.

### 10.3. PERIMETRO DE PROTECCION.

Dado la reducida extensión del acuífero y su desequilibrio, el perímetro propuesto debe inscribir toda su superficie. Por consiguiente se propone el perímetro definido por la poligonal siguiente:

Tabla nº 1: Perímetro de protección.

PUNTO	X	Y	Z(m)
A	709,250	4262.400	530
B	708.400	4258.700	480
C	704.750	4256.250	307
D	702.850	4260.000	440

El perímetro propuesto difiere del realizado en 1987 por el ITGE en que éste último incluye las

calcarenitas con Orbitolinas del Cenomaniense Inferior que afloran al Este del municipio de Agost, que no pertenecen al acuífero.

## 11 . MODELO ESTOCASTICO .

### 11.1.- METODOLOGIA.

El objetivo del trabajo es la obtención, por medio de métodos estocásticos, de un modelo que reproduzca el comportamiento del acuífero ante la influencia de valores conocidos de pluviometría y bombeos, y permita estimar sus recursos renovables ante distintas hipótesis de recarga.

Matemáticamente, si se considera el acuífero como una caja negra con unos valores conocidos de entradas y salidas de agua, el problema será encontrar la relación funcional que explique la variación del nivel piezométrico como respuesta a las variables de entradas y salidas.

En el caso que nos ocupa se va a buscar un modelo lineal estocástico que contemple la relación entre piezometrías, pluviometrías y bombeos, rechazándose cualquier otra variable de influencia, debido a que las utilizadas son de fácil y rápida obtención, por lo que permitirán la realización de rápidas predicciones.

Hay que señalar que el modelo se ajusta y sirve únicamente de acuerdo con la información disponible y

la calidad de la misma, y que la universalidad de las conclusiones lo será en función de si los datos del período elegido para la modelización contienen en sí mismos todas las características particulares del acuífero. Es decir, la muestra es suficientemente representativa de la población.

#### 11.1.1.- Fases de desarrollo.

Para la realización del presente trabajo se ha seguido la metodología que se indica a continuación.

##### 1 - Evaluación y análisis de la información disponible.

La estadística se basa en que cogiendo una parte de la información del todo, llegar a principios generales (no deterministas) que lo expliquen y lo predigan. Por ello, en primer lugar, y de una forma muy importante y básica, ha de evaluarse y analizarse la información disponible, porque a partir de ella se va a construir el modelo.

En esta fase se analizan las series de datos, se detectan los valores extraños (outlayers), se observan

las características particulares de cada serie, y se establece la necesidad de aplicarles aquella transformación que ajuste los datos a la distribución normal, antes de proceder a las fases siguientes, ya que el ajuste de un modelo lineal exige ciertas características que los datos han de cumplir para poder ser aplicable dicho modelo lineal y ser útil en su explotación.

## 2 - Identificación del modelo lineal.

Una vez evaluados y analizados los datos y realizados sobre ellos las depuraciones y transformaciones precisas para su adecuación a la modelización lineal, se ha de proceder a la identificación de dicho modelo lineal, consistente en el análisis de las relaciones que puedan existir entre las variables y el establecimiento de los posibles retrasos en el tiempo que puedan tener las variables independientes.

## 3 - Calibración del modelo lineal.

Una vez identificado el modelo, el siguiente paso es que mediante un procedimiento algorítmico de ajuste por mínimos cuadrados, calcular los parámetros de la

ecuación lineal que relaciona la variable dependiente piezometría con las dos variables independientes, pluviometría y bombeos. A este proceso de cálculo se le denomina calibración del modelo, consistente, en resumen, en el cálculo de los parámetros de la ecuación lineal seleccionada en la fase anterior de identificación del modelo.

#### 4 - Verificación del modelo y análisis de residuos).

Por último, una vez calibrado el modelo, es menester proceder a la verificación del mismo mediante la llamada metodología del análisis de residuos, para conocer el grado de ajuste de la información predicha por el modelo con los datos observados en la realidad y empleados en la construcción del mismo.

Como consecuencia de este proceso, en algunos casos se toma la decisión de la depuración de ciertos datos y la vuelta a la fase de calibración para obtener unas predicciones que se ajusten mejor a los datos observados, y por lo tanto, el modelo se ajuste mejor a la realidad y sea más válido y útil en la explotación.

11.1.2.- Parámetros estadísticos univariantes utilizados en la evaluación y análisis de la información disponible..

Para la evaluación y análisis de la información disponible, así como la determinación de las transformaciones necesarias que se le han de aplicar para ajustar los datos a las condiciones exigidas en la modelización lineal, se utilizan los siguientes parámetros estadísticos univariantes:

\* Media muestral :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

donde n es el número de los datos, y xi, cada uno de los valores de la variable en cuestión observada.

\* Varianza muestral insesgada:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Donde n es el número de los datos, x es la media muestral, y xi, cada uno de los valores de la variable en cuestión observada.

\* Desviación típica :

$$s = \sqrt{(s^2)}$$

\* Asimetría :

$$a = \frac{1}{n \cdot s^3} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$$

Donde a es el valor del coeficiente de asimetría muestral de Fisher, y presentara el valor 0 para una función de distribución totalmente simétrica, mayor de 0 cuando la moda se encuentre a la izquierda de la media, y menor de 0 cuando ocurra lo contrario. En líneas generales se puede aceptar la hipótesis de normalidad (totalmente simétrica) si a, en valor absoluto, no sobrepasa el valor de  $2\sqrt{(6/n)}$ , para el 95% de confianza.

\* Kurtosis :

$$k = \left[ \frac{1}{n \cdot s^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \right] - 3$$

Donde k es el valor del coeficiente de apuntamiento o kurtosis muestral de Fisher, y presentará el valor 0 para distribución normal, será mayor que 0 para

distribuciones apuntadas y menor de cero para distribuciones más planas. Se acepta en líneas generales la hipótesis de normalidad si  $k$  en valor absoluto es menor de  $2\sqrt{(24/n)}$  para el 95% de confianza.

### 11.1.3.- Modelo lineal multivariante.

En el caso concreto presente, la fase de indentificación proporciona un modelo de regresion lineal multiple, en el que la variable de piezometría sería el término dependiente, y las variables de pluviometría y bombeos los términos independientes.

La forma general de una ecuación de regresion lineal multiple es la siguiente :

$$y = c_0 + c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + \dots + c_n \cdot x_n$$

donde  $y$  es la variable dependiente (en el caso presenten es la piezometría) y  $x_1, x_2, \dots, x_n$  son las diferentes variables independientes (en el caso presente, bombeos y lluvia),  $c_0, c_1, c_2, \dots, c_n$ , son

los coeficientes o parámetros de la ecuación del modelo lineal.

## 11.2.- MODELIZACION LINEAL DEL ACUIFERO DE VENTOS-CASTELLAR.

### 11.2.1.-Información disponible.

Para el ajuste de este modelo se toman tres series temporales, correspondientes a los valores observados de bombeos, pluviometrías y piezometrías diarias entre las fechas 25-7-86 y 28-10-87, un periodo muy corto, coincidiendo además con un año climatológicamente seco, de pluviometrías muy escasas. Estas series provienen del sondeo N° 28-34/3/0011, situado en el término municipal de Agost, en el paraje de "El Ventós".

Para su utilización en el modelo lineal, los datos han sido resumidos en observaciones mensuales, tomando para las piezometrías la cota observada en el último día del mes, para las pluviometrías el total de agua recogida en cada mes en la población, y para los bombeos, el total de agua bombeada al mes en el acuífero.

Las medidas piezométricas se expresan en metros de cota sobre el nivel del mar en Alicante (m.s.n.m.), las pluviometrías en litros/m<sup>2</sup> de agua recogida en la estación pluviométrica durante un mes (mm/mes), y los bombeos en m<sup>3</sup>/mes. Se incluyen en el estudio un total de 15 casos u observaciones. La t de student calculada para 15 casos y un 95% de intervalo de confianza es 2.131.

La hipótesis de normalidad se puede aceptar, para un grupo de 15 casos, si la Asimetría y la Kurtosis se encuentran dentro de los siguientes límites :

$$\begin{aligned} -1.26 &\leq a \leq 1.26 \\ -2.52 &\leq k \leq 2.52 \end{aligned}$$

Es decir, se admite la serie de datos como normal, si "a" en valor absoluto es menor o igual a 1.26, y "k" en valor absoluto es menor o igual a 2.52.

Las series que se emplearán en el estudio se representan en la siguiente tabla:

NUM	AA	MM	PZ	DPZ	PV	BM
1	86	8	319.00	-1.00	.00	13210.0
2	86	9	319.00	.00	.00	11760.0
3	86	10	325.00	6.00	76.00	2820.0
4	86	11	331.00	6.00	.00	6190.0
5	86	12	330.00	-1.00	.00	8220.0
6	87	1	329.00	-1.00	22.00	8940.0
7	87	2	329.00	.00	28.00	200.0
8	87	3	329.00	.00	18.00	8020.0
9	87	4	328.00	-1.00	.00	9380.0
10	87	5	327.00	-1.00	28.00	7740.0
11	87	6	326.00	-1.00	.00	27400.0
12	87	7	323.00	-3.00	.00	35960.0
13	87	8	321.00	-2.00	.00	35340.0
14	87	9	318.00	-3.00	.00	17700.0
15	87	10	325.00	7.00	128.00	17620.0

Tabla 1.1 - Datos brutos empleados

Donde PZ es la piezometría del punto de agua N°28-34/3/0011, DPZ las diferencias de cota apreciadas en cada observación con respecto a la precedente, PV las pluviometrías, y BM los bombeos totales del acuífero. La precisión con que se han tomado las medidas piezométricas es de  $\pm 1$  metro.

Los estadísticos de las series anteriores son los siguientes:

Número de observaciones válidas = 15.00

Variable	Media	Desv.Tip.	Asimetría	Kurtosis
PZ	325.27	4.33	-.49	-1.13
DPZ	.33	3.24	1.35**	.53
PV	20.00	36.39	2.33**	5.47**
BM	14033.33	10958.85	1.08	.28

(\*\* Incumplen la hipótesis de normalidad)

Tabla 2 - Estadísticos de los datos brutos empleados

Tal y como se observa en la tabla 2, tanto la serie de las diferencias de piezometría (DPZ) como la serie de la variable pluviometría (PV) presentan una gran asimetría, es decir, la existencia de unos pocos valores extraordinariamente grandes hace que la media y la desviación típica tengan valores mucho mayores que los que corresponden a la gran mayoría de los datos. Asimismo, estas dos variables presentan una desviación típica mayor que la diferencia entre la media de cada serie y su mínimo. Por todo ello, la serie de diferencias de piezometría y la de pluviometrías incumplen la hipótesis de normalidad necesaria para su inclusión en los cálculos del modelo lineal multivariante del presente acuífero y precisan, o bien de una transformación que las normalice, o bien de la depuración de aquellos valores que por su

escepcionalidad escapen a la dinámica del resto de los datos.

Hay que señalar que, debido a la brevedad del periodo que se contempla (tan solo 15 meses), a las características del acuífero (de tamaño reducido, respuesta muy rápida, falta de suelo, con grandes pendientes, ect...), así como a las características climatológicas de la zona (cíclica anual con periodos de varios meses de sequía acompañados de lluvias torrenciales esporádicas), no se han podido producir las pluviometrías suficientes como para que las lluvias importantes y sus consecuencias en los niveles piezométricos tengan un peso estadístico suficiente frente al resto de la masa de datos, que les haga perder su caracter escepcional y normalice la distribución sin necesidad de depurar estos valores tan altos.

Para una apreciación estadística completa de las características del acuífero sería aconsejable disponer de, por lo menos, observaciones de 3 a 4 años, tiempo necesario para que los ascensos debidos a las lluvias torrenciales tengan como datos una masa importante con

respecto al resto de las observaciones, normalizándose más la distribución de la variable.

### 11.2.2.- Evaluación y análisis de la información disponible

#### **PIEZOMETRIAS**

Las piezometrias se expresan en m.s.n.m. en Alicante, observadas en el piezómetro N°28-34/3/0011, esquemáticamente se denominan como PZ, y se representan en la figura 4.

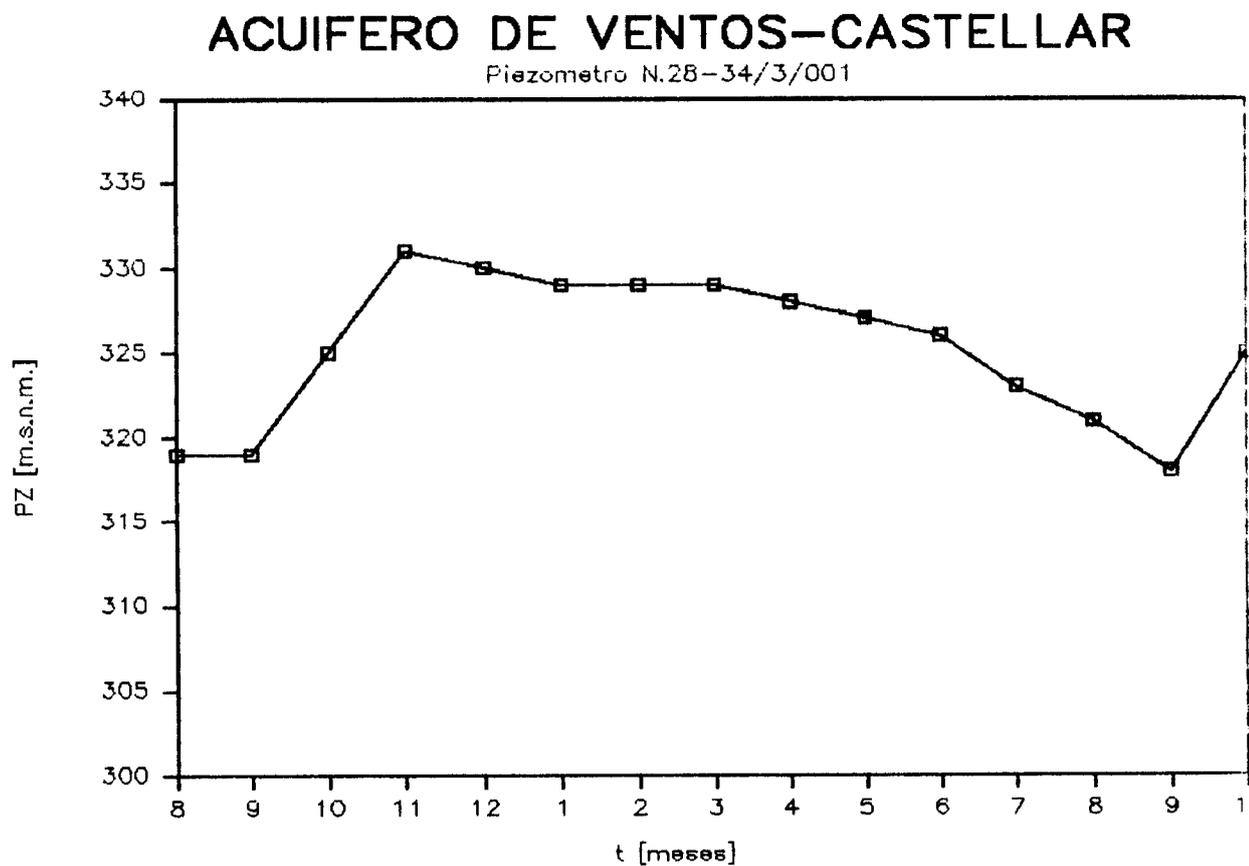


Figura 4 - Gráfica de piezometrías

En esta gráfica se observa que la serie presenta una forma característica en diente de sierra, con un ascenso muy rápido, y un periodo de caída mucho mas largo, unos 11 meses, que hace descender los niveles de nuevo a casi la cota inicial. Los dos ascensos que se observan dentro del periodo utilizado se producen en el mes de Octubre de los años 1986 y 1987, y tienen una

magnitud total bastante similar, por lo que se puede decir que el piezómetro presenta una evolución cíclica de carácter anual.

Por necesidades derivadas de la construcción del presente modelo lineal, la variable dependiente a utilizar serán las diferencias de piezometría, que representaremos como DPZ, siendo:

$$DPZ(t) = PZ(t) - PZ(t-1)$$

donde  $PZ(t)$  es la observación de piezometría en el tiempo  $t$ , y  $PZ(t-1)$  es la piezometría de la observación anterior, es decir, un mes antes.

