



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España



DIPUTACIÓN
DE
CASTELLÓN

**GARANTIA DE ABASTECIMIENTO CON AGUAS SUBTERRANEAS A
NÚCLEOS URBANOS DE LA PLANA DE CASTELLÓN**

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE ACTUACIONES

CONVENIO DE COLABORACIÓN
Y ASISTENCIA TÉCNICA

MEMORIA
JUNIO, 1998



Secretaría de Estado de Aguas y Costas
Ministerio de Medio Ambiente

SUPER PROYECTO Nº 9005	AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA	
PROYECTO AGREGADO Nº 323	ABASTECIMIENTO A POBLACIONES CON AGUAS SUBTERRANEAS	
TITULO PROYECTO: ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS Y EVALUACION DE LA GARANTIA DE ABASTECIMIENTO A NUCLEOS URBANOS CON AGUAS SUBTERRANEAS EN LA PROVINCIA DE CASTELLON		
Nº PLANIFICACION 3210520	Nº DIRECCION Nº SICOAN	97058
COMIENZO 29/05/97	FINALIZACION	31/01/98

INFORME (Título): GARANTIA DE ABASTECIMIENTO CON AGUAS SUBTERRANEAS A NUCLEOS URBANOS DE LA PLANA DE CASTELLON. ANALISIS Y PROPUESTAS DE ACTUACIONES	
CUENCA(S) HIDROGRAFICA(S)	JUCAR
COMUNIDAD(S) AUTONOMA(S)	VALENCIANA
PROVINCIA (S)	CASTELLON

**GARANTIA DE ABASTECIMIENTO CON AGUAS SUBTERRANEAS A
NÚCLEOS URBANOS DE LA PLANA DE CASTELLÓN**

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE ACTUACIONES

**CONVENIO DE COLABORACIÓN
Y ASISTENCIA TÉCNICA**

**MEMORIA
JUNIO, 1998**

Este proyecto se ha realizado al amparo del Convenio de Asistencia Técnica entre el Instituto Tecnológico Geominero de España y la Exma. Diputación Provincial de Castellón. Forma parte de la serie de proyectos con la denominación genérica de **GARANTÍA DE ABASTECIMIENTO A NÚCLEOS URBANOS CON AGUAS SUBTERRÁNEAS.**

Se ha efectuado con la dirección técnica de D. José María Pernía Llera (ITGE) y de D. José Ramón Jiménez Salas (DPC).

EQUIPO TECNICO:

José María Pernía Llera
Ingeniero de Minas

José Ramón Jiménez Salas
Geólogo

Juan de Dios Gómez Gómez
Ingeniero de Minas

Lourdes Calvo Peinado
Ingeniero Técnico de Minas

Maj-Britt Lärka Abellán
Ingeniero de Minas

INDICE

TOMO I MEMORIA

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ANÁLISIS DEL ABASTECIMIENTO DE LOS MUNICIPIOS DE LA PLANA DE CASTELLÓN	3
2.1.	CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO Y ACUÍFEROS EXPLOTADOS	5
2.2.	PROCESOS DE CONTAMINACIÓN	11
2.3.	CALIDAD DE LAS AGUAS UTILIZADAS	13
2.4.	PROPUESTAS PARA ACTUACIONES MUNICIPALES	25
2.5.	PROPUESTAS PARA EL USO MANCOMUNADO	47
3.	GARANTIA DEL ABASTECIMIENTO A PARTIR DEL SUBSISTEMA ACUÍFERO DE JAVALAMBRE	50
3.1.	ALCANCE DEL ESTUDIO	50
3.2.	DEMANDA ACTUAL DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO PÚBLICO	56
3.3.	CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	57
3.4.	VULNERABILIDAD DEL SUBSISTEMA ACUÍFERO DE JAVALAMBRE	63
3.5.	MODELO CONCEPTUAL DEL SECTOR ORIENTAL DEL ACUÍFERO	66
3.6.	DETERMINACIÓN DE RECURSOS DISPONIBLES	71
3.7.	PROPUESTAS DE ACTUACIÓN	73
3.7.1.	PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL	74
3.7.2.	ZONAS DE RESERVA DE CAUDALES EN EL ACUÍFERO REGIONAL	79
3.7.3.	PROTECCIÓN DE LAS CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO PÚBLICO	81
3.7.4.	PROPUESTAS DE ACTUACIÓN PARA LA SATISFACCIÓN DE LOS PROBLEMAS DE DEMANDA EXISTENTES	85
4.	GARANTIA DE ABASTECIMIENTO DESDE LOS SUBSISTEMAS ACUÍFEROS DE ONDA, MEDIO PALANCIA Y SIERRA DEL ESPADÁN	90

4.1.	ALCANCE DEL ESTUDIO	90
4.2.	SÍNTESIS HIDROGEOLÓGICA	95
4.3.	BALANCE HÍDRICO	105
4.4.	RECURSOS HÍDRICOS RENOVABLES	107
4.5.	CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	108
4.5.1.	SUBSISTEMA DE ONDA	108
4.5.2.	SUBSISTEMA DEL MEDIO PALANCIA	110
4.5.3.	SUBSISTEMA DE LA SIERRA DEL ESPADÁN	111
4.5.4.	CALIDAD DE LAS AGUAS PARA ABASTECIMIENTO PÚBLICO	112
4.6.	PROPUESTAS DE ACTUACIONES PARA MEJORA DEL ABASTECIMIENTO URBANO	117
4.6.1.	ZONA A: SECTOR DE ALGAR DE PALANCIA	118
4.6.2.	ZONA B: SECTOR DE ARTANA-BECHÍ-VILLAVIEJA	122
4.6.3.	SONDEO C.1	124
4.7.	DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RESERVA DE CAUDALES PARA ABASTECIMIENTO PÚBLICO	126
4.8.	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO	127
5.	ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS	133
5.1.	ESTUDIO DE LA DEPRESIÓN DE ALCORA	134
5.1.1.	ALCANCE DEL ESTUDIO	134
5.1.2.	TRABAJOS REALIZADOS Y MEDIOS EMPLEADOS	134
5.1.3.	GEOLOGÍA Y TECTÓNICA	137
5.1.4.	CORTES GEOELÉCTRICOS	139
5.1.5.	INTERPRETACIÓN DE LA CAMPAÑA GEOFÍSICA	149
5.2.	REVISIÓN DEL INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA EN 1997	150
5.3.	SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO A MUNICIPIOS DE LA PLANA DE CASTELLÓN	153
5.4.	MODELO MATEMÁTICO DEL SUBSISTEMA ACUÍFERO DE JAVALAMBRE AMPLIADO	173
5.4.1.	ALCANCE DEL ESTUDIO	174
5.4.2.	DISEÑO CONCEPTUAL	174
5.4.3.	CALIBRACIÓN DEL MODELO	217
5.4.4.	CONCLUSIONES A LA MODELIZACION DEL SECTOR ORIENTAL DEL ACUIFERO DE JAVALAMBRE	313

6.	SELECCIÓN DE ZONAS PARA NUEVAS CAPTACIONES	316
6.1.	ACUÍFERO DE JAVALAMBRE	316
6.2.	ACUÍFERO DE AHÍN-VILLAVIEJA	318
7.	PROPUESTA DE EJECUCIÓN DE SONDEOS	319
7.1.	ACTUACIONES EN EL ACUÍFERO DE JAVALAMBRE	320
7.1.1.	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	320
7.1.1.	DEFINICIÓN TÉCNICA	321
7.2.	ACTUACIONES EN EL ACUÍFERO DE AHÍN-VILLAVIEJA	323
7.2.1.	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	323
7.2.1.	DEFINICIÓN TÉCNICA	324
8.	PROPUESTA DE MODELO MATEMÁTICO EN RÉGIMEN TRANSITORIO	326
9.	BIBLIOGRAFÍA	328

PLANOS

TOMO II ANEXOS

SIMULACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO

ANEJO I.:	SIMULACIÓN 3F
ANEJO II.:	SIMULACIÓN 3F01
ANEJO III.:	SIMULACIÓN 4
ANEJO IV.:	SIMULACIÓN 5
ANEJO V.:	SIMULACIÓN 6
ANEJO VI.:	SIMULACIÓN 7

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Tecnológico Geominero de España viene realizando desde 1990 una serie de estudios encaminados a la resolución de los problemas de abastecimiento de agua que padecen los municipios de la Plana de Castellón y circundantes. Estos estudios se han efectuado amparados en los convenios anuales que suscriben para colaboración técnica, el Instituto Tecnológico Geominero de España y la Diputación Provincial de Castellón.

La problemática que padecen estos municipios están originados por una parte, por la insuficiencia del volumen aportado por las captaciones existentes, ante la creciente demanda en los núcleos de población como consecuencia del incremento de la misma y de la mejora del nivel de vida.

Por otro lado y como problema grave que afecta al abastecimiento, se encuentra un empeoramiento generalizado en la calidad de las aguas subterráneas del acuífero de la Plana como consecuencia de las actividades antrópicas que sobre ellas se realizan: agricultura, industria, vertederos y asentamientos humanos. Así mismo, tienen especial importancia los fenómenos de intrusión de agua marina en el acuífero en las zonas costeras, producidos por la intensa explotación a que se ve sometido el mismo en algunas zonas para regadío principalmente.

Los problemas de calidad en el agua del acuífero de la Plana, principalmente motivados por el aumento del contenido en nitratos por encima de los autorizados en la Reglamentación Técnica Sanitaria, hacen disminuir los recursos utilizables en el mismo para abastecimiento urbano y nos conducen a la necesidad de utilizar los recursos de otros acuíferos próximos con agua de buena calidad.

Así, en esta línea, se realizó un primer estudio de la garantía de abastecimiento a 17 municipios de la Plana de Castellón en 1990 y a partir de él se propusieron y se llevaron a cabo los estudios de los Subsistemas Acuíferos que bordean dicha Plana, como zonas favorables donde

se puede captar agua suficiente y con la calidad adecuada para satisfacer la demanda de estos municipios. Se realizaron entonces los proyectos de investigación de los Subsistemas Acuíferos de Javalambre (1992) y Onda, Medio Palancia y Sierra del Espadán (1995).

A partir del estudio del Subsistema de Javalambre y como realización de una de las propuestas que en el se hacían, se llevó a cabo la "Campaña geofísica mediante S.E.V en Alcora (Castellón)" (ITGE-DPC, 1993), con la que se profundizó en el conocimiento de la disposición del sustrato calizo en la depresión de Alcora y en el borde de la Plana de Castellón próximo a la Sierra de las Pedrizas.

Así mismo, se ha llevado a cabo en 1997 una revisión y actualización del modelo matemático realizado en 1992 de funcionamiento del sector estudiado en el Subsistema Acuífero de Javalambre, ampliándose al borde del Subsistema de la Plana de Castellón próximo a la Sierra de las Pedrizas. En el presente documento se incluye este estudio completo de actualización del modelo de Javalambre de 1997, realizándose además una revisión de los esquemas actuales de abastecimiento en los 17 municipios estudiados en 1990 para determinar las necesidades actuales de agua en cuanto a cantidad y calidad.

2. ANÁLISIS DEL ABASTECIMIENTO DE LOS MUNICIPIOS DE LA PLANA DE CASTELLÓN.

El estudio realizado con el título " Proyecto para la evaluación de la garantía de abastecimiento a los municipios de la Plana de Castellón" consistente en la 1ª fase de una serie de trabajos con un objetivo genérico común, abarcó los siguientes 17 municipios de la Plana de Castellón: Castellón de la Plana, Villarreal, Burriana, Almazora, Onda, Benicasim, Villavieja, Nules, Bechí, Borriol, Alquerías del Niño Perdido, San Juan de Moró, Vall de Uxó, Moncófar, Chilches, La Llosa, Almenara.

En todos ellos se llevó a cabo un estudio que permitió obtener la información necesaria sobre: población habitual y estival, volumen total de agua extraída para abastecimiento urbano, pérdidas estimadas en la red de distribución, volumen anual de agua utilizada para abastecimiento urbano (obtenida como diferencia entre el volumen total extraído y las pérdidas), dotación aplicada expresada en litros/habitantes/día, dotación teórica según la "clasificación de los municipios por U.G.H. y tipologías urbanísticas de la cuenca del Júcar" (Confederación Hidrográfica del Júcar), demanda teórica, calculada en función de la dotación teórica, y captaciones de agua subterránea empleadas en el abastecimiento, así como sus características técnicas y régimen de explotación.

Del análisis de los datos obtenidos se dedujo que las dotaciones y volúmenes aplicados superaban a las teóricas en los municipios de: Villarreal, Benicasim, Burriana, Almazora, Nules, San Juan de Moró, Villavieja, Bechí, Borriol, Alquerías del Niño Perdido, Chilches, La Llosa y Almenara; posiblemente como consecuencia de la utilización del agua potable para fines distintos al abastecimiento urbano, consumo abusivo, al no existir contadores conectados a la red de distribución, y pérdidas en las redes de distribución.

En general se pudo concluir que todos los municipios disponían de captaciones, en número suficiente, para la extracción del agua utilizada en abastecimiento, aunque en muchos casos estas aguas no reunían las condiciones de calidad adecuadas para ser utilizadas en

abastecimiento público.

La tabla que se adjunta a continuación resume el estado del abastecimiento en cada uno de los municipios en estudio durante la 1ª fase (1990)

SITUACION DEL ABASTECIMIENTO

MUNICIPIO	POBLACION (nº habitantes)		VOLUMEN DE AGUA PARA ABASTECM. (m³/año)	DOTACION TEORICA (m³/año)	PROBLEMAS (*)
	habitual	estival			
CASTELLON	135.863	---	14.355.000	18.350.000	(2) (4)
VILLARREAL	38.660	5.000	5.500.000	5.000.000	(1) (4)
BURRIANA	26.067	15.000	6.190.000	3.360.000	(1) (6)
ALMAZORA	15.950	1.050	2.900.000	1.860.000	(1) (5)
ONDA	18.000	2.000	2.128.000	2.319.000	(2) (6)
NULES	11.549	1.500	1.836.000	1.490.000	(1) (6)
BENICASIM	6.565	93.000	3.200.000	1.850.000	(1) (5)
VILAVELLA	3.470	2.000	884.500	213.000	(1) (6)
BETXI	5.220	900	780.000	295.000	(1) (6)
BORRIOL	2.579	500	607.000	146.000	(1) (4)
ALQUERIAS	3.665	400	484.000	205.000	(1) (6)
S.J DE MORO	1.574	200	209.968	88.000	(1) (6)
VALL D'UXO	28.407	---	1.292.500	3.600.000	(2) (3) (6)
MONCOFAR	3.571	16.429	157.000	382.000	(2) (6)
CHILCHES	2.175	3.000	574.000	153.000	(1) (6)
LA LLOSA	959	---	134.000	52.000	(1) (6)
ALMENARA	5.090	2.000	476.000	301.000	(1) (5)

(*) PROBLEMÁTICA (EN EL AÑO 1990)
 (1) - Exceso de consumo de agua por falta de control adecuado
 (2) - Deficit, insuficiencia de abastecimiento
 (3) - Alto % de pérdidas de la red de abastecimiento
 (4) - Calidad de las aguas para abastecimiento: potable
 (5) - Calidad de las aguas para abastecimiento: permisible
 (6) - Calidad de las aguas para abastecimiento: no potable

2.1. CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO Y ACUIFEROS EXPLOTADOS

En la siguiente tabla se indican las formaciones acuíferas explotadas en cada una de las captaciones utilizadas para abastecimiento urbano de los núcleos del estudio, su situación geográfica se localiza en la Fig.1.

**IDENTIFICACIÓN DE CAPTACIONES UTILIZADAS EN 1990 Y
ACUIFEROS EXPLOTADOS**

Término municipal	Punto acuífero	Acuífero captado o
Castellón de la Plana	Sondeo Colomera	Detrítico-Cuaternario (Q) Gargasiense-Albiense (C ₄)?
	Pozo Abundancia	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Sondeo Pellicer	Detrítico-Cuaternario (Q) Gargasiense-Albiense (C ₄)
	Sondeo Quintana	Detrítico-Cuaternario (Q) Gargasiense-Albiense (C ₄)
	Sondeo Algibe I	Gargasiense-Albiense (C ₄)
	Sondeo Algibe II	Gargasiense-Albiense (C ₄)
	Sondeo Felip	Detrítico-Cuaternario (Q) Gargasiense-Albiense (C ₄)
	Sondeo Escrich	Gargasiense-Albiense (C ₄)
Villarreal	Sondeo Villa Rosa	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Pozo nº 1	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Pozo nº 2	Detrítico-Cuaternario (Q)
Burriana	Pozo nº 3	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Pozo sondeo	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Sondeo nº 1	Detrítico-Cuaternario (Q)
Onda	Sondeo nº 2	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Sondeo nº 1 Tales	Muschelkalk (Tm)
	Sondeo nº 2 Tales	Muschelkalk (Tm)
	Sondeo Apeadero Bechí	Detrítico-Cuaternario (Q)
Nules	Pozo-Fuente El Baladrar	Lías (J ₁)
	Pozo-sondeo nº 1	Detrítico Cuaternario (Q)
	Pozo-sondeo nº 2	Detrítico Cuaternario (Q)
	Sondeo Tramusar I	Buntsandstein Inferior (TB ₁)
Sondeo Tramusar II	Buntsandstein Inferior (TB ₁)	

**IDENTIFICACIÓN DE CAPTACIONES UTILIZADAS EN 1990 Y
ACUÍFEROS EXPLOTADOS (Cont.)**

Término municipal	Punto acuífero	Acuífero captado o drenado
Benicasim	Sondeo Enriera	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Sondeo San Blas	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Sondeo San Roque	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Fuente del Señor	Buntsandstein Medio (TB ₂)
Villavieja	Sondeo Pinet	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Font Calda	Buntsandstein Medio (TB ₂)
Bechí	Sondeo Agua Potable	Detrítico-Cuaternario (Q) +
Alquerías del Niño Perdido	Sondeo El Molino	Detrítico-Cuaternario (Q)
Borriol	Sondeo Marzá	Dogger-Valanginiense (J-C)
	Sondeo Vall d'Ungri	Dogger-Valanginiense (J-C)
Almazora	Pozo-Sondeo La Estación	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Pozo Ramonet	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Pozo Tellado	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Pozo Catalans	Detrítico-Cuaternario (Q)
San Juan de Moró	Sondeo Pla de Lluch I	Muschelkalk (Tm)
	Sondeo Pla de Lluch II	Muschelkalk (Tm)
	Sondeo Fortea	Jurásico
	Manantial	Muschelkalk (Tm)
Vall de Uxó	Sondeo Rambleta 1	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Sondeo Rambleta 2	" "
	Sondeo Rambleta 3	" "
	Sondeo Rambleta 4	" "
	Sondeo Zorra 1	Buntsandstein Medio (TB ₂)
	Sondeo Zorra 2	" "
	Sondeo Zorra 3	" "
	Fuente d'Nogueret	Lías (J ₁)

IDENTIFICACIÓN DE CAPTACIONES UTILIZADAS EN 1990 Y

ACUÍFEROS EXPLOTADOS (Cont.)

Término municipal	Punto acuífero	Acuífero captado o
Moncófar	Sondeo Moncófar 1	Buntsandstein Medio (TB ₂)
	Sondeo Moncófar 2	Buntsandstein Medio (TB ₂)
Chilches	Pozo del Salvador	Detrítico-Cuaternario (Q)
La Llosa	Pozo Aguas Potables La Llosa	Detrítico-Cuaternario (Q)
Almenara	Fuente de Cuart	Drena acuífero de Algar-Cuart, de la U. del Medio Palancia
	Pozo Partida de La Cosa 1	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Pozo Partida de La Cosa 2	Detrítico-Cuaternario (Q)
	Pozo Partida de La Corona	Detrítico-Cuaternario (Q) + Muschelkalk (Tm)

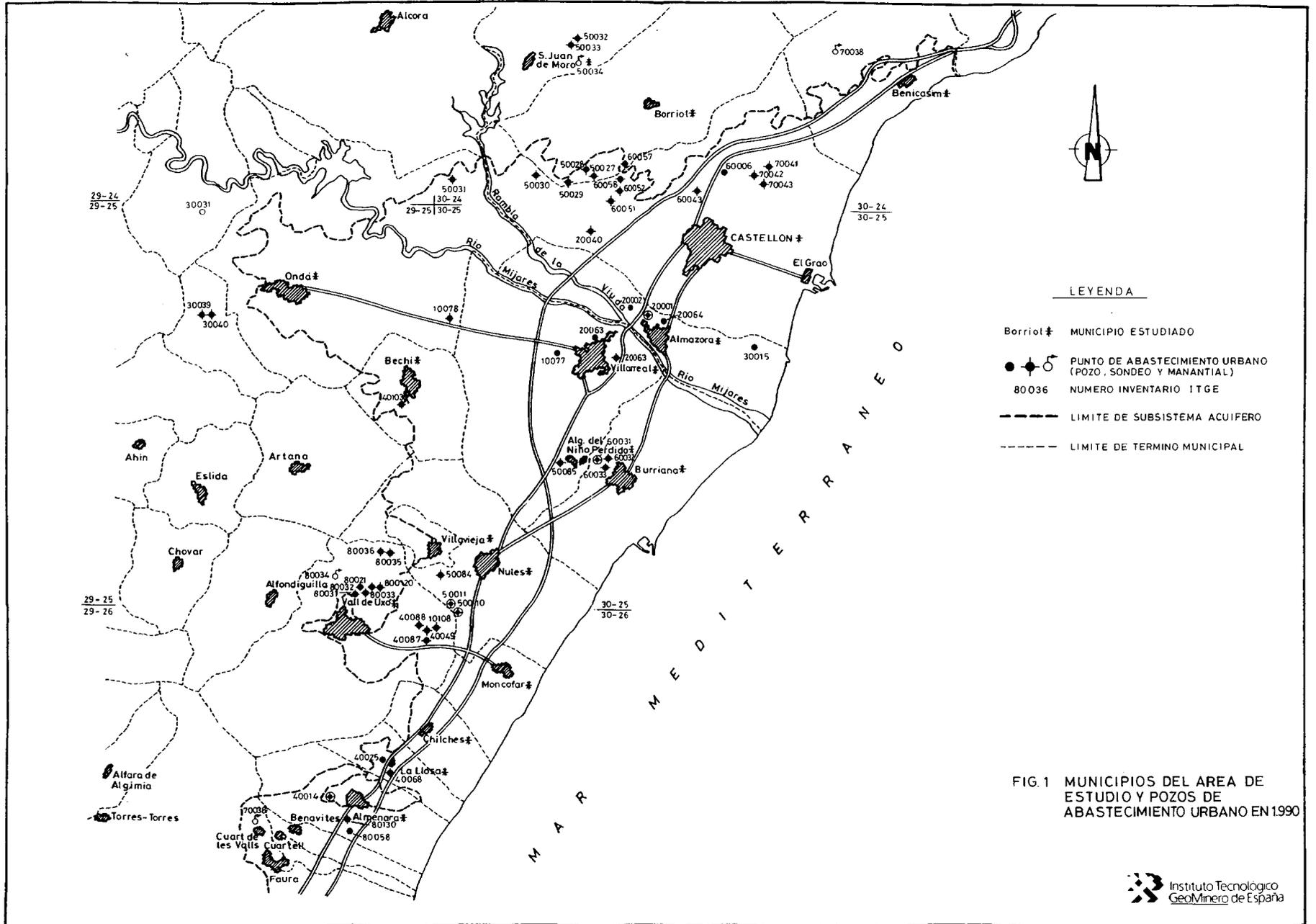


FIG. 1 MUNICIPIOS DEL AREA DE ESTUDIO Y POZOS DE ABASTECIMIENTO URBANO EN 1990

2.2. PROCESOS DE CONTAMINACIÓN

Las actividades potencialmente contaminantes que se detectaron en el área de estudio se clasificaron según su naturaleza y origen en la siguiente tipología: focos de origen agrícola, de origen industrial, de origen urbano y contaminación por intrusión marina.

A continuación se describen brevemente los mecanismos contaminantes que producen dichas actividades.

ORIGEN AGRÍCOLA

Las prácticas agrarias que se desarrollan en la zona de estudio de forma intensiva, constituyen la principal fuente de contaminación de las aguas subterráneas, ya que el abonado de toda esta extensa área de regadío con fertilizantes de nitrógeno, de fosfatos y de K_2O , hace que sus excedentes sean susceptibles de pasar a los acuíferos infrayacentes debido a su gran movilidad y la escasa capacidad de depuración de los acuíferos frente a estos compuestos. Además, las cantidades de nitratos en las aguas subterráneas, se ven incrementadas por el ciclo extracción-riego-percolación-extracción, al regar con aguas ricas en nitratos y añadir abonos nitrogenados.

Igualmente la actividad agrícola puede ocasionar el aporte de sulfatos, pesticidas y herbicidas al agua subterránea, así como su contaminación biológica, al emplear abonos orgánicos y regar con aguas residuales.

ORIGEN INDUSTRIAL

La actividad industrial genera una elevada carga contaminante, asociada fundamentalmente a los vertidos de las industrias de cerámica, galvanotecnia y curtidos, que contienen elevadas concentraciones de metales pesados.

Los efluentes líquidos se eliminan generalmente sin tratamiento alguno, por el simple

procedimiento de almacenarlo en una balsa excavada en los terrenos próximos a la fábrica, hasta que los lixiviados se infiltran en el acuífero para posteriormente evacuar los lodos a un vertedero generalmente incontrolado.

Los metales pesados mayoritarios en los efluentes brutos, listados en orden decreciente en su concentración media son los siguientes: zinc, plomo, aluminio, magnesio, litio, estroncio, telurio, cadmio, vanadio, cromo.

INTRUSIÓN MARINA

La intrusión marina en el acuífero detrítico cuaternario consiste en el avance tierra adentro de la zona de mezcla agua dulce-agua salada y de la propia agua salada, como consecuencia de bombeos excesivos, según dos componentes: uno vertical, originándose domos de ascenso de agua salobre-salada por debajo de los conos de depresión-piezométrica originados por concentración de bombeos; y una componente horizontal, asociada a la anterior, que conlleva la disminución en la pendiente de la interfase de agua dulce-agua salada.

Del análisis de los datos elaborados y planos realizados de piezometría y concentración de cloruros se dedujeron las condiciones expuestas a continuación:

El sector de la Plana de Castellón por donde discurre el río Mijares, presentaba mayor carga hidráulica debido a las recargas procedentes de dicho río (influyente respecto al acuífero) y a la infiltración de excedentes de regadío con aguas superficiales.

Por otro lado, se observó un cono de depresión piezométrica muy acentuado en el área de Nules-Moncófar, consecuencia de unas intensas extracciones concentradas en el sector, al que va asociado un pronunciado domo de intrusión. Esta situación se mantiene en la actualidad según reflejan los datos de piezometría y concentración de cloruros obtenidos por el ITGE en los años 1995 y 1996 en el marco de otros estudios realizados en la zona.

ORIGEN URBANO

Los focos de contaminación de origen urbano están representados por los vertederos de basuras, los de aguas residuales, fugas de la red de alcantarillado y los pozos negros.

La contaminación derivada del vertido de aguas residuales de origen urbano se traduce, principalmente, en un aumento de las DQO, DBO y de las concentraciones en NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$, CO_3H^- , $\text{CO}_3^{=}$ y consecuentemente del residuo seco.

Por otra parte, la contaminación derivada de la infiltración de los lixiviados de vertederos se asocia a un aumento de la DBO₅ y DQO y en las concentraciones de CO_2 , Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$, CO_3H^- , Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , NH_4^+ , Fe^{++} , Mn^{++} y Zn^{++} . Conforme avanza el desplazamiento desde el foco reductor hasta medios oxidantes, disminuye el contenido de NH_4^+ , Fe^{++} y Mn^{++} , por oxidación de los mismos.

La eliminación de residuos urbanos aprovechando las excavaciones de la autopista es una práctica muy común en la zona; esto conlleva la contaminación del acuífero, ya que normalmente el fondo del vertedero está anegado de agua de origen subterráneo.

En el cuadro siguiente se reflejan las captaciones afectadas por los distintos procesos de contaminación en los municipios estudiados.

CAPTACIONES AFECTADAS POR PROCESOS DE CONTAMINACIÓN

POBLACION	CAPTACIONES AFECTADAS	PARAMETROS QUE SUPERAN EL LIMITE DE LA R.T.S.	FOCOS Y PROCESOS DE CONTAMINACION QUE LES AFECTAN	FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACION
Castellón	Villa Rosa	NO ₃ ⁻	Actividad agrícola	Vertidos industriales
	Abundancia	NO ₃ ⁻ alto	Actividad agrícola	
Villarreal	Pozo nº 1	Ocasionalmente: NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Al ³⁺	Act. agrícola. Vertidos industriales o fugas en redes de aguas residuales	Fugas en redes de conducción de vertidos urbanos e industriales
	Pozo nº 2	Índice alto sin llegar al límite: NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻	Actividad agrícola	Vertidos industriales. Fugas en redes de aguas residuales
	Pozo nº 3	Índice alto sin llegar al límite: NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Al ³⁺	Actividad agrícola	Vertidos industriales. Fugas en redes de aguas residuales
Burriana	Pozo-sondeo	NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Mg ²⁺	Actividad agrícola	Formaciones salinas. Vertido de aguas residuales depuradas. Intrusión marina.
Almazora	Ramonet	NO ₃ ⁻	Actividad agrícola	Vertidos industriales
	Catalans	NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Mg ²⁺	Actividad agrícola	Formaciones salinas.
Onda	Stos Patronos 1 y 2	SO ₄ ²⁻ , Mg ²⁺	Actividad agrícola	
	Apeadero Bechí	NO ₃ ⁻	Actividad agrícola	
Nules	Nules 1 y 2	NO ₃ ⁻ , Mg ²⁺ / Ocasionalmente: SO ₄ ²⁻ , residuo seco Cl ⁻ alto.	Actividad agrícola. Vertedero R.S.U. Villavieja. Aguas residuales Villavieja.	
Benicasim	Enriera	NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ /Mg ²⁺ alto	Actividad agrícola	Intrusión marina.
	San Blas	NO ₃ ⁻	Actividad agrícola	Intrusión marina.
	San Roque	Mg ²⁺ / Cl ⁻ alto.	Actividad agrícola	Intrusión marina.
Villavieja	Pinet	NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Mg ²⁺ , Na ⁺ . Cl ⁻ y Al ³⁺ altos	Actividad agrícola. Intrusión marina. Vertedero de R.S.U. Villavieja. Riego con aguas residuales. Vertidos industriales.	
Bechí	Sondeo	NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Fe	Actividad agrícola	Formaciones salinas.

CAPTACIONES AFECTADAS POR PROCESOS DE CONTAMINACIÓN (Continuación)

POBLACION	CAPTACIONES AFECTADAS	PARAMETROS QUE SUPERAN EL LIMITE DE LA R.T.S.	FOCOS Y PROCESOS DE CONTAMINACION QUE LES AFECTAN	FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACION
Berriol	Vall d'Umbri y Marzá			Vertidos industriales al río Seco Actividad agrícola
Alquerías	El Molino	NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Mg ²⁺	Actividad agrícola	Formaciones salinas. Intrusión marina
S. Juan de Moró	Pla de Lluch	SO ₄ ²⁻ , Mg ²⁺	Formaciones salinas	Vertidos al embalse de M ^a Cristina.
Vall d'Uxó	La Rambleta 1, 2, 3, 4	NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Mg ²⁺ Cl ⁻ alto	Actividad agrícola. Intrusión marina.	Vertidos industriales.
	La Zorra 1 y 2	NO ₃ ⁻		Actividad agrícola
Moncófar	Moncófar 1 y 2	Mg ²⁺		Actividad agrícola.
Chilches	El Salvador	NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻	Actividad agrícola	
La Llosa	Sondeo	NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻	Actividad agrícola	
Almenara	La Cosa, 1 y 2	NO ₃ ⁻	Actividad agrícola	Intrusión marina
	Corona	NO ₃ ⁻	Actividad agrícola	
	Fte. Cuart	SO ₄ ²⁻ /NO ₃ ⁻ alto	Actividad agrícola	

2.3. CALIDAD DE LAS AGUAS UTILIZADAS

Para la elaboración de esta fase del estudio se realizó un muestreo y análisis químico completo del agua procedente de cada una de las captaciones empleadas en el abastecimiento público. Por otra parte, y con el fin de conocer la evolución histórica se recopiló toda la información hidroquímica disponible.

En los informes correspondientes a cada municipio, se incluyeron los análisis completos

más recientes de cada uno de los pozos y sondeos de abastecimiento de estas poblaciones.

CASTELLÓN DE LA PLANA

Las aguas de los pozos y sondeos de abastecimiento a Castellón de la Plana presentan una facies sulfatadas-bicarbonatadas cálcicas, con predominio del tipo bicarbonatado, que se hace mayoritario en el sondeo Escrig (3024-5-0030).

En cuanto a la calidad química, los valores correspondientes a los parámetros analizados en las distintas muestras se situaban por debajo del límite de concentraciones admisibles, exceptuando el sondeo Villa Rosa (3025-2-0040), donde la concentración de nitratos (NO_3) superaba ligeramente dicho nivel. La presencia de los nitratos se debe a los cultivos de cítricos, cuyo abonado con compuestos nitrogenados provoca la incorporación de este ión a las aguas subterráneas.

Este caso se daba también en el pozo de la Abundancia (3024-6-0006) de 70 metros de profundidad, que capta en su mayor parte el acuífero cuaternario, salvo quizás en sus últimos 5 metros. La contaminación está representada en este punto por un contenido en nitratos inferior al límite máximo de potabilidad, pero próximo al mismo.

Los sondeos ubicados en las proximidades del borde mesozoico septentrional de la Plana (Aljibe I, Aljibe II, Colomera, Pellicer, Quintana, Felip-Gaeta y Escrich), después de atravesar un delgado recubrimiento cuaternario o mioceno-cuaternario, penetran en acuíferos mesozoicos, siendo su agua, en todos los casos, químicamente potable, debido a la escasez de focos contaminantes en las áreas de recarga (zonas montañosas) de los mencionados acuíferos mesozoicos.

VILLARREAL

Los pozos de abastecimiento a Villarreal, presentaban en general facies sulfatadas cálcicas, con tendencia al tipo bicarbonatado, que se hace más patente en el caso del pozo N° 1 (3035-1-0077).

Este pozo está ubicado en las proximidades de instalaciones industriales. El agua era químicamente potable, aunque a veces la concentración en nitratos (NO_3^-), sulfatos (SO_4^-) y aluminio (Al^{3+}), superaba el nivel deseable según la R.T.S.

Las altas concentraciones de aluminio (Al^{3+}) podrían ser consecuencia de fugas en la red de conducción de vertidos industriales (procedentes de industrias cerámicas o de galvanotecnia) o de la posible realización de determinados vertidos en forma inadecuada.

En cuanto al pozo N° 2 la concentración en nitratos (NO_3^-) y sulfatos (SO_4^-) no superaba el límite admisible, aunque se aproximaba mucho a éste.

Análogamente en el pozo N° 3 (3025-2-0063) la concentración en sulfatos se acercaba al límite máximo admisible, en tanto que las de nitratos (NO_3^-), y aluminio (Al^{3+}) eran significativas aunque no llegaban a superar a éste. El resto de los caracteres físico-químicos determinados se situaba por debajo de dicho límite, por lo que el agua era químicamente potable.

Es de destacar la tendencia al aumento o disminución en la concentración de determinados elementos pesados, observada simultáneamente en los tres pozos de abastecimiento, según determinaciones efectuadas en la misma fecha.

BURRIANA

El agua del pozo-sondeo de Burriana (3025-6-0031), captación mayoritariamente utilizada en el abastecimiento de esta población, presenta una facies sulfatada cálcica.

Los análisis revelaban que las concentraciones en nitratos (NO_3^-), sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$), y magnesio (Mg^{2+}) superaban el límite máximo de potabilidad, especialmente en el caso de los nitratos.

El contenido en plomo (Pb) era significativo, aunque siempre se mantenía por debajo del límite tolerable.

ALMAZORA

Las aguas de los pozos de abastecimiento presentaban, en general, facies sulfatadas cálcicas, con tendencia al tipo bicarbonatado.

Las determinaciones de concentraciones y caracteres físico-químicos efectuadas sobre el agua del pozo de la Estación (Nº 1, 3025-2-0001) se mantenían por debajo del límite máximo admisible, según la R.T.S.

Por tanto, el agua procedente de esta captación era químicamente potable en cuanto a las determinaciones efectuadas, aunque al estar situada dentro del polígono industrial de Almazora, no era descartable la influencia futura de posibles vertidos que incidieran directamente sobre su calidad, aportando esencialmente metales pesados.

En cuanto a la calidad bacteriológica, en determinadas ocasiones el agua resultaba bacteriológicamente no potable e incluso no permisible. Esta contaminación orgánica podría estar asociada, entre otras causas, a las fugas de la red de alcantarillado del Polígono Industrial.

Así mismo, el pozo Ramonet (N° 2, 3025-2-0002) presentaba un contenido en ión nitrato (NO_3^-) próximo al límite de tolerabilidad, llegando a superarlo en determinadas ocasiones. El agua de este pozo resultaba no potable y no permisible en algunas ocasiones en que la concentración de coliformes totales superaba los límites establecidos.

Para el pozo del Instituto o Tellado (N° 3, 3025-2-0064), los análisis revelaban que los caracteres físico-químicos determinados presentaban valores dentro del rango de tolerabilidad, según la actual R.T.S. Respecto a la calidad bacteriológica el agua presentaba eventualmente contaminación bacteriológica debida probablemente a la infiltración de fugas de la red de alcantarillado y posibles pozos negros.

En cuanto al agua del pozo Catalans (N°4, 3025-3-0015), superaba el límite máximo admisible para las concentraciones de nitratos (NO_3^-), sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$) y magnesio (Mg^{++}).

Las elevadas concentraciones en $\text{SO}_4^{=}$ y Ca^{++} podrían ser debidas tanto a la disolución e infiltración de fertilizantes sulfatados, como a la posible existencia de yesos asociados a depósitos costeros tipo "lagoon", mientras que las altas concentraciones en nitratos procederían del abonado de las extensas áreas de cultivo de cítricos situadas aguas arriba y alrededor de la captación.

Así mismo, existe un riesgo potencial de contaminación por intrusión marina, en el caso de que se intensifique la explotación durante períodos de tiempo prolongados.

ONDA

En el agua captada por los sondeos Santos Patronos 1 y 2 (2925-3-0039 y 2925-3-0040) se superaba el límite máximo tolerable en el contenido en sulfatos y magnesio, reflejando el aporte de sales procedentes de la disolución de sulfatos intercalados en los sedimentos de facies Keuper-Muschelkalk. Así mismo, el contenido en bacterias aerobias era considerable en ambos sondeos, superando el límite permitido para aguas potables en el n° 2. En el caso del sondeo Apeadero de Bechí (3025-1-0078), los índices de nitratos (NO_3^-), superaban el límite máximo

tolerable.

NULES

El agua extraída de los pozos Nules 1 y Nules 2 (3025-5-0010 y 3025-5-0011) resultaba químicamente no potable, ya que se superaban con creces los límites máximos de tolerabilidad en nitratos (NO_3^-) y magnesio (Mg^{2+}), y en ocasiones en sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$) y residuo seco.

Todo ello como producto de las labores agrícolas en la zona, y probablemente también de la influencia del vertedero y vertidos de aguas residuales de Villavieja, situados en las proximidades de estos pozos.

Igualmente los cloruros (Cl^-) alcanzaban concentraciones elevadas, indicativo del proceso de intrusión marina a que está sometida el área, debido a la intensa extracción por bombeos.

Sin embargo, los parámetros determinados para los sondeos Tramusar I y II (2925-8-0035 y 2925-8-0036) corresponden a un agua de calidad química excelente, aunque los recursos del acuífero que captan son muy limitados.

BENICASIM

La facies hidroquímica correspondiente al agua del sondeo San Blas (3024-7-0041), era sulfatada-bicarbonatada cálcica, y la del pozo Enriera (3024-7-0024), sulfatada clorurada cálcica, influenciada en éste último caso por un fenómeno de intrusión marina.

Según los análisis del sondeo Enriera (3024-7-0042), se superaba el límite máximo permisible en cuanto a los contenidos en nitratos (NO_3^-) y, sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$), en tanto que el contenido en magnesio (Mg^{2+}) se situaba muy próximo a dicho límite.

La concentración en cloruros, revelaba que el proceso de intrusión marina constituye un

foco potencial de contaminación.

El agua extraída en el sondeo San Blas (3024-7-0041) resultaba sanitariamente permisible debido a que los nitratos rebasaban ligeramente el límite máximo, en tanto que la concentración de cloruros y la proximidad respecto al sondeo San Roque revelaban la potencialidad de procesos de intrusión marina como focos de contaminación.

En el sondeo San Roque (3024-7-0043) la elevada concentración en cloruros señalaba como principal proceso de contaminación existente la intrusión marina.

Sin embargo, el agua procedente de la Fuente del Señor (3024-7-0038) presentaba una débil mineralización y ninguna de sus características físico-químicas y biológicas superaba el límite máximo de potabilidad, manteniéndose muchas de ellas dentro del rango deseable.

VILLAVIEJA

La clasificación hidroquímica para el agua del sondeo Pinet (3025-5-0084) era del tipo sulfatada cálcico-sódica. Este agua superaba el límite máximo en cuanto al contenido en magnesio (Mg^{2+}) y sodio (Na^+), y especialmente, en cuanto a las concentraciones de nitratos (NO_3^-) y sulfatos ($SO_4^{=}$). Las concentraciones de cloruros (Cl^-) y aluminio (Al^{3+}) resultaban también significativas.

Este sondeo se podía ver afectado por los siguientes focos y procesos de contaminación: los cultivos próximos, la intrusión marina, el vertedero de residuos sólidos de Villavieja, la infiltración y utilización para regadío de las aguas residuales del municipio, que incorpora el vertido de una industria cerámica próxima al mismo y posible infiltraciones desde las balsas de decantación de dicha industria.

Por ello, este agua se utilizaba para otros usos domésticos diferentes al consumo humano, reservándose para esta finalidad el agua procedente de la Font Calda, químicamente potable y

cuyos caracteres físico-químicos se mantenían en su mayoría dentro del rango deseable.

BECHI

Las aguas potables de Bechí, procedentes de un único sondeo, tienen facies sulfatada cálcica.

Se superaban los límites máximos de potabilidad en cuanto a las concentraciones en nitratos (NO_3^-), sulfatos (SO_4^{2-}) y, especialmente, en hierro.

El aporte de hierro podía ser debido a diferentes causas, entre las que pueden citarse los vertidos de las industrias cerámicas existentes en el término o la presencia de éste en los sedimentos en facies Muschelkalk captados.

BORRIOL

Los análisis del sondeo Vall d'Ungrí (3024-6-0058) mostraban que ninguno de los caracteres físico-químicos y bacteriológicos determinados superaba el límite de potabilidad, aunque los vertidos realizados por las industrias cerámicas hacia el río Seco, entre el sondeo y Borriol, podían suponer focos potenciales de contaminación.

En el caso del sondeo Marzá (3024-6-0057), que abastece prácticamente en su totalidad al municipio de Borriol, las aguas presentaban facies sulfatada-bicarbonatada cálcica, con los caracteres físico-químicos por debajo del límite tolerable. Este sondeo presentaba los mismos focos potenciales de contaminación que el de Vall d'Ungrí, dada la proximidad de ambas captaciones.

ALQUERÍAS DEL NIÑO PERDIDO

La clasificación hidroquímica de las aguas procedentes del sondeo El Molino, eran de sulfatada-bicarbonatada cálcica. Las concentraciones en nitratos (NO_3^-), sulfatos (SO_4^{2-}) y magnesio (Mg^{2+}), generalmente superaban el límite de potabilidad.

Aunque no se detectaba intrusión marina, existe un riesgo potencial de que se produzca, si los bombeos ocasionan un descenso persistente del nivel dinámico por debajo del nivel del mar.

SAN JUAN DE MORÓ

Las aguas de abastecimiento poseían características químicas permisibles para abastecimiento público, debido a que el contenido en sulfatos y magnesio era superior a los límites impuestos por la R.T.S. Estas concentraciones no eran debidas a problemas de contaminación, sino a la calidad natural de estas aguas.

Sin embargo, si que se deberían evitar los vertidos incontrolados al embalse de María Cristina, ya que las aguas de éste se infiltran en los acuíferos próximos.

VALL D'UXÓ

El agua extraída en los sondeos de la partida de La Rambleta, estaba afectada fundamentalmente por la incorporación de nitratos y cloruros, debido a las prácticas agrícolas y a los fenómenos de intrusión salina. También podía influir la infiltración de las aguas residuales de IMEPIEL, S.A. Los datos de análisis químicos existentes mostraban que casi todos los parámetros, excepto el potasio, se encontraban en niveles superiores a los permitidos por la R.T.S. para abastecimiento público. Dentro de éstos cabe destacar la concentración excesivamente alta de nitratos.

Así mismo, los datos hidroquímicos disponibles de los sondeos de la partida de la Zorra, indicaban que el ión nitrato rebasaba el límite fijado por la R.T.S. Este hecho contrastaba con los datos analíticos de los sondeos de Moncófar, situados en el mismo acuífero, cuya concentración en nitratos era reducida.

MONCÓFAR

Las aguas de abastecimiento a Moncófar, procedentes de las captaciones situadas en la partida de la Zorra, tenían características adecuadas para abastecimiento público, aunque el contenido en magnesio superaba ligeramente la concentración máxima admisible fijada por la R.T.S.

CHILCHES

El abono con compuestos nitrogenados de forma incontrolada, produjo el aporte de nitratos a las aguas subterráneas, de tal modo que éstas poseían una concentración en este ión ligeramente superior a la fijada por la R.T.S. para aguas de abastecimiento público.

LA LLOSA

El uso de abonos ricos en sulfatos y compuestos nitrogenados sobre la superficie del acuífero, provocó que la contaminación por nitratos y sulfatos de las aguas subterráneas captadas por el pozo que abastece a La Llosa, fuera muy importante.

La elevada concentración de estos iones hacía que el agua no fuera apta para el consumo humano.

ALMENARA

Tanto las captaciones situadas en la partida de la Cosa, pozos 2926-8-0058 y 2926-8-

0130, que explotan los materiales detríticos de la Plana de Sagunto, como el pozo 2926-4-0014 de la partida de la Corona que capta probablemente los niveles areniscosos más superficiales del Buntsandstein medio, presentaban contaminación por nitratos con concentraciones superiores al límite fijado por la R.T.S.

Por otra parte la Fuente de Cuart (2926-7-0038), que drena el acuífero de Algar-Quart, superaba el límite de concentración establecido por la R.T.S. para los sulfatos y mostraba una incipiente contaminación por nitratos, aún tolerable en aquel momento.

2.4. PROPUESTAS PARA ACTUACIONES MUNICIPALES

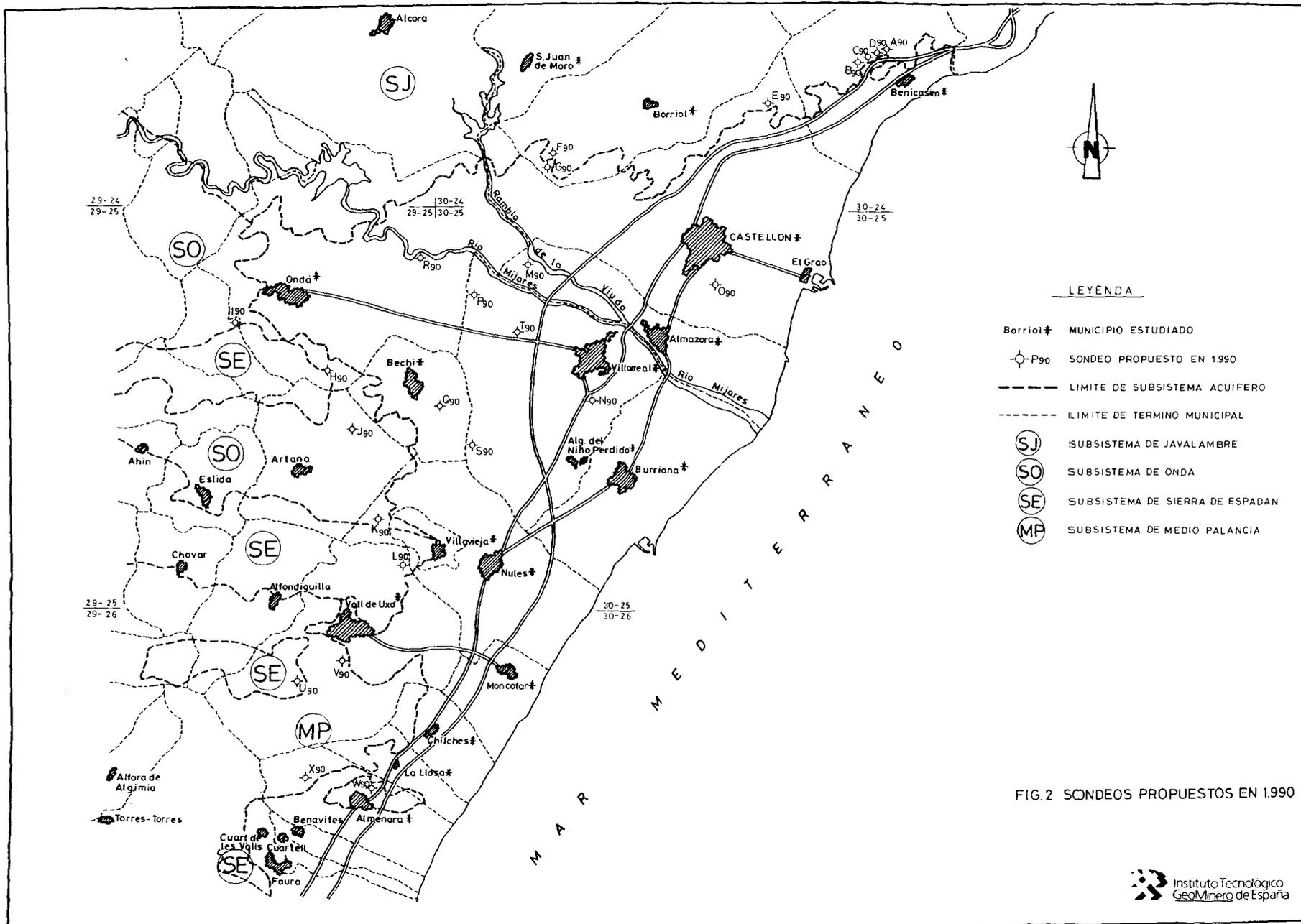
En el estudio realizado se proponían para mejorar el abastecimiento de estas poblaciones, una serie de medidas orientadas según dos líneas de actuación diferenciadas: la primera destinada a mejorar y proteger las captaciones existentes, y la segunda orientada a la utilización de otras fuentes alternativas de abastecimiento.

En el primer caso se recomendaba la delimitación e implantación de perímetros de protección a aquellos manantiales y captaciones no degradadas, además de intentar sustituir las captaciones que lo estaban o podrían estarlo en breve plazo, por otras nuevas situadas en sus proximidades, destinadas a explotar acuíferos que se suponen protegidos de la contaminación. Estas medidas, tenían la ventaja en el caso de resultar positivas de aprovechar gran parte de la infraestructura existente: conducciones, depósitos, redes eléctricas, etc.

En el segundo, se planteaban nuevas alternativas de abastecimiento, en base, cuando era posible, a la captación de los acuíferos mesozoicos de borde y si éstos estaban muy alejados, se intentaba primero investigar los materiales infrayacentes a la unidad de la Plana de Castellón, cuando por investigaciones geofísicas anteriores, había fundadas esperanzas de que a una profundidad moderada existiera un posible acuífero.

Hay que señalar que a veces se indicaba una misma alternativa de investigación para varias poblaciones, y que otras veces se especificaban para una población varias alternativas. En

el primer caso, si el sondeo fuera positivo permitiría marcar las captaciones suficientes para ambas, si el abastecimiento conjunto no pudiera llevarse a la práctica. Y en el segundo, se indicaba un orden de preferencia, que generalmente estaba condicionado por la distancia a la población y por los previsible resultados de la perforación. A continuación se resumen las propuestas específicas para cada población. Su ubicación se referencia en la Fig. 2.



LEYENDA

- Borriol* MUNICIPIO ESTUDIADO
- P90 SONDEO PROPUESTO EN 1990
- · - · - · LIMITE DE SUBSISTEMA ACUIFERO
- - - - - LIMITE DE TERMINO MUNICIPAL
- SJ SUBSISTEMA DE JAVALAMBRE
- SO SUBSISTEMA DE ONDA
- SE SUBSISTEMA DE SIERRA DE ESPADÁN
- MP SUBSISTEMA DE MEDIO PALANCIA

FIG.2 SONDEOS PROPUESTOS EN 1990

CASTELLÓN

Dado que el borde de la unidad de Javalambre, constituye una zona donde es posible captar agua de excelente calidad para abastecimiento público, y en ella están situados los mejores pozos de abastecimiento, sondeos Colomera, Pellicer, Quintana, Algibe I, Algibe II, Felip-Gaetà y Escrig, se consideraba necesario determinar una zona de RESERVA de agua subterránea de calidad, para abastecimientos urbanos en el extremo Sur-oriental de la Unidad de Jabalambre. Para ello se proponía un estudio detallado en este sector (balances, recursos, transferencias a las Planas, etc) que cuantificara el volumen anual a reservar para este fin y delimitara las zonas adecuadas para ejecución de sondeos.

También se aconsejaba la puesta en vigor de un perímetro de protección, que evitara la implantación de focos de contaminación sobre las áreas de recarga de la unidad.

Al mismo tiempo se proponía la ejecución de un sondeo que aumentara las disponibilidades hídricas, y cuyas características se resumen a continuación:

SONDEO G:

Coordenadas U.T.M.:	X = 745.575
	Y = 4.433.490
Cota de emboquilladura:	130 m.s.n.m.
Profundidad prevista:	300 m

El sondeo estaría emboquillado sobre depósitos cuaternarios y el acuífero a captar serían las calizas del Gargasiense (C₄).

Por otra parte se recomendaba la realización de un sondeo mecánico de investigación próximo al Villa Rosa, con una profundidad de 150 m, mediante el cual se pretendía captar un acuífero mioceno confinado entre los 67 y 142 metros de profundidad. Para ello se procedería al aislamiento del acuífero detrítico cuaternario superior mediante cementación.

Para preservar la calidad química del pozo de la Abundancia, se proponía el establecimiento de un perímetro de protección que afectara tanto a la superficie del cuaternario captado, como a la de los afloramientos de los materiales mesozoicos que alimentan lateralmente a dicho cuaternario.

BENICASIM

Se proponía sustituir las captaciones existentes por otras situadas en los acuíferos del borde mesozoico. Para estudiar su viabilidad se deberían ejecutar los sondeos de investigación que se indican a continuación:

- Formaciones permeables del Buntsandstein

El agua de estas formaciones es por lo general de reducida mineralización y de excelente calidad química, aunque a veces los acuíferos están muy compartimentados y poco alimentados y en consecuencia disponen de pocos recursos.

Por ello se proponían unos sondeos de investigación, cuyos resultados, conjuntamente con un estudio hidrogeológico de detalle permitiría determinar los recursos disponibles y el plan de explotación más adecuado.

SONDEO A

Coordenadas U.T.M.:	X = 248.725
	Y = 4.439.550
Cota de emboquilladura:	160 m.s.n.m.
Profundidad prevista:	300 m

El sondeo estaría emboquillado directamente sobre areniscas del Buntsandstein medio (TB₂), que serían el acuífero a captar.

SONDEO B

Coordenadas U.T.M.: X = 247.457
Y = 4.438.950
Cota de emboquilladura: 180 m.s.n.m.
Profundidad prevista: 300 m

El sondeo estaría emboquillado en el contacto entre areniscas del Buntsandstein medio (TB₂) y depósitos de laderas, siendo aquéllas el acuífero a captar.

SONDEO C

Coordenadas U.T.M.: X = 248.125
Y = 4.439.200
Cota de emboquilladura: 110 m.s.n.m.
Profundidad prevista: 300 m

El sondeo estaría emboquillado en el contacto entre areniscas del Buntsandstein medio (TB₂) y depósitos de laderas, constituyendo aquellas el acuífero a captar.

SONDEO D

Coordenadas U.T.M.: X = 248.375
Y = 4.439.350
Cota de emboquilladura: 120 m.s.n.m.
Profundidad prevista: 300 m

El sondeo se emboquillaría en el contacto entre areniscas del Buntsandstein medio (TB₂) y depósitos de laderas, con objeto de captar el acuífero que constituyen aquéllas.

SONDEO E

Coordenadas U.T.M.: X = 755.575
 Y = 4.437.050
Cota de emboquilladura: 95 m.s.n.m.
Profundidad prevista: 300 m

El sondeo se situaría sobre depósitos de ladera de reducido espesor, captándose por debajo del acuífero constituido por las calizas del Gargasiense (C₄).

Además de las alternativas citadas se recomendaba delimitar e imponer un perímetro de protección para la Fuente del Señor.

VILLARREAL

Se realizaron una serie de propuestas para la mejora y/o protección de los pozos existentes, los cuales se describen a continuación.

- Ejecución de un sondeo mecánico de investigación próximo al pozo n° 1, con una profundidad de 225 m, mediante el que se pretendía captar un acuífero mioceno confinado entre 148 y 220 m de profundidad.

La longitud de la cementación, a partir de la emboquilladura del sondeo, destinada al aislamiento del acuífero detrítico cuaternario superior, se estimaba en 75 m.

- Ejecución de un sondeo mecánico próximo al pozo n° 2, mediante el que se pretendía captar un acuífero mioceno cuyo techo cabe esperar que se encuentre a una profundidad comprendida entre 106 y 148 m, y cuyo muro estaría entre los 220 y 231 m de profundidad.

La longitud de cementación se estimaba en 75 m, a partir de la emboquilladura, para aislar

el tramo acuífero superior cuaternario.

En el caso de que las medidas propuestas para la rehabilitación de las captaciones existentes no dieran los resultados apetecidos, o se pretendiera encontrar otras fuentes alternativas de abastecimiento menos vulnerables a largo plazo, se proponían los siguientes sondeos de investigación que podrían ser de utilidad tanto para el municipio de Villarreal como para el de Almazora.

Las alternativas que se proponían, se centran en la investigación de las características hidrogeológicas de potenciales niveles profundos en la unidad de la Plana de Castellón y/o en la captación de los excedentes hidráulicos de la Unidad de Javalambre. A continuación se indican los sondeos propuestos para cada una de las alternativas.

- Alternativas en la unidad de Javalambre

SONDEO F

Coordenadas U.T.M.:	X = 745.925
	Y = 4.434.300
Cota de emboquilladura:	140 m.s.n.m.
Profundidad prevista:	300 m

El sondeo estaría emboquillado sobre depósitos cuaternarios que constituyen un delgado recubrimiento, siendo el acuífero a captar las calizas del Gargasiense (C₄).

SONDEO G

Coordenadas U.T.M.:	X = 745.575
	Y = 4.433.490

Cota de emboquilladura: 130 m.s.n.m.

Profundidad prevista: 300 m

El sondeo estaría emboquillado sobre depósitos cuaternarios y el acuífero a captar serían las calizas del Gargasiense (C₄).

- Alternativas en la Unidad de la Plana de Castellón

SONDEO M

Coordenadas U.T.M.: X = 744.550

Y = 4.429.425

Cota de emboquilladura: 75 m.s.n.m.

Profundidad prevista: 300 m

El sondeo estaría emboquillado sobre depósitos cuaternarios de la Plana, estando el acuífero a captar confinado entre los 85 y 260 m de profundidad.

En el caso de que los resultados del sondeo fueran positivos, se procedería al aislamiento del acuífero detrítico superior cuaternario mediante cementación, durante el acondicionamiento de la obra, al igual que para el resto de alternativas en la Unidad de la Plana de Castellón.

SONDEO O

Coordenadas U.T.M.: X = 753.375

Y = 4.428.600

Cota de emboquilladura: 19 m.s.n.m.

Profundidad prevista: 450 m

El sondeo estaría emboquillado sobre depósitos cuaternarios de la Plana.

Los acuíferos que se pretenden captar estarían confinados entre los 90 y 170 metros de profundidad (acuífero mioceno) y a partir de los 360 metros de profundidad (acuífero mesozoico).

SONDEO R

Coordenadas U.T.M.: X = 739.650
Y = 4.429.480
Cota de emboquilladura: 110 m.s.n.m.
Profundidad prevista: 375 m

El sondeo se emboquillaría sobre depósitos cuaternarios de la Plana, encontrándose el acuífero que se pretende captar, presumiblemente, confinado a partir de los 243 metros de profundidad.

SONDEO T

Coordenadas U.T.M.: X = 744.150
Y = 4.426.050
Cota de emboquilladura: 63 m.s.n.m.
Profundidad prevista: 225 m

El sondeo se situaría sobre depósitos cuaternarios de la Plana, encontrándose el acuífero que se pretende captar, presumiblemente, confinado entre los 123 y 208 metros de profundidad.

SONDEO N

Coordenadas U.T.M.: X = 747.575
Y = 4.423.350
Cota de emboquilladura: 29 m.s.n.m.
Profundidad prevista: 450 m

El sondeo estaría emboquillado sobre depósitos cuaternarios de la Plana. Los acuíferos mioceno y mesozoico que se pretenden captar, se encuentran presumiblemente, confinados entre los 100 y 145 metros y a partir de los 350 metros de profundidad respectivamente.

ALMAZORA

Como mejora de las captaciones existentes se proponía la ejecución de un sondeo mecánico de investigación próximo al pozo Ramonet, de 275 metros de profundidad, mediante el que se pretendía captar un acuífero mioceno de naturaleza carbonatada, confinado entre 140 y 250 metros de profundidad. Tras la ejecución del sondeo se procedería al aislamiento por cementación del acuífero superior cuaternario, a lo largo de una longitud estimada "a priori" en 70 metros, a partir de la emboquilladura.

Así mismo, se proponía la realización de un sondeo mecánico de investigación próximo al pozo dels Catalans de 225 metros de profundidad, mediante el que se pretendía captar un acuífero mioceno confinado entre los 130 y 215 metros de profundidad. Sería necesario el aislamiento del acuífero detrítico cuaternario superficial mediante una cementación cuya longitud se estimaba en 60 metros a partir de la emboquilladura del sondeo.

En los pozos de la Estación y del Instituto o Tellado, el agua extraída resultaba químicamente potable por lo que no se consideraba urgente invertir en obras de mejora. No obstante, se consideraba conveniente implantar un perímetro de protección para los mismos.

En cuanto a sondeos alternativos para mejora del abastecimiento eran válidas las mismas propuestas hechas para Villarreal: sondeos F, G, M, O, R, T y N.

ONDA

Para mejora de las captaciones existentes se proponía la realización de un sondeo de investigación próximo a los sondeos Santos Patronos I y II, de 300-350 metros de profundidad.

Tendría la doble finalidad de localizar la existencia de tramos yesíferos responsables de las altas concentraciones en sulfatos en estos sondeos, y de localizar barras dolomíticas inferiores, en facies Muschelkalk, que constituyan acuíferos.

En su caso se procedería al aislamiento de los tramos yesíferos en los sondeos Santos Patronos I y II (mediante cementación) y/o a su reprofundización.

En cualquier caso, se proponía el establecimiento de perímetros de protección sobre las áreas de recarga de los acuíferos en facies Muschelkalk captadas por ambos sondeos.

Se recomendaba, así mismo, el establecimiento de un perímetro de protección sobre las áreas de recarga del acuífero Jurásico drenado por el pozo-fuente el Baladrar.

Como alternativa a las captaciones existentes en caso de no poder mejorar la calidad del agua extraída se proponían los sondeos siguientes:

SONDEO H

Coordenadas U.T.M.:	X = 735.575
	Y = 4.424.100
Cota de emboquilladura:	155 m.s.n.m.
Profundidad prevista:	300 m

El sondeo se emboquillaría sobre areniscas del Buntsandstein medio (TB₂), que constituyen el acuífero a captar.

SONDEO I

Coordenadas U.T.M.: X = 731.400
Y = 4.426.250
Cota de emboquilladura: 220 m.s.n.m.
Profundidad prevista: 300 m

El sondeo se situaría próximo a un sondeo de la Sociedad de Regantes de Onda.

BECHÍ

Para dotar al municipio de agua de mejor calidad, se recomendaba la ejecución de dos sondeos de investigación.

El primero de ellos, más próximo al casco urbano y denominado con la letra "Q", estaría destinado a investigar las características químicas e hidráulicas de los potenciales niveles permeables incluidos en la base del Mioceno. Antes de ejecutarse debería ser realizada una investigación geofísica mediante sondeos eléctricos verticales, o sondeos electromagnéticos en el dominio del tiempo, como comprobación a la hipótesis de partida.

El segundo, "H", tendría como objetivo las areniscas ortocuarcíticas del TB₂, que normalmente contienen aguas de excelente calidad química.

Las características y situación de ambas alternativas se indican a continuación.

SONDEO Q

Coordenadas U.T.M.:	X = 741.050
	Y = 4.422.425
Cota de emboquilladura:	70 m.s.n.m.
Profundidad prevista:	300 m

El acuífero que se pretendía captar se encuentra, presumiblemente, confinado a partir de los 165 metros.

En el caso de que el resultado del sondeo fuera positivo, se procedería al aislamiento del acuífero detrítico superior cuaternario, mediante cementación, durante el acondicionamiento de la obra.

SONDEO H

Coordenadas U.T.M.:	X = 735.575
	Y = 4.424.100
Cota de emboquilladura:	155 m.s.n.m.
Profundidad prevista:	300 m

El sondeo estaría emboquillado sobre areniscas del Buntsandstein medio (TB₂), siendo éstas el acuífero a captar.

NULES

Se recomendaba la imposición de perímetros de protección sobre los materiales en facies Buntsandstein del sector oriental de la Sierra del Espadán, que constituyen áreas de recarga del acuífero captado por los sondeos Tramusar I y II.

Además se proponía ejecutar dos sondeos de investigación (J y S) destinados a determinar la calidad y productividad de las formaciones permeables del Mioceno basal (S), y del Muschelkalk (J). Estos sondeos, en el caso de ser positivos, podrían también marcar las pautas para la resolución del problema actual de abastecimiento de Bechí, Alquerías y Burriana.

SONDEO J

Coordenadas U.T.M.:	X = 736.900
	Y = 4.421.300
Cota de emboquilladura:	220 m.s.n.m.
Profundidad prevista:	350 m

El sondeo estaría emboquillado sobre dolomías del Muschelkalk medio-inferior. El acuífero a captar serían las mencionadas dolomías.

SONDEO S

Coordenadas U.T.M.:	X = 742.150
	Y = 4.420.900
Cota de emboquilladura:	60 m.s.n.m.
Profundidad prevista:	450 m

El acuífero que se pretendía captar se encuentra, presumiblemente, confinado a partir de 320 metros.

VILLAVIEJA

Se proponía la ejecución del sondeo de investigación K, destinado a reconocer hidrogeológicamente los materiales permeables del Tm₁.

SONDEO K

Coordenadas U.T.M.:	X = 738.215
	Y = 4.417.300
Cota de emboquilladura:	185 m.s.n.m.
Profundidad prevista:	325 m

El sondeo se emboquillaría sobre el tramo basal dolomítico en facies Muschelkalk que, en este sector, se encuentra en posición subvertical, debiendo quedar situado a la misma distancia del muro de este nivel dolomítico y una falla que lo limita hacia el techo. Además se estimaba conveniente la implantación de un perímetro de protección para la Font Calda, cuya agua se utiliza para bebida en el municipio de Villavieja.

BURRIANA-ALQUERÍAS

Para estas poblaciones se proponía utilizar los resultados obtenidos en los sondeos de investigación propuestos para Nules, Villarreal y Bechí, con el fin de situar un sondeo de uso compartido ya que ambas poblaciones presentan idénticas dificultades para su abastecimiento, dada su análoga situación hidrogeológica.

La alternativa que en principio reunía mejores condiciones era la indicada con la letra "J", que consistía en la captación de los materiales dolomíticos del Muschelkalk. Otras también a considerar eran las denominadas "S", "N" y "Q", destinadas a investigar las formaciones

permeables del Mioceno basal, detectadas por la investigación geofísica realizada por el ITGE en 1974. Estas últimas habrían de ser comprobadas, a la luz de los conocimientos actuales, mediante la ejecución previa de una campaña de geofísica eléctrica resistiva.

VALL D'UXÓ

Se recomendaban las siguientes medidas de protección:

- Establecer un perímetro de protección en cantidad y calidad para evitar la degradación del manantial de La Noguaret.
- Efectuar un estudio de detalle que permitiera poner de manifiesto por qué el agua de los sondeos de la partida de la Zorra presentan 70 ppm de nitratos, cuando los sondeos de Moncófar, en el mismo acuífero, areniscas del TB₂ de la Sierra del Espadán, alcanzan solamente 35 ppm.

Como medidas alternativas se proponía ejecutar los sondeos siguientes:

SONDEO Y

Coordenadas U.T.M.:	X = 336.750
	Y = 4.411.300
Cota topográfica:	120 m.s.n.m.
Profundidad:	250 m
Cota piezométrica:	30-40 m.s.n.m.

Tendría como objetivo captar el acuífero formado por las areniscas de TB₂.

SONDEO U

Coordenadas U.T.M.:	X = 346.650
	Y = 4.410.250
Cota topográfica:	160 m.s.n.m.
Profundidad:	280 m
Cota piezométrica:	60-80 m.s.n.m.

Tendría como objetivo el acuífero constituido por las areniscas del TB₂.

MONCÓFAR

Se proponía realizar un estudio detallado del acuífero de la partida de La Zorra, explotado por los sondeos Moncófar I y Moncófar II, con el fin de determinar si existieran recursos no comprometidos y aumentar la productividad de las captaciones existentes. Este estudio de detalle permitiría solicitar el perímetro de protección correspondiente, con el fin de garantizar la integridad del acuífero.

Como alternativa se proponía ejecutar el sondeo de investigación "V", que se ubicaría en las proximidades de la carretera que une Chóvar y Vall de Uxó, y en el caso de dar buenos resultados podría marcar también la pauta para el abastecimiento de Vall de Uxó. El agua procedente de esta captación podría llevarse, mediante una conducción adicional, a los depósitos de Moncófar existentes en la partida de La Zorra.

SONDEO V

Coordenadas U.T.M.:	X = 734.350
	Y = 4.412.750

Cota topográfica: 160 m.s.n.m.

Profundidad: 250 m

Su objetivo serían las areniscas del Buntsandstein medio

LA LLOSA

Se señalaba la conveniencia de investigar, antes de hacer sondeos en zonas muy alejadas, el acuífero correspondiente al tramo medio del Buntsandstein. Este acuífero podría contener aguas exentas de nitratos.

Se proponían dos sondeos de investigación a rotoperCUSión, denominados W y X, recomendándose ejecutar primero el más próximo y luego, si éste no da los resultados apetecidos, el más alejado.

SONDEO W

Coordenadas U.T.M.: X = 738.800

Y = 4.404.750

Cota topográfica: 35 m.s.n.m.

Profundidad: 250 m

Nivel piezométrico previsto: 10 m.s.n.m.

Caudal esperado: 5-10 l/s

SONDEO X

Coordenadas U.T.M.: X = 735.500

Y = 4.405.250

Cota topográfica:	60 m.s.n.m.
Profundidad:	250 m
Nivel piezométrico previsto:	40 m.s.n.m.
Caudal esperado:	5-10 l/s

CHILCHES

Las posibles soluciones para este municipio eran similares a las propuestas para La Llosa, y consistían principalmente en la investigación de los niveles del TB₂ que se suponían protegidos de la contaminación agrícola.

Se consideraba que para este municipio podrían ser válidas las alternativas propuestas para La Llosa, y en el caso de no dar los resultados apetecidos, las propuestas para Vall de Uxó, aunque éstas, al estar alejadas, supondrían altas inversiones que probablemente deberían acometerse para la solución conjunta de Vall de Uxó, Moncófar, Chilches, La Llosa y posiblemente Almenara.

ALMENARA

Se proponía la implantación de un perímetro de protección para la Fuente de Quart, que ya empezaba a tener una concentración de nitratos significativa, 27 ppm.

Para complementar el sistema de abastecimiento en años de sequía, se recomendaba la realización de una captación que sustituyera a las existentes (Pozo nº 1 y 2 de la partida de La Cosa y pozo de la partida de La Corona), en los materiales acuíferos del TB₂ de la Sierra del Espadán.

Se proponían para ello dos sondeos de investigación a rotoperusión, denominados "W" y "X". Eran los mismos que se indicaban para el municipio de La Llosa, recomendándose ejecutar

primero el más próximo y luego, si este no da los resultados apetecidos, el más alejado.

BORRIOL

Se proponía la delimitación e implantación de un perímetro de protección, sobre las áreas de recarga de los acuíferos mesozoicos captados por los sondeos de Vall d'Umbrí y Marzá, para preservar la buena calidad de sus aguas.

Este perímetro debería integrar también a las captaciones Colomera, Pellicer, Quintana, Algibe I, Algibe II, Felip-Gaetà y Escrig, destinadas al abastecimiento de Castellón.

SAN JUAN DE MORÓ

Con el fin de mejorar las disponibilidades hídricas del municipio, se proponían las siguientes medidas todas ellas aplicadas al acuífero del Plá de Lluch:

- Realizar un estudio de detalle con el fin de analizar las posibilidades de eliminar los sulfatos, en las captaciones existentes, mediante el aislamiento de los tramos evaporíticos del acuífero.
- Estudiar la posibilidad de regular los recursos del acuífero y delimitar e imponer un perímetro de protección para garantizar la calidad de sus aguas.

A continuación se sintetizan las propuestas específicas para cada una de las poblaciones citadas.

SÍNTESIS DE MEDIDAS PROPUESTAS

POBLACIÓN	MEDIDAS PROPUESTAS	
	PROTECCIÓN CAPTACIONES	SONDEOS ALTERNATIVOS
CASTELLÓN	1 perímetro. 1 rehabilitación	G
VILLARREAL	2 rehabilitaciones	F,G,M,O,R,T,N
ALMAZORA	1 perímetro. 2 rehabilitaciones	F,G,M,O,R,T,N
ONDA	2 perímetros. 2 rehabilitaciones	H,I
BECHÍ		Q,H
NULES	1 perímetro	J,S
VILLAVIEJA	1 perímetro	K
BURRIANA		J,S,N,Q
ALQUERIAS		J,S,N,Q
VALL D'UXÓ	2 perímetros	Y,U
MONCÓFAR		V
LA LLOSA		W,X
CHILCHES		W,X
ALMENARA	1 perímetro (Fte. de Quart)	W,X
BORRIOL	1 perímetro	
SAN JUAN DE MORÓ	1 perímetro	

2.5. PROPUESTAS PARA EL USO MANCOMUNADO

De las unidades estudiadas, las que se encontraban relativamente protegidas de la contaminación, aun estando sometidas a una fuerte presión antrópica incontrolada, eran las de Javalambre, Onda, Sierra del Espadán y Medio Palancia. Estas, sobre todo Javalambre y Sierra del Espadán disponen de aguas de gran calidad que habría que proteger como RESERVA PARA EL ABASTECIMIENTO PÚBLICO. Sobre todo, si se tiene en cuenta que con sus aguas se abastecen varios municipios de la Plana de Castellón y otros pretenden hacerlo, puesto que disponen de agua de mala calidad.

Sin embargo, al no existir una planificación preventiva para evitar la degradación de estas unidades, están expuestas a la acción de agentes contaminantes; circunstancia muy grave si se tiene en cuenta que cuando los acuíferos se degradan, el proceso de recuperación, sin ser

irreversible a largo plazo, se podría considerar de este modo a escala humana.