En la figura 5 se presenta la representación gráfica de esta variable diferencia de piezometría:

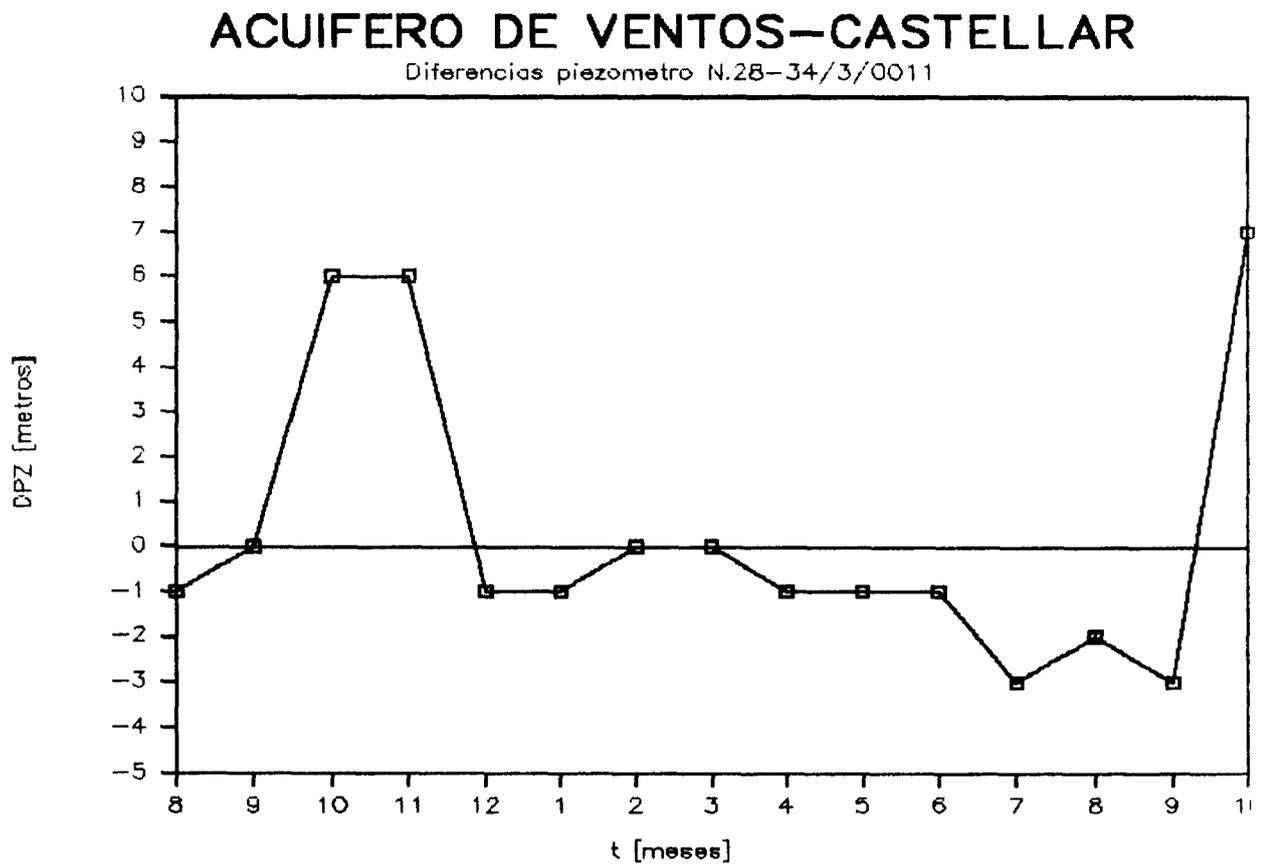


Figura 5 - Gráfica de la diferencia de piezometría

En esta figura se puede observar que, en el periodo contemplado, las diferencias de piezometría presentan dos picos positivos muy grandes en los meses de Octubre de cada año, siendo el resto de los valores 0 o menores de 0.

En la siguiente tabla 3 se presentan los datos de diferencias de piezometría (DPZ), y los datos del

"logaritmo neperiano de la diferencia de piezometría" (LNDPZ), que es, como se verá más adelante, la transformación que más normaliza la serie. Junto a estas variables aparecen las variables SDPZ, estudentización de la variable anterior diferencias de piezometría, y SLNDPZ, estudentización de la transformación, en donde los datos que superan en valor absoluto la cantidad de 2.131 (t de student para 15 casos y un 95% de intervalo de confianza) son considerados como valores extraños:

NUM	AA	MM	DPZ	SDPZ	LNDPZ	SLNDPZ
1	86	8	-1.00	-.43	1.39	-.27
2	86	9	.00	-.11	1.61	.16
3	86	10	6.00	1.81	2.40	1.66
4	86	11	6.00	1.81	2.40	1.66
5	86	12	-1.00	-.43	1.39	-.27
6	87	1	-1.00	-.43	1.39	-.27
7	87	2	.00	-.11	1.61	.16
8	87	3	.00	-.11	1.61	.16
9	87	4	-1.00	-.43	1.39	-.27
10	87	5	-1.00	-.43	1.39	-.27
11	87	6	-1.00	-.43	1.39	-.27
12	87	7	-3.00	-1.06	.69	-1.59
13	87	8	-2.00	-.74	1.10	-.82
14	87	9	-3.00	-1.06	.69	-1.59
15	87	10	7.00	2.13	2.48	1.82

(\*\* Valores extraños)

Tabla 3 - Diferencias de piezometrías

En ella se puede observar que no existen valores extraños en la serie de diferencias sin transformar, tan solo en Octubre de 1987 un valor que se sitúa en el límite establecido anteriormente, que ha sido completamente absorbido por la transformación.

En la siguiente tabla 4 se muestran los estadísticos univariantes de las variables DPZ y LNDPZ, calculados a partir de los 15 datos disponibles desde Agosto de 1986 a Noviembre de 1987:

Número de observaciones válidas = 15.00

Variable	Media	Desv.Tip.	Asimetría	Kurtosis
DPZ	.33	3.24	1.35**	.53
LNDPZ	1.53	.54	.48	-.02

(\*\* Incumplen la hipótesis de normalidad)

Tabla 4 - Estadísticos de las series de piezometría

En la tabla 4 se observa que la variable diferencias de piezometría (DPZ) presenta un valor de asimetría de 1.35, superior a 1.26, el valor que se estableció como límite para que una serie de 15 datos

podiera ser considerada como normal. Si la asimetría es un indicador numérico de la desviación de la moda o valor más repetido con respecto a la media, en este caso señala de nuevo la gran desviación de los valores extremos frente al resto de los datos.

También se puede observar en la tabla que esta variable (DPZ) presenta una kurtosis de 0.53, inferior al límite establecido por la hipótesis de normalidad, por lo que, con respecto a la kurtosis, la variable puede considerarse como normalmente distribuida.

A fin de normalizar esta serie de datos de diferencias de piezometría se ha seleccionado, mediante la preparación de series de prueba y siguiendo un método de tanteo, la transformación logarítmica siguiente:

$$\text{LNDPZ} = \ln(\text{DPZ} + 5)$$

por ser la que más normaliza la serie, maximiza la correlación con las pluviometrías y los bombeos, y minimiza el valor de la desviación típica frente a la media.

En la tabla anterior @t11.2.2, donde se han mostrado los estadísticos de las series de piezometría,

se puede observar que la nueva serie transformada cumple la hipótesis de normalidad al presentar valores de asimetría y kurtosis inferiores en valor absoluto a los límites calculados para una serie de 15 datos y un 95% de intervalo de confianza. Por todo ello se admite la serie transformada de las diferencias de piezometría como normalmente distribuida y apta para su utilización en la construcción del modelo lienal del presente acuífero.

#### **PLUVIOMETRIAS.**

Las pluviometrías se presentan en litros de agua por m<sup>2</sup> de superficie recogidos al mes en la población de Agost, desde Agosto del 1986 hasta Noviembre de 1987, y se representan en la figura 6.

## ACUIFERO DE VENTOS-CASTELLAR

Pluviometrías en Agosto (Alicante)

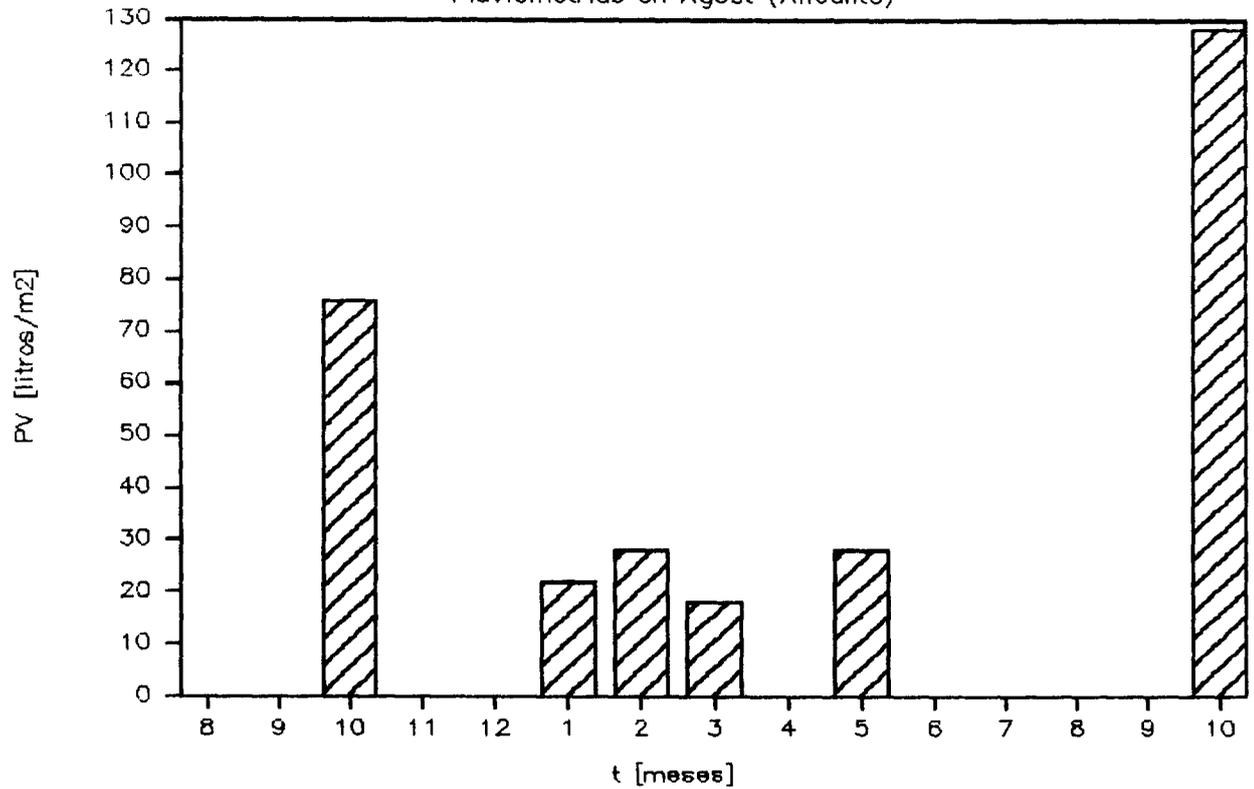


Figura 6 - Gráfica de pluviometrías

Se observa en esta gráfica que la pluviometría, dentro del período considerado y para este acuífero, es característica de un clima semi-desértico, cíclico anual con períodos muy prolongados sin lluvias, y precipitaciones de carácter torrencial que se producen en unos pocos días, produciéndose los valores más altos en los meses de Septiembre-Octubre de cada año.

En la tabla 5 se presentan los datos brutos de pluviometría (PV), la serie del "logaritmo neperiano de pluviometría" (LNPV), que como se verá más adelante, y por razones estadísticas, ha sido elegida como la serie de datos de entrada en el modelo lineal, y junto a ellas las series con los datos estudentizados (SPV, SLNPV), a fin de apreciar la existencia de valores extraños.

NUM	AA	MM	PV	SPV	LNPV	SLNPV
1	86	8	.00	-.57	2.30	-.74
2	86	9	.00	-.57	2.30	-.74
3	86	10	76.00	1.59	4.45	1.74
4	86	11	.00	-.57	2.30	-.74
5	86	12	.00	-.57	2.30	-.74
6	87	1	22.00	.06	3.47	.60
7	87	2	28.00	.23	3.64	.80
8	87	3	18.00	-.06	3.33	.45
9	87	4	.00	-.57	2.30	-.74
10	87	5	28.00	.23	3.64	.80
11	87	6	.00	-.57	2.30	-.74
12	87	7	.00	-.57	2.30	-.74
13	87	8	.00	-.57	2.30	-.74
14	87	9	.00	-.57	2.30	-.74
15	87	10	128.00	3.07**	4.93	2.28**

(\*\* Valores extraños)

Tabla 5 - Datos brutos y transformados de pluviometrías

Como se indicó anteriormente, se consideran valores extraños aquellos que en la serie estudentizada superan, en valor absoluto, la cantidad de 2.131 (t de

student para 15 casos y 95% de intervalo de confianza). Se observa que la serie de pluviometrías (PV) presenta 1 valor extraño, en Octubre del 87. Se observa también, que la serie del logaritmo neperiano de pluviometrías no ha conseguido eliminar el valor extraño, teniendo este todavía una magnitud superior aunque cercana a 2.13.

La explicación de la "extrañeza" de este valor se encuentra en la brevedad del periodo considerado, de apenas 15 meses, tiempo insuficiente para que, en un clima como el que se estudia, se produzcan las suficientes precipitaciones que harían que las observaciones en que exista una lluvia relevante tengan, estadísticamente, una importancia mayor respecto al resto de los casos.

De todas maneras, para una serie de 15 casos, se puede admitir la existencia de uno o dos valores no muy extraños, siempre que los parámetros estadísticos de la serie indiquen que está normalmente distribuida.

En la tabla 6 se presentan los parámetros estadísticos de las series de pluviometrías, y de su transformación logarítmica:

Número de observaciones válidas = 15.00

Variable	Media	Desv.Tip.	Asimetría	Kurtosis
PV	20.00	36.39	2.33**	5.47**
LNPV	2.95	.90	1.10	.06

(\*\* Incumplen la hipótesis de normalidad)

Tabla 6 - Estadísticos de pluviometrías

Tal y como se comentó anteriormente, la asimetría indica la tendencia de la mayoría de los datos a separarse de la media, siendo positiva cuando la separación es hacia los valores más pequeños, y negativa cuando lo es hacia los más grandes. Se considera como normalmente distribuida, y por tanto útil para su empleo en la modelización, aquella cuyo valor de asimetría sea, para 15 datos y un 95% de confianza, en valor absoluto menor de 1.26. Como se puede apreciar en la tabla anterior, la serie de datos brutos de pluviometría incumple este requisito de normalidad, al presentar una asimetría de 2.33.

La kurtosis, o apuntamiento muestral, indica la tendencia de los datos a presentar valores similares a los de la moda, siendo positiva cuando esta tendencia

es mayor de la que se esperaría en una distribución normal, y negativa cuando ocurre lo contrario. Se considera que, para 15 casos y 95% de intervalo de confianza, la serie está normalmente distribuida si su apuntamiento es menor en valor absoluto a 2.52. Como se puede observa en la tabla anterior (@t11.3.2), la serie de datos brutos de pluviometría presenta un apuntamiento de 5.47, muy superior al de una serie de distribución normal.

Para normalizar la serie de datos de pluviometría y eliminar los valores extraños se ha seleccionado, mediante la preparación de series de prueba y siguiendo un método de tanteo, la transformación logarítmica siguiente:

$$\text{LNPV} = \ln(\text{PV} + 10)$$

Por presentar parámetros normales de asimetría y kurtosis o apuntamiento, disminuir la relación entre la media y la desviación típica, presentar el menor número de valores extraños, y maximizar la correlación con la serie de diferencia de piezometría (DPZ).

En la tabla nº 6 anterior, donde se han mostrado los estadísticos de las series de pluviometrias y su transformación, se ha observado que esta última presenta valores de asimetría y kurtosis totalmente dentro de los límites impuestos por la hipótesis de normalidad, por lo que la serie se acepta como normalmente distribuida y apta para su empleo en la construcción del modelo lineal del presente acuífero.

#### **BOMBEOS**

Los bombeos se expresan en  $m^3$  de agua extraídos al mes, y se representan en la figura 7.

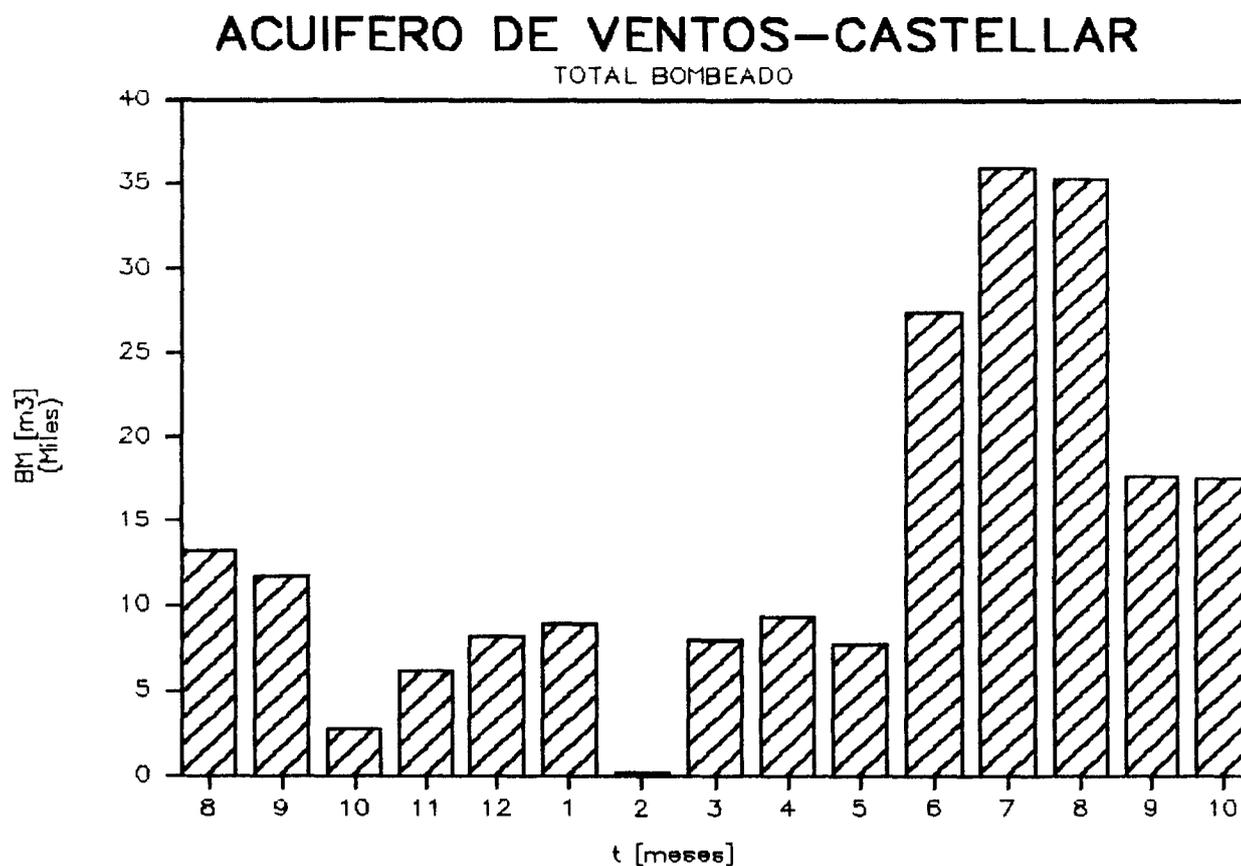


Figura 7 - Gráfica de bombeos

Se trata de una variable determinista, antrópica o tecnológica e independiente de la naturaleza. Presenta los valores mayores, dentro del período de 15 meses utilizado, de Junio a Agosto de 1987, y los menores en los meses iniciales del mismo año. Así mismo, se observa una diferencia bastante grande entre lo bombeado en Agosto, Septiembre y Octubre de 1986 y lo bombeado en los mismos meses en el año 1987, lo que podría indicar un cierto incremento en la utilización

del agua, aunque los datos son insuficientes para poder apreciar este efecto.

En la tabla 7 se presentan los datos brutos de bombeos (BM), y su estudentización (SBM) para el análisis de los valores extraños:

NUM	AA	MM	BM	SBM
1	86	8	13210.0	-.08
2	86	9	11760.0	-.21
3	86	10	2820.0	-1.06
4	86	11	6190.0	-.74
5	86	12	8220.0	-.55
6	87	1	8940.0	-.48
7	87	2	200.0	-1.31
8	87	3	8020.0	-.57
9	87	4	9380.0	-.44
10	87	5	7740.0	-.59
11	87	6	27400.0	1.26
12	87	7	35960.0	2.07
13	87	8	35340.0	2.01
14	87	9	17700.0	.35
15	87	10	17620.0	.34

Tabla 7 - Datos de bombeos

No se observa, en la tabla anterior, la existencia de valores extraños (aquellos que en la serie estudentizada tengan un valor superior a 2.131 o inferior a -2.131, t de student para 15 casos y un 95% de confianza).

En la tabla 8 se presentan los parámetros estadísticos de la serie de datos brutos de bombeos (BM):

Número de observaciones válidas = 15.00

Variable	Media	Desv. Tip.	Asimetría	Kurtosis
BM	14033.33	10958.85	1.08	.28

Tabla 8 - Estadísticos de las series de bombeos

Se considera que en una distribución normal, para 15 casos y con un 95% de intervalo de confianza, la asimetría no debe ser en valor absoluto, superior a 1.26. Tal y como se observa, la serie de datos brutos de bombeos (BM), presentan un valor de asimetría inferior (1.08), por lo que, con respecto a la asimetría, la serie se considera como normalmente distribuida.

Así mismo se observa en la tabla anterior que la serie de datos brutos de bombeos (BM) presenta una kurtosis de 0.28, por lo que, con respecto al apuntamiento, la serie se considera como normalmente distribuida.

Por todo ello, la serie de datos mensuales de bombeos del acuífero de Ventos-Castellar en el período de Agosto de 1986 a Octubre de 1987 se considera como normalmente distribuida y apta para su utilización en la construcción del presente modelo lineal multivariante.

### 11.2.3.- Conclusiones a la fase de evaluación y análisis de la información disponible.

A la vista de lo expuesto anteriormente se concluye que las variables a utilizar en el ajuste del modelo lineal son las siguientes:

\*Variable dependiente diferencias de piezometría:

$$\text{LNDPZ} = \ln(\text{DPZ} + 5)$$

\*Variable independiente pluviométrías:

$$\text{LNPV} = \ln(\text{PV} + 10)$$

\*Variable independiente bombeos:

BM

Donde  $\ln$  es la función logaritmo neperiano, y DPZ, PV y BM, las variables explicadas anteriormente de diferencia de piezometrías, pluviometrías y bombeos.

### 11.3.- IDENTIFICACION DEL MODELO LINEAL

En esta fase se identifican las relaciones entre variables, a fin de establecer las que pudieran tener más influencia sobre la variable dependiente y cual es el desfase entre las mismas que proporciona la mayor correlación, así como establecer el grado de independencia entre las variables independientes.

El desarrollo se llevará a cabo de la siguiente manera:

1º) Análisis de las correlaciones cruzadas entre la variable dependiente piezometría y cada una de las variables independientes, pluviometría y bombeos.

2º) Análisis de la matriz de correlacion bivariante.

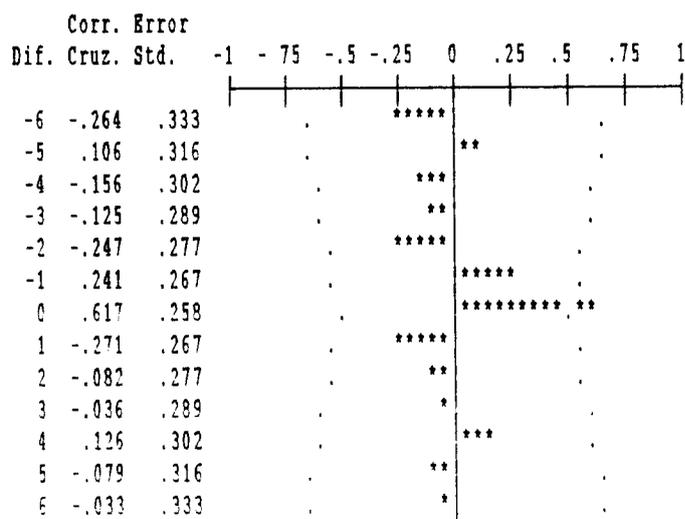
Para que la correlación entre dos variables sea significativa se requiere, para 15 datos y el 95% de intervalo de confianza, que el coeficiente de correleación sea superior a:

$$\text{Rho} = \sqrt{(t^2 / (n-2+t^2))} = \sqrt{(4.54 / (15-2+4.54))} = 0,50$$

11.3.1.- Análisis de correlaciones cruzadas entre diferencias de piezometría y pluviometría.

La gráfica de la función de correlaciones cruzadas de las series de las diferencias de piezometría con las pluviometrías se observa en la figura 8.

Correlaciones cruzadas :LNDPZ  
LNPV



Simbolos : Autocorrelaciones \* Limites de error standard .

Figura 8-Funcion de correlaciones cruzadas, dif. piezometrías-pluviometrías

Tal y como se observa en esta figura 8, se aprecia una correlación positiva importante (0,617) sin desplazamiento en el tiempo, lo que indicaría que la pluviometría influye instantáneamente (en el mismo mes), o con retrasos inferiores a los mensuales, en el nivel piezométrico, es decir,

**"LNDPZ(t) es linealmente dependiente de una forma significativa con LNPV(t)"**

En figura 9 se presenta la gráfica de dispersión de las dos variables:

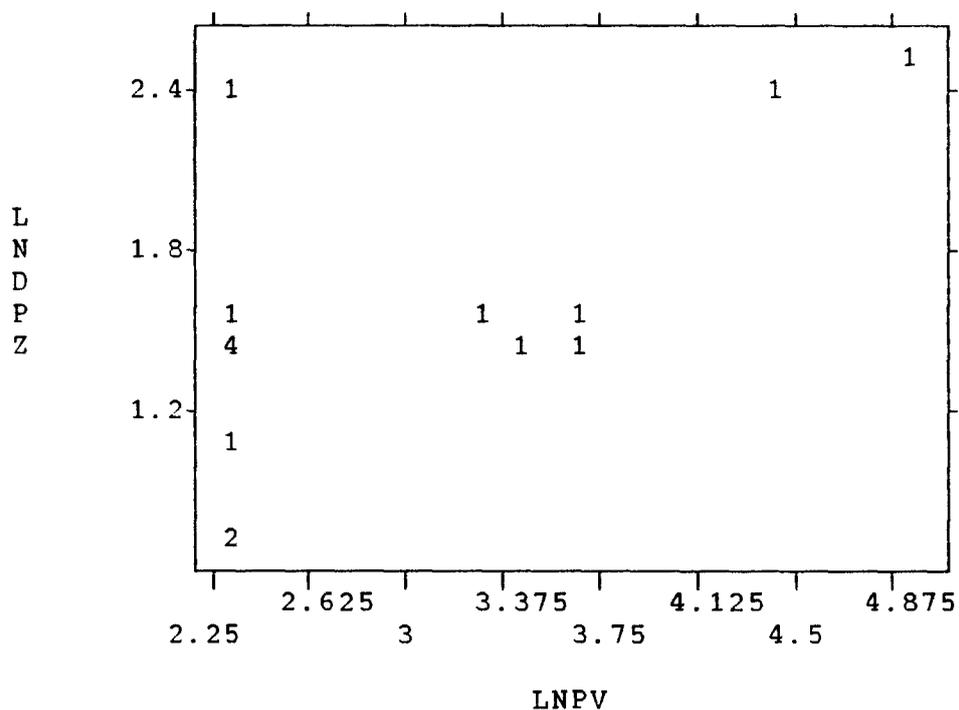


Figura 9-Gráfica de LNDPZ con LNPV

En esta figura se aprecia que la nube de puntos se agrupa alrededor de un eje dominante inclinado, de tal forma que al crecer la pluviometría los incrementos de piezometría son mayores, y al decrecer se producen decrementos también cada vez más grandes. Se aprecia, sin embargo, la existencia de un incremento grande de piezometría que se produce con una pluviometría 0, saliéndose fuera de la nube de puntos y constituyendo un valor extraño en la correlación (outlayer), que corresponde a la observación del mes de Noviembre de 1986, y que sería necesario depurar.

Se observa asimismo la existencia de un pequeño grupo de puntos que se sitúan ligeramente fuera del eje anteriormente descrito, los cuales corresponden, igualmente al caso anterior, a pluviometrías muy bajas con diferencias de piezometría no tan bajas como debiera esperarse. Se observa que existen en este grupo unos 5 puntos (ver figura 9). En la figura 6 (gráfica de pluviometrías), se puede ver que estas medidas corresponden a meses sin pluviometría, donde la respuesta del acuífero depende por completo de la magnitud de los bombeos.

De todas formas, aunque estos datos seguramente embarrarán el modelo lineal, se puede pensar en su utilización, para forzar al modelo a predecir, en su explotación, valores desde el lado de la seguridad, garantizando que ante un período de sequía similar no

se produzca la sobreexplotación, no deseada, del acuífero.

11.3.2.- Análisis de las correlaciones cruzadas entre las diferencias de piezometría y los bombeos.

La gráfica de la función de correlaciones cruzadas de las variables de diferencia de piezometrías con la variable de bombeos se observa en la figura 10.

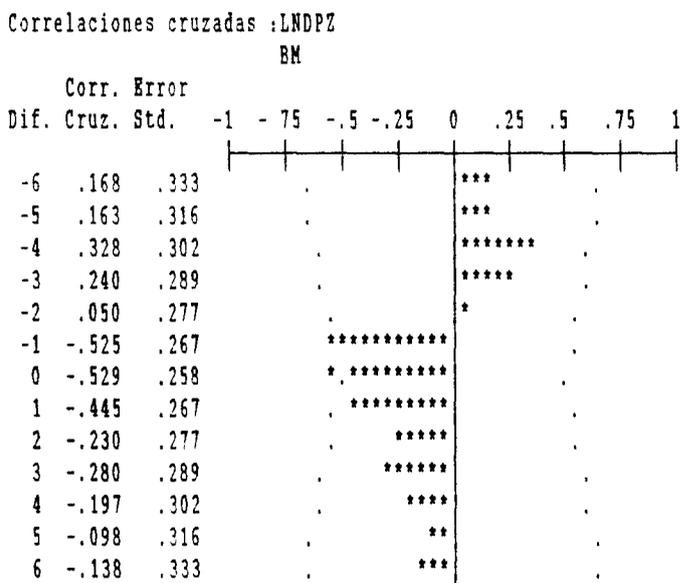


Figura 10- Correlaciones cruzadas LNDPZ con LNBM

En esta figura se observa la existencia de una correlación negativa significativa con un desplazamiento de 0 y -1 mes, lo que indica que, en el

presente acuífero y para los datos de que se dispone, los bombeos influyen en los niveles piezométricos en el mismo mes, o con un mes de retraso.

En la figura 11 se representa la gráfica de las variables LNDPZ ("logaritmo neperiano de las diferencias de piezometría") y BM (bombeos):

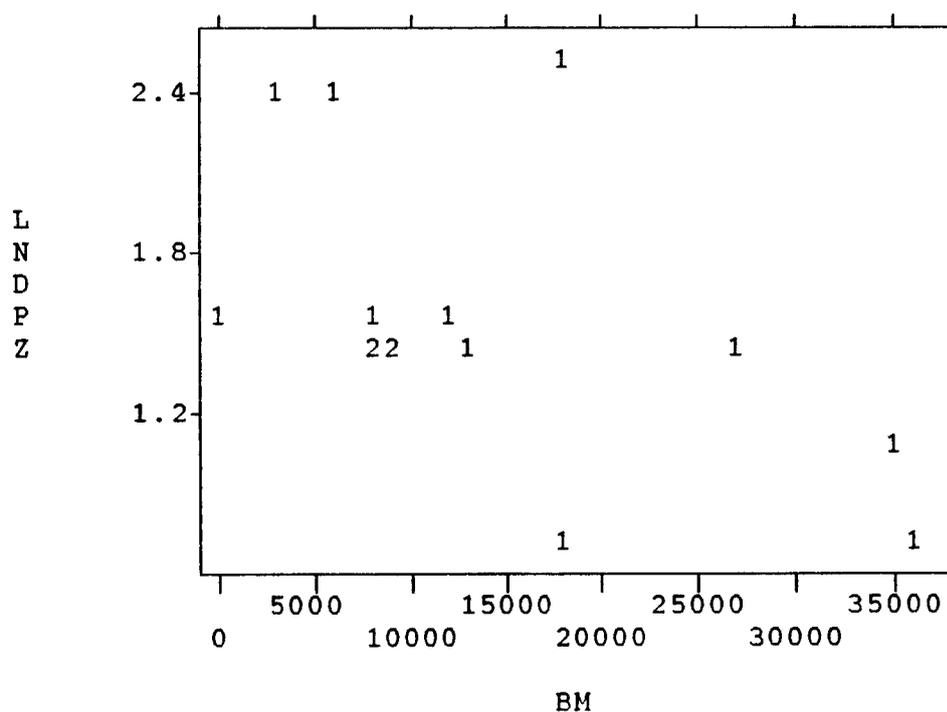


Figura 11 - Gráfica de LNDPZ con BM.

En ella se puede observar que la gran mayoría de los pares de datos representados se agrupan alrededor de un eje predominante inclinado, (unos  $45^\circ$ ), de tal

forma que al incrementarse los bombeos, las diferencias de piezometría se hacen pequeñas, incluso negativas, y, asimismo, estas diferencias se hacen positivas al disminuir los bombeos.

Se observan también en la figura la existencia de dos valores extraños en la correlación (outlayers) en los que se aprecian ascensos y descensos máximos de piezometría cuando los bombeos tienen un valor aproximado a su media, saliéndose por completo de la nube de puntos. Estos dos valores corresponden a las observaciones de Septiembre y Octubre de 1987, coincidiendo con casos de pluviometría mínima para el primero y máxima para el segundo, por lo que están completamente dentro de la dinámica de la variable pluviométricas por lo que no es necesaria su depuración.