En consecuencia, sería necesaria la puesta a punto de un Plan de Gestión de las unidades citadas, dada su importancia para el abastecimiento actual y futuro de las poblaciones anteriormente indicadas, que tienen un gran peso específico en el conjunto de la provincia de Castellón.

Por tanto, paralelamente a la ejecución de las medidas señaladas, se proponía realizar en la siguiente fase un estudio de las unidades indicadas que contemplara los aspectos siguientes:

- 1º) Estudio hidrogeológico e hidroquímico detallado de los acuíferos que se planteaban como alternativas al abastecimiento.
- 2º) Determinación con todo detalle de los recursos disponibles.
- 3º) Analizar y determinar su vulnerabilidad a la contaminación.
- 4º) Plantear un plan de gestión detallado para los mismos, que contemplara todos los usos aplicados, y proponerlo para su formalización al Organo de Cuenca.
- 5º) Asesorar a los municipios en la ejecución de sus sondeos de investigación y explotación, y establecer una serie de medidas preventivas, para evitar la ejecución de captaciones e instalaciones de cualquier tipo que pudieran menoscabar o degradar los recursos del acuífero.
- 6º) Establecer un Plan de vigilancia y control para la correcta utilización de las unidades hidrogeológicas.

El estudio propuesto fue el objeto de la 2ª fase, desarrollando fundamentalmente los tres primeros objetivos y aportando además posibles alternativas para los abastecimientos.

3. GARANTÍA DE ABASTECIMIENTO A PARTIR DEL SUBSISTEMA ACUÍFERO DE JAVALAMBRE

Esta 2ª fase del proyecto genérico se desarrolló entre los años 1991 y 1995, comprendiendo dos partes en las que se profundizó en el conocimiento de los subsistemas acuíferos que bordean la Plana de Castellón. En la primera parte, años 1991 y 1992, se evaluó la garantía de abastecimiento a partir del Subsistema de Javalambre, completándose en la segunda, 1993-1995, con el estudio de los Subsistemas de Onda, Medio Palancia y Sierra del Espadán.

3.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

Su objetivo fundamental consistía en determinar las posibilidades y métodos de actuación para garantizar el abastecimiento urbano de las poblaciones que utilizan los recursos hídricos del subsistema de Javalambre y analizar los excedentes existentes para la utilización mancomunada por otros municipios.

Se analizaban las posibilidades de extraer parte de los recursos subterráneos que este subsistema transfiere al acuífero de la Plana de Castellón, antes de que se degraden en éste, y utilizarlos para el abastecimiento de núcleos urbanos que disponen de agua de mala calidad como Villarreal, Almazora, Bechí, Onda, Burriana, Alquerías del Niño Perdido y Nules.

Para asegurar estos abastecimientos se proponía a la Administración que determinara unas zonas de reserva de caudales en el acuífero regional del subsistema acuífero de Javalambre. Estas deberían ser protegidas tanto de las extracciones no programadas de agua, como de la implantación en las mismas de actividades potencialmente contaminantes para las aguas subterráneas.

En síntesis los objetivos del trabajo se pueden resumir del modo siguiente:

- 1) Adquisición de un grado tal de conocimiento hidrogeológico de la zona de estudio, que se pudiera *evaluar* la capacidad potencial de este sector del acuífero para *garantizar* el abastecimiento urbano de agua potable a poblaciones.
- 2) Realización de un modelo matemático en régimen permanente, que se reveló como una herramienta de gran valor para definir el funcionamiento hidráulico de la zona de trabajo permitiendo afinar en la programación de los estudios de investigación subsiguientes, al tiempo que establecer interesantes hipótesis de trabajo.
- 3) Elaboración de una propuesta de protección de captaciones de abastecimiento a Castellón, Benicasim, Borriol y San Juan de Moró mediante la declaración de *Zona de Reserva de Caudales*.
- 4) Delimitación de *Zonas de Protección Provisionales* de las captaciones de abastecimiento urbano a los municipios comprendidos dentro de la zona de estudio.
- 5) Definición de un *programa de investigación* para captación de aguas subterráneas.

A partir de los trabajos de campo se efectuó un estudio geológico e hidrogeológico del área considerada, identificando las formaciones aptas para constituir acuíferos; las que determinan sus impermeables de techo y muro; y las que originan sus límites laterales.

Se analizaron las características del flujo subterráneo, tanto en el acuífero regional del subsistema como en los acuíferos locales que abastecen a poblaciones del interior. Con estos conocimientos se elaboró un modelo conceptual del funcionamiento para el acuífero regional, y se simuló en régimen permanente con el programa McDonald y Harbaugh del U.S. Geological Survey.

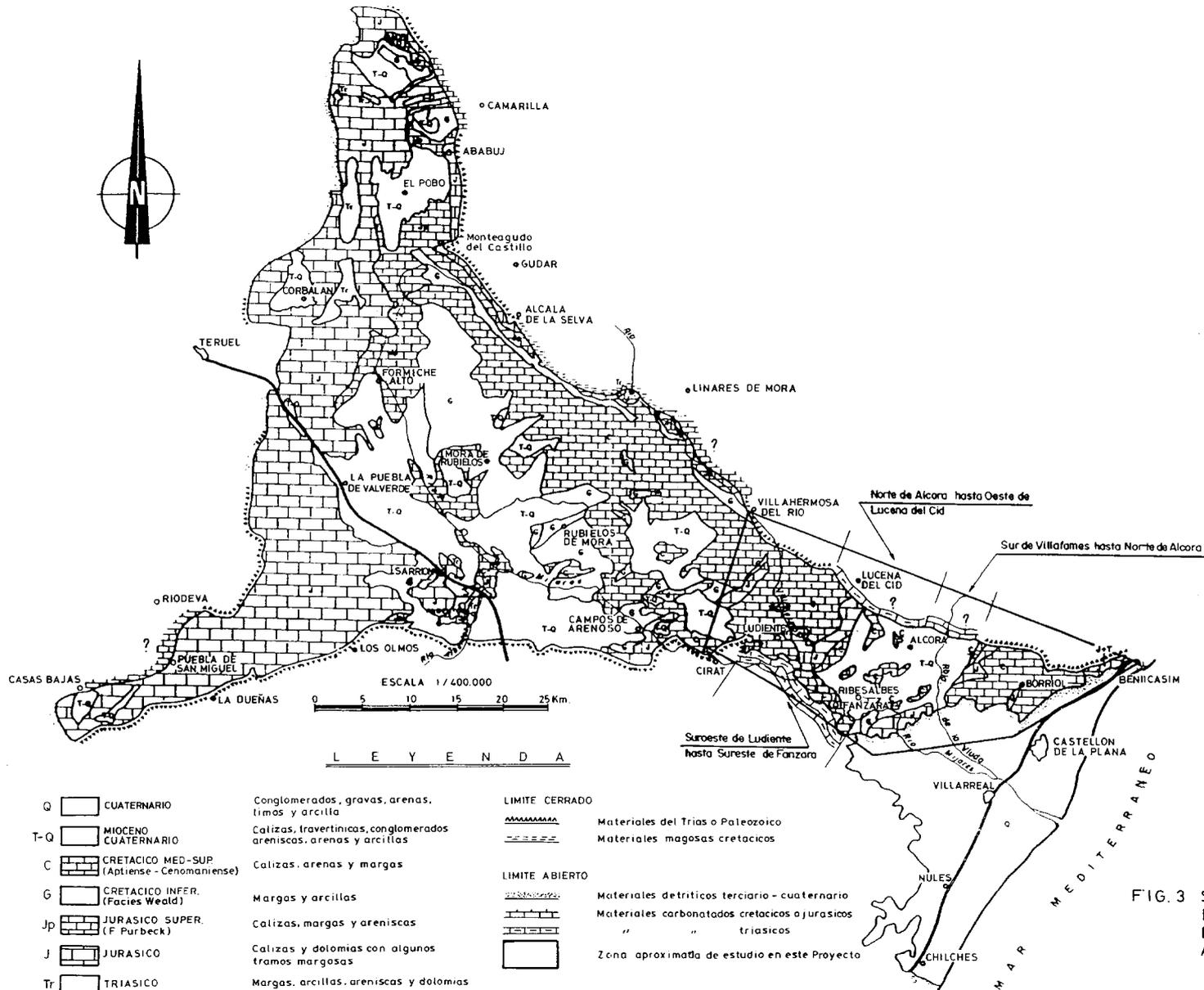


FIG. 3 SITUACION DEL AREA ESTUDIADA EN 1992 EN EL SUBSISTEMA ACUIFERO DE JAVALAMBRE

Mediante este programa se determinó el balance del acuífero y se simularon diversas alternativas de explotación, entre las que se incluía el posible incremento de los bombeos para el abastecimiento de las poblaciones antes citadas. En este trabajo se analizó también la relación hidráulica del subsistema de Javalambre con otros sistemas como el río Mijares, La Rambla de la Viuda, el subsistema del Maestrazgo y el de Onda.

Desde el punto de vista de la calidad de las aguas subterráneas, se determinó su aptitud para ser empleada en abastecimiento público y se pusieron de manifiesto los principales focos de contaminación existentes.

Se realizó un análisis de vulnerabilidad frente a la contaminación del acuífero regional y de los locales utilizados en abastecimiento público. Este análisis, junto con la situación de los focos de contaminación detectados y la clasificación urbanística del suelo, permitió elaborar una serie de recomendaciones para la protección de los acuíferos, destinada a reglamentar las actividades en su superficie, a fin de evitar la percolación de lixiviados procedentes de actividades contaminantes incorrectamente ejecutadas.

Por último se elaboraron una serie de propuestas de actuación destinadas a establecer mejoras de las redes de control de la calidad y superficie piezométrica de las aguas subterráneas; delimitación de unas Zonas de Reserva de Caudales para abastecimiento público en el acuífero regional; delimitación de Zonas de Protección Provisional de captaciones en los acuíferos locales, en tanto se realicen los estudios de detalle correspondientes; delimitación definitiva de las Zonas de Protección de las Fuentes del Señor y Rufá en Benicasim, y captaciones de abastecimiento a San Juan de Moró; propuestas a distintos municipios para que las zonas vulnerables de los acuíferos se incluyeran como espacios protegidos o, en su defecto, se sometieran a una reglamentación de actividades que impidiera el ejercicio de actividades potencialmente contaminantes, sin el adecuado control de la Administración; y por último se proponía que se estudiara la posibilidad de mejorar el aprovechamiento de los recursos hídricos de la cuenca del río Mijares, en base a la utilización conjunta de los embalses superficiales y subterráneos existentes en la misma.

3.2. DEMANDA ACTUAL DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO PÚBLICO

Todos los núcleos urbanos de la zona de trabajo se abastecen de aguas de procedencia subterránea, mediante manantiales y/o captaciones. Esto se cumple incluso en Vallat que toma aguas del río Villahermosa, ya que este río está alimentado en su totalidad por la Fuente Los Ignacios, que es un punto de drenaje del acuífero.

En la tabla adjunta se indica el consumo en abastecimiento público de cada uno de los municipios cuyas captaciones se ubican en el área de estudio.

CAPTACIONES Y CONSUMOS DE ABASTECIMIENTOS URBANOS

POBLACIÓN	CAPTACIONES n° inventario ITGE	POBLACION (Hab.)		CONSUMOS (m³/año)	
		Habitual	Estacional	Actual	Demanda 2.015
ZUCAINA	2924-2-0006	238	1500	90.000	100.000
LUDIENTE	2924-2-0013 2924-2-0009	265	2000	100.000	110.000
ALCORA	2924-4-0018 3024-5-0018	8.367	11.000	1.880.000	2.068.000
ARAYA	2924-7-0001				
VALLAT	2924-7-0004	35	350	17.000	18.700
FANZARA	2924-7-0005	290	600	55.000	60.000
S. J. DE MORO	3024-5-0032 3024-5-0033 3024-5-0034	1.600	1.900	336.000	370.000
ARGELITA	2024-7-0010	106	170	18.000	20.000
BORRIOL	3024-5-0031 3024-6-0057 3024-6-0058	2.667	4.000	630.000	700.000
CASTELLON	3024-5-0027 3024-5-0028 3024-5-0029 3024-5-0030	133.180	146.000	9.479.000	15.400.000
TOTAL		146.748	167.520	12.605.000	18.846.700

* No se incluye en el total puesto que se extrae de captaciones situadas en el Acuífero de la Plana

El volumen de agua utilizado para abastecimiento urbano, con captaciones situadas dentro de la zona estudiada del subsistema, en el acuífero regional y locales, se estima en 12,6 hm³/año que constituye aproximadamente el 72% del bombeo total realizado en el mismo. Con este agua se abastece a una población habitual de 146.748 y estacional de 167.520 habitantes respectivamente. La dotación media estimada para la zona es de 230 l/hab/día.

La demanda futura de estos municipios para el horizonte del año 2015, estimada en 18,84 hm³/año estará perfectamente establecida con los recursos actualmente no regulados in situ del subsistema.

3.3. CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Para la determinación de la calidad de las aguas subterráneas, en el área de estudio, se contó con los datos analíticos de las muestras de agua tomadas en este Proyecto y los correspondientes al muestreo realizado en la fase anterior al mismo (1990). En total se disponía de 43 análisis, de los cuales: 12 corresponderían a los acuíferos cretácicos, 9 a las formaciones del Jurásico, 9 a acuíferos del triásico (Muschelkalk y Buntsandstein), 5 al acuífero mioceno de la cubeta de Alcora y 8 al acuífero cuaternario de la Plana de Castellón.

Las formaciones jurásicas contienen normalmente aguas de tipo Sulfatada Cálctica con proporción variable de bicarbonatos.

Las aguas de las formaciones del Cretácico se agrupan en dos facies predominantes: Bicarbonatada Cálctica, la más generalizada, que corresponde normalmente a las zonas del interior; y la Sulfatada-Bicarbonatada-Cálctica que se presenta preferentemente en las zonas próximas a la Plana de Castellón.

Las aguas de los acuíferos miocenos y triásicos tienen la característica común de que aunque sus facies sean Sulfatadas o Bicarbonatadas, siempre son Cálcticas.

Las facies que presenta el acuífero cuaternario son del tipo Sulfatadas Cálcidas o Cálcidas-Sódicas, con elevados porcentajes de Bicarbonatos y Cloruros. En este caso se puede interpretar que la alta proporción de Cl⁻ es debida a procesos de contaminación por intrusión marina.

De los resultados analíticos se deducía que las actividades antrópicas sólo habían producido problemas de calidad para el abastecimiento público en Ludiente, Fuente Valentina (2924-2-0009); en el pozo Vila Rosa (3025-2-0040), de Castellón, ya dentro del Subsistema de la Plana de Castellón; y en el pozo de Benicasim, Sondeo el Carmelo (3024-7-0026). En los demás casos, las muestras analizadas presentaban sólo contenidos excesivos de sulfatos y/o magnesio debido a las características de las formaciones explotadas, que cuando pertenecen al Muschelkalk y/o Mioceno de la depresión Onda-Alcora suelen tener niveles evaporíticos. Esto se podría resolver en algunos casos mediante el correcto aislamiento de algunos tramos de la captación cuando ésta se está ejecutando.

CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

MUNICIPIO	TOPONIMIA (Nº invent.)	ACUIFERO	CALIDAD	FACIES HIDROQUIMICA	IONES QUE SUPERAN LA RTS (ppm)	FECHA ANALISIS
ZUCAINA	Fic. Zucaina (2924-2-0003) Ben. Centenar	Cretácico Cretácico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcida	---	Nov-92
			Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcida		Oct-93
CASTILLO DE	Fic. Bº La Juaneta	Cretácico	Muy Buena	Bicarbonatada Cálcida	---	Ene-93
LUCENA	Pozo Vale (2924-3-0005) Pozo Casotes (2924-3-0012) Fic. Uñola (Araya) (2924-7-0001) Fic. Corbachos (2924-3-0001) Mas de la Mina (2924-3-0002) Escuela de la Venta	Triásico Triásico	Buena	Bicarbonatada Cálcida	---	Nov-92
			Muy Buena	Bicarbonatada Cálcida	---	Nov-92
		Cretácico	Muy Buena	Bicarbonatada Cálcida	---	Ene-93
			Excelente	Bicarbonatada Cálcida	---	Ene-93
		Cretácico	Muy Buena	Bicarbonatada Cálcida	---	Ene-93
			Buena	Bicarbonatada Cálcida	SO ₄ ²⁻	Jun-94
LUDIENTE	Fic. Valentina (2924-2-0009)	Cretácico	Deficiente	Bicarbonatada Cálcida	NO ₃ ⁻ (61)	Nov-92
ARGELITA	Sondeo Fic. Sabinar (2924-7-0010) Fic. los Ignacios (2924-7-0002)	Jurásico-Triásico Jurásico	Muy Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcida	---	Nov-92
			Muy Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcida	---	Ene-93
VALLAT	Fic. de la Salud (2924-7-0004)	Cretácico	Muy Buena	Bicarbonatada Cálcida	---	Nov-92
ESPADILLA	Sondeo Plano Espadilla (2924-6-0010)	Triásico	Deficiente	Bicarbonatada Magnésica	Mg ²⁺ (53)	Ene-85
FIGUEROLES	Fic. Carrerasa (2924-4-0020)	Triásico	Muy Buena	---	---	Ene-92
TOGA	Fic. Font Calenta (2924-6-0004)	Triásico	Deficiente	---	SO ₄ ²⁻ (302)	Nov-91

CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS (Cont.)

MUNICIPIO	TOPONIMIA (N° invent.)	ACUIFERO	CALIDAD	FACIES HIDROQUIMICA	IONES QUE SUPERAN LA RTS (ppm)	FECHA ANALISIS
ALCORA	Sondeo Azul (2924-4-0018)	Triásico	Deficiente	Sulfatada Cálcica	SO ₄ [*] (650)	Nov-92
	Pozo Finca (2924-8-0023)	Terciario	Buena	Bicarbonatada Cálcica	---	Nov-92
	Sondeo Inalco (2924-8-0018)	Terciario	Buena	Bicarbonatada Cálcica	---	Nov-92
	Sondeo la Platera (2924-8-0017)	Terciario	Deficiente	Sulfatada Cálcica	SO ₄ [*] (356)	Nov-92
	Sondeo Vives 1 (2924-8-0025)	Terciario	Deficiente	Sulfatada Cálcica	SO ₄ [*] (514) Mg ²⁺ (59)	Nov-92
	Sondeo Vives 2 (2924-5-0036)	Terciario	Deficiente	Sulfatada Cálcica Bicarbonatada	SO ₄ [*] (318)	Nov-92
	Sondeo la Rambla (2924-5-0018)	Cretácico	Deficiente	Sulfatada Cálcica	SO ₄ [*] (355)	Nov-92
ONDA	Sondeo Dario (2924-8-0020)	Cretácico	Buena	Bicarbonatada Cálcico Magnésica	---	Nov-92
	Sondeo la Lledona (2924-8-0027)	Jurásico	Buena	Bicarbonatada Cálcico Magnésica	---	Ene-93
SAN JUAN DE MORO	Sond. P. Lluch I (3024-5-0032)	Triásico	Deficiente	Sulfatada Cálcica	SO ₄ [*] (310) Mg ²⁺ (69)	Ene-91
	Sond. P. Lluch 2 (3024-5-0032)	Triásico	Deficiente	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	SO ₄ [*] (390) Mg ²⁺ (64)	Ene-91
BORRIOL	Sond. Vall d'Ungri (3024-6-0058)	Jurásico	Buena	---	---	Feb-90
	Sondeo Marza (3024-6-0057)	Jurásico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jul-92
	Sond. Vall d'Ungri II	Jurásico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	SO ₄ [*]	Oct-95
CASTELLON	Sondeo Escrig (3024-5-0030)	Cretácico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jun-92
	Sond. Felip-Gaeta (3024-5-0029)	Cretácico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jun-92
	Sondeo Algibe I (3024-5-0027)	Cretácico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Feb-93
	Sondeo Quintana (3024-6-0051)	Jurásico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jun-92
	Sondeo Pellicer (3024-6-0052)	Cret-Juras	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jun-92
	Son. Pla del Moro (3024-6-0059)	Jurásico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jul-92
	Pozo Vila Rosa (3025-2-0040)	Cuatemario	Deficiente	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	BO ₃ ⁻ (56)	Jun-92
	Pozo Colomera (3024-6-0024)	Cuatemario	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jul-92
	Pozo Abundancia (3024-6-0006)	Cuatemario	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jun-92

CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS (Cont.)

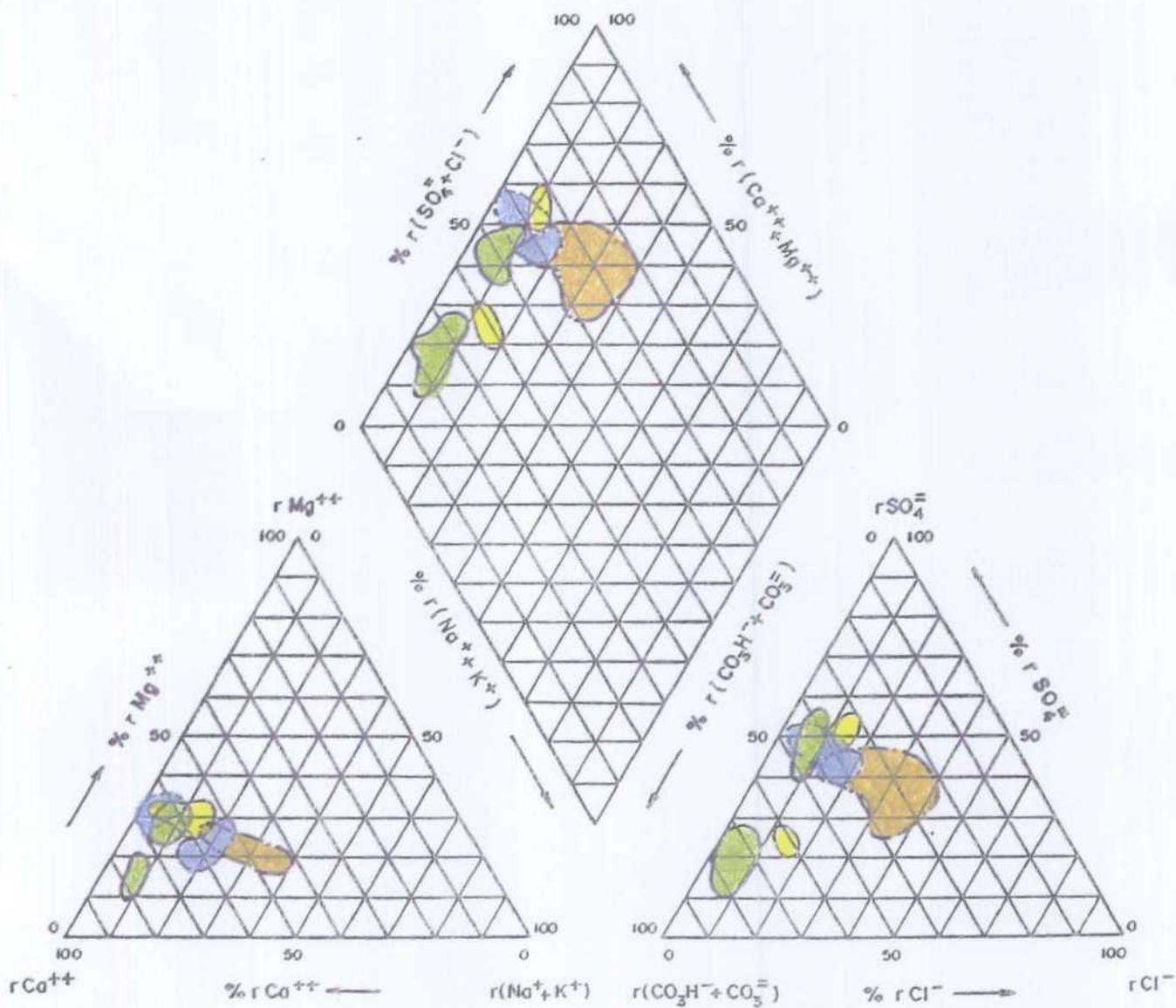
MUNICIPIO	TOponimia (Nº invent.)	ACUIFERO	CALIDAD	FACIES HIDROQUIMICA	IONES QUE SUPERAN LA RTS (ppm)	FECHA ANALISIS
BENICASIM	Sond. Mas del Pi (3024-7047)	Cuaternario	Regular	Sulfatada Clorurada Cálcico-Sódica	---	Nov-92
	Sondeo San Blas (3024-7041)	Cuaternario	Deficiente	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	NO ₃ ⁻ (56) NO ₃ ⁻ (40)	Oct-90 Nov-92
	Sondeo Enriera (3024-7042)	Cuaternario	Deficiente	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	NO ₃ ⁻ (60) SO ₄ ²⁻ (339)	Oct-90
	Sondeo S. Roque (3024-7043)	Cuaternario	Deficiente	---	NO ₃ ⁻ (35) Mg ²⁺ (108) Cl ⁻ (699)	Nov-92 Oct-90
	Sond. El Carmelo (3024-7026)	Cuaternario	Muy deficiente	Sulfatada Clorurada Cálcico Sódica	NO ₃ ⁻ (79) SO ₄ ²⁻ (253) Cl ⁻ (197)	Nov-92
	Fic. del Señor (3024-7038)	Triásico	Muy Buena	Bicarbonatada Cálcico Magnésica	---	Jul-92
	Fic. de la Rufa (3024-7045)	Jurásico	Buena	Bicarbonatada Cálcica	---	Jul-92

En resumen, se puede indicar que la calidad natural de las aguas subterráneas del Subsistema de Javalambre no está alterada por procesos antrópicos, sobre todo en su sector centro-occidental. En el borde oriental, allí donde la actividad humana es más intensa y al mismo tiempo los materiales permeables del acuífero disponen de menor protección natural, se efectúan actividades potencialmente contaminantes que han originado, hasta ahora de forma aislada, una incipiente degradación puesta de manifiesto por el aumento del contenido en nitratos y en cloruros fundamentalmente.

Sin embargo, hay que indicar que esta calidad natural hace que en el caso de las formaciones triásicas y miocenas los contenidos en sulfatos y magnesio puedan rebasar los límites de la R.T.S; ello sucede en las captaciones de abastecimiento a Espadilla, Toga, Alcora, San Juan de Moró y algunas de Benicasim.

DIAGRAMA DE PIPER

CLASIFICACION HIDROGEOQUIMICA



- ACUIFERO CRETACICO
- " JURASICO
- " CUATERNARIO
- " MIOCENO

FIG. 4 CLASIFICACION HIDROGEOQUIMICA DE LOS ACUIFEROS CAPTADOS

3.4. VULNERABILIDAD DEL SUBSISTEMA ACUIFERO DE JAVALAMBRE

La zona estudiada del subsistema acuífero del Javalambre es la que soporta mayor actividad económica, siendo en principio la que potencialmente podría ser más afectada por las actividades antrópicas. Hacia el oeste, la densidad de población es muy reducida, y no existen actividades potencialmente contaminantes intensas, aunque localmente puedan constituir problemas.

En la zona de estudio las actividades antrópicas se sitúan preferencialmente a partir del meridiano de Alcora, hacia la costa. Aquí las actividades potencialmente contaminantes son fundamentalmente el vertido incontrolado de residuos industriales a los embalses de María Cristina y Schar, las transformaciones agrícolas sobre la superficie permeable de los acuíferos y los problemas de intrusión salina.

Los vertidos a los embalses pueden ser una fuente muy importante de degradación de las aguas subterráneas, ya que según los datos existentes, se producen importantes infiltraciones del agua embalsada al acuífero, al estar construido el cierre de éstos sobre materiales permeables jurásicos.

Las transformaciones agrícolas efectuadas directamente sobre los materiales permeables de los acuíferos, o sobre una reducida capa de suelo suprayacente a aquellos, producen la incorporación de excedentes de abonos y posiblemente herbicidas y plaguicidas, con la consiguiente alteración de la calidad de las aguas subterráneas.

La sobreexplotación zonal, de los recursos de agua subterránea, hace que determinadas zonas del acuífero se encuentren con problemas de salinización. Estas zonas se sitúan al norte de la ermita de la Magdalena, en las proximidades de los límites de términos de Castellón y Benicasim, allí donde la alimentación es más reducida como se ha demostrado en el modelo realizado.

En la zona de estudio situada al oeste del meridiano de Alcora, los niveles permeables del jurásico afloran en reducidos sectores, estando en el resto situados debajo de un potente recubrimiento de materiales impermeables del Cretácico inferior y medio. Como estos materiales jurásicos constituyen los niveles productivos de mayor interés en este sector acuífero, hay que considerar que esta zona está bastante protegida si se exceptúan los afloramientos citados que, por otra parte, han sido clasificados en su mayor parte como de baja vulnerabilidad.

En este estudio se determinaron, para aquellas poblaciones del interior abastecidas con acuíferos locales, unas zonas de protección provisional de las captaciones de abastecimiento público, cuyo fin es intentar evitar, en tanto no se hagan los correspondientes perímetros de protección, la degradación de la calidad de las aguas subterráneas.

Para el acuífero regional se determinaron las zonas potencialmente vulnerables, y se clasificaron, mediante los criterios indicados al comienzo del epígrafe, en tres categorías: Alta, Media y Baja vulnerabilidad.

La planificación de actividades debería impedir que estas zonas vulnerables constituyan vías para la introducción de sustancias contaminantes. Esto se conseguiría regulando las actividades a realizar en el mismo, de modo que toda actividad potencialmente generadora de residuos sea objeto de un estudio de impacto ambiental capaz de determinar las medidas correctoras necesarias para evitar ésto.

En la tabla adjunta se clasifican las zonas potencialmente vulnerables del área de trabajo que como se ha indicado, es la de mayor intensidad antrópica del subsistema, pudiéndose ver que sólo una parte muy reducida de su superficie es de vulnerabilidad media-alta. La numeración que aparece en la primera columna junto al afloramiento corresponde a las zonas delimitadas en los planos 5.A. y 5.B. de la "Evaluación de la garantía de abastecimiento a núcleos urbanos con agua subterránea en la provincia de Castellón. Subsistema de Javalambre. 2ª Fase". Año1992.

**VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LOS AFLORAMIENTOS
PERMEABLES DEL ACUIFERO REGIONAL DE JAVALAMBRE**

AFLORAMIENTO	MUNICIPIO	FORMACIONES IMPERMEABLES INFRAYACENTES	PROFUNDIDAD ZONA SATURADA	POTENCIAL ANTROPICO	DISTANCIA LIMITE DE DESCARGA	VULNERABILIDAD
1(J ₄)	Villahermosa del Río, Zucaina	J ₄	0	0	0	Baja
2(J ₄)	Zucaina	J ₄	1	0	1	Baja
3(J ₄)	Zucaina	J ₄	3	1	1	Baja
4(J ₄)	Zucaina-Castillo de Villamalefa	J ₄	3	1	1	Baja
5a(J ₄)	Castillo de Villamalefa	J ₄	3	1	1	Baja
5b(J ₄)	Castillo de Villamalefa	J ₄	3	1	1	Baja
6(J ₄ +C ₄)	Castillo de Villamalefa	J ₄ +C _{2,3}	1	1	1	Baja
7(J ₄)	Tormo	J ₄	1	1	2	Baja
8(J ₄)	Ludiente, Argelita	J ₄	3	2	2	Media
9(J ₄)	Argelita	J ₄	0-1	0	2-1	Baja
10(J _{1,3})	Argelita	T ₁	3	3	2	Alta
11(J _{1,3} +J ₅)	Lucena	J ₄ +T _k	1	1	2	Media
12(J ₄)	Lucena	J ₄	0	1	2	Baja
13(C ₅)	Alcora	C ₅	3	2	3	Media
14(C ₅ -C ₄)	Alcora-Lucena	C ₅ +C _{2,3}	1	1	2	Baja
15(C ₅ -C ₄)	Vallat, Fanzara, Ribesalves	C ₅ +C _{2,3}	1	3	3	Alta
16(J ₄)	Onda-Alcora	NO	2-3	3	4	Alta
17(C ₅)	Alcora	C ₅	1	3	2	Media
18(C ₄)	Alcora-Onda	NO	3	2	4	Alta
19(J ₄)	Alcora	NO	3	2	3	Alta
20(C ₄)	Onda	NO	3	3	4	Alta
21(C ₄)	Alcora	NO	3	3	4	Alta

**VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LOS AFLORAMIENTOS
PERMEABLES DEL ACUÍFERO REGIONAL DE JAVALAMBRE (Cont.)**

AFLORAMIENTO	MUNICIPIO	FORMACIONES IMPERMEABLES INFRAYACENTES	PROFUNDIDAD ZONA SATURADA	POTENCIAL ANTROPICO	DISTANCIA LIMITE DE DESCARGA	VULNERABILIDAD
22(C ₄)	Alcora-San Juan de Moró	C _{1,2}	0	1	2	Baja
23a(T _m + C ₄)	San Juan de Moró, Borriol	NO	?	1	3	Alta
23b(C ₄)	Borriol	C _{1,2}	1	2	3	Media
24a(J ₃ +C ₄)	Castellón, Borriol, Alcora	NO	3	3	4	Alta
24b(J ₃)	Borriol, San Juan de Moró	J ₄	3	2	3	Media
25(J ₃ +C ₄)+ T _{b2,3} , T _a)	Borriol, Castellón	NO	3	2	3	Alta
26(C ₄)	Alcora	NO	3	2	4	Alta

0 - P>300 m	0 - Nulo	0 - D>40 km
1 - 300>P>100 m	1 - Escaso	1 - 40>D>20 km
2 - 100>P>50 m	2 - Moderado	2 - 20>D>10 km
3 - 50>P>0 m	3 - Alto	3 - 10>D>5 km
		4 - D<5 km

3.5. MODELO CONCEPTUAL DEL SECTOR ORIENTAL DEL ACUIFERO

El sector oriental del subsistema acuífero de Javalambre constituye un acuífero multicapa en el que los tramos con mayor continuidad espacial son, en líneas generales, las formaciones carbonatadas permeables del Jurásico constituidas por calizas y dolomías del Lías inferior y medio, del Dogger y del Kimmeridgiense superior-Portlandiense. Intercalados entre estos materiales se sitúan las margas y margocalizas del Toarciense y las margas y calizas sublitográficas del Oxfordiense-Kimmeridgiense inferior. Esta última formación podría desconectar el Lías-Dogger del Kimmeridgiense superior debido a su gran potencia, unos 150 m de valor medio, pero al no disponer de suficiente información piezométrica, y debido también a la intensa fracturación a que están sometidos los materiales de la zona, se consideró como hipótesis de trabajo que todos los materiales del Jurásico están comunicados formando un sólo

nivel acuífero.

Suprayacente a este acuífero Jurásico se sitúan los materiales del Cretácico, en los que destacan por su permeabilidad las formaciones carbonatadas del Gargasiense Inferior-Medio y del Cenomaniense.

El comportamiento hidráulico del conjunto que compone el subsistema y la interconexión entre paquetes permeables es diferente según zonas. De este modo, se pueden distinguir tres sectores de comportamiento diferenciado.

Zona comprendida entre el borde Occidental del área de estudio y el Este de Araya

En ella los materiales cretácicos, tanto de las formaciones carbonatadas del Gargasiense como los del Cenomaniense, constituyen acuíferos colgados que desagúan por pequeños manantiales en el contacto con sus respectivos impermeables de base o como consecuencia de la presencia de discontinuidades de permeabilidad existentes en las mismas formaciones permeables.

En esta zona el acuífero fundamental está constituido por las formaciones carbonatadas del Jurásico.

Desde el punto de vista estructural se caracteriza por la presencia de diversos levantamientos del impermeable de base regional, lo que condiciona fuertemente la circulación del agua subterránea al originar barreras hidráulicas. Estas barreras son:

*** Noroeste de Zucaina**

Los materiales acuíferos del Jurásico están levantados al Norte y Sur de la zona, condicionando a que la circulación se realice fundamentalmente por un pasillo central.

*** Noreste-Suroeste de Zucaina**

En esta zona los materiales jurásicos por su posición producen una barrera al flujo subterráneo, condicionando también la alimentación lateral del resto del subsistema a la zona del acuífero en estudio.

*** Este de Tormo-Ludiente Suroeste de Lucena del Cid**

En este sector, que constituye el borde oriental de la zona que nos ocupa, los materiales del Keuper se presentan aflorantes, o a cota topográfica relativamente elevada, lo que produce una importante barrera al flujo subterráneo. Esta barrera contribuye en gran medida a que se produzca la emergencia de la fuente de Los Ignacios.

Zona comprendida entre el Este de Araya y formaciones jurásicas de cierre de los embalses de Schar y María-Cristina

En esta depresión los materiales acuíferos del subsistema están integrados por todos los tramos permeables del Jurásico y Cretácico existentes. El techo de los mismos está parcialmente recubierto por formaciones terciarias.

La disposición tectónica y los escasos datos piezométricos existentes sugieren la comunicación hidráulica entre todos ellos, de tal modo que el conjunto se comporta como un sólo tramo acuífero.

Esta zona dispone de abundantes reservas, que podrían servir para regular las salidas del subsistema a la Plana de Castellón.

Zona comprendida entre las formaciones jurásicas de cierre de los embalses y el borde de la Plana de Castellón

Dichas formaciones jurásicas dan lugar también a un cierto efecto barrera, por ser el espesor total saturado de materiales permeables inferior al existente en la depresión de Alcora.

El agua es transferida de las citadas formaciones jurásicas al subsistema de la Plana de Castellón por mecanismos diferentes. Estos en principio parecen ser:

- * **Zona comprendida entre el margen izquierdo de la Rambla de la Viuda y Este de Lucena.**

El agua subterránea pasa de los materiales del Jurásico a los del Gargasiense, y de éstos a los detríticos de la Plana de Castellón.

- * **Zona comprendida entre el paralelo de Borriol y Benicasim**

En ella la transferencia de flujo es muy reducida, procede casi exclusivamente de la recarga directa por infiltración de lluvia de los materiales gargasienses que afloran entre la dorsal triásica situada al Este de Borriol y la línea de contacto con el acuífero de la Plana de Castellón.