Debido al resultado obtenido por la función de correlaciones cruzadas entre la variable independiente bombeos (BM) y la variable dependiente logaritmo neperiano de diferencias de piezometría (LNDPZ), que establecía que los bombeos podían influir en las piezometrías en el mismo mes o con un mes de retraso, se ha creado una nueva serie de bombeos, BM1, que contiene los valores de bombeos desplazados una

observación hacia adelante, de forma que la diferencia observada en el mes 't' en el acuífero, le corresponde en esta nueva serie lo bombeado en el mes 't-1'. Se ha completado la observación de bombeos que se perdería al principio de la serie con el dato conocido de bombeos en Julio de 1986, de 11.300 m<sup>3</sup>.

En la siguiente figura 12 se muestra la gráfica de la variable LNDPZ, logaritmo neperiano de las diferencias de piezometría, con la variable BM1, variable de bombeos desplazada una observación:

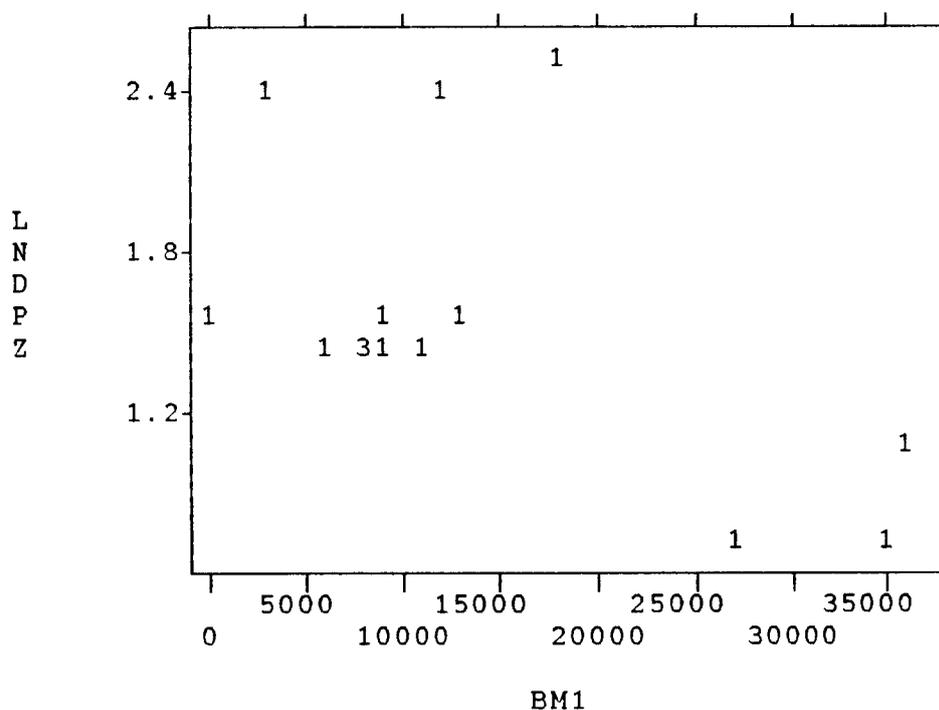


Figura 12 - Gráfica de LNDPZ con BM1

En esta figura se puede apreciar que los puntos se siguen agrupando alrededor de un eje inclinado  $45^\circ$ . Se observa asimismo que uno de los valores extraños en la correlación que se había detectado en la gráfica anterior, ha desaparecido, quedando solo el valor correspondiente al incremento más grande de piezometría, observado en Noviembre de 1987.

11.3.3. Análisis de la matriz de correlaciones del modelo.

Una vez expuesto el análisis de las correlaciones cruzadas, y aunque se realizó a la vez el análisis de las correlaciones entre cada una de las variables utilizadas en el modelo, con el propósito de encontrar aquellas que mejor se ajusten para el objetivo propuesto, se presenta, a modo de resumen y/o conclusión, el análisis de la matriz de correlaciones entre las diferentes variables que se han considerado.

Esta matriz de correlaciones se muestra en la tabla siguiente (tabla 9) :

MATRIZ DE CORRELACIONES DEL MODELO

DPZ	1.00000					
LNDPZ	.96408	1.00000				
PV	.72735	.66637	1.00000			
LNPV	.62583	.61524	.92954	1.00000		
BM	-.40046	-.53037	-.21083	-.38962	1.00000	
BM1	-.33769	-.52475	-.04073	-.18356	.69820	1.00000
	DPZ	LNDPZ	PV	LNPV	BM	BM1

Tabla 9 - Matriz de correlacion

En esta tabla se observa la existencia de una fuerte correlación, que se ha de rechazar, entre las variables y sus transformaciones. Así mismo se observa que ninguna de las series de pluviometría presentan correlación significativa con ninguna de las series de bombeos.

Se observa también que, mientras que los bombeos no presentan correlación significativa con los datos brutos de diferencias de piezometría, presentándola sin embargo con la serie de diferencias transformada por el logaritmo, las pluviometrías, tanto sin transformar como las transformadas, presentan correlación significativa con las diferencias de piezometría, siendo superior el grado de correlación que existe entre las series no transformadas. Esto es debido a que las series no transformadas presentan una asimetría y un apuntamiento notables, con unos pocos valores extremos que coinciden en el tiempo, y fuerzan la correlación a su favor. Al normalizar las series mediante la transformación logarítmica, se incrementan las diferencias y las incoherencias existentes entre los datos medios y pequeños, disminuyendo ligeramente el grado de correlación entre las series.

La correlación significativa encontrada entre las dos series de bombeos sugiere que la inclusión de ambas en la construcción del modelo no supondrá una mejora considerable del mismo.

Por todo ello se concluye que las correlaciones más significativas a emplear en la construcción del modelo serán las siguientes:

LNDPZ y LNPV es de 0.61

LNDPZ Y BM es de -0.53

LNDPZ Y BM1 es de -0.52

que son las más altas entre las variables de distribución normal puestas en juego.

#### 12.3.4.- Conclusiones a la identificación del modelo

a) Relación de las diferencias de piezometría con las pluviometrías.

Se observa una correlación positiva bastante grande entre las dos series, sin desplazamiento temporal, lo que indica la influencia inmediata mensual de las pluviometrías en el nivel piezométrico del acuífero de Ventos en el período en estudio.

Asimismo, se observa la existencia de un valor extraño en la correlación (outlayer) entre las dos series, que podría embarrar el resultado del modelo, haciendo predecir valores ligeramente más grandes para las pluviometrías medias, y que podría ser depurado.

Se ha decidido, por todo esto, modelizar la relación entre las diferencias de piezometrías y las pluviometrías de la siguiente forma :

$$\ln(dpz(t) + 5) \rightarrow \ln(pv(t) + 10)$$

#### **b) Relación diferencias de piezometría con los bombeos.**

Se ha encontrado la existencia de una correlación negativa significativa con 0 y 1 mes de retraso, lo que indica que los bombeos influyen en el mismo mes en que se producen y hasta en el mes siguiente. En principio se incluirán las dos variables en la construcción del modelo, seleccionándose después la que de una mayor significación en el análisis de la varianza.

Por ello, se decide en principio modelizar la relación entre las series de datos de la siguiente forma:

LNDPZ -> BM

LNDPZ -> BM1

#### 11.4.- FASE DE CALIBRACION DEL MODELO LINEAL.

Con todo lo expuesto y con los datos referentes al período de Agosto de 1986 a Noviembre de 1987, se ha decidido la realización de dos modelizaciones distintas, seleccionándose aquella que en el análisis de la varianza de mejores resultados. En la primera modelización se han incluido como variables independientes la serie del logaritmo neperiano de pluviometrías, LNPV, la serie de bombeos BM y la serie de bombeos desplazados un mes, BM1, y como término dependiente la variable del logaritmo neperiano de las diferencias de piezometría, LNDPZ.

Como se verá a continuación, por la falta de significación en el test de la varianza de la variable BM, se ha realizado un segundo modelo en el que ésta

queda excluida, modelo que ha proporcionado mejores resultados.

En la tabla 10 se muestran los resultados del análisis de la varianza de cada uno de los modelos, indicándose la F parcial de cada una de las variables y el valor P (la probabilidad dejada al azar en la determinación del valor F anterior), así como la F total de la regresión y su valor P:

Variable	Modelo 1		Modelo 2	
	Valor F	Valor P	Valor F	Valor P
LNPV	5.68870	.03617	7.56695	.01758
BM	.02903	.86781	-	-
BM1	1.93369	.19185	4.75378	.04987
Total	4.61398	.02525	7.51449	.00766

Tabla 10 - Análisis de la varianza de los modelos

En esta tabla, para que la variable o el modelo sean significativos por encima del 95% de intervalo de confianza, se requiere que el valor P sea inferior a 0.05. En la tabla anterior se observa que en el primer modelo construido, el valor F calculado para la variable BM es extremadamente bajo, presentando una

probabilidad dejada al azar del 83.12%, lo que indica que la variable no es en absoluto significativa. Por ello se la excluye, y se intenta una segunda modelización.

En ella se observa que se ha mejorado considerablemente el valor F de la regresión, disminuyéndose también su valor P. Asimismo se ha incrementado el valor F de las dos variables independientes, y ambas con un valor P que da una probabilidad dejada al azar inferior al 5% requerido por el intervalo de confianza con que se trabaja.

Con todo lo expuesto anteriormente, se ha seleccionado un modelo de regresión lineal múltiple para representar al acuífero :

$$\ln(pz(t) - pz(t-1) + 5) = a_0 + a_1 \cdot \ln(pv(t)+10) + a_2 \cdot bm(t-1)$$

despejando se tiene :

$$pz(t) - pz(t-1) = \exp[a_0 + a_1 \cdot \ln(pv(t)+10) + a_2 \cdot bm(t-1)] - 5$$

donde  $\ln$  es el logaritmo neperiano,  $\exp$  la exponencial en base  $e$ ,  $pz$  la piezometría,  $pv$  la pluviometría y  $bm$  los bombeos, y  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  y  $a_3$  los coeficientes a calcular.

Para ello se ha empleado un algoritmo que minimiza la suma de las distancias al cuadrado de cada uno de los puntos ( $\ln(dpz(t)+5)$ ,  $\ln(pv(t)+10)$ ,  $bm(t)$ ,  $bm(t-1)$ ) al plano de regresión.

En la tabla siguiente 11, se muestra el resultado de los coeficientes calculados a partir del algoritmo de ajuste por mínimos cuadrados empleado en el cálculo del modelo lineal:

VARIABLE	DESVIACION		CORRELACION X / Y	COEFICIENTE DE	COEFICIENTE DE	ERROR TIP.		
	MEDIA	TIPICA		REGRESION NO STANDARIZADO	REGRESION STANDARIZADO	DEL COEF.	VALOR F	VALOR P
LNPV	2.94400	.89997	.61657	.32423	.53826	.11787	7.56695	.0175
BM1	13612.00000	0932.56485	-.52543	-.00002	-.42663	.00001	4.75378	.0498
DEPENDIENTE								
LNDPZ	1.52733	.54212						
TERMINO INDEPENDIENTE			.86077					
ERROR STD. DEL TERM. IND.			.40599					
CORRELACION MULTIPLE (R)			.74568					
COEFF. DE DETERMINACION			.55603					
ERROR STD. DE LA ESTIMACION			.39016					
DETERMINANTE DE LA MATRIZ			.96631					
NUMERO DE OBSERVACIONES			15					

Tabla 11- Resultado del algoritmo de la regresión

En dichas tablas se observa, para las variables independientes LNPV, BM1, series transformadas de las series originales de pluviometría (PV) y bombeos (BM), que los coeficientes calculados son:

(Término independiente)  $a_0 = 0.86077 \pm 0.40599 \times 2.131 = 0.86077 \pm 0.86516$

(Pluviometría)  $a_1 = 0.32423 \pm 0.11787 \times 2.131 = 0.32423 \pm 0.25118$

(Bombeo)  $a_2 = -0.00002 \pm 0.00001 \times 2.131 = -0.00002 \pm 0.00002$

El intervalo de incertidumbre de los coeficientes se calcula multiplicando el error standar proporcionado por el algoritmo, por la t de student, que para el caso presente, con 15 observaciones y un 95% de confianza es aproximadamente de 2.131.

Se observa que el intervalo de incertidumbre del coeficiente correspondiente a la variable bombeos es parecido al propio valor del coeficiente, cosa que no ocurre con la variable pluviométrías, lo cual indica que el coeficiente de esta última variable es más

significativo con respecto al intervalo de incertidumbre que el coeficiente relativo a la variable bombeo.

Por otro lado, obsérvese que el término independiente tiene un valor también bastante similar al de su intervalo de incertidumbre.

Se observa además en esta tabla que el error estandar final en la estimación es de 0.39, que al multiplicarlo por la t de student al 95% de confianza nos da un intervalo de incertidumbre de 0.83, valor superior a la desviación típica de la variable dependiente que se quiere predecir. Así mismo se observa en la tabla que el valor del coeficiente de correlación múltiple de la regresión es de 0.55, valor suficientemente alto.

En la siguiente tabla 12 se ha realizado el análisis de la varianza de la regresión:

ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA REGRESION

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	MEDIA CUADRAD.	VALOR F	VALOR P
ATRIBUIBLE A LA REGRESION	2	2.299	1.144	7.51449	.00766
DESVIACION DE LA REGRESION	12	1.827	.152		
TOTAL	14	4.124			

Tabla 12 - Analisis de la varianza de la regresión

En esta tabla se observa que se ha obtenido una F de Fisher de 7.51, que da lugar a una probabilidad dejada al azar inferior a 0.7%, lo que indica que la regresión es significativa.

De esta forma, el modelo resultante es el siguiente:

$$(i) \quad \text{LNDPZ} = 0.86077 + 0.32423 \text{ LNPV} - 0.00001 \text{ BM1} + \epsilon$$

donde  $\epsilon$  es el error, que varía entre  $\pm 2.131 \times 0.39 = \pm 0.83$ .

Aplicando a la anterior ecuación las transformaciones realizadas sobre las variables, y despejando el valor de la piezometría se tiene:

$$(ii) \quad \text{pz}(t) - \text{pz}(t-1) = \exp[0.86077 + 0.32423 \cdot \ln(\text{pv}(t)+10) - 0.00002 \cdot \text{bm}(t-1) + \epsilon] - 5$$

donde  $\exp$  es la exponencial en base e,  $\ln$  el logaritmo neperiano,  $\text{pz}(t)$  la piezometría en el instante t,  $\text{pv}(t)$

la pluviometría,  $bm(t)$  los bombeos, y  $\epsilon$  el error cometido en la estimación.

En la siguiente tabla 13 se muestran los valores observados de la variable diferencia de piezometrías (DPZ), la transformación logarítmica empleada en el cálculo del modelo (LNDPZ), los valores de las diferencias calculados por el modelo (LNDPZ\*), los residuos o diferencias entre los valores observados y los predichos ( $RES = LNDPZ^* - LNDPZ$ ), y la estudentización de los residuos (SRES), a fin de poder observar los valores extraños en esta serie (residuos cuyo valor excede la variación normal del resto de los datos).

NUM	AA	MM	LNDPZ	LNDPZ*	RES	SRES
1	86	8	1.39	1.38	.00	-.06
2	86	9	1.61	1.34	-.26	-.80
3	86	10	2.40	2.07	-.32	-.98
4	86	11	2.40	1.55	-.85	-2.46**
5	86	12	1.39	1.49	.10	.23
6	87	1	1.39	1.82	.44	1.19
7	87	2	1.61	1.86	.25	.67
8	87	3	1.61	1.94	.33	.89
9	87	4	1.39	1.45	.06	.13
10	87	5	1.39	1.86	.47	1.28
11	87	6	1.39	1.45	.07	.14
12	87	7	.69	1.06	.37	1.00
13	87	8	1.10	.89	-.21	-.65
14	87	9	.69	.90	.21	.54
15	87	10	2.48	2.11	-.38	-1.13

(\*\* Valores extraños)

Tabla 13 - Resultados del modelo

Se observa en esta tabla 13, que las diferencias de piezometría predichas son, casi siempre, superiores en los mínimos a los valores observados, e inferiores a los máximos observados, sobre todo, para los valores más grandes, lo cual se interpreta por la existencia de los valores extraños y embarrados que se han encontrado en la fase de identificación, que han forzado al resto del modelo. Así mismo, al ser menor siempre, sobre todo para los valores grandes, el modelo se encuentra del lado de la seguridad, asegurando que las predicciones para el cálculo del bombeo de equilibrio no sobrepasarán nunca el valor máximo que sacaría al

acuífero de su estado de equilibrio y lo sobreexplotaría.

En la figura 13 se representa la gráfica de los valores observados con los predichos.

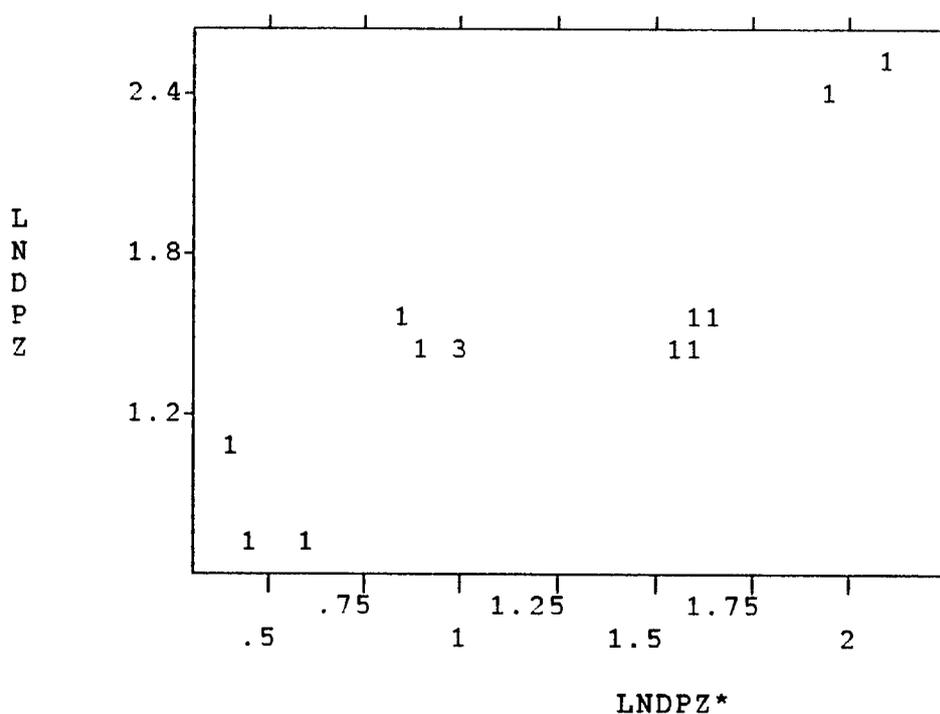


Figura 13 - Grafica de valores observados / valores predichos

En ella se observa que los puntos se agrupan alrededor de una recta ascendente y que todos los pares se encuentran dentro de las rectas que marcan el límite inferior y superior de incertidumbre.

#### 11.5.- ANALISIS DE RESIDUOS Y VERIFICACION DEL MODELO LINEAL

En la figura 13 del apartado anterior, se ha mostrado la representación gráfica de los valores observados de piezometría frente a los valores predichos, no siendo de destacar ninguna particularidad especial y pareciendo que el ajuste es correcto.

En la figura 14 se presentan las gráficas de los residuos frente a los valores predichos, siendo, como se ha dicho también antes, los residuos la diferencia entre los valores predichos y los observados. Es decir:

$$\text{RES} = \text{LNPZ}^* - \text{LNDPZ}$$

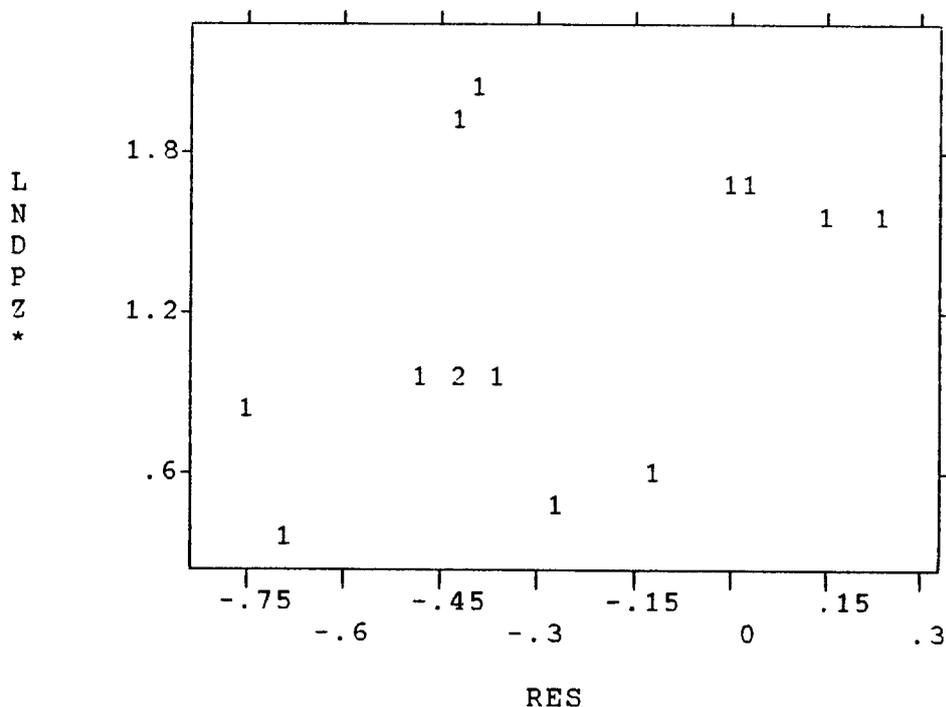


Figura 14 - gráfica de residuos frente a valores predichos.

En estas figuras no se observa ninguna forma o configuración especial de los residuos, con lo que se puede afirmar que el ajuste respecto al modelo lineal es correcto.

En la tabla 13 del apartado anterior se han presentado los valores predichos por el modelo, así como los residuos y su estudentización, a fin de analizar los valores extraños. Se observan dos valores

extraños, correspondientes al punto 11, valor de Noviembre del 86 del que ya se ha hablado, y el punto 35 que pertenece al grupo descrito de valores correctos embarrados por el grupo defectuoso indicado en el párrafo anterior.

Se observa que el valor máximo del residuo (observación 11) representa sólo el 15% de la variable predicha, siendo este el caso más desfavorable, y mínimo valor del residuo (observación 21) es solo del 2.6% del valor predicho. Es decir, el modelo predice los valores observados con un error que va del 2.6% al 15%.

En la tabla 14 se presenta, por último, los estadísticos que definen el test de normalidad de los residuos:

Número de observaciones válidas = 15.00

Variable	Media	Desv.Tip.	Asimetría	Kurtosis
RES	.02	.36	-.89	.65

Tabla 14 - Estadísticos de los residuos

Se aprecia en esta tabla, que los residuos poseen una media de 0.02, es decir, la curva de valores predichos no se encuentra ni siempre por encima (media de residuos positiva), ni siempre por debajo (media de residuos negativa). Presentan también una desviación típica de 0.36, (error estándar de la regresión del que ya se ha hablado en el apartado anterior), y una asimetría y kurtosis inferiores a los límites que requiere una distribución normal con 15 casos y un 95% de confianza. Por ello la serie de residuos se acepta como normalmente distribuida.

#### **11.6 - EXPLOTACION DEL MODELO.**

En la figura 15 se presenta la gráfica de los valores observados de las diferencias de piezometría en el piezómetro N<sup>o</sup> 28343011, junto a los predichos por el modelo:

# ACUIFERO DE VENTOS-CASTELLAR

RESULTADOS DEL MODELO - DIFERENCIAS

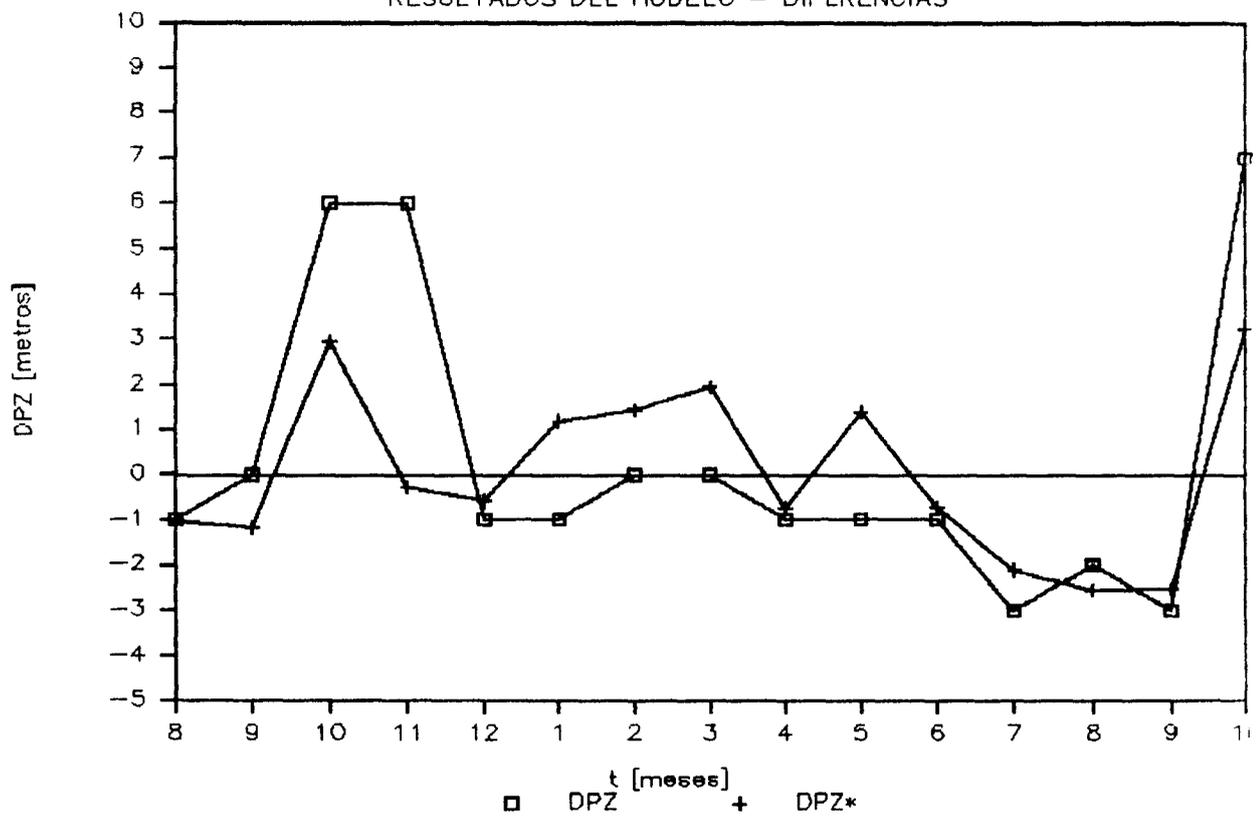


Figura 15 - Diferencias observadas y diferencias predichas

En esta figura se puede observar que el modelo está del lado de la seguridad, oscilando simultáneamente a la serie original pero sin llegar nunca a igualar los picos más altos.

En la figura 16 se presenta la gráfica de la piezometria observada junto a la predicha.

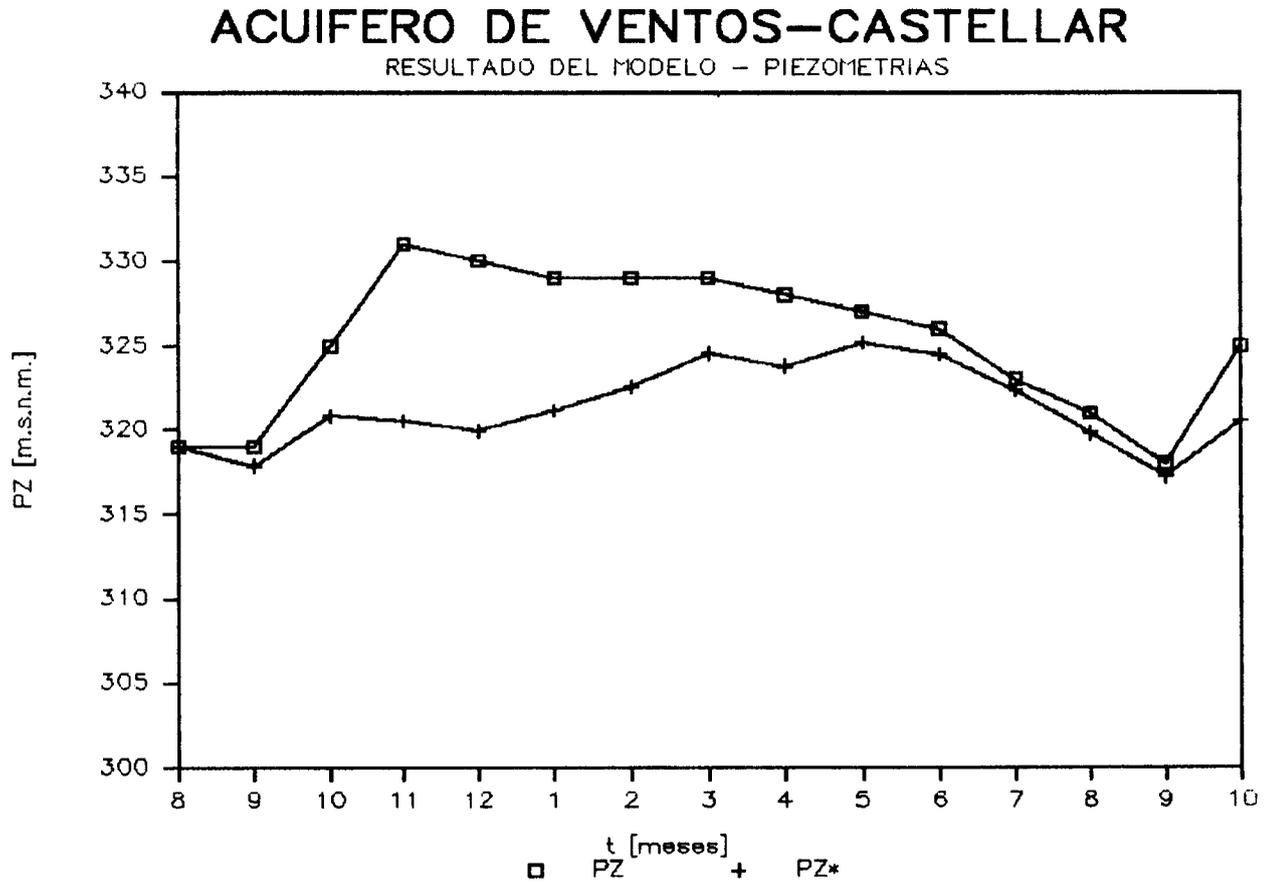


Figura 16 - Piezometría observada y piezometría predicha

En esta gráfica se observa que la piezometría predicha está siempre por debajo de la observada, pero llegando a los puntos mínimos, con lo que también se asegura estar del lado de la seguridad. Se aprecia también en ella, que la forma de ambas curvas es muy

similar, con lo que la estructura de la variable observada piezometría ha sido calculada por el modelo.

La ecuación obtenida del ajuste del modelo permite estimar el bombeo de equilibrio del acuífero, valor equivalente a sus recursos medios renovables para el período que se considere. Este concepto se define a continuación:

El bombeo de equilibrio significa aquel valor posible de bombeo en el acuífero, para que en un período determinado el incremento de piezometría entre el origen y fin del período sea cero.

Este bombeo puede ser calculado partiendo de la ecuación (ii) obtenida en la fase de calibración (apartado 11.4), haciendo que para el período que se quiere considerar, pz inicial y pz final sean iguales. El bombeo de equilibrio,  $bm_q$ , es el valor constante de  $bm$  que satisface las condiciones siguientes:

$$pz(n) - pz(0) = 0$$

$$(iii) 0 = \sum_{t=1}^{t=n} \exp [0.36077 + 0.32423 \cdot \ln(pv(t)+10) - 0.00002 \cdot bneq(t)] - 5$$

donde  $\exp$  es la función exponencial de base  $e$ , y  $p_v(t)$  la pluviometría en el mes  $t$ .

Los bombeos de equilibrio calculados mediante la ecuación anterior son los siguientes:

. período 86-87 (calibración) :  $12.383 \text{ m}^3/\text{mes} = 0'148 \text{ Hm}^3/\text{año}$

. período 79-91 :  $16.526 \text{ m}^3/\text{mes} = 0'198 \text{ Hm}^3/\text{año}$

Con el fin de verificar la validez del modelo para períodos más amplios de tiempo, se han utilizado los valores piezométricos tomados en el período 1979-1991 por el I.T.G.E. y Diputación de Alicante. Se ha considerado el valor inicial de la piezometría y la serie de pluviometrías del período, tanteándose el valor del bombeo de equilibrio hasta conseguir que la curva teórica se ajuste a la curva real piezométrica. Este ajuste se ha realizado en dos tramos, 1979-1990 y 1990-1991, ya que la serie de piezometrías del I.T.G.E. presenta un descenso muy pronunciado a partir de Enero

de 1990, debido a que los bombeos a partir de esa fecha se incrementaron considerablemente.