- * **Zona comprendida entre el sureste de Fanzara y las inmediaciones de la Rambla de la Viuda**

La transferencia del agua subterránea se realiza fundamentalmente a los materiales detríticos de la fosa tectónica de Alquerías y Mijares, mediante los frentes del Horst Norte de Bechí y en menor medida del Horst Sur de Bechí.

Los límites del acuífero tienen las características siguientes:

- Límite septentrional: Se descompone en los sectores siguientes:

Desde el Norte de Benicasim hasta Sur de Villafamés. Está formado por los afloramientos del Paleozoico y del Trías. Se consideró cerrado al flujo subterráneo.

Desde el Sur de Villafamés hasta Norte de Alcora. Se consideró que puede estar abierto al flujo subterráneo, aunque no hay datos piezométricos ni geofísicos que permitan comprobar este punto. En el modelo de flujo realizado, se simuló este efecto en la pasada correspondiente a la Simulación 3.

Desde el Norte de Alcora hasta el Oeste de Lucena del Cid. En esta zona el límite está formado por el contacto mecánico de las formaciones del subsistema con los materiales del Muschelkalk.

La disposición de las formaciones en las proximidades del contacto y la ausencia de datos piezométricos representativos a ambos lados del límite, si se exceptúa el sondeo 2924-4-0018 de abastecimiento a Alcora, no permiten determinar la existencia de transferencia de agua. Por ello se consideró este sector del límite como cerrado.

Desde el Oeste de Lucena del Cid hasta Villahermosa del Río. Está formado por el afloramiento y subafloramiento de los materiales en facies Keuper. Se consideró cerrado al flujo subterráneo.

- Límite occidental: Se consideró abierto al flujo subterráneo. Se tomó como límite a nivel constante.
- Límite meridional: Comprende desde el Suroeste de Ludiente hasta el Sureste de Fanzara.

En esta zona los materiales acuíferos del subsistema se disponen en contacto mecánico con los del Muschelkalk, pertenecientes al Sistema de la Sierra del Espadán, Subsistema de Onda, pudiéndose producir transferencia a través de este límite. Este efecto no es conocido, al no disponer de suficiente información piezométrica, aunque no se puede descartar a priori. Para simularlo sobre el modelo se consideró que puede haber transferencia de flujo.

- Límite oriental: Se divide en los tramos siguientes:

Desde el Sureste de Fanzara hasta las inmediaciones de la Rambla de la Viuda. Aquí los materiales jurásicos afloran en una estrecha franja limitados al Oeste y Este por formaciones del Cretácico.

Por las circunstancias indicadas con anterioridad se consideró abierto al flujo subterráneo.

Desde la Rambla de la Viuda hasta Benicasim. En este borde los materiales del acuífero, que en este caso son fundamentalmente del Gargasiense, se hunden también mediante fallas, pero al contactar éstos directamente con los detríticos de la Plana de Castellón se produce la transferencia subterránea a este subsistema. Se consideró un límite abierto al flujo subterráneo.

3.6. DETERMINACIÓN DE RECURSOS DISPONIBLES

El estudio hidrogeológico y el modelo matemático realizado permitieron estimar los recursos disponibles del acuífero. Estos son, fundamentalmente, aquellos no regulados "in situ" y están constituidos por las salidas subterráneas al subsistema de la Plana de Castellón, 69 hm³/año, subsistema de Onda, 16 hm³/año, y descarga subterránea al río Villahermosa, 3 hm³/año.

La descarga subterránea al subsistema de la Plana de Castellón, se regula parcialmente en éste y el resto se descarga al mar mediante transferencia subterránea y excedentes no aprovechados de la Fuente del Molino.

La descarga subterránea al río Villahermosa y Mijares se regula parcialmente en el embalse de Sichar.

En consecuencia, los recursos disponibles del acuífero serían en sentido estricto, las descargas no reguladas mediante los embalses subterráneos y superficiales mencionados. El valor de los mismos y las posibilidades técnicas-económicas de regularlos se deberían determinar mediante un estudio de utilización conjunta de embalses superficiales y subterráneos que aunque se recomendaba en este proyecto, escapaba a los objetivos del mismo.

No obstante, se puede considerar que estos se utilizan en abastecimiento público por los municipios citados, lo que sucede es que habría que extraerlos antes de que se contaminen en la Plana. Por ello se realizó la Pasada 6 del modelo, que simulaba el efecto del incremento del bombeo dentro del acuífero de Javalambre captando parte de las salidas subterráneas a la Plana de Castellón. Esta captación de recursos implica que la transferencia disminuya aunque en menor proporción ya que se aumentan casi en $1 \text{ hm}^3/\text{año}$ las entradas por el subsistema del Maestrazgo y se disminuyen las salidas al subsistema de Onda en casi $1 \text{ hm}^3/\text{año}$.

En consecuencia, un estudio de utilización conjunta de embalses superficiales y subterráneos, a nivel de unidad de gestión, permitiría determinar el valor óptimo de los recursos utilizables. Sin embargo, parece posible según el estudio hidrogeológico realizado, regular mínimamente las salidas subterráneas al subsistema de la Plana de Castellón, sustituyendo las captaciones de abastecimiento público en aquellos núcleos urbanos que tienen agua de mala calidad (Villarreal, Almazora, Bechí, Burriana, Nules y Alquerías) por otras situadas en el borde del subsistema acuífero de Javalambre, en la zona de mayores salidas subterráneas. Con ello, se conseguiría por una parte captar el agua antes de que se degrade y por otra regular parcialmente las salidas subterráneas a la Plana de Castellón, evitando las influencias adversas de los años de sequía.

3.7 PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

El subsistema de Javalambre dispone de importantes recursos no regulados in situ que se transfieren en su mayor parte al Subsistema de la Plana de Castellón, constituyendo el componente más importante de su alimentación.

Este agua subterránea al mezclarse con la del subsistema de la Plana de Castellón, sufre una importante degradación debido a la intensidad de las actividades antrópicas que aquí se están realizando, en especial la agricultura de regadío.

Por ello, sólo las captaciones situadas en el borde del subsistema de Javalambre, y allí donde el flujo de transferencia es muy alto, presentan agua de buena calidad exenta de nitratos; ésto sucede en las captaciones que abastecen a Borriol y Castellón.

En consecuencia para el abastecimiento de los municipios que disponen de agua de mala calidad (Nules, Alquerías del Niño Perdido, Burriana, Almazora, Villarreal, Bechí y Onda) sería conveniente captar el agua del subsistema de Javalambre antes de que se degrade en la Plana. Para ello se recomendaba la Declaración de Zona de Reserva de Caudales B.

En el trabajo se delimitaron las zonas vulnerables del acuífero regional y de los acuíferos colgados del subsistema de Javalambre utilizados en abastecimiento público. Hecho este esfuerzo correspondería a la Administración determinar las medidas oportunas para su protección. Esta protección podría abarcar desde declararlas como Suelo No Urbanizable Protegido, hasta reglamentar las actividades a desarrollar en ellas de modo que no sirvan como vía de paso a los contaminantes hacia los acuíferos con la consiguiente degradación de los recursos hídricos subterráneos.

Dada la importancia de este subsistema acuífero para el abastecimiento urbano de las poblaciones indicadas, se elaboraron las siguientes propuestas de actuación:

3.7.1. PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL

Este plan se realiza con los datos que se toman de la red de piezometría, calidad e hidrometría.

Red piezométrica

Con el fin de realizar un modelo matemático del acuífero en régimen transitorio, sería necesario disponer de mayor información sobre la evolución de la superficie piezométrica temporal y espacialmente. Por ello se proponía el control de la red piezométrica compuesta por los puntos de agua siguientes:

RED PIEZOMÉTRICA PROPUESTA PARA PUNTOS EXISTENTES

Número Inventario	Acuífero	Cota piezométrica (m.s.n.m.)
3025-2-0040	Q	28
3024-5-0014	C ₄	131
3024-5-0019	J	--
3024-5-0028	C ₃	45
3024-5-0029	C ₄	64
3024-5-0030	C ₄	42
3024-5-0031	J	65
3024-5-0032	T _m	110
3024-5-0035	C ₄	25
3024-6-0051	J	24
3024-6-0058	J	75
3024-7-0011	Q	6
3024-7-0042	Q	6
3024-7-0047	Q	2
2924-2-0006	C ₄	807
2924-2-0013	C ₂ -C ₃	443
2924-3-0005	T _m	643
2924-4-0018	T _m	246
2924-6-0007	T _m	249
2924-7-0008	T _m	220
2924-7-0010	J	330
2924-8-0020	C ₄	123
2924-8-0021	Mío	309
2924-8-0024	C ₄	110
2924-8-0027	J	

Para poder controlar zonas del subsistema acuífero en las que no existen captaciones, se recomendaba la ejecución de los sondeos siguientes.

RED PIEZOMÉTRICA PROPUESTA DE PUNTOS NUEVOS

Número referencia	Coordenadas UTM		Acuífero captado	Profundidad sondeo (m)	Cota Piezométrica (m.s.n.m)
	X	Y			
A	749.200	4436.400	J	250	90
B	745.000	4436.750	J	250	100
C	740.600	4430.200	J	400	50
D	736.500	4429.900	J	400	50
E	739.050	4431.950	J	400	70
F	743.750	4444.000	C _a	250	150
G	743.400	4441.550	C _a	250	140
H	741.500	4438.000	SUSTRATO*	400	120
I	734.100	4436.600	J	250	140
J	735.500	4439.850	SUSTRATO*	400	200
K	732.300	4439.400	SUSTRATO*	400	250
L	728.700	4432.400	T _m	150	200
M	731.200	4440.000	C _a	400	300
N	727.000	4440.600	J	300	350
O	722.200	4436.800	T _m	200	350
P	726.000	4445.600	J	250	470
Q	722.650	4447.700	J	300	500
R	718.700	4444.750	J	400	500
S	719.450	4438.700	T _m	200	300

* Se emboquillan en el Mioceno

Los objetivos de estos sondeos de investigación propuestos se indican de forma resumida en la tabla adjunta:

OBJETIVOS DE LOS SONDEOS PROPUESTOS

PUNTO	OBJETIVOS
A	Determinar la profundidad del acuífero jurásico, su piezometría y la existencia de conexión hidráulica entre los sectores del acuífero regional situados al E y O de Borriol
B	Determinar la profundidad del acuífero jurásico, su piezometría, y conexión con los afloramientos jurásicos próximos.
C	Determinar la profundidad del substrato mesozoico y en particular los distintos niveles permeables del Jurásico. El registro de piezometría en este punto puede ser muy importante para la determinación precisa de las salidas laterales subterráneas al Sub. Plana de Castellón.
D	Determinar la profundidad del substrato mesozoico y en particular los distintos niveles permeables del Jurásico. El registro de piezometría en este punto puede ser muy importante para la determinación precisa de las salidas laterales subterráneas al Sub. Plana de Castellón.
E	Determinar la profundidad del substrato mesozoico y en particular los distintos niveles permeables del Jurásico. El registro de piezometría en este punto puede ser muy importante para la determinación precisa de las salidas laterales subterráneas al Sub. Plana de Castellón.
F	Potencia de las formaciones carbonatadas del C ₄ . Control piezométrico para determinar en esta zona las posibles entradas y salidas laterales del acuífero.
G	Profundidad y espesor de las formaciones carbonatadas del C ₄ . Control piezométrico para determinar en esta zona las posibles entradas y salidas laterales del acuífero.
H	Profundidad naturaleza y piezometría del sustrato inframioceno. Puede utilizarse de sondeo de control en campañas de geofísica.
I	Profundidad de la piezometría del acuífero jurásico, y reconocimiento de la serie.
J	Profundidad, naturaleza y piezometría del sustrato inframioceno. Puede utilizarse de sondeo de control en campañas de geofísica.
K	Profundidad, naturaleza y piezometría del sustrato inframioceno. Puede utilizarse de sondeo de control en campañas de geofísica.

OBJETIVOS DE LOS SONDEOS PROPUESTOS (Cont.)

PUNTO	OBJETIVOS
L	Determinación de la piezometría para el control de la posible transferencia lateral con los acuíferos de la Sierra del Espadán, y reconocimiento de la serie del Muschelkalk.
M	Espesor, disposición estructural de los materiales cretácicos y profundidad del acuífero jurásico. Piezometría para determinar el flujo subterráneo entre los macizos jurásicos y la cubeta de Alcora.
N	Reconocimiento de la serie del Jurásico y determinación de la piezometría del acuífero regional.
O	Determinación de la piezometría para el control de la posible transferencia lateral con los acuíferos de la Sierra del Espadán, y reconocimiento de la serie del Muschelkalk.
P	Reconocimiento de la serie del Jurásico y determinación de su piezometría.
Q	Profundidad y piezometría del acuífero en la franja jurásica de Zucaina para establecer las entradas laterales en esta zona del acuífero regional.
R	Profundidad y piezometría del acuífero en la franja jurásica de Zucaina para establecer las entradas laterales en esta zona del acuífero regional.
S	Determinación de la piezometría para el control de la posible transferencia lateral con los acuíferos de la Sierra del Espadán, y reconocimiento de la serie del Muschelkalk.

Red hidrométrica

Sería necesario controlar la descarga por manantiales, en especial la descarga del Jurásico al río Villahermosa en la zona de Ludiente. El punto más representativo de esta descarga, es la Fuente de los Ignacios (2924-7-0002).

Red de calidad

Con el objeto de determinar la evolución de la calidad de las aguas subterráneas en el acuífero, se proponía incorporar a la Red General de la Calidad del ITGE los puntos siguientes:

CAPTACIONES EXISTENTES PROPUESTAS PARA SU INCORPORACIÓN A LA RED DE LA CALIDAD

Número Inventario	Acuífero	Cota piezométrica (m.s.n.m.)
2924-5-0014	C ₄	131
3024-5-0028	C ₄	45
3024-5-0029	C ₄	64
3024-5-0030	C ₄	42
3024-5-0031	J	65
3024-5-0032	T _m	110
3024-5-0035	C ₄	25
3024-6-0051	J	24
3024-6-0058	J	75
2924-2-0013	C ₂ -C ₃	443
2924-3-0005	T _m	643
2924-4-0018	T _m	246
2924-6-0007	T _m	249
2924-7-0010	J	330
2924-8-0020	C ₄	123
2924-8-0024	C ₄	110
2924-8-0027	J	-

En el caso de realizarse los sondeos de investigación propuestos se recomendaba incorporar a la red general de la calidad los siguientes:

**SONDEOS DE INVESTIGACION PROPUESTOS PARA SU
INCORPORACIÓN A LA RED GENERAL DE LA CALIDAD**

Número referencia	Coordenadas UTM		Acuífero captado	Profundidad sondeo (m.)	Cota Piezométrica (m.s.n.m)
	X	Y			
A	749.200	4436.400	J	250	90
D	736.500	4429.900	J	400	50
H	741.500	4438.000	SUSTRATO	400	120
I	734.100	4436.600	J	250	140
J	735.500	4439.850	SUSTRATO	400	200
K	732.300	4439.400	SUSTRATO	400	250
L	728.700	4432.400	T _m	150	200
M	731.200	4440.000	C ₄	150	300
N	727.000	4440.600	J	300	350
P	726.000	4445.600	J	250	470
Q	722.650	4447.700	J	300	500
R	718.700	4444.750	J	400	500
S	719.450	4438.700	T _m	200	300

Ejecución de campañas de geofísica

Con el fin de determinar la situación en profundidad de los materiales permeables del acuífero, en la cubeta terciaria de Alcora, se proponía una campaña geofísica cuya finalidad fundamental consistiría en el reconocimiento de la serie miocena que rellena la depresión de Onda-Alcora.

3.7.2. ZONAS DE RESERVA DE CAUDALES EN EL ACUÍFERO REGIONAL

Con el fin de proteger las captaciones de abastecimiento público existentes e incluso las que podrían realizarse para sustituir el agua para abastecimiento a los municipios de la Plana, se proponía delimitar las zonas de reserva de caudales siguientes:

Zona A. De Castellón-Borriol

Zona B. Del Jurásico de la Sierra la Pedriza

Zona C. De la Depresión de Onda-Alcora

Zona A. De Castellón-Borriol

Se recomendaba limitar el posible incremento de bombeo al volumen necesario para satisfacer las necesidades futuras de Castellón y Borriol. Este incremento se estimó para el año 2015 en 5 hm³/año. En el caso de las captaciones con otros usos distintos del urbano, se recomendaba no autorizarlas salvo que constituyeran sustitución de aprovechamientos preexistentes en la Plana de Castellón o en el subsistema de Javalambre.

Zona B. Del Jurásico de la Sierra de las Pedrizas

Dado que esta zona podría utilizarse para la ubicación de captaciones destinadas al abastecimiento público de los municipios de Almazora, Villarreal, Burriana, Onda, Bechí, Alquerías del Niño Perdido, Villavieja y Nules, se proponía reservarla para abastecimiento público, limitando el incremento de extracciones con respecto a las ya concedidas a unos 20 hm³/año, valor que correspondería a la demanda urbana para el año 2015 prevista para estas poblaciones. En el caso de las captaciones con otros usos distintos del urbano, se recomendaba no autorizarlas salvo que constituyeran sustitución de aprovechamientos preexistentes en la Plana de Castellón o en el subsistema de Javalambre.

Zona C. De la depresión de Onda-Alcora

En esta zona el acuífero presenta sus máximas reservas y a la vez está poco explotada, debido a la profundidad a la que se encuentra el substrato mesozoico debajo del relleno terciario. Por ello, además de las condiciones climáticas, es por lo que la agricultura intensiva no ha alcanzado su máximo desarrollo.

Teniendo en cuenta que esta zona del acuífero puede ser muy importante para la regulación de la transferencia subterránea al subsistema de la Plana de Castellón, y por tanto para la protección de la cantidad y calidad de las captaciones de abastecimiento que existen en la zona (A), y las que se proponía establecer en la zona (B), se recomendaba limitar el incremento de bombeo respecto al valor concedido hasta un valor máximo de 15 hm³/año. Este volumen podría ser utilizado en cualquier uso.

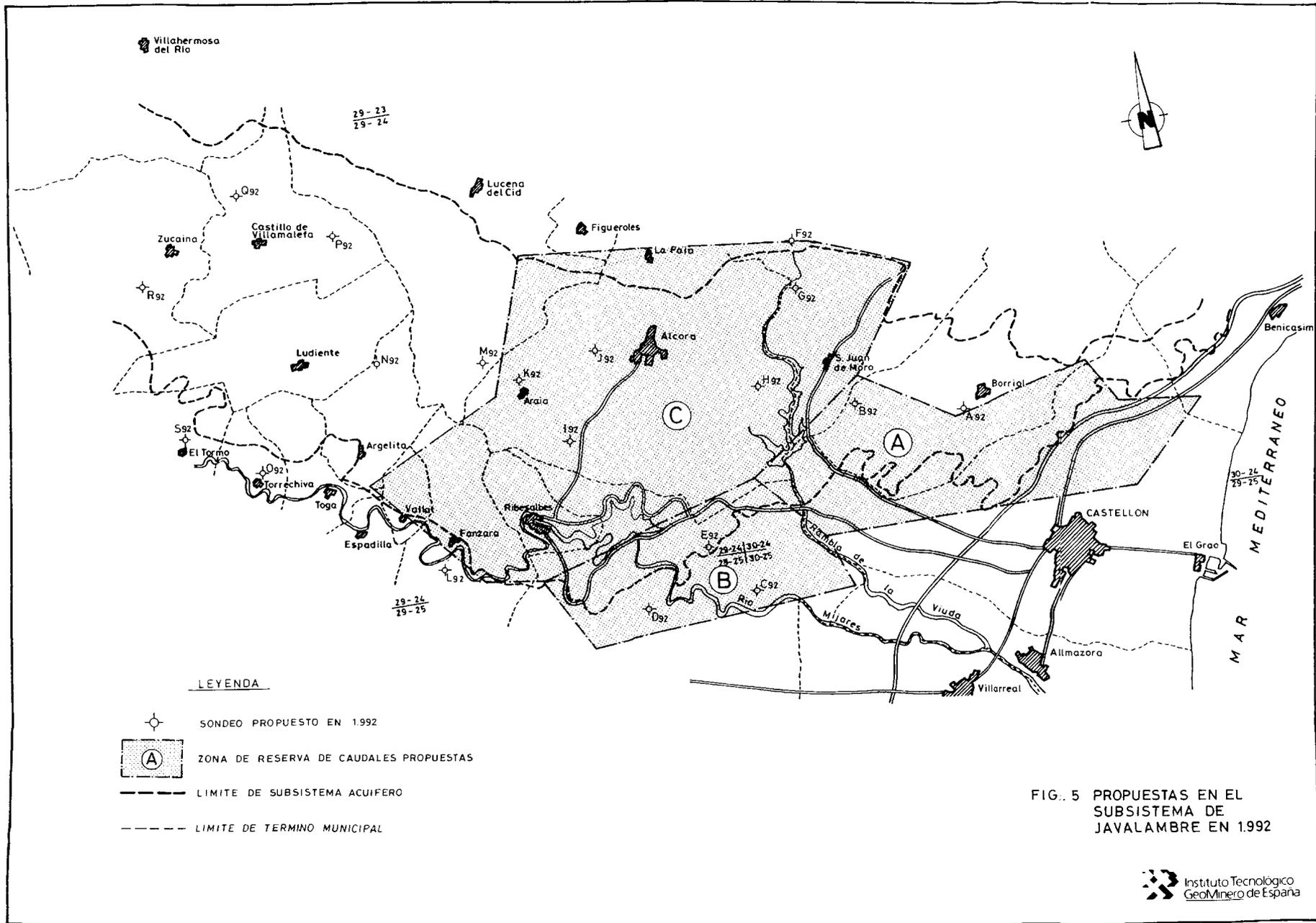
3.7.3. PROTECCIÓN DE LAS CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO PÚBLICO

En la zona de estudio existen poblaciones que se abastecen con acuíferos locales no conectados con el regional del subsistema. Para ellas, se determinaron unas *ZONAS DE PROTECCION PROVISIONAL DE CAPTACIONES*, que servirían, en tanto no se realizaran los preceptivos perímetros, para evitar el deterioro de los sistemas de abastecimiento urbanos existentes en cantidad y/o calidad. Las coordenadas de las poligonales que inscriben a estas zonas vienen reflejadas por municipios en el estudio realizado.

Dentro de estas zonas no debería realizarse ningún tipo de captación para uso distinto al existente, ya que normalmente estos acuíferos son de recursos muy reducidos y en líneas generales no podrían sustentar otro uso que el que ya tienen.

Existen otras captaciones que explotan el acuífero regional para abastecimiento público, cuya protección no estaba contemplada en este estudio, para ellas también se delimitaron unas zonas provisionales de protección en tanto no se realizaran los correspondientes perímetros de protección.

En el caso de las Fuentes del Señor y Rufá que se utilizan en el abastecimiento público de Benicasim, las Zonas de Protección que se proponían se consideraron definitivas. De igual modo se consideró definitiva la Zona de Protección propuesta para las captaciones de abastecimiento a San Juan de Moró.



3.7.4. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN PARA LA SATISFACCIÓN DE LOS PROBLEMAS DE DEMANDA EXISTENTES

Los problemas existentes en los municipios de la Plana se podrían resolver mediante la utilización del agua subterránea de los acuíferos de borde de la misma. Para ello se planteaban tres redes de abastecimiento. El coste de este sistema de abastecimiento se podría reducir fraccionando más las redes, de tal modo que los municipios se abasteciesen mediante los acuíferos próximos. Al mismo tiempo se debería implantar una política eficaz de protección de los recursos hidráulicos de modo que las inversiones a realizar no se viesen amenazadas por problemas de contaminación.

La ventaja de utilizar los acuíferos existentes consiste en que al diversificar los puntos de captación se economiza en el coste de la infraestructura necesaria, a la vez que se disminuye el número de población que podría quedar sin suministro por causas accidentales o provocadas. La contrapartida es que se deben proteger los acuíferos; aunque éste último es motivo de una gran preocupación para la Administración que está buscando los cauces adecuados para su consecución.

Las redes propuestas se diseñaron con depósitos de regulación en cabecera, con captaciones de seguridad totalmente equipadas para prevenir averías de los equipos de bombeos, con la ejecución de depósitos de regulación en aquellos municipios que estuvieran insuficientemente equipados, y previstas para un régimen de bombeo en pozos de unas 12 horas. Se exceptuó a este último planteamiento la correspondiente a Benicasim, que debido a que sólo se utilizaría en verano, con objeto de reducir las inversiones, se le supuso un régimen de bombeo continuo.

A continuación de forma sintética se describen las tres redes básicas propuestas.

Municipio de Benicasim (red nº 1)

El problema de abastecimiento del municipio de Benicasim se sitúa en los meses de Julio y Agosto, entonces los pozos de que dispone FOBESA con agua de buena calidad, Enriera y San Blás, son insuficientes para abastecer esta demanda punta y se tienen que emplear otros pozos que rebasan en nitratos y/o cloruros la norma, obteniéndose una mezcla que no es potable según la Reglamentación Técnica Sanitaria.

En consecuencia para resolver el problema, desde una óptica de aprovechamiento integral de recursos, sería necesario sólo reforzar las disponibilidades de los pozos Enriera y San Blas, en los meses de verano, con otras captaciones situadas en la Zona "A" de Reserva de Caudales. El agua de estas captaciones se conduciría a la red existente mediante un tramo de tubería de unos 11 km de longitud.

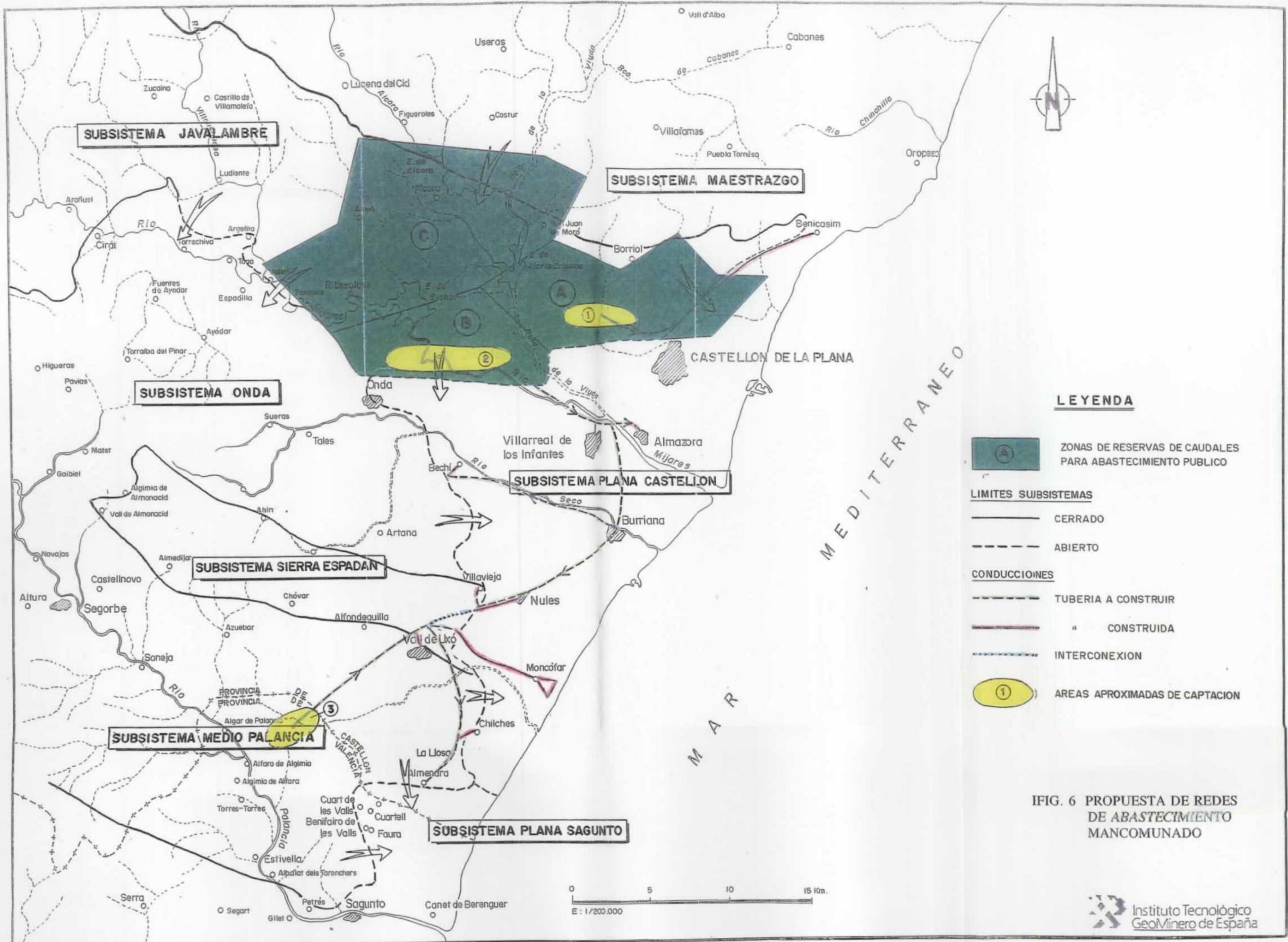
Red nº 2

Estaría proyectada para abastecer con agua de buena calidad a los municipios de Villarreal, Almazora, Bechí, Burriana, Alquerías del Niño Perdido, Nules y Villavieja.

Esta red partiría de captaciones de agua subterránea en la Zona de Reserva de Caudales "B", y siguiendo el trazado esquemático indicado en la figura adjunta permitiría satisfacer la demanda existente y con horizonte 2015 de estas poblaciones que totalizan actualmente una población habitual y estival de 111.050 y 133.910 habitantes respectivamente. Las dotaciones habituales y puntas que se tendrían que suministrar serían de 34.980 y 42.180 m³/día respectivamente.

Red nº 3

Tendría por objeto el abastecimiento a los municipios de Vall d'Uxó, Moncofar, Chilches, La Llosa y Almenara.



LEYENDA

-  ZONAS DE RESERVAS DE CAUDALES PARA ABASTECIMIENTO PÚBLICO
- LIMITES SUBSISTEMAS**
-  CERRADO
-  ABIERTO
- CONDUCCIONES**
-  TUBERIA A CONSTRUIR
-  " CONSTRUIDA
-  INTERCONEXION
-  AREAS APROXIMADAS DE CAPTACION

FIG. 6 PROPUESTA DE REDES DE ABASTECIMIENTO MANCOMUNADO

Esta red partiría de captaciones situadas en el Subsistema del Medio Palancia, y aprovecharía de igual modo la infraestructura existente de las distintas poblaciones. Estaría dimensionada para abastecer una demanda habitual de 12.800 m³/día y estival de 15.160 m³/día.

4. GARANTÍA DE ABASTECIMIENTO DESDE LOS SUBSISTEMAS ACUÍFEROS DE ONDA, MEDIO PALANCIA Y SIERRA DEL ESPADÁN

El estudio de estos Subsistemas Acuíferos se realizó entre los años 1993 y 1995 con el objetivo fundamental de delimitar acuíferos, o sectores de estos, cuyos recursos hídricos permitieran garantizar la continuidad del suministro de agua potable a poblaciones con problemas de abastecimiento, mediante la declaración de zonas de reserva de caudales.

4.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

A partir de los trabajos de campo se efectuó un estudio geológico e hidrogeológico del área de trabajo, identificando las formaciones aptas para constituir acuíferos; las que determinan sus impermeables de techo y muro; y las que originan sus límites laterales.

Se analizaron las características del flujo subterráneo en los acuíferos que constituyen los subsistemas estudiados.

Con estos conocimientos se elaboró un modelo conceptual del funcionamiento para los acuíferos que forman los Subsistemas de Onda y Medio Palancia, constituídos fundamentalmente por las formaciones permeables del Muschelkalk y se simuló éste en régimen transitorio con el programa McDonald y Harbaugh del U.S. Geological Survey.

Mediante este programa se estimaron los balances de cada uno de ellos, determinándose su grado de explotación y los recursos no aprovechados de los que disponen.

En este trabajo se analizó también la relación hidráulica del subsistema de Onda con el río Mijares y con el subsistema de Javalambre.

Desde el punto de vista de la calidad de las aguas subterráneas, se determinó su aptitud natural para ser empleada en abastecimiento público y se puso de manifiesto el origen de los principales focos de contaminación existentes.

Por último se elaboraron una serie de propuestas de actuación destinadas a la mejora del abastecimiento de agua a aquellas poblaciones de la Plana, en las que se estaba realizando de forma deficiente por causa de la mala calidad del agua empleada. En aquel momento presentaban déficits cualitativos las siguientes: Vall de Uxó, La Llosa, Chilches, Moncófar, Nules, Villavieja, Betxí y Alquerías.

Las propuestas se centraban en zonas donde presumiblemente no existían problemas de degradación en la calidad natural de las aguas subterráneas, y que a la vez disponían de recursos hídricos no regulados "in situ", aunque estos recursos son transferidos a las Planas donde se contaminan y se hace inutilizables para abastecimiento urbano. En consecuencia estas propuestas no supondrían un aumento de la extracción en el conjunto de los subsistemas en estudio, sino más bien un aprovechamiento en un estadio del ciclo antes de que el recurso hídrico se degradara.



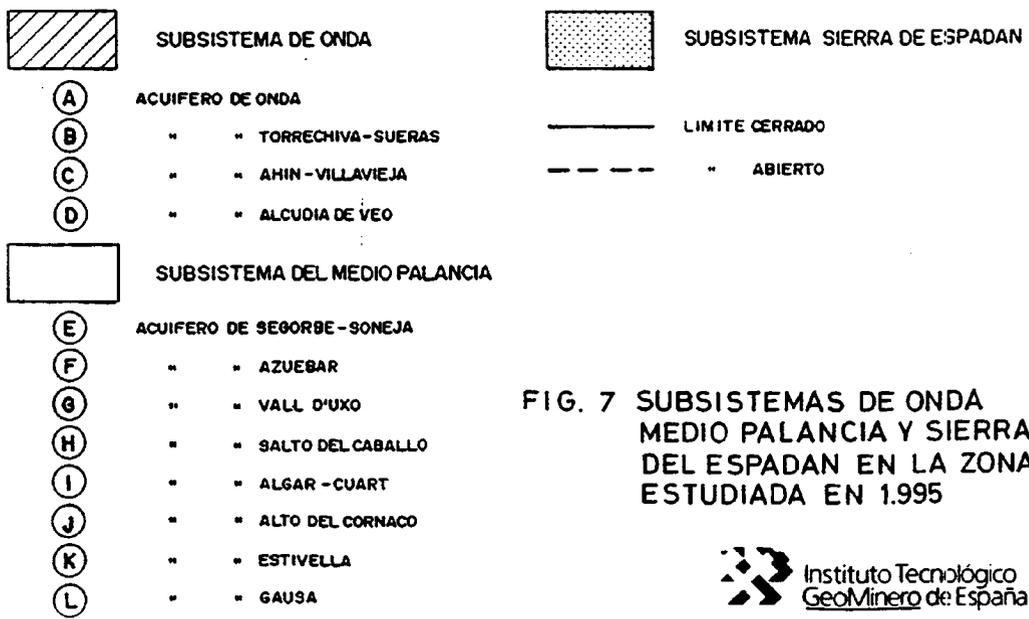
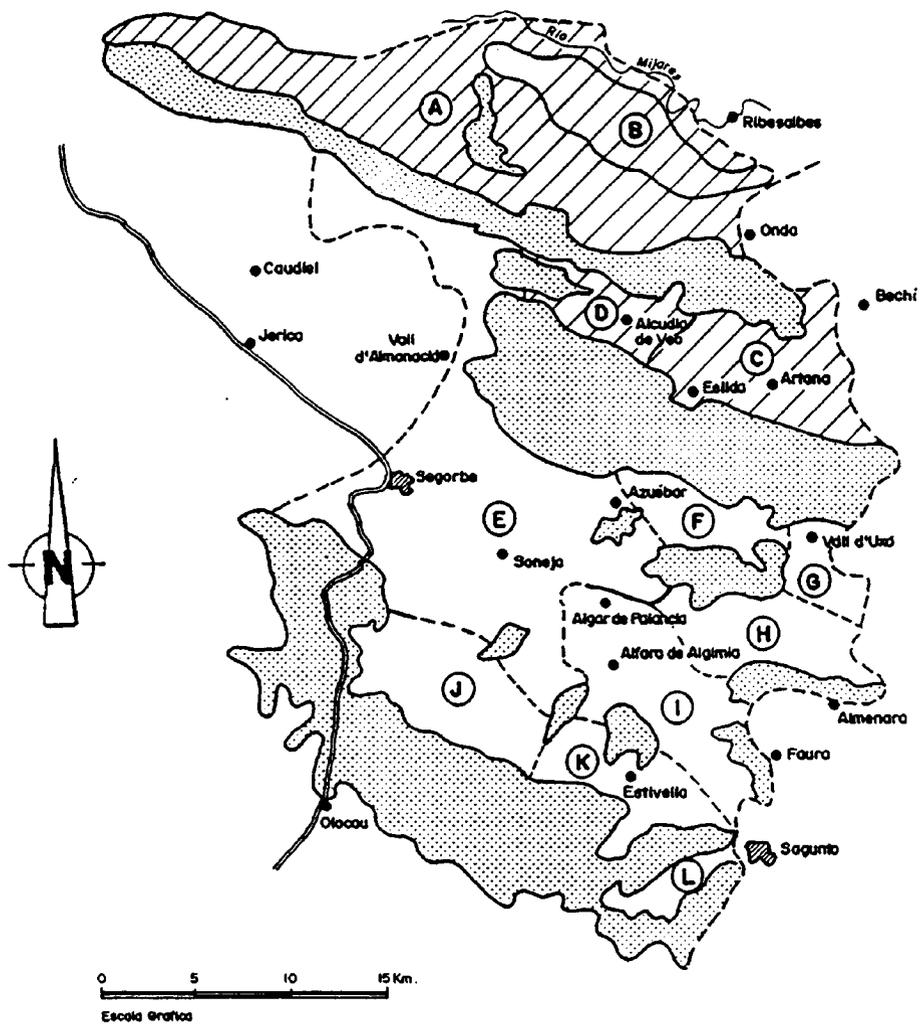


FIG. 7 SUBSISTEMAS DE ONDA MEDIO PALANCIA Y SIERRA DEL ESPADAN EN LA ZONA ESTUDIADA EN 1995



4.2. SÍNTESIS HIDROGEOLÓGICA

La zona de estudio se sitúa en el Sistema Acuífero nº 56 Sistema Sierra del Espadán-Plana de Castellón-Plana de Sagunto, en su parte central constituida por los subsistemas de Onda (56.05), Medio Palancia (56.06) y Sierra del Espadán (56.08) que ocupan una superficie aproximada de 1.285 km².