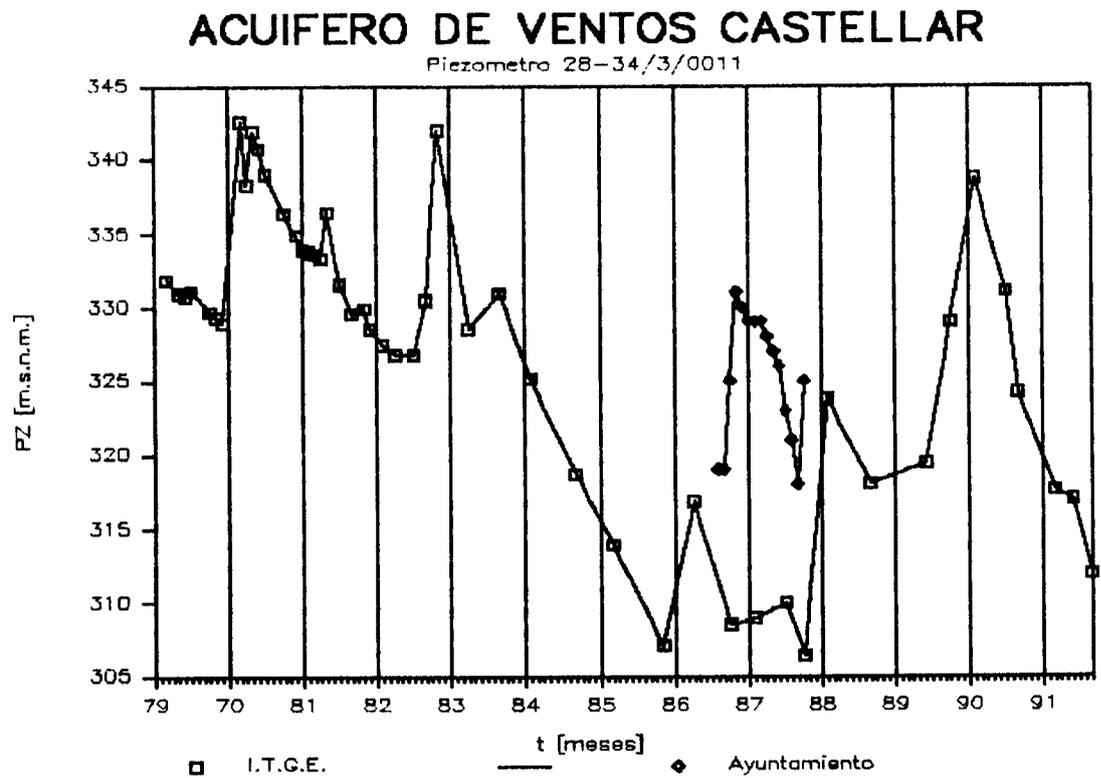


Figura 17 - Evolución piezométrica comparada

Los bombeos de equilibrio obtenidos en ambos tramos son:

. Período: 1979-1990 ; 15.950 m<sup>3</sup>/mes = 0'191 Hm<sup>3</sup>/año

. Período 1990-1991 : 34.708 m<sup>3</sup>/mes = 0'416 Hm<sup>3</sup>/año

En la siguiente figura 18 se presentan las gráficas de la evolución piezométrica obtenidas del modelo para cada uno de estos bombeos.

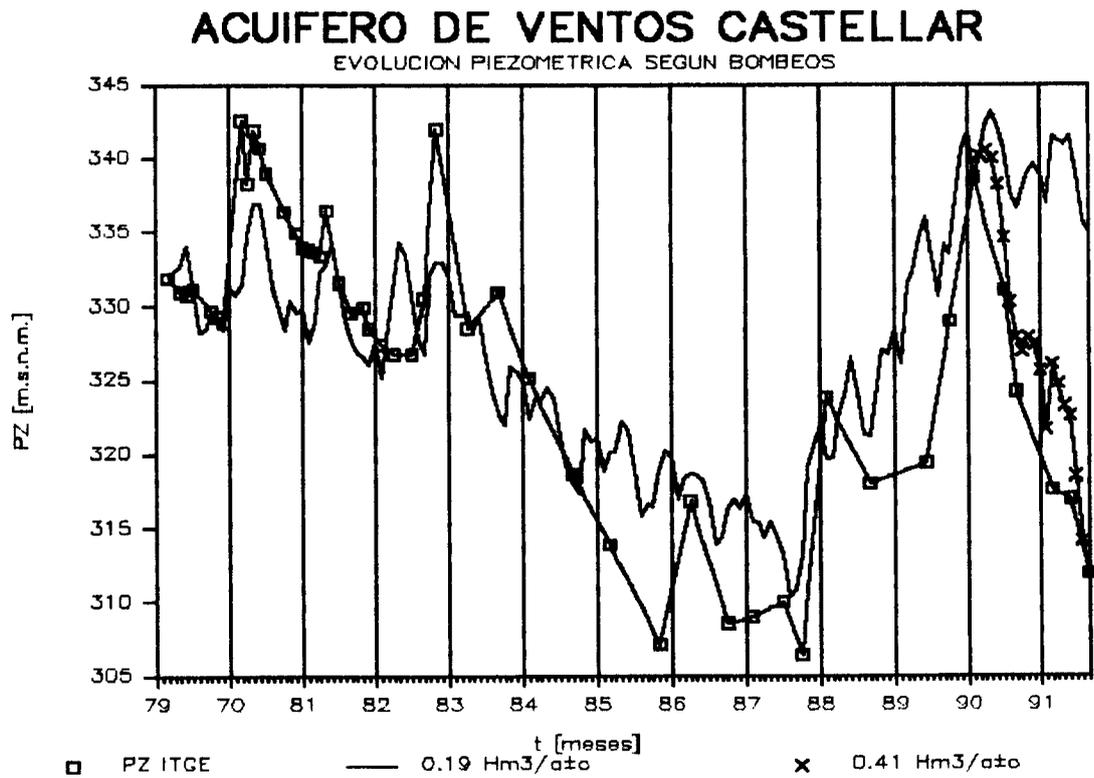


Figura 18 - Predicciones en la evolución piezométrica

Se puede observar en la figura 18 como la evolución piezométrica que el modelo proporciona para un bombeo de  $0'191 \text{ Hm}^3/\text{año}$  se ajusta bastante bien a la evolución piezométrica conocida, hasta el año 1990, a partir de donde es necesario incrementar los bombeos para producir un descenso similar a los niveles observados.

#### 12.7.- CONCLUSIONES.

Las conclusiones obtenidas de los trabajos de modelización lineal de las piezometrías en función de las pluviometrías y los bombeos en el acuífero de Ventos-Castellar han sido las siguientes:

##### 1º) Respecto a la calidad de la información disponible

###### 1.1 Variable Piezometría.

a) Los datos utilizados del piezómetro número 283430011 son de buena calidad correspondiendo a observaciones regulares y de gran fiabilidad, aunque, para las necesidades de la modelización

estocástica han sido realmente escasos, sugiriéndose, para un resultado mucho más completo y seguro, que estos datos se midan de forma sistemática con el fin de disponer de series más completas.

b) Se ha encontrado que la transformación que normaliza la variable diferencias de piezometría es, para el período Agosto-1986 a Octubre de 1987, la siguiente:

$$\ln(dpz(t) + 5)$$

donde  $dpz(t)$  es la diferencia entre la observación de la piezometría en el momento  $t$  y el anterior  $t-1$ , por ser la que más normaliza la serie y más se correlaciona con pluviometrías y bombeos, siendo la variable a utilizar en técnicas y modelos estadísticos.

### 1.2. Variable pluviometrías.

Los datos de pluviometrías utilizados de la población de Agost, presentan buena calidad,

regularidad y fiabilidad. Se observan los máximos de lluvia en los meses de Septiembre a Noviembre.

La transformación que normaliza la serie es, para los datos empleados :

$$\ln(pv(t) + 10)$$

donde  $\ln$  es el logaritmo neperiano y  $pv(t)$  la pluviometría en un mes dado.

### 1.3. Variable bombeos

Los datos de bombeos corresponden a las extracciones en el acuífero para el período considerado, de Agosto de 1986 a Octubre de 1987. Son datos totalmente antrópicos y tecnológicos, siendo una variable determinista con una forma típica en diente de sierra con los máximos en los meses de Junio, Julio y Agosto, y el mínimo en el mes de Febrero.

## 2. Respecto al modelo lineal ajustado

Se ha observado que la variable transformada de diferencias de piezometría se correlaciona positivamente dentro del mismo mes con la variable transformada de pluviometrías, en un grado del 61.52%, y negativamente con la variable transformada de bombeos, con un retraso de 1 mes y un grado del 52.47%.

Igualmente, en el análisis de las correlaciones cruzadas se ha visto que las máximas correlaciones son en el mismo mes con la serie transformada de pluviometrías y con 1 mes de retraso con la variable transformada de bombeos.

Como resultado del ajuste de mínimos cuadrados se ha llegado a la siguiente ecuación:

$$pz(t) - pz(t-1) = \exp[0.86077 + 0.32423 \ln(pv(t)+10) - 0.00002 bm(t-1) + \epsilon] - 5$$

donde  $\exp$  es la exponencial en base  $e$ ,  $\ln$  el logaritmo neperiano,  $pz(t)$  la piezometría en el instante  $t$ ,  $pv(t)$  la pluviometría,  $bm(t)$  los bombeos, y  $\epsilon$  el error cometido en la estimación,

siendo el error estandar estimado de las predicciones del modelo de 0.34, y habiéndose visto por el análisis de residuos que el modelo es correcto.

### 3. Explotación del modelo: bombeo de equilibrio

El modelo estocástico realizado permite reproducir la piezometría en el acuífero en función de las variables pluviométrías y bombeos. En consecuencia conociendo dos de las tres variables se puede estimar la tercera.

Por otra parte si se establece que el incremento de piezometría entre el origen y final del período es nulo, se puede calcular el bombeo de equilibrio para el período, correspondiendo este valor al máximo valor de bombeo sin consumo permanente de reservas. Este bombeo de equilibrio se calcula por la formula:

$$pz(n) - pz(0) = 0$$

$$(iii) \quad 0 = \sum_{t=1}^n \exp [0.86277 + 0.32422 \cdot \ln(pv(t)+10) - 0.00002 \cdot b_{neg}(t)] - 5$$

donde  $\exp$  es la función exponencial de base  $e$ , y  $p_v(t)$  es la pluviometría en la unidad de tiempo.

Para conocer el bombeo de equilibrio en el periodo considerado, 1979 a 1991, se introducen los valores de pluviometría mes a mes en la ecuación anterior (iii), y se tantea un valor de bombeo constante que anula el valor de  $p_z(n) - p_z(0)$ . En este caso se estima en:

$$b_{m_{e,q}} = 0'198 \text{ Hm}^3/\text{año}.$$

14. RESUMEN Y CONCLUSIONES  
AL ESTUDIO.

El acuífero de Ventós-Castellar presenta una superficie total de unos 16 km<sup>2</sup>, de los que unos 7 corresponden a afloramientos de materiales permeables. Por ellos se realiza su recarga, que sólo contempla el efecto de la infiltración del agua de lluvia.

La recarga en el acuífero parece producirse fundamentalmente en los meses de Diciembre a Marzo del año hidrológico. Esta recarga se puede estimar en el 12% aproximadamente de la lluvia total caída durante el período. Este valor de la tasa de infiltración se ha obtenido del modelo estocástico realizado.

El acuífero está regulado por el sondeo Tabarías que abastece a Agost, aunque en épocas lluviosas emerge de forma esporádica el manantial 2834-3010, que constituía el antiguo punto de descarga del acuífero.

Los materiales acuíferos son de edad Cenomaniense Superior-Turonense, y litológicamente están formados por calizas blancas y grises. El impermeable de base lo constituyen la ritmita margosa del Albiense Superior y/o la alternancia de margas y margocalizas detríticas del Cenomaniense inferior.

Los recursos medios del acuífero, cuantificados mediante el modelo estocástico realizado, se estiman para el período 1979-1991 en 0,198 hm<sup>3</sup>/año de valor medio. Valor inferior a la explotación

actual estimada en  $0,390 \text{ hm}^3/\text{año}$ . Esto produce un consumo medio de reservas de  $0,192 \text{ hm}^3/\text{año}$ .

Dada la insuficiencia de los recursos del acuífero para abastecer la demanda actual del municipio de Agost, se recomienda importar agua de otra procedencia, y al mismo tiempo implantar un perímetro de protección con el fin de que no se autorice ninguna nueva captación.

Desde el punto de vista de su gestión sería conveniente mantener el control sistemático del acuífero, series mensuales de piezometría y bombeos, instalando para ello los necesarios dispositivos, con el fin de poder en el futuro recalibrar el modelo estocástico realizado.

ANEJO  
TABLAS DE DATOS

ACUIFERO DE VENTOS-CASTELLAR  
Series empleadas

Año	Mes	Pluv. Ibi	Piezom. ITGE-DIPUT	Piezom. Ayto. Agust	Pluv. Ayto. Agust.
75	1				
75	2				
75	3				
75	4				
75	5	56.7			
75	6	75.4			
75	7	0.0			
75	8	50.9			
75	9	17.9			
75	10	23.1			
75	11	12.0			
76	12	31.6			
76	1	0.0			
76	2	11.5			
76	3	1.9			
76	4	23.2			
76	5	75.6			
76	6	24.5			
76	7	0.0			
76	8	124.6			
76	9	21.6			
76	10	33.2			
76	11	7.5			
76	12	57.8			
77	1	32.1			
77	2	0.3			
77	3	11.4			
77	4	21.4			
77	5	34.0			
77	6	46.7			
77	7	71.1			
77	8	0.0			
77	9	51.5			
77	10	15.6			
77	11	40.0			
77	12	5.9			
78	1	7.7			
78	2	17.4			
78	3	20.2			
78	4	22.9			
78	5	49.8			
78	6	10.7			
78	7	0.0			
78	8	0.0			
78	9	7.4			
78	10	13.2			

78	11	32.1	
78	12	12.5	
79	1	58.7	
79	2	1.7	
79	3	5.2	331.9
79	4	16.0	
79	5	16.9	330.9
79	6	31.0	330.8
79	7	0.0	331.2
79	8	0.0	
79	9	22.7	
79	10	39.5	329.8
79	11	0.7	329.3
79	12	0.0	328.9
70	1	71.0	
80	2	140.7	
80	3	6.8	342.5
80	4	75.2	338.3
80	5	61.6	341.9
80	6	9.4	340.7
80	7	0.0	339.0
80	8	2.5	
80	9	0.3	
80	10	0.0	336.3
80	11	26.1	
80	12	0.0	334.9
81	1	12.6	333.9
81	2	22.2	333.8
81	3	12.0	333.6
81	4	84.6	333.4
81	5	19.0	336.4
81	6	33.8	
81	7	0.0	331.6
81	8	14.0	
81	9	1.5	329.5
81	10	7.2	
81	11	0.0	329.9
81	12	2.0	328.5
82	1	35.1	
82	2	15.5	327.4
82	3	44.5	
82	4	78.0	326.8
82	5	67.4	
82	6	0.0	
82	7	0.0	326.8
82	8	4.0	
82	9	5.5	330.5
82	10	233.5	
82	11	12.0	342.0
82	12	7.0	
83	1	0.0	
83	2	14.5	
83	3	0.0	
83	4	12.9	328.5

83	5	0.0			
83	6	18.0			
83	7	0.0			
83	8	25.0			
83	9	0.0	330.9		
83	10	6.0			
83	11	68.2			
83	12	3.5			
84	1	3.0			
84	2	15.5	325.1		
84	3	11.2			
84	4	7.8			
84	5	26.8			
84	6	2.2			
84	7	0.0			
84	8	20.5			
84	9	7.1	318.7		
84	10	8.5			
84	11	75.5			
84	12	0.0			
85	1	14.2			
85	2	22.0			
85	3	11.0	313.9		
85	4	9.7			
85	5	50.5			
85	6	3.7			
85	7	0.5			
85	8	0.0			
85	9	38.5			
85	10	14.5			
85	11	34.0	307.1		
85	12	24.8			
86	1	5.0			
86	2	6.0			
86	3	12.5			
86	4	13.6	316.9		
86	5	11.3			
86	6	5.0			
86	7	29.5			
86	8	2.0		319.00	0.00
86	9	31.0		319.00	0.00
86	10	60.0	308.5	325.00	76.00
86	11	9.8		331.00	0.00
86	12	1.2		330.00	0.00
87	1	26.5		329.00	22.00
87	2	35.6	309.0	329.00	28.00
87	3	0.0		329.00	18.00
87	4	0.0		328.00	0.00
87	5	30.0		327.00	28.00
87	6	0.0		326.00	0.00
87	7	33.0	310.0	323.00	0.00
87	8	3.0		321.00	0.00
87	9	29.3		318.00	0.00
87	10	85.7	306.4	325.00	128.00

87	11	128.0	
87	12	29.2	
88	1	30.7	
88	2	27.0	323.9
88	3	0.5	
88	4	63.5	
88	5	39.1	
88	6	60.2	
88	7	5.0	
88	8	6.0	
88	9	19.4	318.1
88	10	84.4	
88	11	50.1	
88	12	4.0	
89	1	37.8	
89	2	24.3	
89	3	86.9	
89	4	21.0	
89	5	56.9	
89	6	34.1	319.5
89	7	0.0	
89	8	10.0	
89	9	146.0	
89	10	7.7	329.0
89	11	64.1	
89	12	72.0	
90	1	28.8	
90	2	0.0	338.7
90	3	13.0	
90	4	43.9	
90	5	30.3	
90	6	0.0	
90	7	20.5	331.1
90	8	3.0	
90	9	5.8	324.3
90	10	36.9	
90	11	18.5	
90	12	13.0	
91	1	2.0	
91	2	39.8	
91	3	64.3	317.6
91	4	6.5	
91	5	9.5	
91	6	16.3	317.0
91	7	0.0	
91	8	0.0	
91	9	8.6	311.9

TABLA 9 - SERIES EMPLEADAS DE PIEZOMETRIAS Y PLUVIOMETRIAS

**FICHAS CODIFICADAS**

**ACUIFERO VENTOS-CASTELLAR**



**ARCHIVO DE PUNTOS ACUIFEROS ESTADISTICA**

Nº de registro: 283430041

Nº de puntos descritos: 01

Hoja topografica 1/50.000  
ELDA  
Numero 28-34

Coordenadas geograficas

X Y

Coordenadas Lambert

X Y

10 16

17 24

Croquis acotado o mapa detallado

Cuenca hidrografica  
JOCAR

Sistema acuífero

Provincia  
ALICANTE

Termino municipal  
AGOST  
Toponimia TABARIAS

Objeto

Cota: 385

Referencia topografica

Naturaleza

Profundidad de la obra: 200

Nº de horizontes acuíferos atravesados

Tipo de perforación: Percusión

Trabajos aconsejados por

Año de ejecución: 56 57 Profundidad

Reprofundizado el año Profundidad final

MOTOR

BOMBA

Naturaleza

Tipo equipo de extracción

Potencia

Naturaleza

Capacidad

Marca y tipo

Utilización del agua

Cantidad extraída (Dm³)

Durante 365 días

¿ Tiene perímetro de protección? 71

Bibliografía del punto acuífero 72

Documentos intercalados 73

Entidad que contrata y/o ejecuta la obra 74

Escala de representación 75

Redes a las que pertenece el punto

PCIGH

Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero 81

Año en que se efectuó la modificación 82 83

**DESCRIPCION DE LOS ACUIFEROS ATRAVESADOS**

Numero de orden: 84 85

Edad Geologica 86 87

Litología 88 93

Profundidad de techo 94 98

Profundidad de muro 99 103

Esta interconectado 104

Numero de orden: 105 106

Edad Geologica 107 108

Litología 109 114

Profundidad de techo 115 119

Profundidad de muro 120 124

Esta interconectado 125

Nombre y dirección del propietario: AYUNTAMIENTO DE AGOST  
PLAZA DEL AYUNTAMIENTO

Nombre y dirección del contratista

Fecha	Surgencia	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m <sup>3</sup> /h	Cota absoluta del agua	Metodo de medida
31 05 92 126 131 143 148 160 165	1 132 149 166	6430 135 137 150 154 167 171	 138 142 155 159 172 176	320,7	Sonda

ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	
Caudal extraido (m <sup>3</sup> /h)	
Duración del bombeo horas	
Depresión en m.	
Transmisividad (m <sup>2</sup> /seg)	
Coefficiente de almacenamiento	

Fecha	
Caudal extraido (m <sup>3</sup> /h)	
Duración del bombeo horas	
Depresión en m.	
Transmisividad (m <sup>2</sup> /seg)	
Coefficiente de almacenamiento	

DATOS COMPLEMENTARIOS DE SONDEOS DEL P.A.N.U.

Fecha de cesión del sondeo		Resultado del sondeo	
Coste de la obra en millones de pts.		Caudal cedido (m <sup>3</sup> /h)	

CARACTERISTICAS TECNICAS

PERFORACION			REVESTIMIENTO						
DE	A	Ø en m.m.	OBSERVACIONES	DE	A	Ø interior en m.m.	espesor en m.m.	Materiales	OBSERVACIONES

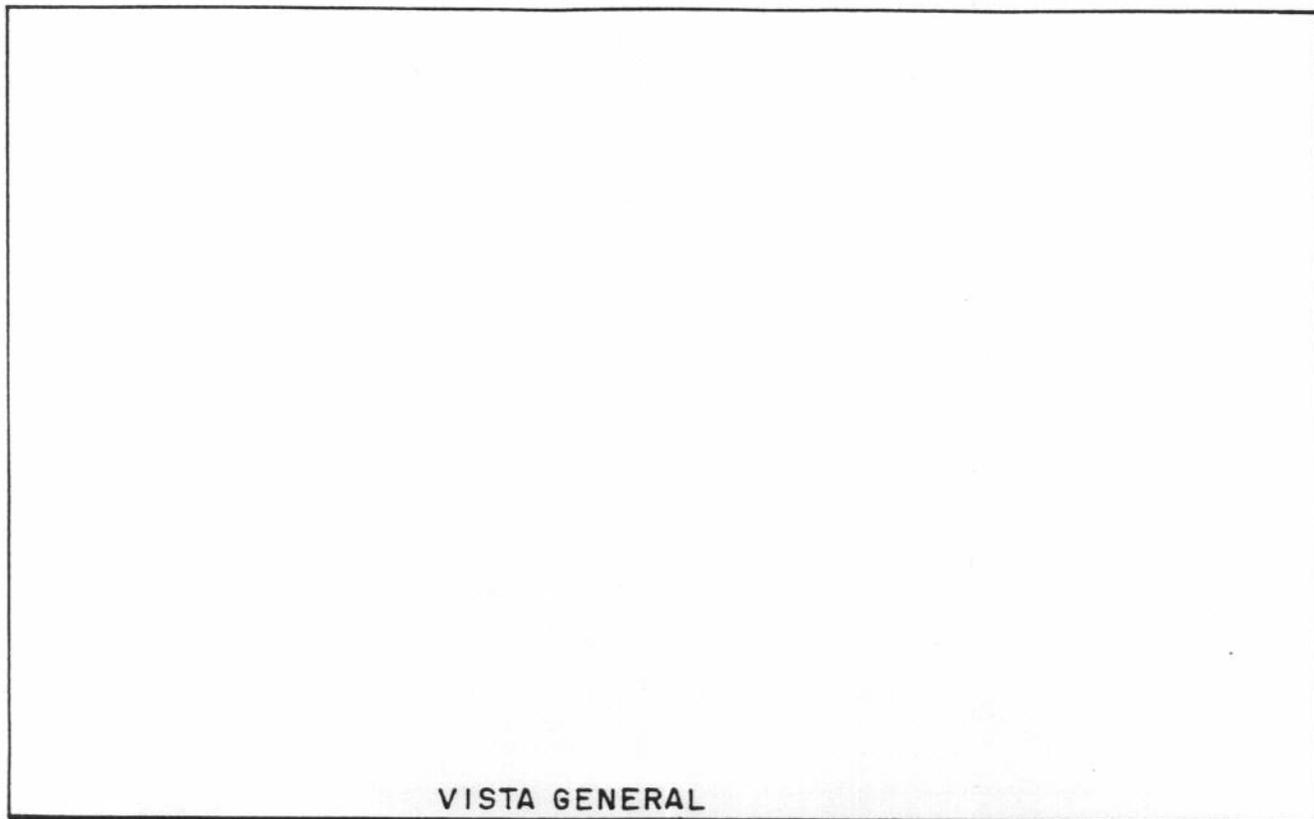
OBSERVACIONES

Instruido por

Fecha / /

**INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA**

**ACUIFERO VENTOS--CASTELLAR**



VISTA GENERAL



VISTA DE DETALLE

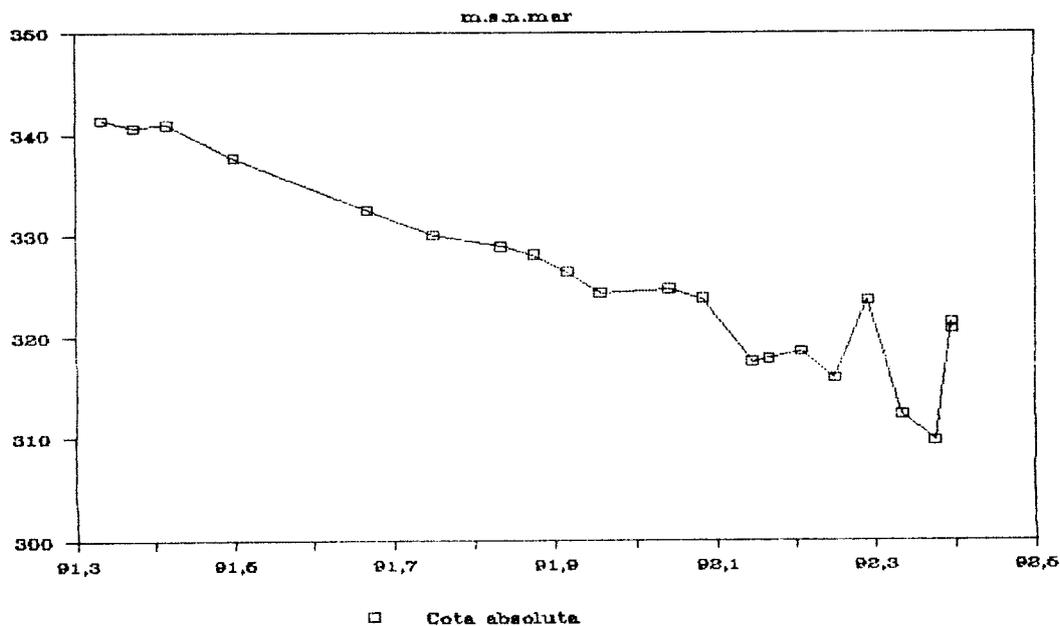
28343044

Nº de I.T.G.E.: 283430041 POZO TABARIAS

385 m.s.n.mar

Mes	Año	Profundidad	Cota absoluta	Observaciones
5	91	43,60	341,40	N.E.
5,5	91	44,40	340,60	N.E.
6	91	44,05	340,95	N.E.
7	91	47,35	337,65	N.E.
9	91	52,50	332,50	N.E.
10	91	55,00	330,00	N.E.
11	91	56,10	328,90	N.E.
11,5	91	56,90	328,10	N.E.
12	91	58,60	326,40	N.E.
12,5	91	60,70	324,30	N.E.
1,5	92	60,30	324,70	N.E.
2	92	61,20	323,80	N.E.
2,75	92	67,50	317,50	N.D.
3	92	67,20	317,80	N.D.
3,5	92	66,45	318,55	N.D.
4	92	69,1	315,90	N.D.
4,5	92	61,4	323,60	N.E.
5	92	72,7	312,30	N.D.
5,5	92	75,25	309,75	N.D.
5,75	92	63,65	321,35	N.E.
5,75	92	64,3	320,70	N.D. 76,85

### NIVELES PIEZOMETRICOS



FICHA DE INVENTARIO DE PUNTOS ACUIFEROS

INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (ITGE)

1. NATURALEZA Y REGISTRO

NATURALEZA DEL PUNTO <u>SONDEO</u>		
REGISTRO DE AGUAS	Nº DE INVENTARIO <u>28343011</u>	
SECCION _____	EXP. Nº _____	
TOMO _____	U.G.H / _____	
NUMERO _____	ZONA GUARDERIA _____	

2. SITUACION GEOGRAFICA

COORDENADAS	U. T. M.	L A M B E R T
	X = <u>706.900</u>	X = _____
	Y = <u>4258.700</u>	Y = _____
	Z = <u>325 m s n m</u>	REFERENCIA O ESTIMACION _____

HOJA 1/50.000 nº 373 ( 28-34 ELDA )

TERMINO MUNICIPAL AGOST PROVINCIA ALICANTE

TOPONIMIA TABARIAS PARAJE EL VENTOS

3. SITUACION HIDROGEOLOGICA E HIDROLOGICA

UNIDAD HIDROGEOLOGICA \_\_\_\_\_ ACUIFERO VENTOS-CASTELLAR

CUENCA HIDROGRAFICA \_\_\_\_\_ SUBCUENCA \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

4. PROPIETARIO, USUARIO Y CONSTRUCTOR

PROPIETARIO/S AYUNTAMIENTO DE AGOST

DIRECCION Plaza del Ayuntamiento Tfno. \_\_\_\_\_

USUARIO/S FORACION DE AGOST

DIRECCION AGOST Tfno. \_\_\_\_\_

CONSTRUCTOR \_\_\_\_\_

DIRECCION \_\_\_\_\_ Tfno. \_\_\_\_\_

### 5. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA OBRA

PROFUNDIDAD 200 (m.) METODO DE PERFORACION Perforación AÑO DE EJECUCION 1981

PERFORACION			ENTUBACION			
Desde — a — (m.)	Ø mm.	Desde — a — (m.)	Ø int. (mm.)	Espesor (mm.)	Tipo	
0 200	475	0 200	450	3		

OTRAS CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS Perforación con tubo de protección  
de 200/185 mm. y revestido en el interior con estribo de 2.5cm - 3mm

### 6. MEDIDAS DE NIVEL PIEZOMETRICO

REFERENCIA DE MEDIDA				
FECHA	PROFUNDIDAD	COTA ABSOLUTA	METODO	OBSERVACIONES
31-V-82	64.30	320.7	Sonda electrónica	

### 7. CAUDALES Y PRUEBAS DE BOMBEO

FECHA	CAUDAL (l/s)	NIVEL INICIAL (m.)	TIEMPO DE BOMB. (min.)	DESCENSO (m.)	CAUD. ESPEC. (l/s/m)	RECUPERACION		T (m <sup>2</sup> /h)	S
						DES. RESIDU.	TIEMPO		
31-V-82	23	64.30	960	12.55	1.35				
1989	22			2	11			46	

TRATAMIENTOS ESPECIALES

OBSERVACIONES El caudal específico de 1982, ha variado puesto que se engrasó el  
motor produciéndose ahora mayores pérdidas de carga en la entrada al pozo

### 8. EQUIPO DE BOMBEO

TIPO \_\_\_\_\_ MARCA \_\_\_\_\_ MODELO \_\_\_\_\_

PROFUNDIDAD DEL FILTRO \_\_\_\_\_ (m.) POTENCIA \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES Entración 22 l/s

### 9. VOLUMENES EXTRAIDOS Y REGIMEN DE EXPLOTACION

AÑO	1981	1982	1983	1984	OBSERVACIONES
VOLUMENES EXTRAIDOS (m <sup>3</sup> )	200.000	250.000	390.613	*	

MES	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	OBSERVACIONES
DIA / MES	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	
HORA / DIA	12	12	12	12	12	12	12	12	12	18	18	18	
TOTAL m <sup>3</sup> / mes	29.462	28.512	29.462	29.462	26.611	29.462	28.512	29.462	28.512	44.194	44.194	42.768	
EXTRACCION m <sup>3</sup> / año	390.613												

10. CALIDAD

10.1 CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS

FECHA	CONDUCTIVIDAD ( $\mu S/cm$ )	T°	PH	R.S. (mg/l.)	OBSERVACIONES

CONTENIDO IONICO (mg/l.)