Como consecuencia de la intensa tectonización del área, existe una gran compartimentación en bloques, lo que provoca que las formaciones permeables den lugar a sectores acuíferos de funcionamiento hidráulico en general muy complejo y sobre los que existe poca información piezométrica; sobre todo en aquellas zonas donde no se han ejecutado captaciones o los datos disponibles de éstas son escasos.

Los materiales que potencialmente pueden constituir acuíferos en el área de estudio son aquellas formaciones que presentan permeabilidades secundarias y/o están fuertemente karstificadas o fracturadas. En los sondeos realizados se ha observado que las formaciones más productivas se corresponden con los siguientes materiales: areniscas del Buntsandstein medio (Tb₂), dolomías y calizas del Muschelkalk inferior (Tm₁), dolomías del Muschelkalk superior (Tm₃) y calizas y dolomías del Lías (J₁).

Entre estas formaciones se encuentran otras impermeables que aíslan unos acuíferos de otros. En efecto, las argilitas del Tb₁ y Tb₃ constituyen los impermeables de muro y techo respectivamente del tramo arenoso del Buntsandstein Medio (Tb₂) que constituye el nivel más productivo del Subsistema de la Sierra del Espadán (56.08); las argilitas del Tb₃ y las arcillas y margas del Tm₂ son también los impermeables de muro y techo del Muschelkalk Inferior; las margas del Tm₂ y las arcillas y yesos del T_k lo son del Muschelkalk Superior.

Sin embargo, debido a la intensa tectonización del área de trabajo, es frecuente que los diferentes tramos descritos, en especial los correspondientes al Muschelkalk, estén conectados hidráulicamente entre sí dando lugar a un mismo acuífero aunque estén situados a distinto nivel

en la serie estratigráfica y existan los impermeables de techo y muro antes indicados.

Subsistema de Onda

Está situado inmediatamente al Oeste de la Plana de Castellón y limitado al Sur por los relieves de la Sierra del Espadán y Sierra de Pina y al Norte, entre Montanejos y el Embalse de Schar, por el río Mijares.

Se trata de una zona montañosa de deficientes comunicaciones, situada a cotas comprendidas entre 160 m.s.n.m. en su borde oriental y 900 m.s.n.m. en los sectores más occidentales; drenada por los ríos Mijares, Veo y Seco.

En la descripción litoestratigráfica realizada y consecuentemente desde el punto de vista hidrogeológico pueden distinguirse cuatro tramos de características diferentes; dos barras dolomíticas separadas por un tramo margoso intermedio y otro al techo de la segunda que da paso a las margas y arcillas del Keuper.

El tramo dolomítico inferior presenta un espesor medio de unos 100 metros y el superior de unos 70 metros, estando con frecuencia ambos en contacto mecánico. Constituye un único acuífero a favor de las arcillitas del Buntsandstein, las cuales actúan como sustrato impermeable y los separa de las areniscas del tramo intermedio de estas facies, que constituyen un segundo nivel acuífero, Subsistema de la Sierra del Espadán, actualmente poco utilizado debido a la profundidad a la que yace normalmente dentro de este subsistema.

Este subsistema ocupa una superficie de 230 km² limitada hacia el sureste por los afloramientos del muro impermeable en los tramos septentrionales de los anticlinorios de la Sierra del Espadán e Higuera; hacia el este con la Unidad Hidrogeológica de la Plana de Castellón, formada por materiales pliocuaternarios; y hacia el norte con los materiales jurásicos y fundamentalmente cretácicos encuadrados en el vecino Subsistema Acuífero de Javalambre, que afloran inmediatamente al norte del río Mijares, separados hidráulicamente de la formación

acuífera del Muschelkalk por los materiales impermeables del Keuper.

El funcionamiento hidráulico presenta una elevada complejidad producida por la intensa compartimentación existente; ya sea por motivos tectónicos o por la aparición de numerosos domos impermeables de arcillitas del Buntsandstein que impiden total o parcialmente la continuidad del flujo hídrico. Esto se refleja en los datos piezométricos, en los que se observan gradientes hidráulicos muy elevados (>1%), aparentemente contradictorios con la transmisividad que pueden alcanzar estos materiales, normalmente comprendidas entre 200 y 400 m²/día.

El nivel piezométrico varía entre más de 600 m.s.n.m. en el extremo occidental del subsistema y valores próximos a 10 m.s.n.m. en los límites con la Plana de Castellón. La distribución de los datos piezométricos parece indicar la existencia de tres sectores de comportamiento hidráulico individualizado. Estos son:

- Sector septentrional, situado al norte de Fuentes de Ayodar, en el que el drenaje parece efectuarse en dirección noroeste hacia el río Mijares, el cual recibe aportaciones significativas entre Montanejos y Arañuel; Cirat y Torrechiva, y Toga y Fanzara a una cota variable entre 400 y 250 m.s.n.m.
- Sector central, ubicado al sur del anterior, que ocupa los términos de Torralba del Pinar, Villamalur y Ayodar, este sector drena a través del Manantial de Ayodar, a una cota de 620 m.s.n.m.
- Sector suroriental, situado al sureste de los anteriores. La piezometría pone de manifiesto la existencia de una divisoria de aguas a la altura de Alcludia de Veo, por lo que el drenaje se efectúa hacia Onda y hacia la Plana de Castellón, entre el sur de Betxí y Villavieja.

Además de la descarga por extracciones cabe citar la existencia de surgencias de relativa entidad, casi todas ellas situadas en el interior del subsistema, ligadas a afloramientos del

substrato impermeable. Destaca el manantial de Sueras a 300 m.s.n.m. con un caudal de 35 l/s, así como los situados en el barranco de Castro (Fuente Monte Castro y Fuente del Río, a 390 y 420 m.s.n.m. respectivamente), y otros de menor importancia como los existentes en las proximidades del Alcudia de Veo, con caudales que no superan los 50 l/s en épocas húmedas. Destaca el hecho de que ningún manantial significativo se sitúa en las proximidades del tramo margoso intermedio del Muschelkalk (Tm_2), demostrando así que ambos niveles permeables Tm_1 y Tm_2 forman un solo conjunto acuífero.

Superpuesto al Subsistema, pero desconectado del contexto hidrogeológico regional, se encuentra el acuífero de Torrechiva-Sueras constituido por los términos inferiores del Jurásico (Lías Inferior y Medio esencialmente) que con una disposición subtabular se extiende entre dichas localidades, ocupando una superficie próxima a los 20 km². Sus límites quedan perfectamente definidos por las arcillas y margas del Keuper que individualizan los materiales jurásicos de los acuíferos que constituyen los materiales del Muschelkalk.

Este subsistema se ha dividido en cuatro acuíferos:

- A) Acuífero de Onda
- B) Acuífero de Torrechiva-Sueras
- C) Acuífero de Ahín Villavieja
- D) Acuífero de Alcudia de Veo

A continuación se describen las características más sobresalientes del Acuífero de Ahín-Villavieja, por ser en él donde se ubicaban los sondeos propuestos.

Acuífero de Ahín-Villavieja

Está constituido fundamentalmente por una serie de afloramientos de escasa continuidad, debido a la tectónica de bloques, de materiales del Muschelkalk Inferior (Tm_1) que descansan sobre las argilitas impermeables del Buntsandstein Superior (Tb_3). Esta compartimentación

estructural provoca su subdivisión en diferentes sectores acuíferos que pueden llegar a estar totalmente desconectados entre sí. Así mismo la tectónica citada, permite en algunas ocasiones, la conexión hidráulica entre las dolomías del Tm₁ y las areniscas del Tb₂. También aparecen en el extremo este (zona de Artana) algunos afloramientos de materiales jurásicos y facies Keuper así como diversas escamas estructurales del Tm₂ y Tm₃.

Morfológicamente este acuífero es una cuña que desde su único límite abierto, en el contacto con la Plana de Castellón, línea desde Bechí a Villavieja, se adentra hacia el oeste hasta Alcudia de Veo, encajado entre límites laterales cerrados debido a los afloramientos del impermeable de base de las dolomías del Muschelkalk, constituido por las argilitas del Buntsandstein Superior (Tb₃).

En este acuífero, integrado fundamentalmente por las formaciones permeables del Muschelkalk, a partir de la información obtenida mediante la geología de superficie, el inventario de puntos de agua, la cartografía y cortes hidrogeológicos y la modelización matemática del sector, se han definido en cuanto a los materiales triásicos se refiere tres sectores acuíferos:

- 1 - Sector acuífero de Betxí
- 2 - Sector acuífero Central
- 3 - Sector acuífero de Artana

El sector acuífero de Bechí se encuentra en el extremo nororiental del acuífero de Ahín-Villavieja. Está formado por materiales carbonatados del Tm₁ que se hundieron, directamente o por interposición del Mioceno, debajo de la Unidad Hidrogeológica de la Plana de Castellón (08.12).

El contacto de este sector acuífero con la unidad 08.12 (Plana de Castellón) es abierto, mientras que su límite occidental se considera cerrado o de flujo restringido en el contacto con el Sector Acuífero Central, estando el resto de éste claramente formado por el afloramiento del impermeable de muro (Tb₃).

El Sector Central presenta los siguientes límites: Occidental cerrado, definido en su mayor parte por el afloramiento o subafloramiento del Tb_3 ; Meridional coincidente con el Septentrional del Sector Acuífero de Artana, es abierto al flujo subterráneo; Septentrional en general cerrado por la intersección de la superficie piezométrica con el Tb_3 ; y Oriental abierto con los materiales detríticos de la Unidad Hidrogeológica de la Plana de Castellón.

Este sector acuífero está formado por una serie de compartimentos cuyo funcionamiento hidráulico no se conoce con detalle, pudiendo existir entre los mismos desconexiones importantes, si bien tras el estudio geológico y la modelización matemática se considera que su borde oriental es la zona de canalización principal del drenaje del Acuífero de Ahín-Villavieja hacia la Plana de Castellón.

El Sector de Artana se ubica al sur del sector acuífero Central extendiéndose desde el oeste de Artana hasta la Plana de Castellón. Se caracteriza por presentar afloramientos del Jurásico Inferior y del Keuper, estando saturadas normalmente las formaciones del Tm_3 y Tm_1 .

Sus límites presentan las características siguientes: Meridional que corresponde a las estribaciones más orientales de la Sierra de Espadán, donde afloran las argilitas del Tb_3 , cerrado al flujo subterráneo; Occidental cerrado por el subafloramiento del impermeable de base; Septentrional cerrado en su sector occidental y abierto en el oriental en contacto con el sector acuífero Central; y el Oriental cerrado en su extremo meridional y de posible transferencia de flujo a la plana en el septentrional.

Subsistema de la Sierra del Espadán

Bajo este nombre se incluye el conjunto de compartimentos acuíferos constituidos por las areniscas del Buntsandstein Medio (Tb_2), que subyacen a las calizas y dolomías del Muschelkalk de los subsistemas de Onda, Medio Palancia y Gátova-Náquera. Obviamente, su asiento geográfico coincide con la de éstos con la excepción de sus principales áreas de afloramiento: la Sierra del Espadán y el Macizo de Gátova-Náquera.

Está constituido por unos 200 metros de espesor medio de areniscas pertenecientes al tramo medio del Buntsandstein, actuando las arcillitas del tramo superior como nivel de separación con las calizas y dolomías del Muschelkalk y las del tramo inferior como sustrato impermeable.

Los acuíferos que forman este subsistema son muy numerosos y de extensión muy reducida, por lo que los recursos movilizables desde captaciones situadas en ellos, terminan agotándose al poco tiempo de su explotación.

Esto hace que después de numerosos fracasos en captaciones destinadas al abastecimiento público, en las que el agua es de excelente calidad, se considere que no son adecuados para satisfacer demandas altas. Siendo sin embargo, por la calidad de sus aguas, especialmente aptos para el abastecimiento de pequeñas poblaciones del interior o cuando se utilizan, como es el caso de Nules, para uso exclusivamente alimentario mediante una red independiente de la municipal.

Los recursos totales del subsistema procedentes de la infiltración del agua de lluvia se estiman en 17 hm³/año de valor medio. Aunque deben existir otras entradas derivadas de la transferencia subterránea de las formaciones permeables que constituyen los subsistemas suprayacentes.

La descarga se produce mediante tres mecanismos, a saber: emergencias por numerosos manantiales de escasa entidad (2 hm³/año); transferencia lateral a las Planas de Castellón y Sagunto (15,5 hm³/año) y bombeos (11,5 hm³/año).

Del balance antes indicado se deduce que en el caso de no existir más entradas que las descritas, existe una sobreexplotación del orden de 12 hm³/año.

Los indicios existentes de sobreexplotación aparentemente no son tan importantes como los indicados, debiendo por ello existir algún tipo de alimentación diferida de los materiales acuíferos suprayacentes.

Los sectores en los que se localizan los indicios de sobreexplotación zonal corresponden a la zona de Gátova-Náquera (captaciones de abastecimiento a Puzol) y Medio Palancia (captaciones de abastecimiento a Vall de Uxó y Moncófar en la partida La Zorra), en el resto la sobreexplotación actual no es apreciable.

Subsistema del Medio Palancia

Al igual que el subsistema de Onda los acuíferos están constituidos por las dolomías y calizas dolomíticas de los tramos inferiores (Tm_1) y superiores del Muschelkalk (Tm_3), que en esta zona concreta presentan un espesor medio reconocido de 100 y 80 metros respectivamente.

Su extensión superficial es de 478 km² y coincide con un amplio sinclinorio situado entre las sierras del Espadán y el macizo de Gátova-Náquera, constituyendo las arcillitas del Buntsandstein, que afloran en los flancos de dichas sierras, el sustrato impermeable así como el límite nororiental y suroccidental del mismo. Hacia el noroeste los materiales acuíferos se hunden bajo el Jurásico de Jérica y Navajas, estableciéndose el límite en los afloramientos de Keuper de Altura y Segorbe que individualiza este subsistema del de Jérica-Alcublas, constituido por materiales del Jurásico. Hacia el Sureste limita con los materiales pliocuaternarios de la Plana de Sagunto y Castellón, situándose en este contacto, en una franja comprendida entre las localidades de Vall de Uxó y Sagunto, su más importante cesión de agua subterránea hacia los acuíferos detríticos.

Las características hidráulicas son muy variables incluso en puntos muy próximos. Los resultados de los sondeos oscilan entre valores nulos y otros con caudales específicos superiores a 15 l/s/m, si bien los más frecuentes están comprendidos entre 1 y 5 l/s/m.

La componente mayoritaria del flujo tiene dirección sureste con fuertes gradientes, que en promedio alcanzan un valor próximo al 2%, aparentemente incompatible con la transmisividad que poseen estos materiales, lo que pone de manifiesto la alta compartimentación que presenta

la zona saturada del subsistema. El nivel piezométrico, en la zona más septentrional, oscila entre 320 m.s.n.m. en Castellново y 200 m.s.n.m. en Sot de Ferrer, 250 m.s.n.m. en el sector nororiental, 75-100 m.s.n.m. en el central y entre 10 y 40 m.s.n.m. en las proximidades de la Plana.

Esta alta compartimentación permite diferenciar una serie de áreas con un comportamiento piezométrico similar (ITGE, 1985), constituyendo los siguientes acuíferos:

- Segorbe-Soneja
- Azúebar
- Vall de Uxó
- Salto del Caballo
- Algar-Quart
- Cornacó
- Estivella
- Gausa

En el presente estudio se mantiene esta subdivisión, si bien se especifica en cada caso las variaciones que se proponen para el ámbito que ocupan a partir del análisis hidrogeológico y la modelización realizada.

La alimentación del subsistema se produce por los siguientes conceptos (ITGE, 1985): infiltración del agua de lluvia, infiltración en el cauce del Palancia durante avenidas, transferencia lateral del Subsistema de Jérica-Alcublas.

La cuantificación de la infiltración en el cauce del río Palancia es un problema complicado; el río Palancia atraviesa el subsistema de Oeste a Este y permanece seco durante la mayor parte del año. No obstante cuando no es así se producen importantes modificaciones, casi instantáneas, tanto en el manantial de Quart como en algunos de los sondeos que explotan el subsistema. Se estima que la infiltración por este concepto asciende a 10 hm³/año. La infiltración

del agua de lluvia se estima en 44 hm³/año para la media del período 1948-1983.

Las entradas al subsistema por transferencia subterránea de flujo se centran casi exclusivamente en las que proceden del vecino subsistema de Jérica-Alcublas, estimadas en una cuantía para el período considerado de 29 hm³/año.

La descarga del subsistema se produce fundamentalmente por: extracciones mediante bombeos, salidas por emergencias y transferencia lateral a las Planas de Castellón y Sagunto.

Las extracciones por bombeo se han estimado en 29 hm³/año, localizándose las mayores concentraciones en sectores como Los Valles, Camino Viejo de Teruel y el Llano de Arguinias.

Un capítulo importante de la descarga del subsistema está constituido por las salidas a través de emergencias. Estas tienen lugar por los manantiales de San José, Quart, La Llosa y Almenara, todos ellos situados en las proximidades del contacto de los materiales acuíferos de este subsistema con las Planas litorales y por los manantiales de Arguinias y Soneja, situados en el interior. El caudal medio de los primeros oscila entre 6-7 hm³/año en el manantial de Quart y 1,5 hm³/año en los de La Llosa y San José respectivamente. El funcionamiento de los mismos es, en la actualidad, discontinuo con períodos secos durante el estiaje debido en parte a la afección a la que están sometidos, si bien todos ellos tienen la particularidad de responder con gran rapidez e incluso espectacularidad a las precipitaciones importantes. Los manantiales de Soneja y Arguinias presentan unas aportaciones medias de 13 hm³/año en el primer caso y 0,75 hm³/año en el segundo.

4.3. BALANCE HÍDRICO

En este trabajo, mediante un programa de cálculo, se simuló el comportamiento hidráulico de los dos Subsistemas Acuíferos más importantes, en el área de estudio, desde el punto de vista de recursos hídricos (Subsistemas de Onda y Medio Palancia), para mejorar el conocimiento sobre los mismos y al mismo tiempo determinar el balance para el período utilizado (1993-1994), que es un año seco.

Para determinar la coherencia y grado de cumplimiento de las hipótesis emitidas, en este estudio, sobre el funcionamiento hidráulico de los acuíferos y cuantificar sus recursos renovables y grado de explotación, se utilizó el programa Modflow de MacDonald y Harbaugh, del U.S. Geological Survey, que convenientemente aplicado permitió realizar un modelo matemático en régimen transitorio de los acuíferos estudiados.

Los resultados de la simulación indicaban un desequilibrio en el balance, debido a que existe una disminución de reservas entre el principio y fin de la modelización, por causa fundamentalmente de que el período modelizado corresponde a un año seco.

Subsistema de Onda

Está constituido en cuanto se refiere a los materiales del Muschelkalk por los acuíferos de Onda, Ahín-Villavieja y Alcudia de Veo.

A continuación se indica su balance para el período modelizado (1993-1994).

Entradas (hm³/año):

* Infiltración de aguas de lluvia	28,40
* Transferencia subterránea del acuífero de Javalambre	7,34

* Entradas subterráneas de la Plana de Castellón	1,33
Total entradas	37,07

Salidas (hm³/año):

* Drenaje por el río Mijares	15,64
* Bombeos	21,53
* Transferencias a la Plana de Castellón	12,98
* Salidas por manantiales	1,41
Total salidas	51,65

En este balance se podría observar que había un consumo de reservas de 14,49 hm³/año. Este se debía por una parte a que el período modelizado correspondía a un año seco y por otra a que uno de los acuíferos que forman el subsistema, Ahín-Villavieja, presentaba cierta sobreexplotación.

Subsistema del Medio Palancia

Está constituido por los siguientes acuíferos: Segorbe-Soneja, Azuébar, Vall de Uxó, Salto del Caballo, Algar-Quart, Cornacó, Estivella y Gausá.

Su balance hídrico global como subsistema era el siguiente (1993-1994):

Entradas (hm³/año):

* Infiltración del agua de lluvia	15,42
* Transferencias del acuífero de Jérica-Alcublas	28,28
* Entradas laterales Plana de Sagunto	0,54
Total entradas	44,24

Salidas (hm³/año):

* Transferencias laterales a las Planas de:	
- Castellón	5,31
- Sagunto	6,65
* Bombeos	28,23
* Salida por emergencia	8,24
Total salidas	48,43

Se producía durante el período un vaciado de reservas de 4,17 hm³/año debido a la sequía y la sobreexplotación del acuífero de Gausá.

4.4. RECURSOS HÍDRICOS RENOVABLES

Los recursos renovables son aquellos que se generan periódicamente y deberían constituir el límite máximo de la explotación de un acuífero, o sector acuífero, si no se quiere llegar al consumo de reservas. Su valor es variable en el tiempo al depender fundamentalmente de la pluviosidad. Por ello para determinar su valor más probable es necesario utilizar un período suficientemente representativo de tiempo, o en el caso de que esto no se pueda hacer hay que considerar que los valores calculados serán por defecto o por exceso, dependiendo de la relación existente entre la pluviometría utilizada y la media del período representativo indicado.

En este estudio se utilizaron para la modelización los datos correspondientes al año hidrológico 1993-1994, que en realidad corresponden a un año seco, por lo que los valores obtenidos de ésta eran muy inferiores a la media de un período representativo de ciclos secos y húmedos, por ejemplo el utilizado por el ITGE en 1985 que comprendía el período 1948-1983. Sin embargo, esta modelización permitió sentar las bases para la mejor comprensión del funcionamiento hidráulico real de los acuíferos existentes, comprobando que las hipótesis emitidas en este estudio eran coherentes con la realidad.

Así el total de entradas en el conjunto de los dos subsistemas sumaba 81,33 hm³/año, constituyendo los recursos hídricos globales estimado para el período considerado.

Teniendo en cuenta la distribución de las salidas de aguas subterráneas en ambos subsistemas se podría concluir para el Subsistema de Onda que el aprovechamiento "in situ" de los recursos hídricos ascendía a unos 21,53 hm³/año. Esto suponía aproximadamente una regulación mediante bombeo y aprovechamiento de manantiales del 58% de la aportación total subterránea para el año hidrológico considerado.

En el caso del Subsistema del Medio Palancia la regulación "in situ" ascendía a 28,23 hm³/año, el 63,8% de los recursos hídricos totales para el período considerado.

4.5. CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

A continuación se recogen las características principales en cuanto a la calidad química de los subsistemas de Onda, Medio Palancia y de la Sierra del Espadán, así como una síntesis de la calidad de las aguas para consumo público.

4.5.1. SUBSISTEMA DE ONDA

Muestra una elevada dispersión según los sectores y en función de su procedencia, manantial o sondeo, y en este último caso de la penetración del mismo y de la columna litológica atravesada. La mejor calidad suele estar asociada a las aguas drenadas por manantiales, en cuyo caso suelen presentar facies bicarbonatada cálcica si bien el contenido en sulfatos y magnesio es relativamente elevado, por lo que no es extraño encontrar aguas de carácter bicarbonatado-sulfatado cálcico-magnésico.

El residuo seco suele variar entre 400 y 600 mg/l y en general el contenido iónico no suele superar los límites fijados por la Reglamentación Técnica Sanitaria, en la mayor parte de los manantiales destinados a abastecimiento público.

En las aguas procedentes de sondeos la calidad química varía entre facies similares a las descritas anteriormente y otras sulfatadas cálcicas de elevada mineralización -hasta los 17.000 mg/l en los casos extremos- en clara correlación con la penetración del sondeo en el acuífero y la litología atravesada. A este respecto es especialmente significativa la contribución a la salinidad de los niveles evaporíticos, en concreto los correspondientes al Muschelkalk Medio. Como ejemplo relevante cabe destacar el caso del sondeo que abastece a Fanzara cuya cementación hizo que el residuo seco pasara de 17.000 mg/l a una cifra próxima a 700 mg/l y el contenido en sulfatos de 1.450 mg/l a 300 mg/l. En los casos de aguas con importantes mineralizaciones es frecuente que el contenido en elementos derivados de otras sales evaporíticas -Cl⁻ y Na⁺- sea igualmente elevado.

El origen de elevadas mineralizaciones puede achacarse a diversos factores: existencia de niveles evaporíticos en contacto lateral o intercalados en las formaciones acuíferas del Muschelkalk; presencia de sulfuros -concretamente pirita- dispersos en las calizas y dolomías del Muschelkalk, llegando a dar incluso yacimientos minerales hasta hace poco explotados en el sector de Artana, donde se da el caso de pozos que arrastran gas sulfuroso; y estructura del subsistema acuífero, caracterizado por la existencia de numerosos bloques drenados por manantiales de "rebosadero" que renuevan fundamentalmente las aguas más superficiales, en tanto que en los sectores más profundos del acuífero este proceso es más restringido, propiciando el progresivo enriquecimiento en sales y la estratificación del agua en función de su contenido salino.

Todo ello hace que la calidad del agua de algunas poblaciones que se abastecen mediante sondeo, superen en algún elemento los límites fijados por la Reglamentación Técnica Sanitaria para Abastecimiento Público.

4.5.2. SUBSISTEMA DEL MEDIO PALANCIA

La calidad química del agua subterránea de este subsistema presenta también una elevada dispersión, por las razones apuntadas para el subsistema de Onda, debido a los materiales acuíferos que le componen y al tipo de captación de que se trata; manantiales o sondeos de distinta penetración.

La característica común a la mayoría de las muestras de agua subterránea es su facies sulfatada cálcica-magnésica, si bien difieren notablemente en cuanto a su grado de mineralización. En algunos sectores del límite oriental, próximos a la Plana (Almenara, Moncófar y Chilches) son frecuentes facies cloruradas sódicas o cálcicas sódicas.

Las mayores proporciones de calcio, entre 300 y 400 mg/l, se observan en las zonas de Soneja, Sot de Ferrer y Algimia de Alfara, donde además existen concentraciones altas de Magnesio (60-70 ppm). Los valores más elevados del contenido en este ión, entre 90 y 180 mg/l se han medido al norte de Sagunto, Balsas de Almenara y Castellnovo, y se relacionan con fenómenos de intrusión marina en los dos primeros casos y prolongado tiempo de residencia en el segundo.

Las mayores concentraciones en sulfatos se han determinado en la zona de Castellnovo-Soneja y Algimia de Alfara, con valores en algunos de los puntos de agua existentes de 750 a 850 mg/l, originados por la presencia de formaciones yesíferas de las facies Keuper ampliamente representadas en la zona. En el resto del subsistema no se rebasan los 500 mg/l. Estas concentraciones de sulfatos están normalmente asociadas a la presencia de magnesio en concentraciones también relativamente elevadas.

En líneas generales hay que indicar que según los datos hidroquímicos existentes, la calidad natural de las aguas subterráneas se caracteriza por presentar mineralizaciones que en algunos casos rebasan los contenidos en SO_4^- y Mg^{++} marcados como límites admisibles por la Reglamentación Técnico Sanitaria para Abastecimiento Público. Este tipo de componentes se

debe a la presencia de forma natural, en los materiales del Keuper y Muschelkalk, de formaciones evaporíticas constituidas fundamentalmente por niveles de yesos y anhidritas.

Este problema se puede minimizar e incluso evitar en las captaciones de abastecimiento público, seleccionando aquellas formaciones del Muschelkalk que no posean los citados niveles e incluso si la captación las atraviesa realizando los oportunos aislamientos de la misma.

4.5.3. SUBSISTEMA DE LA SIERRA DEL ESPADÁN

Las características químicas de las aguas en este subsistema denotan excelente calidad, ya que presentan una facies bicarbonatada cálcica o cálcico-magnésica, con residuo seco que en algunos casos no excede los 100 mg/l siendo muy apreciadas como agua de mesa.

En general las aguas menos mineralizadas proceden de manantiales, en tanto que las correspondientes a sondeos presentan mayor contenido salino debido a su mayor tiempo de residencia en el acuífero.

El contenido iónico observado varía entre los siguientes límites, en mg/l:

Ca ⁺⁺	27-75
Mg ⁺⁺	13-44
Na ⁺	11-18
Cl ⁻	44-60
SO ₄ ⁼	10-95
CO ₃ H ⁻	198-274
R.S.	100-454

4.5.4. CALIDAD DE LAS AGUAS PARA ABASTECIMIENTO PÚBLICO

En los cuadros adjuntos se sintetizan los datos existentes sobre la calidad de las aguas utilizadas para consumo público en 1994, las formaciones en las que se sitúan las captaciones que abastecían a las diferentes poblaciones y los volúmenes de agua estimados en este tipo de uso en 1994.

Se indica también para aquellas captaciones de las que se dispone de información referente a análisis químicos, aquellos iones que sobrepasaban los límites fijados por la Reglamentación Técnica Sanitaria para Abastecimiento Público (R.D. 1.1.38/90), indicándose en este caso si eran excepcionables según el Decreto 111/92 de la Comunidad Valenciana.

Los iones cuyos contenidos suelen rebasar la RTS son: nitratos (NO_3^-), sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$), magnesio (Mg^{++}) y sodio (Na^+).

El contenido máximo que marca la Reglamentación Técnica Sanitaria para Abastecimiento Público para el ión nitrato es de 50 mg/l. Este ión no es excepcionable según el Decreto 11/92, y cuando los contenidos superan la concentración citada el agua no es adecuada para abastecimiento público.

Si las aguas presentan contenidos de forma natural no debidos a contaminación química y/o bacteriológica, de ciertos elementos químicos fijados por el Decreto 11/92 de la Comunidad Valenciana y no rebasan los límites fijados en este decreto para los citados elementos, éstas aguas pueden utilizarse para abastecimiento público. Los elementos normalmente excepcionados son el sulfato, magnesio y sodio, en unos valores máximos de 800, 150 y 200 mg/l respectivamente.

En general los agentes responsables del alto contenido en nitratos son las actividades agrícolas establecidas sobre las zonas permeables de los acuíferos.

Los altos contenidos en sulfatos y/o magnesio se deben a la propia constitución de los materiales atravesados durante la perforación. Su origen se atribuye a los niveles yesíferos del

tramo inferior del Tm₁ (calizas y dolomías verdosas) y del Keuper. Para evitar las excesivas concentraciones de los iones citados, se propone tomar las medidas adecuadas para aislarlos en los sondeos que se ejecuten si se destinan a este fin.

USO Y CALIDAD DEL AGUA EN ABASTECIMIENTO PÚBLICO (AÑO 1994)

Subsistema Acuífero	Acuífero	Municipio	Habitantes	Consumo (m ³ /año)	Calidad
ONDA	ONDA	Ayódar	213	19.500	Cumple
		Fanzara	290	26.480	Excepcional
		Onda	17.977	1.641.300	Excepcional
		Sueras	590	53.867	Cumple
		Tales	785	71.670	Excepcional
		Torraiba del Pinar	67	6.117	Cumple
		Villanar	147	13.421	Cumple
	AHIN-VILLAVIEJA	Ahín	131	11.960	Cumple
		Artana	1.905	173.926	Excepcional
		Bechí	5.283	482.337	No cumple
ALCUDIA DE VEO	Alcudia de Veo	Esida	846	211.500	Cumple
			191	17438	Cumple

USO Y CALIDAD DEL AGUA EN ABASTECIMIENTO PÚBLICO. AÑO 1994 (Continuación)

Subsistema acuífero	Acuífero	Municipio	Habitantes	Consumo (m ³ /año)	Calidad	
MEDIO PALANCA	SEGORBE-SONEJA	Almedijar	298	27.207	Cumple	
		Altura	3.022	275.908	Cumple	
		Azuébar	414	37.798	Excepcional	
		Castellno vo	1094	99.882	No cumple	
		Higuera	33	3.013	Cumple	
		Matei	142	12.964	Cumple	
		Pavías	65	5.934	Cumple	
		Segorbe	7.498	684.567	Cumple	
		Soneja	1.435	131.015	No cumple	
		Vall de Almonacid	271	24.742	Cumple	
		Sot de Ferrer	411	37.524	Excepcional	
	AZUEBAR	Vall d'Uxó	27837	946000	No cumple	
	ALGAR-QUART	Algar de Palancia	393	35.881	Excepcional	
		Algimia de Alfara	867	79.157	No cumple	
		Faura	2.804	256.000	No cumple	
		Quart de les Valls	1.086	99.150	No cumple	
		Quartell	1.337	112.060	Excepcional	
		Benifairó de les Valls	1.962	179.130	No cumple	
	ESTIVELLA	Albalat dels Tarongers Estivella	Benavites	656	59.893	No cumple
				530	48.389	No cumple
SALTO DEL CABALLO	La Llosa		1075	98.147	Cumple	
			957	87374	No cumple	

USO Y CALIDAD DEL AGUA EN ABASTECIMIENTO PÚBLICO. AÑO 1994 (Continuación)

Subsistema Acuífero	Acuífero	Municipio	Habitantes	Consumo (m ³ /año)	Calidad
SIERRA	SIERRA	Gátova	476	43.458	Cumple
		Gilet	1.199	109.468	Excepcional
		Petres	712	65.000	No cumple
DEL	DEL	Segart	156	14.242	Cumple
		Serra	1.519	129.555	Cumple
ESPADAN	ESPADAN	Vall d'Uxó	27.387	790.000	Cumple
		Chovar	420	38.346	Cumple
		Alfondegulla	919	83.905	Cumple

DATOS ANALÍTICOS DE CAPTACIONES DE USO URBANO

SUBSISTEMA	ACUIFERO	MUNICIPIO	CAPTACION	FORMACION	CALIDAD	IONES	FECHA
O N D A	ONDA	Fanzara	F.Baladril (2925-3-0031)	Tm ₁	Excepcionable	SO ₄ ⁻² (381)	2-III-94
		Tales	S. Patronos I (2925-3-0039)	Tm ₁	Excepcionable	SO ₄ ⁻² (280)	4-V-94
			S. Patronos II (2925-3-0040)	Tm ³	Excepcionable		
	AHÍN-VILLAVIEJA	Artana	La Cueva (2925-8-0001)	Tm1	Excepcionable	SO ₄ ⁻² (264)	12-II-90
			Sanísimo Cristo (2925-8-0017)	Tm ₁	Excepcionable	SO ₄ ⁻² (384)	10-VII-90
		Bochí	S. Aguas Potab. (2925-4-0103)	Q/Tm ₁	Apta		17-I-90
		Apedero Betxi (3025-1-0078)	Q	Apta		4-V-94	

DATOS ANALITICOS DE CAPTACIONES DE USO URBANO (Cont.)

SUBSISTEMA	ACUIFERO	MUNICIPIO	CAPTACION	FORMACION	CALIDAD	IONES	FECHA	
M E D I O P A L A N C I A	SECORBE	Altura	El Berro (2925-5-0033)	J	Apta		4-V-94	
		Castellnovo	Pozo Cuesta (2925-5-0017)	Tm	No apta	SO ₄ ⁻² (1705) Mg ⁺⁺ (165) Ca ⁺⁺ (528) Cl ⁻ (263)	4-V-94	
			Fie. Los Gallos (2925-5-0015)	Tm ₃	Excepcionable	SO ₄ ⁻² (263)	30-III-94	
		Soneja	Las Fuentes (2926-2-0006)	Tm	No apta	SO ₄ ⁻² (950)	4-V-94	
		SONEJA	Vall Almonacid	Pozo El Plano (2925-5-0039)	Tm ₃	Excepcionable	SO ₄ ⁻² (318)	4-V-94
			Algimia Almonacid	P. Fuente Norte (2926-6-0025)	Tm ₃	Apta		
	Sot de Ferrer		Part. de las Eras (2926-2-0040)	Tm ₃	Excepcionable	SO ₄ ⁻² (796)	21-VII-87	
			S. Monte Hoyo (2926-2-0044)	Tm ₃	Excepcionable	SO ₄ ⁻² (724) Mg ⁺⁺ (67)	4-V-94	
	ALGAR	Algar del Palancia	Sondeo Planets (2926-2-0011)	Tm ₁	Apta		10-IV-95	
		Benavites	San Gil Albal (2926-7-0089)	Q/Tm	No apta	SO ₄ ⁻² (339) Mg ⁺⁺ (56) NO ₃ ⁻ (96)	19-V-93	
			Pozo Municipal (2926-8-0133)	Q/Tm	No apta	Colif. totales 100 ml=10	3-II-94	
		Faura	San Diego I (2926-7-0090)	Q/Tm	No apta			
		QUART		San Diego II (2926-7-0019)	Q/Tm	No apta	NO ₃ ⁻ (190)	18-I-92
	Quart de les Valls		Ayuntamiento (2926-7-0006)	Tm	No apta	NO ₃ ⁻ (53)	11-II-94	
		Quartell	A. Potables (2926-8-0143)	Tm	Apta		30-III-94	
	SALTO DEL CABALLO	La Llosa	A. Potables	Tm	No Apta	NO ₃ ⁻ (104) SO ₄ ⁻² (300) Mg ⁺⁺ (60)	12-XII-90	

DATOS ANALITICOS DE CAPTACIONES DE USO URBANO (Cont.)