FECHA	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	B	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		
19-6-91									7	0,004	0,008		

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

10.2 CARACTERISTICAS BACTERIOLOGICAS

FECHA	Bacterias aerobias Totales		Colif. estrep. en 100 ml.	Clostrid. S-R en 20 ml.	Parasitos y/o patogenos	Elementos formes
	A 37°C	A 22°C				
19-6-91	120/lml.		Auerica			

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

11. USO DEL AGUA

URBANO

NUCLEO URBANO AL QUE ABASTECE AGOST

POBLACION TOTAL 3.800 hab. Estacion 4.000 hab. DOTACION 475 l/hab./dia

CONSUMO FACTURADO \_\_\_\_\_ AÑO 250.000 m<sup>3</sup>

AGRICOLA

SUPERFICIE REGADA \_\_\_\_\_ has. TIPO DE CULTIVO/S \_\_\_\_\_

DOTACION \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/ha/año MOD. RIEGO \_\_\_\_\_ CONSUMO ANUAL \_\_\_\_\_

GANADERO

CLASE DE GANADO \_\_\_\_\_ N° CABEZAS \_\_\_\_\_

DOTACION \_\_\_\_\_ l/cabeza/dia \_\_\_\_\_ CONSUMO ANUAL \_\_\_\_\_

INDUSTRIAL

TIPO DE INDUSTRIA CERAMICA - ALFARERIA N° TRABAJADORES \_\_\_\_\_

CONSUMO ANUAL ≈ 140.000 m<sup>3</sup>/año

OTROS USOS / SIN USO

\_\_\_\_\_

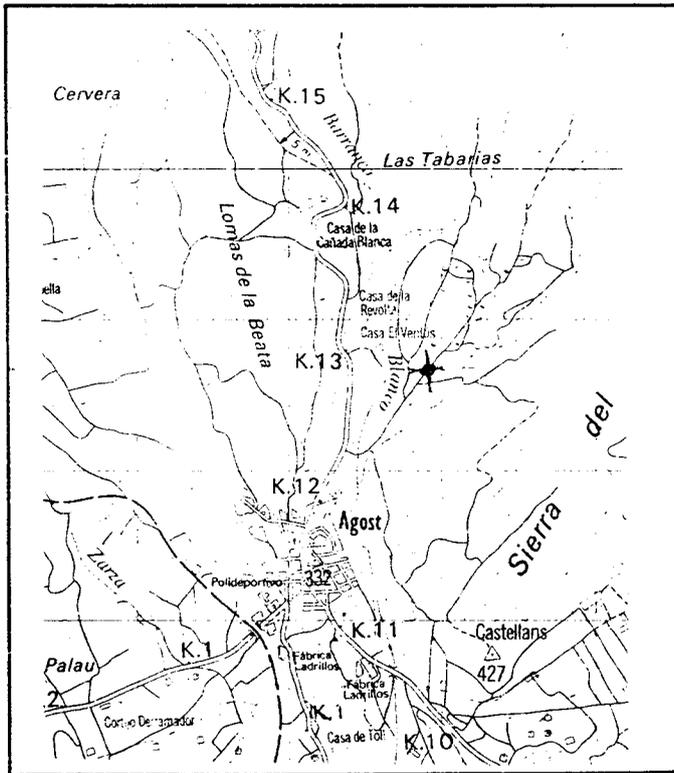
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

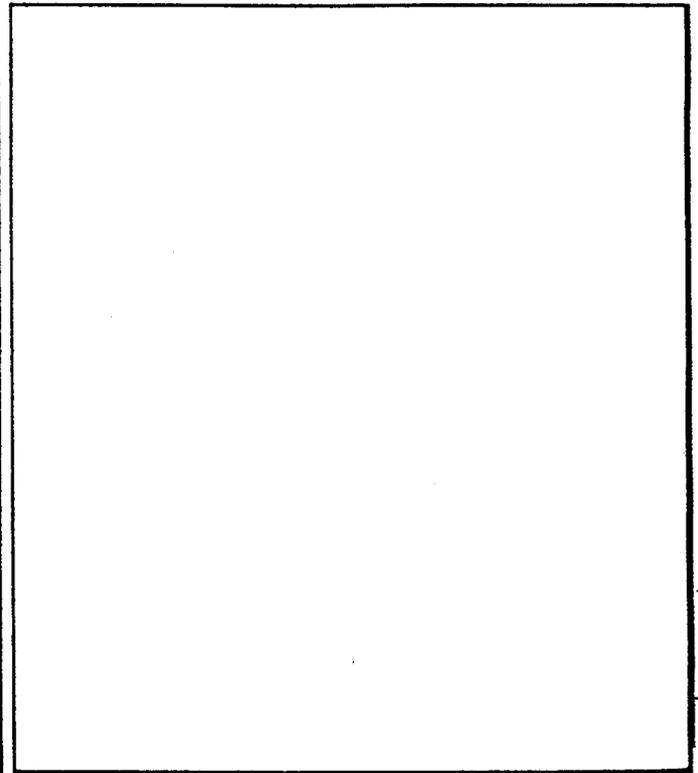
## 12. CORTE GEOLOGICO

TRAMO ( metros )	LITOLOGIA	EDAD	OBSERVACIONES HIDROGEOLOGICAS
0 - 64	Marga calizas blancas	SENONIENSE	
64 - 183	AH. Calizas grises microcristalinas y margas calizas	TURONIENSE	
183 - 200	Margas azules	CEVIMANIENSE	

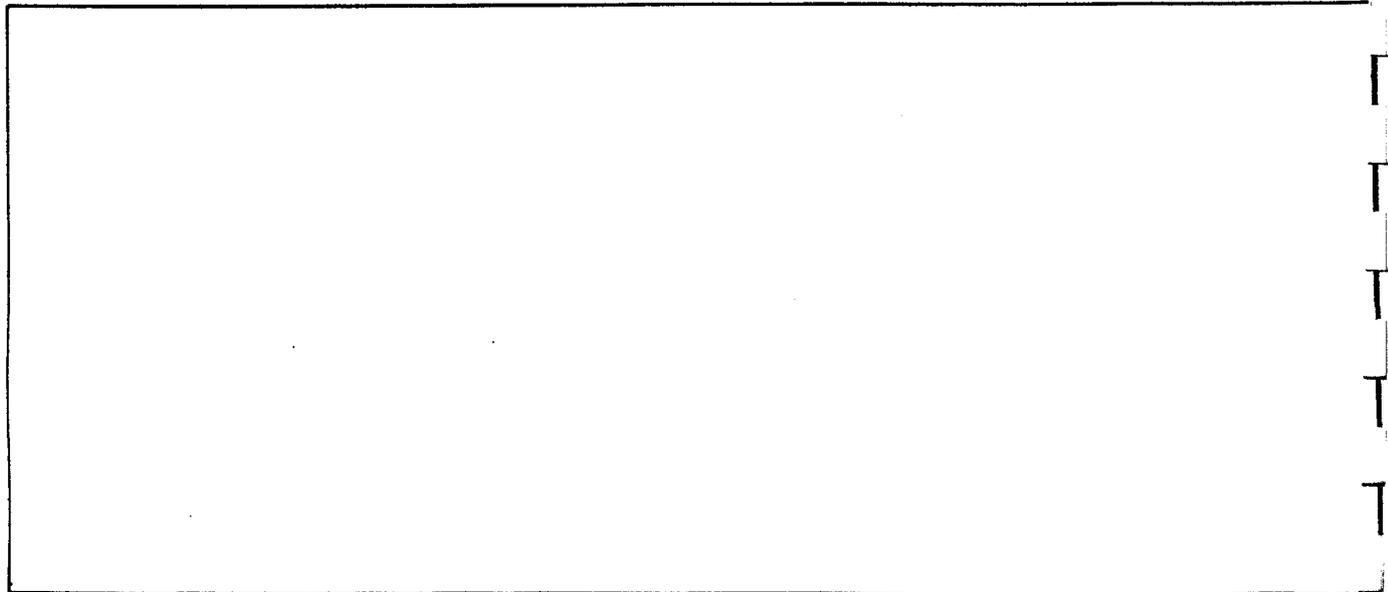
## 13. PLANO DE SITUACION



## 14. CROQUIS DE EMPLAZAMIENTO



## 15. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

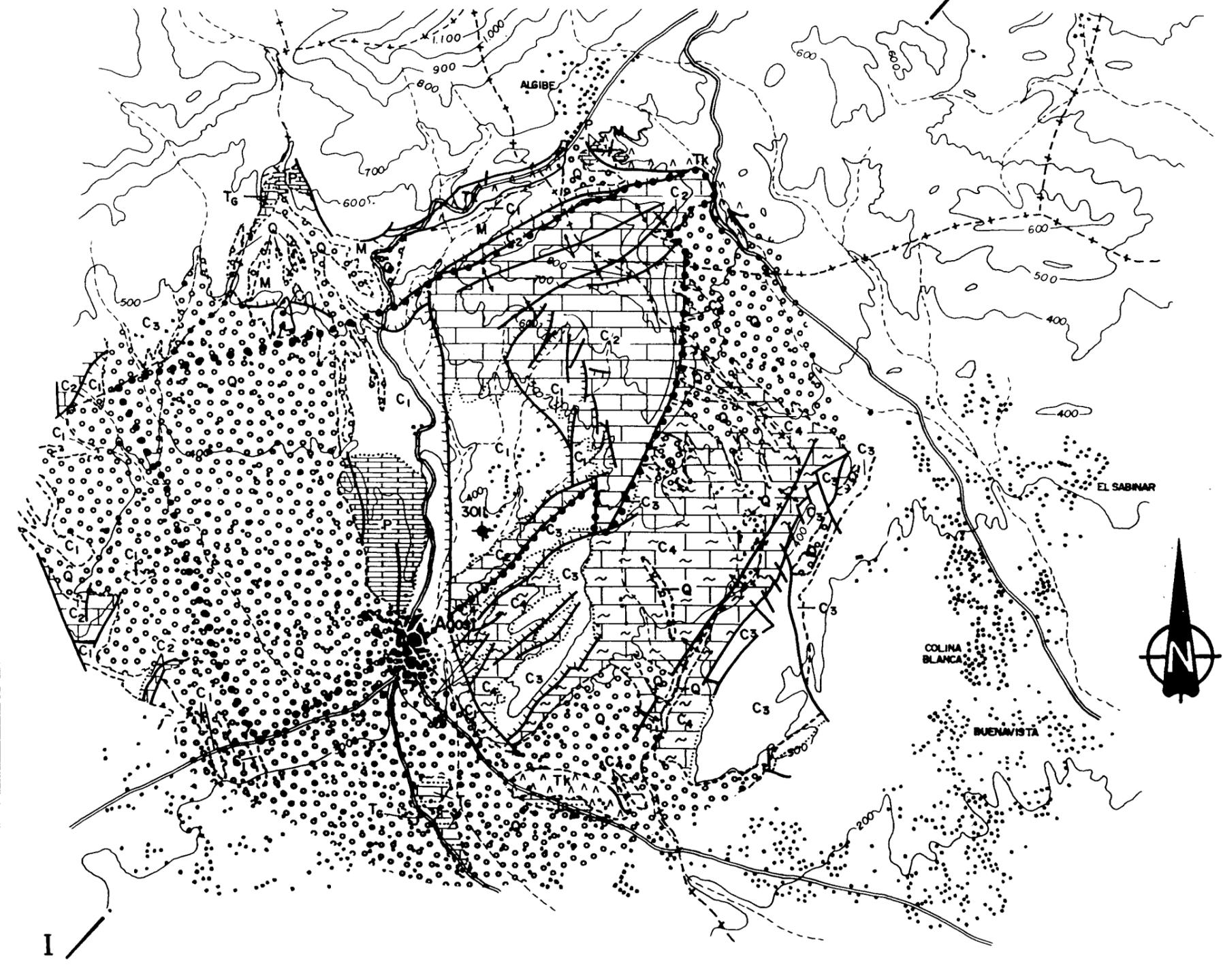


**LEYENDA**

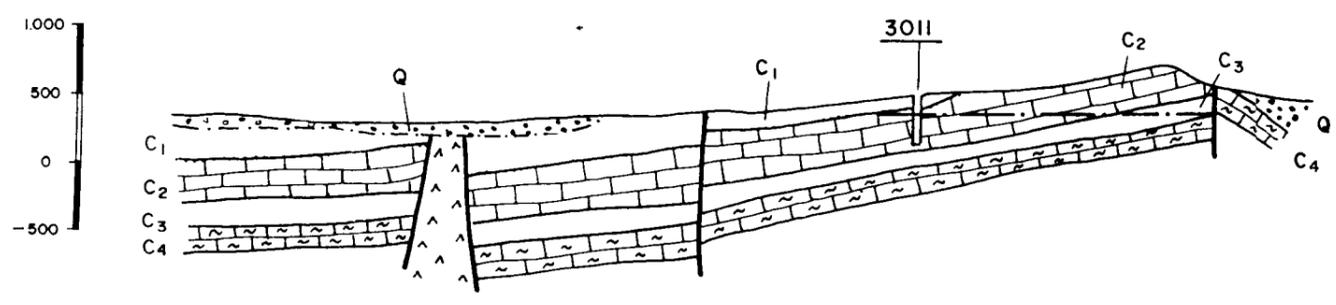
	Q	CUATERNARIO INDIFERENCIADO	
	M	MIOCENO SUP.	Margas blancas
	P	PALEOGENO	Calizas y areniscas
	C <sub>1</sub>	SENONIENSE	Caliza margosa
	C <sub>2</sub>	CENOMANIENSE-TURONIENSE	Calizas
	C <sub>3</sub>	CENOMANIENSE	Calcarenitas, margas y margocalizas
	C <sub>4</sub>	ALBIENSE	Margocalizas
	Tk	KEUPER	Arcillas y yesos
	T <sub>6</sub>	TRIASICO	Areniscas y calizas

**SIGNOS CONVENCIONALES**

	CONTACTO CONCORDANTE
	" DISCORDANTE
	" MECANICO
	FALLA
	" CON INDICACION DE HUNDIMIENTO
	ANTICLINAL
	SINCLINAL
	SONDEO
	LIMITE DEL ACUIFERO

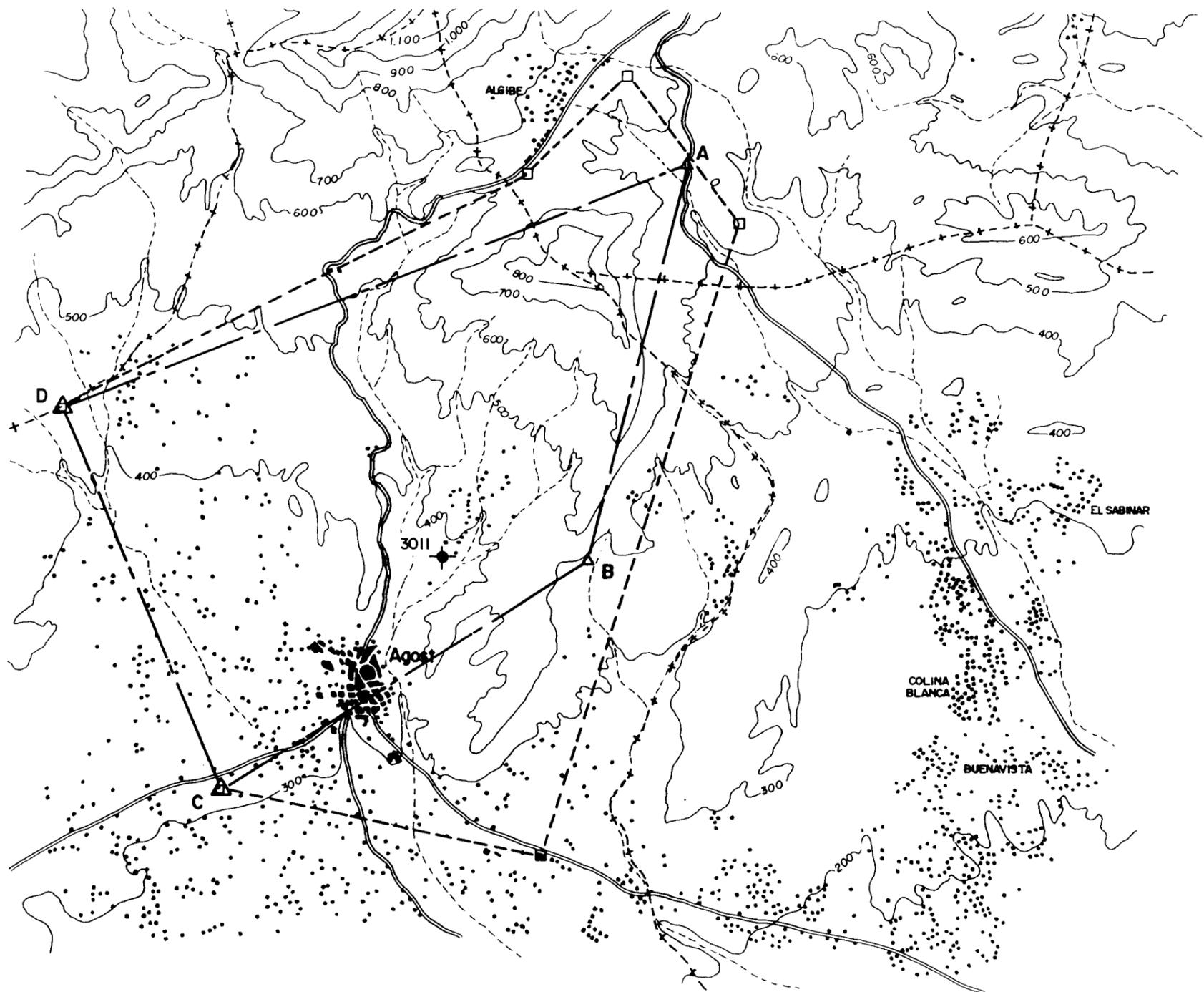


SW. **CORTE I-I'** NE.



ESALA : 1/50.000

		<b>DIRECCION DE AGUAS SUBTERRANEAS</b>	
		COMPROBADO ITGE R. ARAGON	PROYECTO <b>ESTUDIOS DE EVALUACION Y PROTECCION DE RECURSOS HIDRICOS SUBTERRANEOS DE ALICANTE</b>
FECHA JUNIO 1.992	DENOMINACION <b>CARTOGRAFIA HIDROGEOLOGICA ACUIFERO VENTOS-CASTELLAR</b>		Nº DE PLANO <b>1</b>
EMPRESA CONSULTORA TEYGE, S.A.			



**LEYENDA**

- A ——— B PERIMETRO PROPUESTO (1992)
- ——— □ PERIMETRO DE PROTECCION. I.T.G.E. 1982
- ★ SONDEO



 Instituto Tecnológico GeoMinero de España		<b>DIRECCION DE AGUAS SUBTERRANEAS</b>	
COMPROBADO ITGE R. ARAGON	<b>PROYECTO</b> <b>ESTUDIOS DE EVALUACION Y PROTECCION DE RECURSOS HIDRICOS SUBTERRANEOS DE ALICANTE</b>		ESCALA 1 / 50.000
FECHA JUNIO 1.992	<b>DENOMINACION</b> <b>PERIMETRO DE PROTECCION ACUIFERO VENTOS-CASTELLAR</b>		Nº DE PLANO <b>2</b>
EMPRESA CONSULTORA TEYGE, S.A.			