SUBSISTEMA	ACUIFERO	MUNICIPIO	CAPTACION	FORMACION	CALIDAD	IONES	FECHA
SIERRA DEL ESPADAN	SIERRA DEL ESPADAN	Almedijar	Pozo Casicas (2925-6-0030)	Tb ₂	Apta		4-V-94
		Azuébar	Las Cerradas (2925-2-0052)	Tb ₂	Apta		4-V-94
		Algimia de Alfara	Tochar (2926-6-0013)	Tb ₂	Apta	SO ₄ ⁻² (313) Mg ⁺⁺ (111)	30-IV-90
		Peñares	S. Jaime (2926-7-0069)	Tb ₂	No apta	MO ₃ (81)	4-V-94
		Serra	S. Ayuntamiento (2926-7-0088)	Tb ₂	No apta	SO ₄ ⁻² (417) NO ₃ ⁻ (70)	17-XI-93
			P. I. Barranquet (2926-7-0088)	Tb ₂	Apta		4-X-93
			La Umbria (2926-6-0029)	Tb ₂	Apta		23-II-91
			Peñares II (2926-7-0060)	Tb ₂	No apta	NO ₃ ⁻ (112) SO ₄ ⁻² (430) Mg ⁺⁺ (63)	29-IX-92

4.6. PROPUESTAS DE ACTUACIONES PARA MEJORA DEL ABASTECIMIENTO URBANO

El objetivo de este informe era la mejora del abastecimiento urbano de una serie de poblaciones de la Plana de Castellón y borde de la misma. Para ello se proponían captaciones en zonas que no presentan problemas de degradación en la calidad natural de sus aguas subterráneas y disponen de recursos hídricos no regulados "in situ" aunque estos recursos se transfieren a las Planas donde se contaminan y se hacen inutilizables para abastecimiento urbano. En consecuencia estas propuestas no supondrían un aumento de la extracción existente en el conjunto de los subsistemas en estudio, sino más bien un aprovechamiento en un estadio del ciclo antes de que el recurso hídrico se degradara.

En este informe se planteaban una serie de alternativas de actuación destinadas a mejorar el abastecimiento de agua a los núcleos urbanos de Betxí, Nules, Alquerías, Vall de Uxó, La Llosa, Chilches, Villavieja y Moncófar. Para ello se proponían una serie de sondeos de investigación en las Unidades Hidrogeológicas de Onda (08.13) y Medio Palancia (08.20), dentro de los Subsistemas Acuíferos de Onda, Medio Palancia y Sierra del Espadán.

En cada una de estas unidades se eligieron para la ejecución de los mismos, los sectores en los que previsiblemente existen mayores recursos hídricos subterráneos y al mismo tiempo la calidad química y bacteriológica de éstos es presumiblemente adecuada para el uso urbano.

De los sectores elegidos se podrían abastecer en principio las poblaciones citadas, en el caso de que la investigación propuesta demostrase que es posible captar los recursos hídricos necesarios tanto en cantidad como en calidad. Estos sectores se denominaban en el informe de la forma siguiente:

** Zona A: Sector de Algar del Palancia*

** Zona B: Sector de Artana-Bechí-Villavieja*

En principio se consideraba que la **Zona A** podría ser adecuada para el abastecimiento de Vall de Uxó, Moncófar, La Llosa, Chilches e incluso Nules y la **Zona B** para el de Alquerías, Bechí y Villavieja. Aunque los resultados en cada caso de los sondeos de investigación permitirían determinar los emplazamientos más adecuados para cada una de estas poblaciones.

Una de las propuestas de investigación estaba fuera de las dos zonas anteriormente indicadas, sondeo C.1, pero se incluyó ya que si permitiese obtener un caudal de 15-20 l/s, podría ser utilizada, junto con un sondeo realizado por la COPUT, para el abastecimiento de Bechí ya que la misma conducción podría transportar el agua de las dos captaciones a la citada población.

A continuación se describen las características de los sondeos de investigación propuestos, para cada una de las zonas o sectores recomendados en el entorno de las poblaciones indicadas con anterioridad.

4.6.1. ZONA A: SECTOR DE ALGAR DEL PALANCIA

Comprendía una amplia zona que desde Algar de Palancia y Algimia de Alfara se extendía hacia el NE siguiendo la carretera a Vall de Uxó. Aquí se proponían varios sondeos de investigación cuyo objetivo sería determinar las posibilidades de explotación de los materiales del Muschelkalk (Tm_1 y Tm_3) y del Buntsandstein medio (Tb_2).

Este sector sería adecuado para el abastecimiento de Vall de Uxó y Moncófar, e incluso el agua podría ser conducida a Nules y Alquerías. Los datos existentes sobre las zonas propuestas de captación parecen indicar que los acuíferos constituidos por los materiales del Muschelkalk están bien alimentados y al mismo tiempo sería posible obtener de ellos agua subterránea con un contenido iónico adecuado para abastecimiento público. Los materiales del Tb_2 parecen disponer también de agua de excelentes características químicas y bacteriológicas, aunque sus recursos son

más limitados al no presentar normalmente áreas de alimentación extensas. Por ello, la explotación de éstos últimos puede en algunos casos realizarse a expensas de sus reservas. Sin embargo cuando se lleve a cabo la ejecución en las proximidades de este sector de La Presa de Algar -proyecto que se encuentra parado en la actualidad- destinada a aumentar la regulación del río Palancia, podría permitir aumentar la alimentación natural de estos acuíferos mediante recarga artificial.

Los sondeos de investigación que se proponían en este sector se indican a continuación, desglosados según los materiales permeables en que se ubiquen.

SONDEOS EN MATERIALES DEL MUSCHELKALK

SONDEO A.1

Situado aproximadamente en las coordenadas U.T.M. siguientes:

$$X = 726.500$$

$$Y = 4.407.100$$

Cota aproximada 195 m.s.n.m.

El sondeo quedaría emboquillado en el cuaternario del margen izquierdo del río Palancia en el paraje denominado Els Planets.

La serie prevista es la siguiente:

- | | |
|------------|--|
| 0 - 80 m | Arcillas, arenas, gravas y brechas (Q) |
| 80 - 250 m | Dolomías (Tm ₁) |

El nivel piezométrico se situaría en torno a los 100 metros de profundidad.

SONDEO A.2

Se encuentra situado aproximadamente en las coordenadas U.T.M. siguientes:

$$X = 727.820$$

$$Y = 4.408.900$$

Se situaría a una cota próxima a los 260 m.s.n.m. en el paraje llamado "Barranco del Rector". El sondeo quedaría emboquillado en materiales del Muschelkalk superior (Tm_3) en el margen izquierdo del barranco, aproximadamente en el eje de un sinclinal.

La serie prevista era:

0 - 35 m	Dolomías grises (Tm_3)
35 - 70 m	Margas ocreas (Tm_2)
70 - 250 m	Dolomías y calizas dolomíticas (Tm_1)

El nivel piezométrico se situaría a unos 100 metros de la cota de emboquillado.

SONDEO A.3

Se situaría en las cercanías del sondeo A.2, aproximadamente en las siguientes coordenadas U.T.M.:

$$X = 727.650$$

$$Y = 4.408.400$$

A una cota próxima a los 275 m.s.n.m. en el margen derecho del denominado "Barranco del Rector" y emboquillado en facies Keuper.

La serie prevista era la siguiente:

- 0 - 40 m Arcillas versicolores con yesos y carniolas (T_k)
- 40 - 250 m Dolomías (Tm_3)

El nivel piezométrico se situaría aproximadamente a unos 130 metros de la cota de emboquillado.

SONDEOS EN MATERIALES DEL BUNTSANDSTEIN

SONDEO A.4

Se localizaría en las coordenadas U.T.M. siguientes:

$$X = 727.600$$

$$Y = 4.405.800$$

A una cota aproximada de 195 m.s.n.m. en el paraje conocido como "Partida de la Creu".

Estaría emboquillado sobre la base del Muschelkalk inferior (Tm_1).

La serie prevista era:

- 0 - 20 m Dolomías (Tm_1)
- 20 - 120 m Argilitas con algún nivel de areniscas (Tb_3)
- 120 - 250 m Areniscas ortocuarcíticas (Tb_2)

Los materiales atravesados serían presumiblemente, Muschelkalk inferior (Tm_1), Buntsandstein superior (Tb_3) y medio (Tb_2).

El nivel piezométrico se encontraría a unos 70 metros de la cota de emboquillado.

SONDEO A.5

Situado aproximadamente en las coordenadas U.T.M. siguientes:

$$X = 728.500$$

$$Y = 4.406.550$$

Siendo la cota de emboquillado cercana a los 210 m.s.n.m. sobre materiales del Tb_3 . En el paraje conocido como "Partida de la Costera".

La serie prevista era:

- 0 - 125 m Argilitas con niveles de areniscas (Tb_3)
- 125 - 300 m Areniscas ortocuarcíticas (Tb_2)

Los materiales atravesados serían probablemente Buntsandstein superior (Tb_3) y medio (Tb_2).

El nivel piezométrico se situaría de 50 a 70 metros desde la cota de emboquillado.

4.6.2. ZONA B: SECTOR DE ARTANA-BECHÍ-VILLAVIEJA

Este sector del Subsistema Acuífero de Onda se encuentra incluido en el Acuífero de Ahín-Villavieja. Los sondeos de investigación que aquí se proponían estarían destinados al abastecimiento de los municipios de Nules, Alquerías y Betxí. Las alternativas **B.1** y **B.2** podrían servir para los municipios de Nules, Villavieja y Alquerías.

Los sondeos **B.1** y **B.2** se situaron en un sector del Acuífero de Ahín-Villavieja poco explotado. Su ejecución realizada en las condiciones que en cada caso se indicaba, previsiblemente permitiría obtener agua de calidad adecuada para uso urbano.

SONDEOS EN MATERIALES DEL MUSCHELKALK

SONDEO B.1

Se situaba aproximadamente en las siguientes coordenadas U.T.M.:

$$X = 735.920$$

$$Y = 4.419.700$$

El sondeo quedaría emboquillado sobre los materiales del Keuper (Tk), a una cota de 250 m.s.n.m., en el paraje conocido como "Les Fontanelles".

El objetivo de este sondeo era la captación de las dolomías del Muschelkalk superior (Tm₃) que constituyen un buen acuífero, tal y como se demuestra en los sondeos próximos a Artana. La serie prevista se indica a continuación:

- 0 - 50 m Arcillas y margas abigarradas, con yesos y areniscas (Tk)
- 50 - 300 m Dolomías y calizas dolomíticas con algún tramo margoso (Tm₃)

Los materiales atravesados serían presumiblemente del Keuper y del Muschelkalk superior (Tm₃).

El nivel piezométrico se situaría en torno a los 30-60 metros de profundidad desde la cota de emboquilladura.

SONDEO B.2

Se ubicaría aproximadamente en las siguientes coordenadas U.T.M.:

$$X = 737.500$$

$$Y = 4.418.900$$

El sondeo quedaría emboquillado sobre el Muschelkalk medio (Tm_2) a una cota de 150 m.s.n.m., en el margen izquierdo del "Barranco Rodador".

Se pretendía investigar el tramo superior del Tm_1 .

La serie prevista era:

0 - 100 m	Margas y arcillas (Tm_2)
100 - 220 m	Dolomías y calizas dolomíticas (Tm_1)
220 - 250 m	Calizas y dolomías gris verdosas (Tm_1)

Los materiales atravesados serían presumiblemente del Muschelkalk medio (Tm_2) y Muschelkalk inferior (Tm_1).

El nivel piezométrico se situaría en torno a los 90-100 metros de profundidad desde la cota de emboquilladura.

4.6.3. SONDEO C.1

La alternativa C.1 estaba destinada a investigar las posibilidades de explotación de los materiales del Tb_2 en el tramo bajo de la Rambla de Artana. Aguas arriba de esta ubicación se realizó un sondeo por la COPUT en estos mismos materiales, pero en una posición en principio

menos ventajosa, que permitía obtener un caudal de explotación de unos 4 l/s de agua débilmente mineralizada y de excelentes características químicas y bacteriológicas. Si la alternativa C.1 recomendada permitiese obtener un caudal de unos 15-20 l/s, se podrían conectar ambas captaciones a una misma conducción que discurriese por la rambla hasta llegar a la población de Bechí.

El sondeo C.1 se situaría aproximadamente en las coordenadas U.T.M. siguientes:

$$X = 735.800$$

$$Y = 4.424.000$$

Estaría emboquillado en materiales de la base del Tb_3 a una cota cercana a los 170 m.s.n.m., en el paraje conocido como "La Mortera", en el margen derecho del "Barranco o Rambla de Artana".

El objetivo de la perforación era hallar saturado un tramo suficiente de las areniscas ortocuarcíticas del Buntsandstein medio (Tb_2).

La serie prevista era:

- 0 - 30 m Argilitas rojas con algún nivel de arenisca (Tb_3)
- 25 - 250 m Areniscas de grano fino blancas y ocre con algo de mica (Tb_2)
- 250 - 270 m Argilitas con algún nivel de arenisca (Tb_1)

Los materiales atravesados serían previsiblemente toda la serie del Buntsandstein desde el muro del superior (Tb_3), hasta el techo del inferior (Tb_1) que constituye el sustrato impermeable del tramo acuífero intermedio (Tb_2).

El nivel piezométrico se situaría alrededor de los 40 metros desde la cota de emboquillado.

4.7. DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RESERVA DE CAUDALES PARA ABASTECIMIENTO PÚBLICO

Con el fin de mantener la calidad natural de las aguas subterráneas de la zona y evitar que se pudieran crear mayores problemas que los existentes en el abastecimiento público, se recomendaba para las captaciones determinar unos perímetros previos de protección en tanto no se efectuaran los determinados en la Ley de Aguas y su Reglamento.

Existen también en la zona sectores de los acuíferos que podrían ser utilizados para resolver los problemas de abastecimiento de las poblaciones de Vall d'Uxó, Nules, Moncófar, Alquerías del Niño Perdido y Bechí. Para ellos se proponía delimitar las Zonas de Reserva de Caudales siguientes:

ZONA A. ZONA DE ALGAR-QUART

ZONA B. ZONA DE ARTANA-VILLAVIEJA-BECHI

Zona de Algar-Quart

Se recomendaba limitar el posible incremento de bombeo al volumen necesario para satisfacer las necesidades existentes y futuras de Vall d'Uxó, Moncófar, Nules y Alquería del Niño Perdido. Este incremento con respecto al valor de 1994 se estimó en 6,2 hm³/año. Las captaciones con otros usos distintos del urbano, se recomendaba no autorizarlas salvo que constituyeran sustitución de aprovechamientos preexistentes en las Planas de Castellón y Sagunto, o en los subsistemas del Medio Palancia y Sierra del Espadán.

Zona de Artana-Bechí-Villavieja

Dado que esta zona se encuentra en el Acuífero de Ahín-Villavieja, cuya explotación era superior a sus recursos estimados, y que de ella se podían abastecer los municipios de Bechí, Alquerías del Niño Perdido, Villavieja y Nules, se proponía no incrementar la explotación salvo

para ese uso.

4.8. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

En los acuíferos que constituyen los Subsistemas de Onda, Medio Palancia y Sierra del Espadán se distinguen tres formaciones permeables que dan lugar a los acuíferos de mayor entidad. Dos de ellas están constituidas por los tramos carbonatados, dolomías y calizas dolomíticas del Muschelkalk superior (Tm_3) e inferior (Tm_1). La otra formación permeable la constituyen las areniscas ortocuarcíticas del Buntsandstein medio (Tb_2).

La intensa tectónica a que han estado sometidas estas formaciones geológicas ha dado lugar a que los materiales estén muy fracturados, poniéndose en contacto niveles que en la serie estratigráfica se encuentran muy alejados. Esto da lugar a numerosos compartimentos entre los cuales puede existir transferencia hídrica total, parcial o nula, dependiendo de los casos, lo que ocasiona numerosas incertidumbres a la hora de estimar los recursos renovables de los diferentes acuíferos sobre todo en los formados por los materiales del Tb_2 .

Por ello se indicaba que los sondeos propuestos, aún estando situados en las zonas con mejores perspectivas desde el punto de vista de abundancia de recursos hídricos, tenían carácter de investigación por lo que sus resultados serían de vital importancia para la correcta explotación de estos acuíferos y la satisfacción de la demanda de las poblaciones próximas.

La zona A propuesta para investigación se asienta en un sector del Subsistema del Medio Palancia, en el que se canalizan la mayor parte de las aportaciones subterráneas que confluyen posteriormente en las Planas de Castellón y Sagunto. La idea era captar parte de estas aportaciones antes de que se degraden en el acuífero costero por la influencia de actividades contaminantes. Se recomendaba realizar los sondeos propuesto en el orden que a continuación se indica A.2, A.3, A.1, A.4, A.5.

La zona B forma parte del acuífero de Ahín-Villavieja y por ella se canaliza a la Plana de

Castellón la escorrentía subterránea actualmente no explotada en este acuífero.

Aunque sus recursos disponibles son pequeños en comparación con los de la zona A, tiene la ventaja de estar mucho más cerca de poblaciones como Nules, Alquerías y Betxí. Se recomendaba realizar los sondeos en el orden que se indica: B.2, B.1.

La alternativa propuesta como C.1 no está incluida en ninguna de las zonas anteriormente indicadas, tenía como objetivo captar los materiales permeables del Buntsandstein Medio (Tb₂), y podría servir para complementar un sondeo próximo a Betxí, realizado por la COPUT, para mejorar el abastecimiento de esta población.

El estudio realizado permitió un avance muy importante sobre el conocimiento hidrogeológico de los subsistemas acuíferos de Onda, Medio Palancia y Sierra del Espadán, de gran interés a corto plazo para la satisfacción de las importantes demandas urbanas de los municipios de Vall d'Uxó, La Llosa, Chilches, Moncófar, Nules, Alquerías y Betxí.

Estas poblaciones tienen problemas en su abastecimiento de agua, al estar los acuíferos que explotan contaminados por actividades agrícolas y de intrusión marina fundamentalmente.

Los subsistemas de Onda y Medio Palancia disponen de importantes recursos no regulados "in situ" parte de los cuales se transfieren a los subsistemas costeros de las Planas de Castellón y Sagunto. Este agua subterránea al mezclarse con la de los acuíferos costeros, sufre una importante degradación debido a la intensidad de las actividades antrópicas que aquí se están realizando, en especial la agricultura de regadío.

Por ello, sólo las captaciones situadas en las zonas interiores de estos subsistemas y allí donde el flujo de transferencia es muy alto, presentan actualmente agua de buena calidad exenta de nitratos.

En consecuencia para el abastecimiento de los municipios que disponían de agua de mala calidad (Vall d'Uxó, Moncófar, Nules, Alquería del Niño Perdido, La Llosa, Chilches, Villavieja y Bechí) se recomendaba captar el agua antes de su degradación en la Plana y para ello se proponía la Declaración de Zonas con Reserva de Caudales A y B.

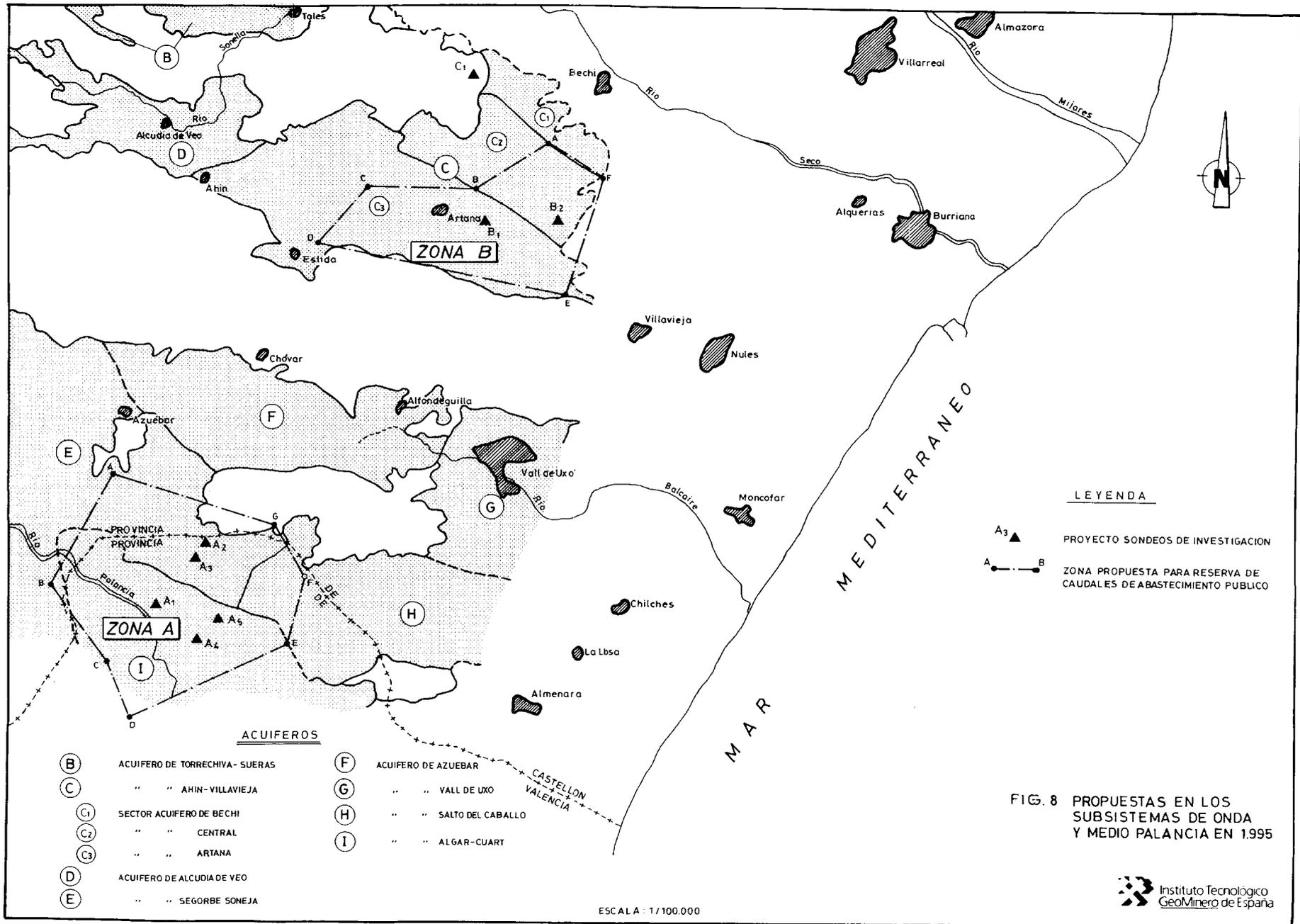


FIG. 8 PROPUESTAS EN LOS SUBSISTEMAS DE ONDA Y MEDIO PALANCIA EN 1995

5. ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

A raíz del estudio de la garantía de abastecimiento a 17 municipios de la Plana de Castellón, realizado en la 1ª fase, se propusieron y se llevaron a cabo los estudios de los Subsistemas Acuíferos que bordean dicha Plana, como zonas favorables donde se puede captar agua suficiente y con la calidad adecuada para satisfacer la demanda de estos municipios. Así se llevaron a cabo los proyectos de investigación de los Subsistemas Acuíferos de Javalambre (1992) y Onda, Medio Palancia y Sierra del Espadán (1995).

A partir del estudio del Subsistema de Javalambre y como realización de una de las propuestas que en el se hacían, se llevo a cabo la "Campaña geofísica mediante SEV en Alcora (Castellón)" (ITGE-DPC, 1993), con la que se profundizó en el conocimiento de la disposición del sustrato calizo en la depresión de Alcora y en el borde de la Plana de Castellón próximo a la Sierra de las Pedrizas.

Así mismo se ha llevado a cabo en 1997 una revisión y actualización del modelo matemático realizado en 1992 de funcionamiento del sector estudiado en el Subsistema Acuífero de Javalambre, ampliándose al borde del Subsistema de la Plana de Castellón, especialmente en la zona próxima a la Sierra de las Pedrizas.

A continuación, se incluye una síntesis del informe sobre la campaña geofísica de Alcora de 1993 y el estudio completo de actualización del modelo de Javalambre de 1997, realizándose además una revisión de los esquemas actuales de abastecimiento en los 17 municipios estudiados en 1990 para determinar las necesidades actuales de agua en cuanto a cantidad y calidad.

5.1. ESTUDIO DE LA DEPRESIÓN DE ALCORA

La zona de trabajo comprende la cuenca situada al sur de la población de Alcora. Viene delimitada, al norte por la población de Alcora, al sur por el embalse de Sichar, al este por la Sierra del Portell y al oeste por la población de Araya y su sierra limítrofe, en su interior queda incluido el embalse de María Cristina. Se han realizado unos SEV en otra zona, situada al Sur de la anterior, que se corresponde con el borde Occidental de la Plana de Castellón, y en donde se habían realizado en el año 1971 trabajos geofísicos mediante el método eléctrico, SEV. Geográficamente las zonas están localizadas en la provincia de Castellón y comprendidas en las hojas topográficas del mapa de España a escala 1:50.000 Segorbe (640), Alcora (615), Villafamés (616) y Castellón (641). (Fig. 9)

5.1.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

La zona de trabajo se encuentra integrada dentro del Subsistema Acuífero de Javalambre y constituye una cubeta, con materiales de relleno terciarios y cuaternarios, que son los aflorantes en toda la zona, bordeada de materiales del Cretácico. El objetivo de este trabajo era estudiar el espesor de estos materiales de relleno y la morfología del sustrato Cretácico.

El objetivo de los SEV realizados en el borde occidental de la Plana de Castellón, era la obtención de datos geofísicos que sirvieran de confirmación y complementaran las interpretaciones realizadas en la campaña geofísica del año 1971.

5.1.2. TRABAJOS REALIZADOS Y MEDIOS EMPLEADOS

Para cubrir los objetivos se planificó una campaña de 31 SEV de AB 2000, de los cuales por dificultades encontradas en la zona cuatro de ellos fueron imposible de realizar.

Esta campaña fue realizada durante todo el mes de julio y cuatro días de agosto de 1993.

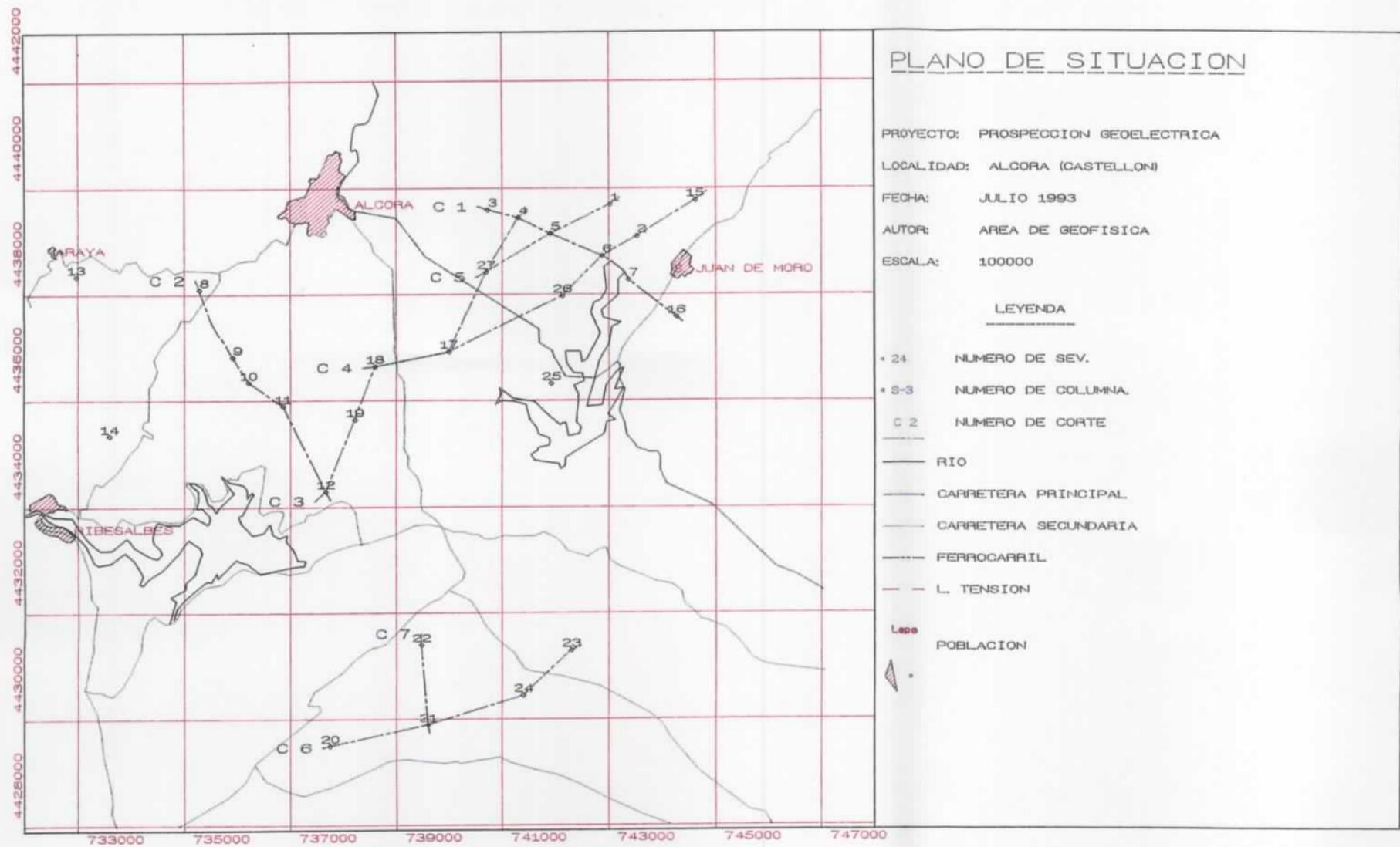


FIGURA 9

En la relación siguiente se indican los AB empleados junto con el número de SEV realizados para cada uno:

18 SEV de AB 2000 m

3 SEV de AB 1600 m

2 SEV de AB 1260 m

3 SEV de AB 1000 m

1 SEV de AB 500 m

La gran densidad de edificaciones existentes en la zona, además de su orografía, dificultaron enormemente la ubicación de los SEV, imponiendo en la mayoría de los casos la dirección de las alas.

Las coordenadas de cada uno de los SEV, X, Y UTM y cota Z en metros, se estimaron a partir de las hojas del M.T.N. a escala 1:50.000 correspondiente y su situación viene reflejada en la figura 9.

5.1.3. GEOLOGÍA Y TECTÓNICA

La zona de estudio se encuentra integrada dentro del subsistema acuífero de Javalambre.

Las formaciones que afloran o se encuentran representadas en el sector, van desde el Trias hasta el cuaternario. Los materiales triásicos afloran esencialmente en los límites del subsistema, mientras que los afloramientos terciarios-cuaternarios se localizan en las depresiones interiores y límite oriental.

La formación triásica se dispone discordante sobre materiales paleozoicos que afloran en áreas próximas, y presenta la típica facies germánica característica de este entorno geológico: el Buntsandstein presenta un desarrollo notable con unos 400 metros de areniscas y argilitas. El Muschelkalk está integrado por unos 250-300 metros de dolomías y calizas dolomíticas con un

nivel intermedio de 40-50 metros de margas; en ocasiones se presenta también un paquete similar en el tramo superior de la serie. El Keuper está compuesto por margas y arcillas versicolores con una potencia muy variable según los puntos debido al comportamiento plástico que tienen estos materiales. Constituyen la base impermeable de las formaciones acuíferas suprayacentes que conforman el subsistema acuífero de Javalambre.

El Jurásico es esencialmente permeable y se encuentra formado por un conjunto de calizas y dolomías masivas, con un espesor variable en torno a los 550-650 metros, en el que se inserta un nivel calizo-margoso de unos 100 metros correspondiente al período Oxfordiense-Kimmeridgiense inferior.

El tránsito del Jurásico al Cretácico se produce dentro de un tramo calizo de edad Kimmeridgiense Superior-Valanginiense, que termina con una discordancia erosiva muy marcada.

La secuencia cretácica es muy potente, con unos 800 a 1000 metros de espesor, y presenta una mayor variedad de facies. Sobre la discordancia anterior se depositan unos 150 metros de materiales en facies Weald (Hauteriviense-Barremiense), seguido por un paquete esencialmente margoso, con espesor próximo a los 200 metros, que se desarrolla hasta el Bedouliense.

A continuación se dispone un tramo permeable de naturaleza carbonatada con unos 200-300 metros de potencia, perteneciente al Gargasiense sobre el que se sitúan unos 70 metros de materiales en facies "Utrillas", con una permeabilidad muy reducida.

La serie cretácica queda coronada por otro tramo carbonatado de gran espesor (250-350 metros) perteneciente al Cenomaniense que en la zona de trabajo aparece sólo en afloramientos aislados de reducidas dimensiones.

Los materiales terciarios pueden agruparse según dos sectores diferentes: los materiales neógenos de la cubeta de San Vicente, y en la zona central de estudio, la cubeta de Ribesalves-

Alcora.

En la primera los materiales fosilizan un paleorelieve y tienen una potencia máxima de 1000 metros. Están formados por lutitas rojas, conglomerados y areniscas de origen aluvial.

En la cubeta de Ribesalves-Alcora se diferencia una unidad inferior de unos 500 metros de potencia constituida por calizas y margas con un tramo basal brechoide, al que sigue un paquete de lutitas con intercalaciones de calizas y areniscas. La unidad superior, de unos 200 metros de potencia esta compuesta por lutitas, areniscas y conglomerados, siendo estos más abundantes entre Araya y Alcora.

Bajo los sedimentos cuaternarios de la Plana de Castellón existe un espesor importante de materiales neógenos constituidos fundamentalmente por margas y areniscas.

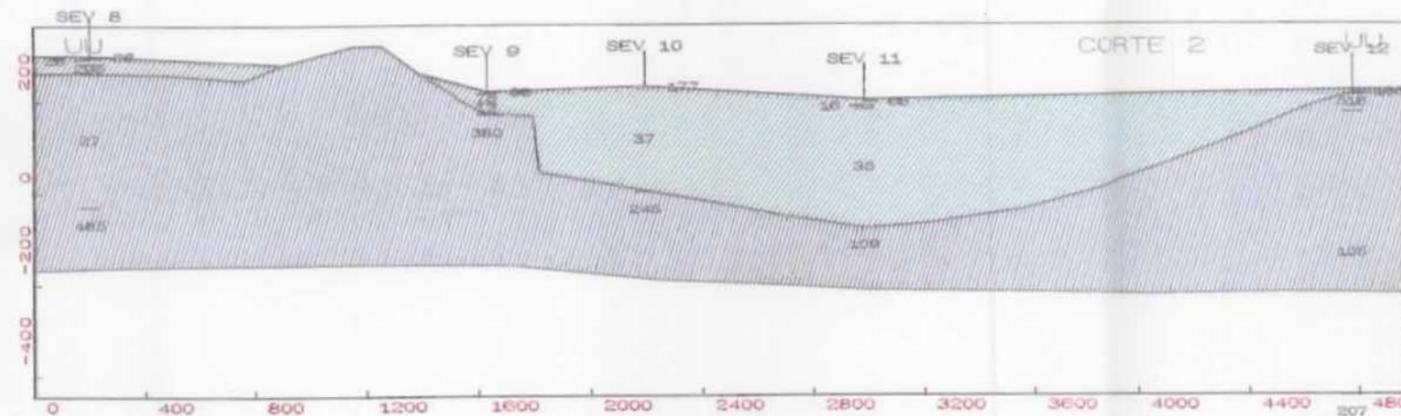
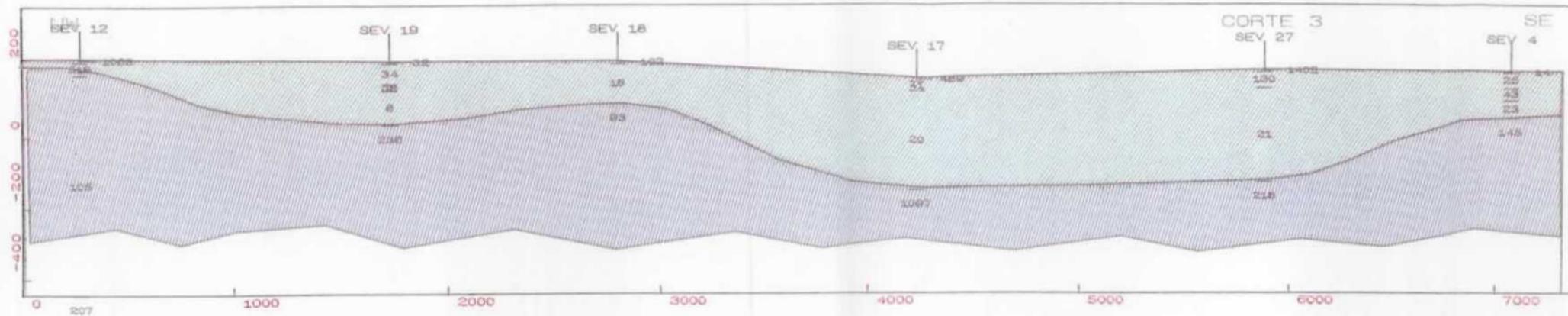
El Cuaternario tienen su mejor representación en la Plana de Castellón donde este tipo de depósitos alcanzan los 200 metros. Su litología es muy variada y esta compuesta por conglomerados, gravas, arenas, arcillas, etc. con una elevada productividad hidráulica.

5.1.4. CORTES GEOELÉCTRICOS

La distribución de los SEV se realizó por toda la zona intentando obtener la mayor información posible de la misma. Se representaron 7 cortes geoelectricos en los cuales se correlacionaron las interpretaciones obtenidas en algunos de los SEV (Figs. 10, 11 y 12).

Para la correlación que se observa en los cortes, así como en la identificación litológica, se utilizaron los datos proporcionados por el geólogo de campo.

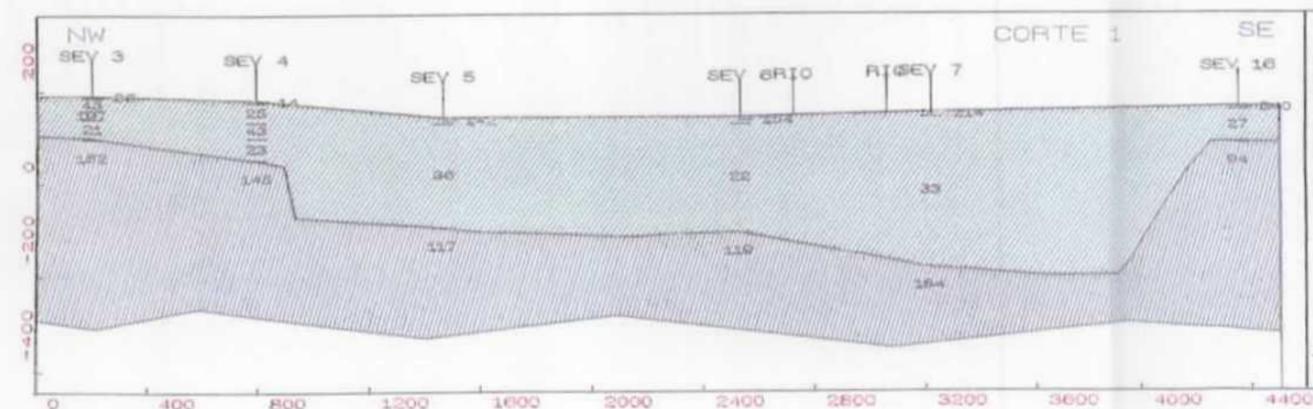
Se han representado conjuntamente los terrenos cuaternarios y terciarios, si bien la mayoría de los SEV se han realizado sobre materiales terciarios. Estos terrenos están constituidos fundamentalmente por conglomerados, arcillas y margas.



CORTE GEOELECTRICO Nº: 2

PROYECTO: PROSPECCION GEOELECTRICA
 LOCALIDAD: ALCORA (CASTELLON)
 FECHA: JULIO 1993
 AUTOR: AREA DE GEOFISICA
 ESCALA H: 25000
 ESCALA V: 15000
 RUMBO: LU LU

LEYENDA
 SEV-24 NÚMERO DE SEV.
 COL-3 NÚMERO DE COLUMNA.
 RIO CRUCE CON RIO
 C.P. C. PPAL.
 C.S. C. SEC.
 FER. FERROCARRIL
 L.T. L. TENSION
 234.0 VALOR DE RESISTIVIDAD (ohm.m)
 GRAVA LITOLOGIA
 PERFIL TOPOGRAFICO
 LIMITE O AREA ISOPRESISTIVA
 LIMITE ISOPRESISTIVO SUPUESTO



CORTE GEOELECTRICO Nº: 1

PROYECTO: PROSPECCION GEOELECTRICA
 LOCALIDAD: ALCORA (CASTELLON)
 FECHA: JULIO 1993
 AUTOR: AREA DE GEOFISICA
 ESCALA H: 25000
 ESCALA V: 15000
 RUMBO: NW SE

LEYENDA
 SEV-24 NÚMERO DE SEV.
 COL-3 NÚMERO DE COLUMNA.
 RIO CRUCE CON RIO
 C.P. C. PPAL.
 C.S. C. SEC.
 FER. FERROCARRIL
 L.T. L. TENSION
 234.0 VALOR DE RESISTIVIDAD (ohm.m)
 GRAVA LITOLOGIA
 PERFIL TOPOGRAFICO
 LIMITE O AREA ISOPRESISTIVA
 LIMITE ISOPRESISTIVO SUPUESTO

FIGURA 10

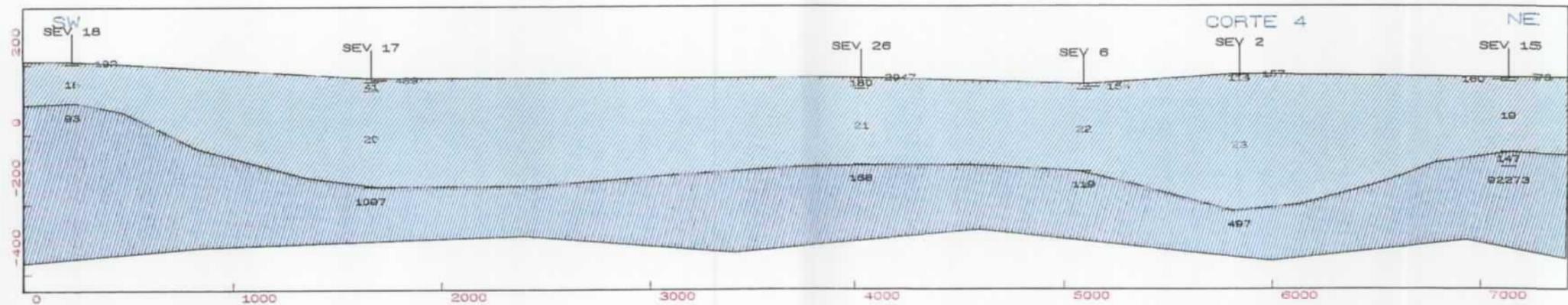
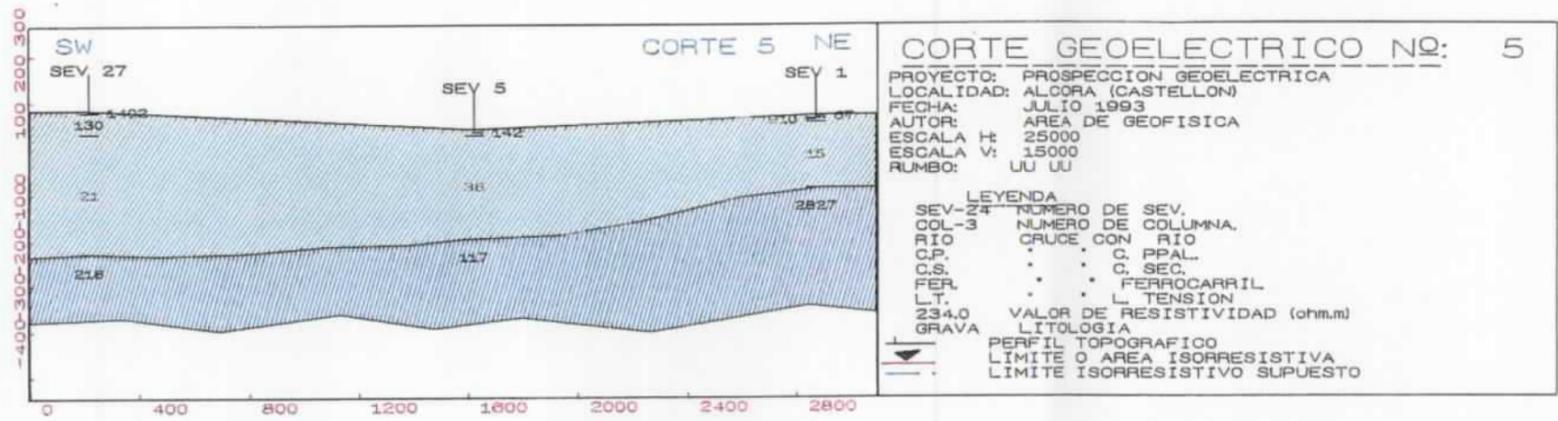


FIGURA 11

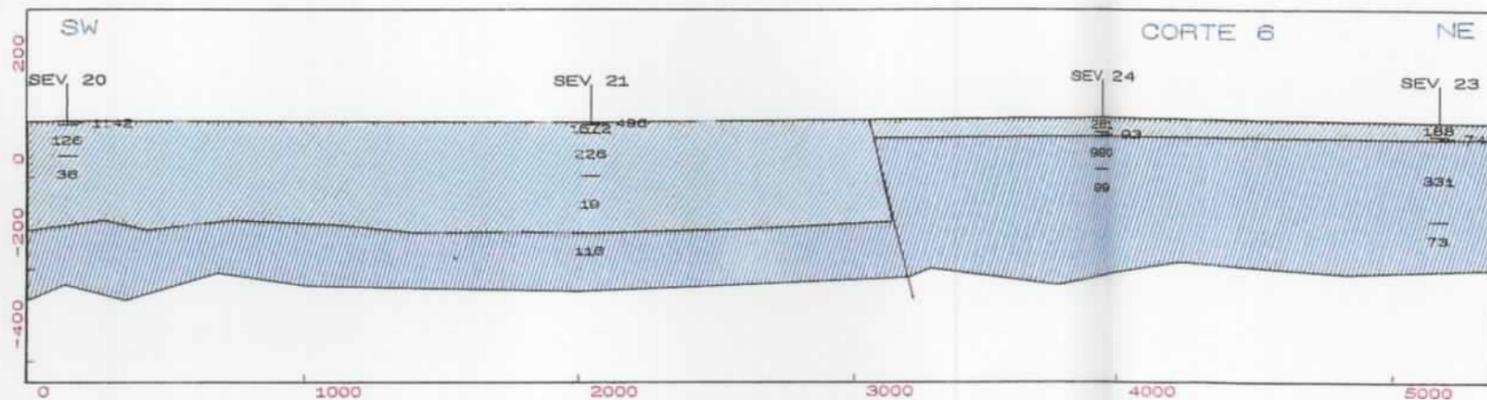
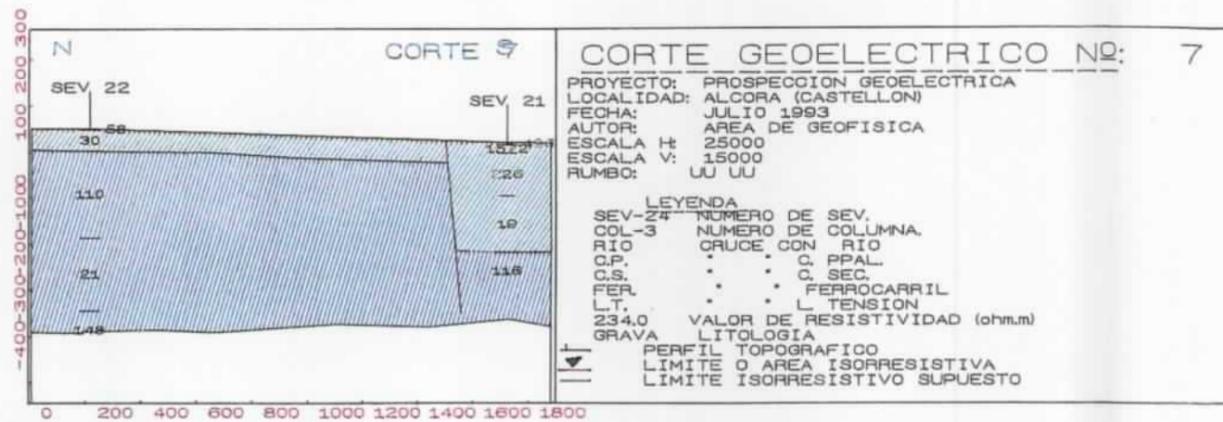


FIGURA 12

Cubeta de Alcora

En la interpretación los SEV pusieron en evidencia la presencia de tres formaciones: una superficial con valor de resistividad y espesor variable, una formación conductora con valor de resistividad entre 15 y 40 ohmios.m y un sustrato de carácter resistivo. En la interpretación adoptada las dos primeras formaciones se asocian a los materiales cuaternarios y terciarios y la tercera al sustrato Cretácico. Dada la calidad de las curvas interpretadas la profundidad del techo del sustrato así como el valor de la resistividad de la formación conductora poseen un carácter orientativo.

Corte 1. SEV 3, 4, 5, 6, 7 y 16.- Comienza este corte con el SEV 3 situado sobre material cuaternario, y donde se aprecia un espesor del material conductor del orden de 100 metros. Continúa con el SEV 4 donde el sustrato resistivo se encuentra a una profundidad de unos 130 metros. Un hundimiento del sustrato resistivo, que se ha representado por una falla, existe entre los SEV 4 y 5. En los SEV siguientes se observa el desarrollo de la cuenca con una profundidad media del techo del resistivo de 250 metros (alcanzándose la mayor profundidad, 320 metros, bajo el SEV 7). En el SEV 16 se produce una elevación del sustrato, situándose este SEV próximo al afloramiento Cretácico de la Sierra del Portell.

Corte 2. SEV 8, 9, 10, 11 y 12.- Se sitúa más al SE que el anterior, aunque mas o menos paralelo con el. Comienza el corte con el SEV 8 para cuya interpretación se ha tomado el criterio de considerar la formación conductora como perteneciente al Hauteriviense-Bedouliense, que posee una elevada componente margosa, no obstante queda la duda de que pueda corresponder a una formación terciaria. Entre el SEV anterior y el 9 se atraviesan unos afloramientos cretácicos, situándose el SEV 9 próximo a ellos, por lo que el sustrato se encuentra más superficial. En los SEV 10 y 11 se observa la presencia de una cuenca con una profundidad media del sustrato de 250 m. El SEV 12 muy alejado del anterior del perfil se ha situado muy próximo al afloramiento Cretácico.

Corte 3. SEV 12, 19, 18, 17, 27 y 4.- Este corte es transversal a los dos anteriores. Comienza con el SEV 12 situado próximo al afloramiento Cretácico, continua con los SEV 19 y 18 que muestran una cuenca de unos 150 metros de espesor con un hundimiento hacia los SEV 17 y 27 donde alcanza los 310 metros. En el SEV 4 se produce una elevación a los 120 metros.

Corte 4. SEV 18, 17, 26, 6, 2 y 15.- Los dos primeros SEV son comunes con el corte anterior, el resto muestra el desarrollo de la cuenca con un espesor medio de 310 metros, encontrándose la mayor profundidad en el SEV 2 (320 m).

Corte 5. SEV 27, 5 y 1.- Es un corte paralelo al anterior y situado mas al norte. En el se observa la cuenca con un espesor de 310 metros y que va estrechándose progresivamente hacia el norte del perfil alcanzando un espesor de 160 metros en el SEV 1.

Solamente tres SEV no han sido representados en los cortes: el SEV 25 que indica un espesor de la cuenca de 105 metros y los SEV 13 y 14 situados en el borde Oeste de la zona próximos a la sierra, con el sustrato resistivo, que en este caso puede no ser Cretácico debido a la mayor presencia de conglomerados miocenos en esta zona, a menor profundidad 60 y 20 metros respectivamente.

Borde occidental de la Plana de Castellón

Los sondeos eléctricos realizados en esta zona se sitúan en las inmediaciones de los comienzos de los perfiles 8 y 9 de la campaña realizada en la Plana de Castellón en el año 1971. Con los SEV realizados se representaron dos cortes geoelectricos (Fig. 12), pudiendo observarse que su interpretación encajaba bastante bien con la adoptada por Astier en el año 1973.

5.1.5. INTERPRETACIÓN DE LA CAMPAÑA GEOFÍSICA

La interpretación realizada con los SEV indica la presencia de una cuenca con un espesor medio de relleno de materiales cuaternarios-terciarios de 250 metros. Existen en el interior de la zona afloramientos cretácicos, apreciándose el rápido hundimiento de la cuenca en la proximidad de estos afloramientos, que podría ser en forma de falla. La cuenca alcanza el máximo desarrollo en dos zonas: una la situada entre Alcora y San Juan de Moró, cuya mayor profundidad del sustrato viene indicada por los SEV 2 (390 m), 7 (330 m), 27 (310 m) y 17 (310 m), con una elevación en los SEV 5, 6 y 26 (248 m) y la segunda la indicada por los SEV 10 y 11 (275 m). La separación entre estas dos zonas la marca la carretera de Alcora a Villarreal con una elevación del sustrato indicado por el SEV 18 (120 m) situado entre los afloramientos cretácicos existentes entre la población de Alcora y el embalse de Sichar. Los SEV realizados en el borde oeste de la zona y próximos a la sierra, indican un sustrato resistivo, que en este caso puede no ser Cretácico, debido a la mayor presencia de conglomerados miocenos en esta zona.

En la zona correspondiente al borde occidental de la Plana de Castellón, los sondeos interpretados encajan bien dentro de la interpretación realizada por J.L. Astier, a partir de la campaña realizada en 1971.

5.2. REVISIÓN DEL INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA EN 1997

Entre los trabajos realizados en 1997 para la ejecución del presente proyecto figura la revisión del inventario de puntos de agua en las zonas estudiadas, con objeto por un lado de determinar la situación actual de los abastecimientos a los municipios en estudio en la Plana de Castellón y por otro para poder realizar la revisión del modelo matemático de Javalambre y su ampliación al borde de la Plana, así como para proponer una red piezométrica en el ámbito de aplicación del modelo que permita, mediante la toma de una serie larga de datos, su posterior validación.

Así, para la determinación de la situación actual de los abastecimientos se obtuvo información referente a usos, calidad del agua y volúmenes extraídos en los puntos reflejados en la siguiente tabla, ordenados por municipios a los que abastecen:

MUNICIPIO	TOPONIMIA	Nº DEL ITGE
BENICASIM	San Blas	3024-7-0041
	Enriera I	3024-7-0042
	Enriera II	3024-7-0049
	San Roque	3024-7-0043
	Santa Agueda	3024-7-0046
	La Comba	3024-8-0026
	San Antonio	3024-7-0048
	Santiago	3024-7-0011
SAN JUAN DE MORO	Manantial	3024-5-0034
	Pla del LLuch 1	3024-5-0035
	Pla del Lluch 2	3024-5-0032
	Fortea	3024-5-0031
VALL DE UXO	Rambleta 1	2926-4-0049
	Rambleta 2	2926-4-0048
	Rambleta 3	2926-4-0087
	Rambleta 4	3026-1-0108
	Zorra 1	2925-8-0031
	Zorra 2	2925-8-0032
	Zorra 3	2925-8-0033
	Manantial de la Noguaret	2925-8-0034
ALQUERIAS DEL NINO	El Molino	3025-5-0085
CIUDAD DE BORRIOL	Marzá	3024-6-0057
	Val d'Ungri	3024-6-0058

REVISION DE LOS PUNTOS DE AGUA (Cont.)

BECHI	Bechi	2925-4-0103
VILLAVIEJA	Pinet	3025-5-0084
	Font Caldá	3025-5-0083
ONDA	Santos Patronos I	2925-3-0039
	Santos Patronos II	2925-3-0040
	Apcadero Bechi	3025-1-0078
	Fuente del Baladrar	2925-3-0031
ALMENARA	Fuente de Quart	2926-7-0038
LA LLOSA	Pozo La Llosa	2926-4-0068
CHILCHES	Pozo El Salvador	2926-4-0025
MONCOFAR	Moncófar I	2925-8-0021
	Moncófar II	2925-8-0020
NULES	Sondeo I	3025-5-0010
	Sondeo II	3025-5-0011
	Tramúsar I	2925-4-0029
	Tramúsar II	2925-4-0030
ALMAZORA	Estación	3025-2-0001
	Ramonet	3025-2-0002
	Instituto	3025-2-0064
	Pozo dels Catalans	3025-3-0015
BURRIANA	Camí Carnicers	3025-2-0068
	Camí Mar de Villareal	3025-2-0069
CASTELLON	Sondeo Aljibe I	3024-5-0027
	Sondeo Aljibe II	3024-5-0028
	Pozo Abundancia	3024-6-0006
	Sondeo Colomera	3024-6-0043
	Sondeo Pellicer	3024-6-0052
	Sondeo Quintana	3024-6-0051
	Sondeo Felip-Gaetà	3024-5-0029
	Sondeo Escrig	3024-5-0030
	Sondeo Villa Rosa	3024-2-0040
	Sondeo Contador	3024-6-0059
	Sondeo Collet	3024-6-0061
	Sondeo Infantona	3024-5-0040
	Sondeo Mijares	
	Sondeo Raya 7	3025-2-0006
Sondeo Sindicato		
VILLAREAL	Pozo 1	3025-1-0077
	Pozo 2	3025-2-0062
	Pozo 3	3025-2-0063

Además, para la realización del nuevo modelo matemático de Javalambre se obtuvo información de volúmenes bombeados y en algunos casos de columnas litológicas como base para las hipótesis hidrogeológicas de partida en los puntos que se indican en el punto 5.4.2.

De esta última relación, se revisaron especialmente los puntos que se proponían en el estudio de 1992 como red de piezometría y calidad, con objeto de determinar la red que se propone actualmente para su medición periódica con el fin de validar el modelo matemático realizado. A los puntos propuestos entonces, se han añadido algunos y descartado otros, de acuerdo con la actual concepción y distribución de la zona de estudio. A continuación se reflejan los puntos revisados con este fin.

2924-2-0015	2924-4-0063	3024-6-0006
2924-2-0013	2924-4-0104	3024-6-0043
2924-3-0012	2924-4-0105	3024-6-0057
2924-4-0018	3024-5-0011	3024-6-0060
2924-6-0007	3024-5-0014	3024-7-0011
2924-7-0008	3024-5-0025	3024-7-0042
2924-7-0010	3024-5-0029	3024-7-0046
2924-7-0011	3024-5-0031	3025-1-0084
2924-8-0020	3024-5-0032	3025-1-0085
2924-8-0021	3024-5-0040	3025-1-0086
2924-8-0024	3024-5-0041	3025-2-0040
2924-2-0006	3024-5-0019	3025-2-0045
2924-3-0005	3024-5-0028	3024-6-0051
2924-5-0014	3024-5-0030	3024-6-0058
2924-5-0028	3024-5-0035	3024-7-0047
2924-8-0027		

5.3. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO A MUNICIPIOS DE LA PLANA DE CASTELLÓN

Se han incluido en este análisis los municipios estudiados en 1990: Castellón de la Plana, Villarreal, Burriana, Almazora, Onda, Benicasim, Villavieja, Nules, Bechí, Borriol, Alquerías del Niño Perdido, San Juan de Moró, Vall de Uxó, Moncófar, Chilches, La Llosa y Almenara.

En todos ellos se ha realizado un estudio que ha permitido obtener la información necesaria sobre: población habitual y estival, volumen total de agua extraída para abastecimiento urbano, pérdidas estimadas en la red de distribución, volumen anual de agua utilizada para abastecimiento urbano (obtenida como diferencia entre el volumen total extraído y las pérdidas), dotación actualmente aplicada (expresada en litros/habitantes/día), dotación teórica según la normativa del Plan Hidrológico del Júcar, demanda teórica calculada en función de la dotación teórica, y captaciones de agua subterránea empleadas en el abastecimiento, así como sus características técnicas y régimen de explotación.

Del análisis de los datos reflejados se deduce que las dotaciones y volúmenes aplicados superan a las teóricas en los municipios de: Villarreal, Burriana, Almazora, Nules, San Juan de Moró, Villavieja, Bechí, Borriol, Alquerías del Niño Perdido, Moncófar, La Llosa, y Almenara; posiblemente como consecuencia de la utilización del agua potable para fines distintos al abastecimiento urbano, consumo abusivo, al no existir contadores conectados a la red de distribución, y pérdidas en las redes de distribución.

En general se puede concluir que todos los municipios disponen de captaciones en número suficiente para la extracción del agua actualmente utilizada en abastecimiento, aunque en muchos casos éstas captan aguas que no reúnen las condiciones adecuada para ser utilizadas en abastecimiento público.

En concreto presentan este problema de calidad los pozos de abastecimiento a los municipios de Burriana, Onda, Nules, Villavieja, Bechí, Alquerías, San Juan de Moró, Vall de Uxó, Moncófar, Chilches y La Llosa; y en menos medida los de Almazora, Benicasim y Almenara, así como algún pozo de Castellón y Villarreal.

A continuación se adjunta una tabla resumen sobre el estado del abastecimiento en cada uno de los municipios en estudio y la tabla de resumen general.

SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

MUNICIPIO	POBLACIÓN (n° hab.)		VOLUMEN DE AGUA PARA ABASTECIM. (m ³ /año)	DOTACIÓN TEÓRICA (m ³ /año)	PROBLEMAS
	habitual	estival			
CASTELLÓN	135.729	-	14.355.000	16.300.000	(3)
VILLARREAL	39.550	-	4.526.000	3.575.000	(3)
BURRIANA	26.211	-	3.060.000	2.470.000	(2)(3)
ALMAZORA	16.000	-	1.700.000	1.506.000	(4)
ONDA	18.680	-	1.700.000	1.760.000	(3)
NULES	11.500	-	1.360.000	1.083.000	(1)(5)
BENICASIM	20.000	90.000	3.360.000	4.328.000	(2)(4)
VILLAVIEJA	3.413	-	800.000	254.000	(1)(5)
BECHÍ	5.284	-	788.400	393.000	(3)
BORRIOL	3.129	-	261.000	233.000	(1)(3)
ALQUERÍAS	3.544	-	458.000	264.000	(1)(5)
S.J.MORÓ	1.815	-	205.000	135.000	(1)(5)
VALL D'UXÓ	28.985	-	2.450.000	2.730.000	(2)(3)
MONCÓFAR	3.700	10.000	1.333.000	404.000	(5)
CHILCHES	2.216	3.500	480.000	180.000	(1)(5)
LA LLOSA	940	-	126.000	70.000	(1)(5)
ALMENARA	5.100	-	448.000	380.000	(1)(4)
PROBLEMÁTICA (1998): (1)- Exceso de consumo de agua por falta de control adecuado (2)- Déficit, insuficiencia de abastecimiento (3)- Calidad de las aguas para abastecimiento: potable (4)- Calidad de las aguas para abastecimiento: permisible (5)- Calidad de las aguas para abastecimiento: no potable					

La condición de NO POTABILIDAD se ha corregido en el período 1990-1998 en: Burriana, Onda, Bechí, Vall d'Uxó, que afecta a una población de casi 80.000 personas.

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE CASTELLÓN

Población habitual (n° habitantes)	135.729	
Población estacional (n° habitantes)		
Dotación aplicada (1/hab/día)	*	289
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (1/hab/día)	329	
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	16.300.000	
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	*	24.010.001
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	*	16.500.000
% pérdidas en la red de conducción y distribución	*	13
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	14.355.000	
Puntos de abastecimiento (+ No productivos)	Sondeos Aljibe I y II Sondeo L'Abeller Pozo de la Abundancia Sondeo Colomera Sondeo Pellicer Sondeo Quintana Sondeo Félip-Gaetà Sondeo Escrig (+)Sondeo Villa Rosa	Contador Collet Infantona Mijares Ralla 7 Sindicato (+)Pinar 5 (+)Marzá
Observaciones: Existe un déficit de 1.945.000 m ³ , debido a que las captaciones que se realizan son insuficientes para la demanda teórica existente. * Valores estimados Al desconocerse el % de perdidas sufridas por la red de abastecimiento, le hemos supuesto un valor medio del 13%. Con estos valores estimados se ha calculado el volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año) y la dotación aplicada (1/hab/día).		

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE VILLARREAL

Población habitual (n° habitantes)	39.550								
Población estacional (n° habitantes)									
Dotación aplicada (l/hab/día)	* 314								
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (l/hab/día)	258								
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	3.575.000								
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 3.611.343								
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 5.657.000								
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 20								
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	4.526.000								
Puntos de abastecimiento	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">Pozo n° 1</td> <td>Basa del Poble</td> </tr> <tr> <td>Pozo n° 2</td> <td>Amorós</td> </tr> <tr> <td>Pozo n° 3</td> <td>Curt de Carinyena</td> </tr> <tr> <td>Reg Nou</td> <td></td> </tr> </table> <p style="margin-top: 10px;">Próxima puesta en explotación de los sondeos Mijares I y II de la CHJ</p>	Pozo n° 1	Basa del Poble	Pozo n° 2	Amorós	Pozo n° 3	Curt de Carinyena	Reg Nou	
Pozo n° 1	Basa del Poble								
Pozo n° 2	Amorós								
Pozo n° 3	Curt de Carinyena								
Reg Nou									
<p>Observaciones: Se extraen 2.082.000 m³/año más de los que teóricamente resultan necesarios, como consecuencia de las pérdidas en la red de distribución y del consumo incontrolado.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>Los valores de extracción han sido proporcionados por la empresa concesionaria del abastecimiento FACSA.</p> <p>Al desconocerse el % de pérdidas sufridas por la red de abastecimiento, le hemos puesto un valor medio del 20%.</p> <p>Con estos dos valores estimados se ha calculado el volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m³/año) y la dotación aplicada (l/hab/día)</p>									

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE BURRIANA

Población habitual (n° habitantes)	26.211
Población estacional (n° habitantes)	
Dotación aplicada (1/hab/día)	* 320
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (1/hab/día)	258
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	2.470.000
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 2.915.629
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 3.600.000
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 15
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 3.060.000
Puntos de abastecimiento	Pozos Camí Carnicers Pozo Camí Mar de Villarreal. Burriana 3 Burriana 5 Burriana 6 Próximo abastecimiento de los sondeos Mijares I y II de la CHJ
<p>Observaciones: Se extraen 1.130.000 m³/año más de los que teóricamente se requieren, como consecuencia de las pérdidas en la red de distribución y el consumo no controlado.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>Los valores de extracción han sido proporcionados por la empresa concesionaria del abastecimiento, FACSA. Las pérdidas sufridas por la red de abastecimiento se estiman en un 15%.</p> <p>Con estos dos valores estimados se ha calculado el volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m³/año) y la dotación aplicada (1/hab/día)</p>	

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE ALMAZORA

Población habitual (n° habitantes)	16.000
Población estacional (n° habitantes)	
Dotación aplicada (1/hab/día)	* 291
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (1/hab/día)	258
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	1.506.000
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 1.277.536
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 2.000.000
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 15
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 1.700.000
Puntos de abastecimiento	Pozo-Sondeo de la Estación (1) Pozo Ramonet (2) Pozo del Instituto o Tellado Pozo dels Catalans
<p>Observaciones: Se extraen 494.000 m³/año más de los que teóricamente se requieren, como consecuencia de las pérdidas en la red de distribución y el consumo no controlado.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>Los valores de extracción han sido proporcionados por el Ayuntamiento. Al desconocerse el % de pérdidas sufridas por la red de abastecimiento, le hemos supuesto un valor medio del 15%.</p> <p>Con estos dos valores estimados se ha calculado el volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m³/año) y la dotación aplicada (1/hab/día).</p>	

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE ONDA

Población habitual (n° habitantes)	18.680
Población estacional (n° habitantes)	
Dotación aplicada (1/hab/día)	* 249
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (1/hab/día)	258
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	1.760.000
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 1.995.523
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 2.000.000
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 15
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 1.700.000
Puntos de abastecimiento	Sondeo Santos Patronos I Sondeo Santos Patronos II Sondeo Apeadero de Betxí Fuente del Baladrar
<p>Observaciones: Se ha calculado un déficit estimado de 60.000 m³/año como consecuencia de las pérdidas en la red y la insuficiencia de las captaciones actuales.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>Los valores de extracción han sido proporcionados por la empresa concesionaria FACSA.</p> <p>Al desconocerse el % de pérdidas sufridas por la red de abastecimiento, le hemos supuesto un valor medio del 15%.</p> <p>Con estos dos valores estimados se ha calculado el volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m³/año) y la dotación aplicada (1/hab/día).</p>	

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE NULES

Población habitual (nº habitantes)	11.500
Población estacional (nº habitantes)	
Dotación aplicada (1/hab/día)	* 324
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (1/hab/día)	258
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	1.083.000
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 1.343.119
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 1.600.000
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 15
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 1.360.000
Puntos de abastecimiento	Pozo-sondeo 1 Pozo-sondeo 2 La Rambleta Sondeo Tramusar 1 (fuentes públicas) Sondeo Tramusar 2
<p>Observaciones: Existe un superávit de 346.000 m³. Se extraen 517.000 m³/año más de la demanda teórica debido a las pérdidas en la red y por la utilización del agua en otros usos distintos al urbano.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>Los valores de extracción han sido proporcionados por el Ayuntamiento. Al desconocerse el % de pérdidas sufridas por la red de abastecimiento, le hemos supuesto un valor medio del 15%. Con estos dos valores estimados se ha calculado el volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m³/año) y la dotación aplicada (1/hab/día).</p>	

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE BENICASIM

Población habitual (n° habitantes)	*	20.000								
Población estacional (n° habitantes)	*	90.000								
Dotación aplicada (l/hab/día)	*	235								
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (l/hab/día)		258-329								
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)		4.328.000								
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	*	11.077.136								
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	*	4.200.000								
% pérdidas en la red de conducción y distribución	*	20								
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	*	3.360.000								
Puntos de abastecimiento		<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Sondeo San Blas</td> <td style="width: 50%;">La Comba</td> </tr> <tr> <td>Sondeo Enriera I y II</td> <td>San Antonio</td> </tr> <tr> <td>Sondeo San Roque</td> <td>Santiago</td> </tr> <tr> <td>Santa Agueda</td> <td></td> </tr> </table>	Sondeo San Blas	La Comba	Sondeo Enriera I y II	San Antonio	Sondeo San Roque	Santiago	Santa Agueda	
Sondeo San Blas	La Comba									
Sondeo Enriera I y II	San Antonio									
Sondeo San Roque	Santiago									
Santa Agueda										
<p>Observaciones: Existe un déficit estimado de 968.000 m³/año respecto a la demanda teórica, como consecuencia de las pérdidas en la red de distribución y la insuficiencia de las captaciones existentes.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>Los valores de extracción han sido proporcionados por la empresa concesionaria del abastecimiento, FOBESA.</p> <p>Al desconocerse el % de pérdidas sufridas por la red de abastecimiento, le hemos supuesto un valor medio del 20%.</p> <p>Con estos valores estimados se ha calculado el volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m³/año) y la dotación aplicada (l/hab/día).</p> <p>Se ha tenido en cuenta el incremento de población estival.</p>										

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE VILLAVIEJA

Población habitual (n° habitantes)	3.413
Población estacional (n° habitantes)	
Dotación aplicada (l/hab/día)	* 642
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (l/hab/día)	204
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	254.000
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 287.535
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 1.000.000
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 20
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 800.000
Puntos de abastecimiento	Sondeo Pinet Sondeo nuevo en T.M. de Nules Font-Calda (agua mala calidad)
<p>Observaciones: Existe un superávit de 546.000 m³/año debido a la falta de contadores y por la utilización del agua en otros usos distintos al urbano.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>No hay contadores que midan el agua extraída de los pozos ni el volumen de agua destinado para abastecimiento urbano.</p> <p>Los valores de extracción han sido proporcionados por el Ayuntamiento</p> <p>Al desconocerse el % de pérdidas sufridas por la red de abastecimiento, le hemos supuesto un valor medio del 20%.</p> <p>Con estos valores estimados se ha calculado el volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m³/año) y la dotación aplicada (l/hab/día).</p>	

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE BECHÍ

Población habitual (n° habitantes)	5.284
Población estacional (n° habitantes)	
Dotación aplicada (l/hab/día)	* 408
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (l/hab/día)	204
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	393.000
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 450.322
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 985.500
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 20
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 788.400
Puntos de abastecimiento	Pozo aguas potables de Betxí Pozo Ayuntamiento Pozo Espiritualidad Planta de ósmosis inversa Planta de intercambio iónico
<p>Observaciones: Existe un superávit de 395.400 m³/año debido a la utilización del agua en otros usos distintos al urbano.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>Los valores de extracción han sido proporcionados por la empresa FACSA. Al desconocerse el % de pérdidas sufridas por la red de abastecimiento, le hemos supuesto un valor medio del 20%. Con estos valores estimados se ha calculado el volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m³/año) y la dotación aplicada (l/hab/día).</p>	

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE BORRIOL

Población habitual (n° habitantes)	3.129
Población estacional (n° habitantes)	
Dotación aplicada (l/hab/día)	* 228
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (l/hab/día)	204
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	233.000
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 660.809
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 290.000
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 10
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 261.000
Puntos de abastecimiento	Sondeo Marzá Sondeo Vall d'Ungri
<p>Observaciones: Se extraen 57.000 m³/año más de lo que teóricamente se requieren, como consecuencia de la utilización indebida de las aguas para otros usos y por las pérdidas en la red.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>Los valores de extracción han sido proporcionados por el Ayuntamiento. Las pérdidas en la red se estiman en un 10%.</p>	

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE ALQUERÍAS DEL NIÑO PERDIDO

Población habitual (n° habitantes)	3.544
Población estacional (n° habitantes)	
Dotación aplicada (1/hab/día)	* 354
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (1/hab/día)	204
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	264.000
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 276.305
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 539.000
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 15
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 458.000
Puntos de abastecimiento	Sondeo El Molino Próximo abastecimiento de sondeos Mijares I y II en Villarreal
<p>Observaciones: Se extraen 275.000 m³/año más de los que teóricamente se requieren, como consecuencia de las pérdidas en la red de distribución y en el consumo no controlado por falta de contadores.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>Actualmente no hay contadores que midan el agua extraída de los pozos ni el volumen de agua destinado para abastecimiento urbano, aunque están en proceso de instalación. Los valores de extracción se han calculado a partir de los valores estimados en 1990 y teniendo en cuenta la evolución de la población.</p> <p>Al desconocerse el % de pérdidas sufridas por la red de abastecimiento, le hemos supuesto un valor medio del 15%.</p> <p>Con estos dos valores estimados se han calculado el volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m³/año) y la dotación aplicada (1/hab/día).</p>	

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE SAN JUAN DE MORÓ

Población habitual (n° habitantes)	1.815
Población estacional (n° habitantes)	
Dotación aplicada (l/hab/día)	* 309
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (l/hab/día)	204
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	135.000
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 126.777
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 241.000
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 15
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 205.000
Puntos de abastecimiento	Manantial Sondeo Pla del Lluch 1 Sondeo Pla del Lluch 2 Pozo Fortea
<p>Observaciones: Se extraen 106.000 m³/año más de los que teóricamente se requieren, como consecuencia de las pérdidas en la red de distribución y en el consumo no controlado.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>Las extracciones se han calculado a partir de los valores de 1990 teniendo en cuenta la evolución de la población.</p> <p>Al desconocerse el valor global de perdidas de la red de abastecimiento, se ha supuesto un valor medio del 15%.</p> <p>Con estos dos valores estimados se han calculado el volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m³/año) y la dotación aplicada (l/hab/día).</p>	

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE VALL D'UXÓ

Población habitual (n° habitantes)	28.985																
Población estacional (n° habitantes)																	
Dotación aplicada (l/hab/día)	* 231																
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (l/hab/día)	258																
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	2.730.000																
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 3.003.833																
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 3.500.000																
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 30																
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 2.450.000																
Puntos de abastecimiento	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Sondeo Ramblet 1</td> <td>Rambleta</td> </tr> <tr> <td>Sondeo Ramblet 2</td> <td>Xacó</td> </tr> <tr> <td>Sondeo Ramblet 3</td> <td>Penyalta</td> </tr> <tr> <td>Sondeo Ramblet 4</td> <td>Font de Cabres</td> </tr> <tr> <td>Sondeo Zorra 1</td> <td>Pipa 2</td> </tr> <tr> <td>Sondeo Zorra 2</td> <td>Planta de ósmosis</td> </tr> <tr> <td>Sondeo Zorra 3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Manantial de la Noguere</td> <td></td> </tr> </table>	Sondeo Ramblet 1	Rambleta	Sondeo Ramblet 2	Xacó	Sondeo Ramblet 3	Penyalta	Sondeo Ramblet 4	Font de Cabres	Sondeo Zorra 1	Pipa 2	Sondeo Zorra 2	Planta de ósmosis	Sondeo Zorra 3		Manantial de la Noguere	
Sondeo Ramblet 1	Rambleta																
Sondeo Ramblet 2	Xacó																
Sondeo Ramblet 3	Penyalta																
Sondeo Ramblet 4	Font de Cabres																
Sondeo Zorra 1	Pipa 2																
Sondeo Zorra 2	Planta de ósmosis																
Sondeo Zorra 3																	
Manantial de la Noguere																	
<p>Observaciones: Existe un déficit teórico en el volumen de agua aplicada de 280.000 m³/año como consecuencia de las pérdidas en la red y de la insuficiencia de las captaciones actuales.</p> <p style="text-align: center;">* Valores estimados</p> <p style="text-align: center;">Valores de extracciones proporcionados por el Ayuntamiento.</p>																	

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE MONCÓFAR

Población habitual (n° habitantes)	3.700
Población estacional (n° habitantes)	* 10.000
Dotación aplicada (1/hab/día)	* 673
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (1/hab/día)	204
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	404.000
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 636.835
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 1.666.000
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 20
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 1.333.000
Puntos de abastecimiento	Sondeo Moncófar 2 para fuentes públicas Sondeo Moncófar 1 (sin uso) Abastecimiento con pozo de la comunidad de regantes Pozo Autopista La Zorra 4 Planta de ósmosis.
<p>Observaciones: Se extraen 1.262.000 m³/año más de los que teóricamente necesarios debido probablemente a las pérdidas en la red y al uso incontrolado del agua en fines distintos del urbano.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>Valores de extracciones proporcionados por la empresa FACSA. Al desconocerse el % de pérdidas sufridas por la red de abastecimiento, se ha supuesto un valor medio del 20%. Con estos dos valores estimados se han calculado el volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m³/año) y la dotación aplicada (1/hab/día). Se ha supuesto una población estacional de 10.000 hab. durante 100 días al año.</p>	

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE CHILCHES

Población habitual (n° habitantes)	2.216
Población estacional (n° habitantes)	* 3.500
Dotación aplicada (l/hab/día)	* 541
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (l/hab/día)	204
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	180.000
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 248.397
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 600.000
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 20
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 480.000
Puntos de abastecimiento	Pozo el Salvador.
<p>Observaciones: Se estima un superávit de 200.000 m³, por la utilización del agua en otros usos distintos al urbano.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>Los valores de extracción se han calculado a partir del n° de horas diarias de funcionamiento de las bombas.</p> <p>Al desconocerse el % de pérdidas sufridas por la red de abastecimiento, le hemos supuesto un valor medio el 20%.</p> <p>Con estos dos valores estimados se han calculado el volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m³/año) y la dotación aplicada (l/hab/día).</p> <p>Se ha estimado una población estacional de 3.500 hab. durante 60 días al año.</p>	

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE LA LLOSA

Población habitual (n° habitantes)	940
Población estacional (n° habitantes)	
Dotación aplicada (1/hab/día)	* 367
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (1/hab/día)	204
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	70.000
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 70.905
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 158.000
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 20
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 126.000
Puntos de abastecimiento	Pozo aguas potables de La Llosa.
<p>Observaciones: Se estima un superávit de 56.000 m³/año, por la utilización del agua en otros usos distintos al urbano.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>Los valores de extracción se han calculado a partir del n° de horas diarias de funcionamiento de las bombas.</p> <p>Al desconocerse el % de pérdidas sufridas por la red de abastecimiento, le hemos supuesto un valor medio el 20%.</p> <p>Con estos dos valores estimados se han calculado el volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m³/año) y la dotación aplicada (1/hab/día).</p>	

RESUMEN DEL ESTADO DE ABASTECIMIENTO DE ALMENARA

Población habitual (n° habitantes)	5.100
Población estacional (n° habitantes)	
Dotación aplicada (l/hab/día)	* 240
Dotación teórica según PHJ extrapolada a 1997 (l/hab/día)	204
Demanda teórica en función de la dotación teórica (m ³ /año)	380.000
Demanda teórica según normativa del PHJ para el año 2.014	* 461.980
Volumen de agua extraída para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 560.000
% pérdidas en la red de conducción y distribución	* 20
Volumen de agua utilizada para abastecimiento urbano (m ³ /año)	* 448.000
Puntos de abastecimiento	Fuente de Cuart.
<p>Observaciones: Se utilizan 68.000 m³/año más de los que teóricamente se requieren, como consecuencia del consumo no controlado.</p> <p style="text-align: center;">* valores estimados</p> <p>Al desconocerse el % de pérdidas sufridas por la red de abastecimiento, le hemos supuesto un valor medio el 20%.</p>	

5.4. MODELO MATEMÁTICO DEL SUBSISTEMA ACUÍFERO DE JAVALAMBRE AMPLIADO

El objetivo principal de este trabajo consiste en seleccionar las zonas adecuadas para abastecer a las poblaciones de la Plana de Castellón con aguas subterráneas, que tengan calidad adecuada y en cantidades suficientes para satisfacer la demanda existente.

También incluye la infraestructura matemática de cálculo, por medio de la revisión de modelos matemáticos existentes, y la simulación de distintos supuestos de explotación para optimizar la gestión del recurso hídrico.

Los trabajos básicos para este Estudio se indican a continuación:

- “Evaluación de la garantía de abastecimiento a núcleos urbanos con agua subterránea en la provincia de Castellón. Subsistema de Javalambre. 2ª Fase.” Año 1992.
- “Estudio geofísico de la depresión de Alcora y valoración hidrogeológica” . Año 1993.

Posteriormente a la ejecución de estos trabajos no se ha obtenido información procedente de sondeos mecánicos o geofísica que pudiera inducir a modificar sustancialmente los modelos conceptuales elaborados sobre el funcionamiento hidrogeológico de los acuíferos. Tampoco se han realizado captaciones de agua subterráneas en las zonas propuestas para ejecución de sondeos de investigación por lo que las conclusiones y recomendaciones emitidas en los trabajos citados siguen siendo ahora plenamente válidas.

5.4.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

Mediante los procesos de modelización matemática que se plantean en este Estudio se pretende actualizar y ampliar la infraestructura matemática de cálculo, para simular distintos supuestos de explotación con los que se pueda conseguir una mejora en la gestión del recurso hídrico en las zonas de l' Alcatén, Plana Alta y Plana Baixa de la provincia de Castellón.

Para la consecución de los objetivos propuestos se cuenta con un modelo matemático en régimen permanente del sector oriental del subsistema acuífero de Javalambre. Este modelo surgió como resultado de un anterior estudio en el que se estableció el modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico del acuífero.

Mediante la elaboración de este Estudio se ha calibrado el modelo tras introducir las nuevas condiciones de contorno y parámetros hidráulicos de entrada para el año 1996, con lo que a posteriori y como se verá a lo largo de este apartado, se han podido simular distintos supuestos de explotación cuyos resultados se comentarán.

5.4.2. DISEÑO CONCEPTUAL

La ecuación diferencial en derivadas parciales que describe el movimiento del flujo monofásico del agua subterránea a través de un material poroso es la siguiente :

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right] - W = Ss \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

Donde:

-x,y,z son las coordenadas cartesianas referidas a un sistema de ejes formados por las direcciones principales del tensor permeabilidad K_{xx} , K_{yy} y K_{zz} .

-h es el nivel piezométrico (L).

-W es el flujo de agua por unidad de volumen, y representa a las entradas y salidas del agua (T^{-1})

-Ss es el coeficiente de almacenamiento o porosidad eficaz.

-t es el tiempo.

El coeficiente de almacenamiento y los tensores permeabilidad son funciones del espacio (x, y, z); mientras que h y W son funciones del espacio y del tiempo (x, y, z, t).

Para la elaboración del modelo matemático a realizar se ha utilizado el programa de McDonald y Harbaugh del U. S. Geological Survey. Este programa simula el flujo subterráneo en tres dimensiones resolviendo la ecuación (1) por el método de las diferencias finitas, adaptándose a las necesidades de simulación del trabajo considerado.

A lo largo de este apartado se indica la discretización espacial y temporal utilizada, las condiciones de contorno, la piezometría inicial y los datos utilizados para la construcción del modelo.

La calibración de la actualización del modelo se ha realizado en régimen permanente, con objeto de comprobar la coherencia de las hipótesis emitidas sobre el funcionamiento hidráulico del subsistema acuífero a tenor de los nuevos datos incorporados al extender la modelización en el borde Acuífero con la Plana de Castellón.

El subsistema acuífero en la zona de trabajo presenta 3 sectores diferenciados, cuyas características se resumen a continuación:

A) Sector comprendido entre el borde occidental de la zona de estudio y Este de Araya.

El embalse subterráneo está constituido fundamentalmente por los materiales carbonatados del Jurásico. Desde el punto de vista estructural se caracteriza por la presencia de diversos levantamientos del impermeable de base regional; lo que condiciona la circulación del agua subterránea al originar barreras hidráulicas.

B) Sector comprendido entre el Este de Araya y formaciones jurásicas de cierre de los embalses de Sichar y María Cristina.

En esta depresión los materiales acuíferos del subsistema están formados por las formaciones permeables del Jurásico y Cretácico.

La disposición tectónica y los datos piezométricos existentes permiten sugerir la existencia de comunicación hidráulica entre todos ellos, de tal modo que el conjunto se comporta como un sólo tramo acuífero.

C) Sector comprendido entre las formaciones de cierre de los embalses y el borde de la Plana de Castellón.

Las formaciones jurásicas originan un cierto efecto barrera, por ser en ellas el espesor total de materiales permeables muy inferior al existente en la depresión de Alcora.

El agua es transferida de las citadas formaciones jurásicas al subsistema de La Plana de Castellón.

Para la discretización de la zona de estudio se han utilizado 22 filas y 32 columnas. El tamaño de las celdas es constante, siendo de forma rectangular de 1000x1500 m, de forma que la superficie ocupada por cada celda es de 1,5 km². En la figuras adjuntas correspondientes al modelo calibrado y las simulaciones realizadas se indica el mallado adoptado.

En la figura A.1 se observa la disposición de las celdas sobre el área del acuífero, los límites cerrados en línea simple, los límites abiertos en línea gruesa, y las celdas de nivel constante con asteriscos.

El acuífero se ha simulado como libre en su totalidad, con distintos límites abiertos que han permitido evaluar diferentes hipótesis de funcionamiento hidráulico.

Las celdas se han orientado de forma que el lado mayor de las mismas sea aproximadamente perpendicular a la dirección general del flujo subterráneo.

Para la realización del modelo de flujo del acuífero de Javalambre en régimen permanente, se ha considerado un período de un año.

ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
DISCRETIZACIÓN ESPACIAL

CONDICIONES INICIALES

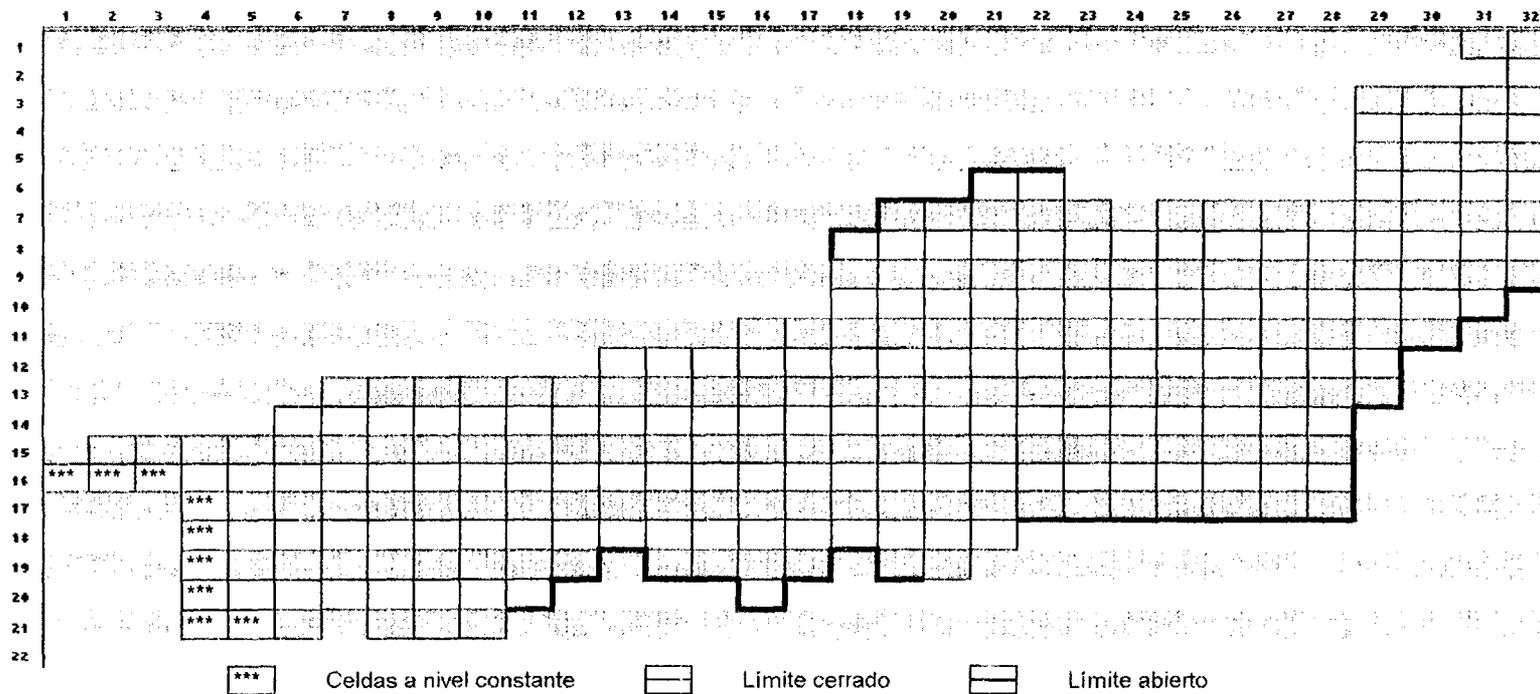


Figura A. 1. Condiciones de contorno en el sector oriental del acuífero de Javalambre.

A continuación se presenta un resumen de todos aquellos datos que se han empleado en la calibración del modelo.

Condiciones de contorno

Se ha considerado como zona principal de entrada de flujo subterráneo, la zona occidental del estudio a través de la cual se producen las entradas correspondientes al resto del subsistema. Este límite corresponde a las mallas: (16,1), (16,2), (16,3), (17,4), (18,4), (19,4), (20,4), (21,4) y (21,5). En ellas se ha considerado el límite a nivel constante.

Las zonas de salida o entrada de flujo a nivel variable se determinaron en la modelización realizada en 1992 dentro del Proyecto “Evaluación de la garantía de abastecimiento a núcleos urbanos en la provincia de Castellón”. En este trabajo una vez establecida la conceptualización del funcionamiento hidráulico del acuífero se simuló la apertura de las celdas que se situaban en contacto con los subsistemas acuíferos de la Plana de Castellón, Sierra de Espadán y Maestrazgo. En la modelización que nos ocupa se ha ampliado el límite de contacto entre el acuífero del Javalambre y la Plana de Castellón en base a la obtención de nuevos datos actualizados sobre esa zona del acuífero.

Estas zonas donde se simulan condiciones de contorno con celdas a nivel variable, son las siguientes:

- A) Conexión con el subsistema acuífero de la Plana de Castellón: Celdas (1,32), (2,32), (3,32), (4,32), (5,32), (6,32), (7,32), (8,32), (9,32), (10,31), (11,30), (12,29), (13,29), (14,28), (15,28), (16,28), (17,28), (17,27), (17,26), (17,25), (17,24), (17,23) y (17,22).
- B) Conexión con el subsistema acuífero de la Sierra del Espadán: Celdas (20,11), (19,12), (18,13), (19,14), (19,15), (20,16), (19,17), (18,18), (19,19).
- C) Conexión con el subsistema del Maestrazgo: Celdas (8,18), (7,19), (7,20), (6,21), (6,22).

En todas estas celdas a nivel variable se ha fijado la cota piezométrica en su exterior y la transmisividad en función del conocimiento hidrogeológico de la zona.

Piezometría inicial

La piezometría inicial se ha estimado en función de los datos obtenidos en la campaña de medidas de nivel efectuada entre octubre y diciembre de 1996. Hay que indicar que éstos son escasos y que convendría disponer de una red de control piezométrico más densa y mejor distribuida espacialmente con el fin de mejorar el conocimiento del acuífero, aunque para ello sería necesaria la construcción de sondeos de investigación ya que los pozos existentes sólo permiten obtener la información piezométrica que tenemos.

En las figuras A.2 a A.5 que se incluyen a continuación se indica la interpretación piezométrica elaborada para este proyecto.

Substrato del acuífero

En las figuras A.6 a A.9 adjuntas se discretiza la cota de muro del conjunto acuífero, que se corresponde normalmente con la cota de techo de las formaciones del Keuper.

Los valores que se indican ponen de manifiesto la compleja estructura de la zona, caracterizada en líneas generales por: la existencia de una primera barrera producida por el levantamiento del impermeable regional, comprendida entre Zucaína y Castillo de Villamalefa; la cubeta comprendida entre Castillo de Villamalefa y Ludiente; la barrera de Argelita-Figueroles; la gran cubeta de la depresión de Onda-Alcora, donde el techo del impermeable regional se sitúa a cotas mínimas de -650 m.s.n.m.; y por último la barrera constituida por los materiales jurásicos de cierre de los embalses de María Cristina y Sichar. Todas estas barreras y cubetas condicionan el flujo de agua en el embalse subterráneo, reflejándose su efecto en la morfología de la superficie piezométrica.

En las figuras adjuntas se pueden observar dos vistas con distinta orientación de la morfología del muro del acuífero estudiado. La figura A.8 corresponde a una vista desde el norte y la figura A.9 a la visión desde el este.

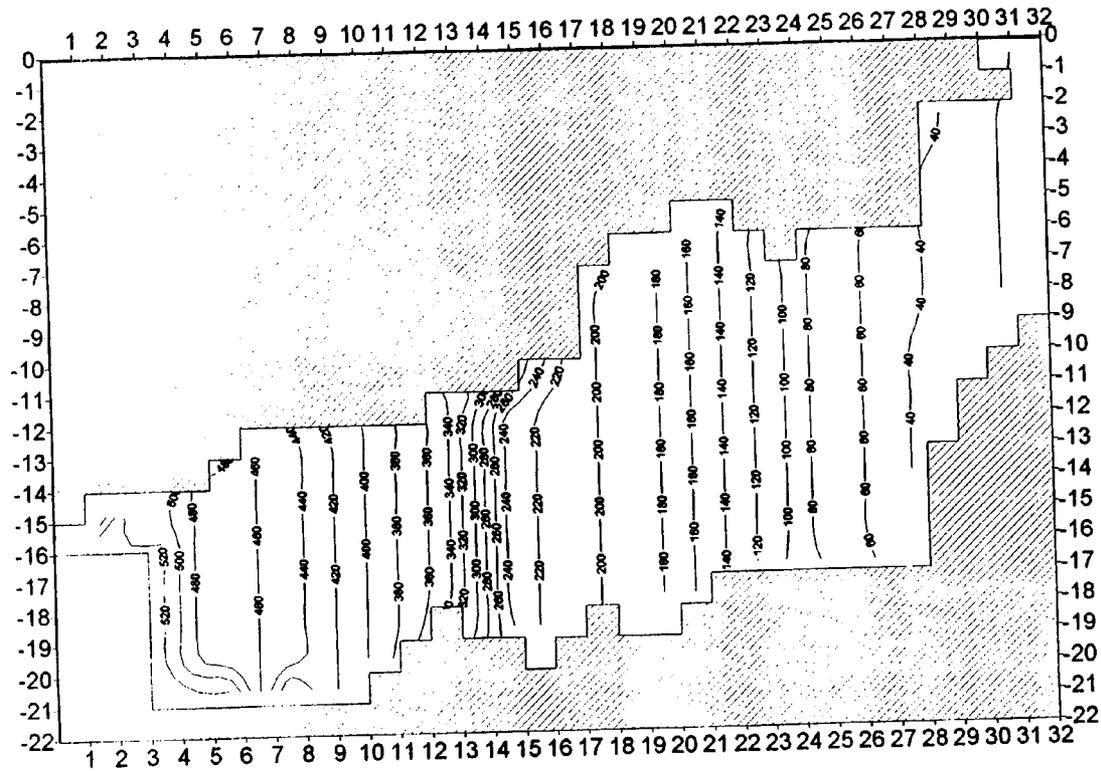
ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
PIEZOMETRIAS INICIALES

CONDICIONES INICIALES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	15	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	35	20	15
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	35	20	15
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	25	20	15
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	25	20	15
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	520	520	520	520	480	470	460	450	430	410	390	370	350	300	240	220	210	200	190	180	160	140	120	100	75	65	55	40	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	520	480	470	460	450	430	410	390	370	350	300	240	220	210	200	190	180	160	140	120	100	75	65	55	40	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	520	480	470	460	450	430	410	390	370	350	300	240	220	210	200	190	180	160	140	120	100	75	65	55	40	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	520	480	470	460	450	430	410	390	370	350	300	240	220	210	200	190	180	160	140	120	100	75	65	55	40	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	520	480	470	460	450	430	410	390	370	350	300	240	220	210	200	190	180	160	140	120	100	75	65	55	40	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	520	480	470	460	450	430	410	390	370	350	300	240	220	210	200	190	180	160	140	120	100	75	65	55	40	0	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura A. 2. Piezometría inicial del sector oriental del Acuífero de Javalambre (Octubre-Diciembre de 1996)

Fig. A.3.- Piezometrías Iniciales



Separación de Isolineas : 20 metros.

Fig. A.4.- Piezometrías Iniciales. Vista en sentido Norte-Sur.

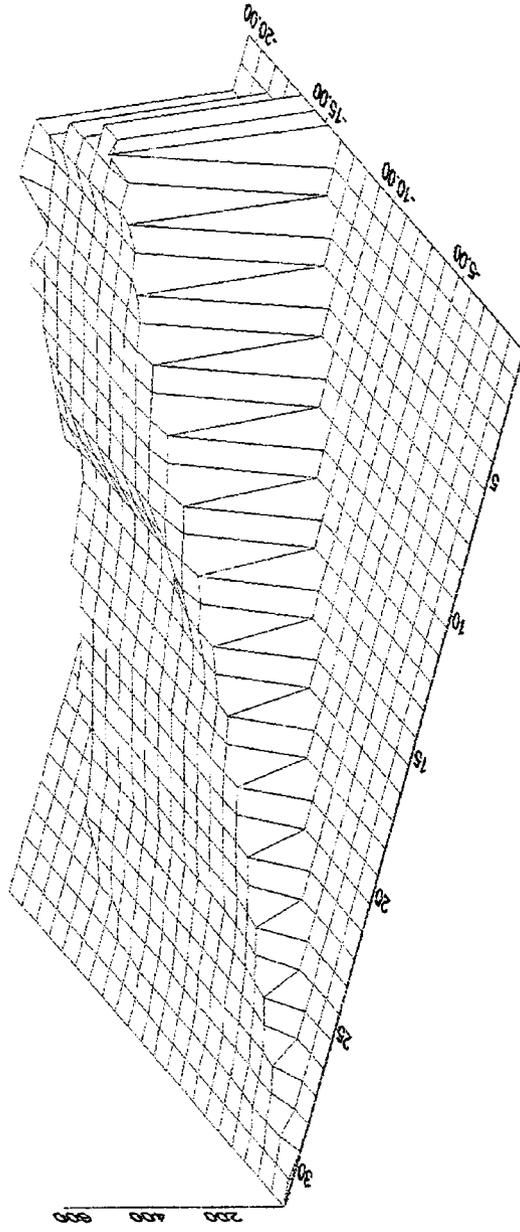


Fig. A.5.- Piezometrías Iniciales. Vista en sentido Este-Oeste.

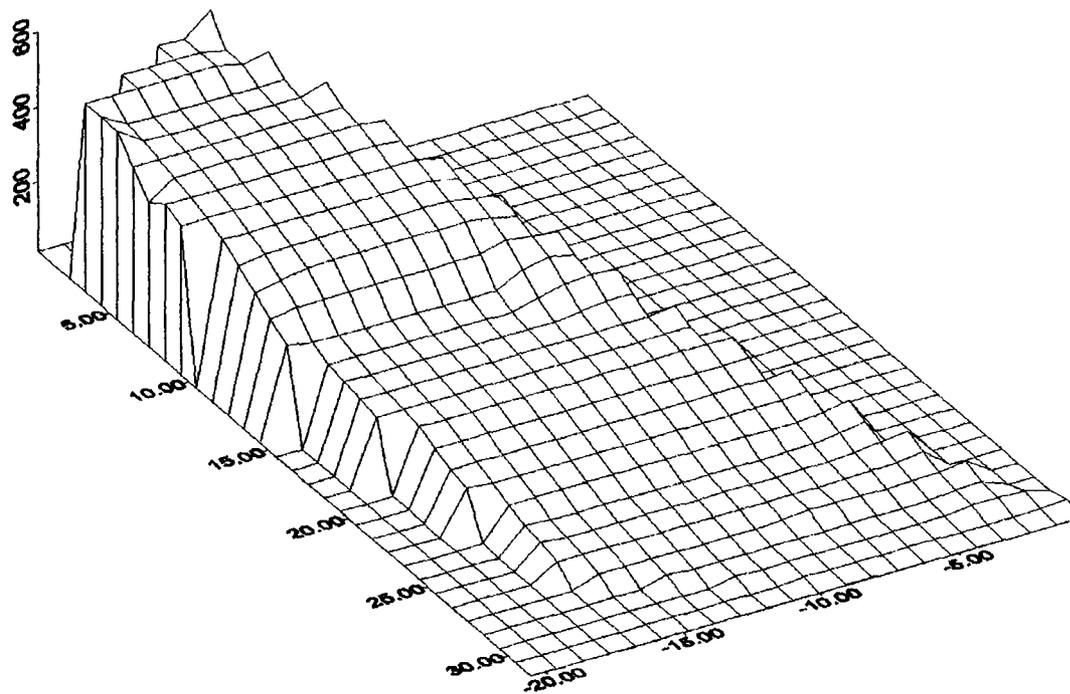
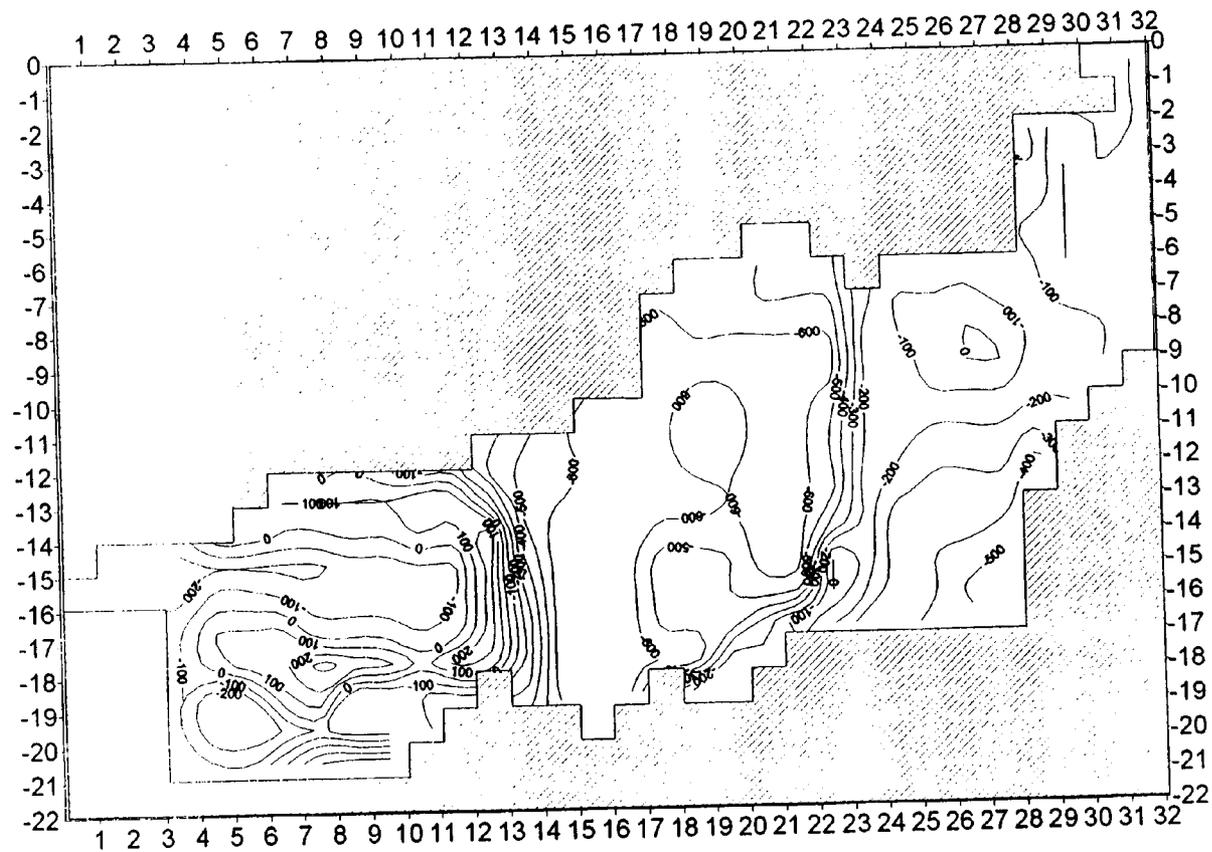


Fig. A.7.- Cota de Muro.



Separación de Isolineas : 100 metros.

Fig. A.8.- Cota de Muro. Vista en sentido Norte-Sur.

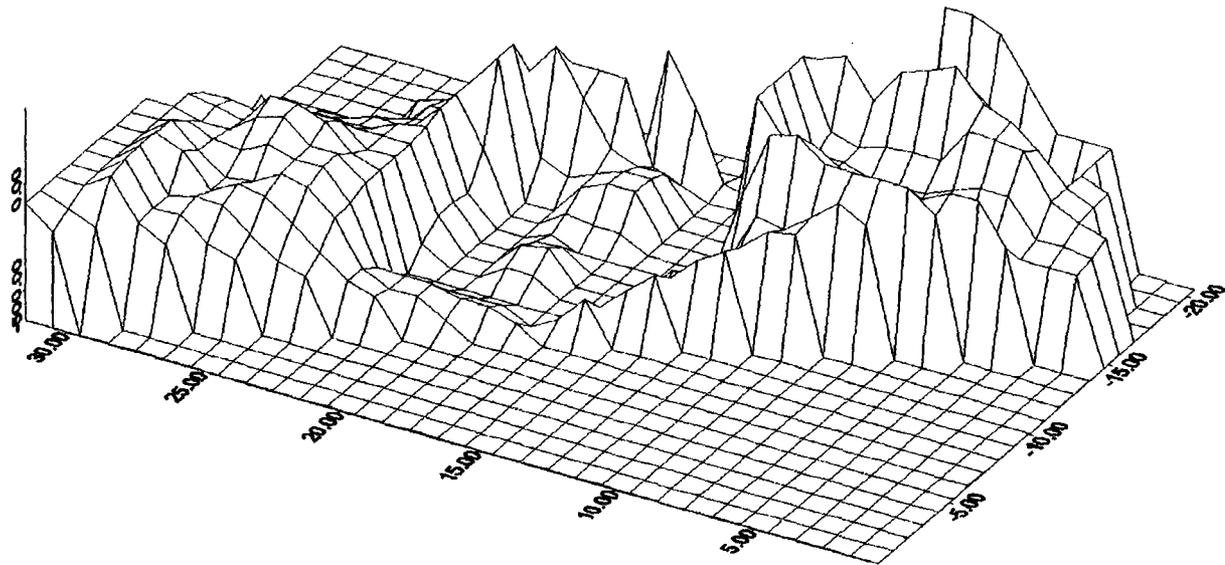
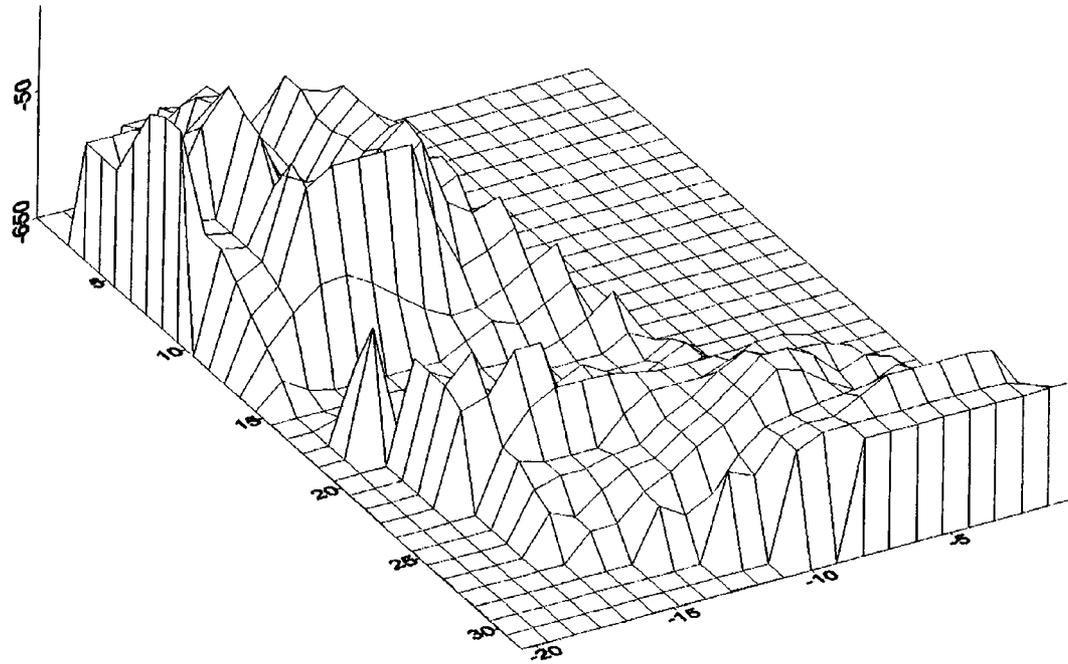


Fig. A.9.- Cota de Muro. Vista en sentido Este-Oeste.



Salidas por bombeos

En las salidas por bombeos se ha considerado el valor medio anual extraído de todos los pozos que se encontraban activos en 1996. En la tabla adjunta se indican estos pozos con sus valores de bombeo junto a su localización en celda y columna dentro del modelo. Para la simulación se han incluido los manantiales como bombeos, especialmente el de la Fuente de los Ignacios el más importante de los existentes en el área de trabajo, y cuyo drenaje da lugar a la escorrentía del río Argelita.

NÚMERO	FILA	COLUMNA	LOCALIZACIÓN	VOLUMEN BOMBEADO	
				1996 (m3/año)	1996 (m3/día)
2924-3-0002	15	11	Lucena	315360	864
2924-3-0001	14	10	Lucena	157680	432
2924-4-0018			Alcora	657275	1800,3
2924-8-0022	12	17	Alcora	78840	215
2924-8-0017	11	20	Alcora	1800	4,9
2924-8-0026	11	20	Alcora	115000	315,1
2924-8-0020	17	21	Onda	280000	767,1
2924-8-0025	17	21	Onda	3650	10
2924-8-0018	12	17	Alcora	25000	68,5
2924-8-0023	13	17	Alcora	131400	360
2924-8-0025	11	20	Alcora	92000	252,1
3024-5-0036	11	21	Alcora	10950	30
3024-5-0032	7	23	S. Juan de Moro	56000	153,4
3024-5-0033	7	23	S. Juan de Moro	0	0
3024-5-0034	7	23	S. Juan de Moro	150000	411
3024-5-0035			S. Juan de Moro	18400	50,4
3024-5-0036			S. Juan de Moro	0	0
3024-6-0058	8	29	Borriol	93228	255,4
3024-6-0057	8	29	Borriol	1223970	3353,3
3024-5-0014	9	20	S. Juan de Moro	400000	1095,9
3024-5-0015			Castellón	253000	693,2
3024-6-0049			Castellón	178050	487,8
3024-5-0031	13	25	Fortea	720000	1972,6
3024-5-0038	9	21	S. Juan de Moro	2800	7,7
2924-4-0008			Figueroles	9000	24,7
2924-4-0019			Figueroles	4770	13,1
2924-4-0020			Figueroles	30000	82,2
2924-3-0012			Lucena	0	0
2924-3-0003			Lucena	250000	684,9
2924-3-0005	13	9	Lucena	0	0
2924-2-0006			Zucaina	0	0
2924-2-0003			Zucaina	0	0

En la tabla anterior se han indicado los manantiales en negrita y en cursiva se han indicado los puntos de nuevo inventario con respecto al año 1992.

En la figura A.10 se indica la situación en el modelo de los bombeos y puntos de drenaje natural mediante manantiales.

Infiltración sobre materiales permeables

La recarga de agua en el acuífero de Javalambre se produce a través de procesos de infiltración del agua de lluvia en las zonas donde afloran los materiales permeables, e infiltración de las aguas de los embalses de Sichar y María Cristina.

Para el cálculo del primer efecto se ha estimado la lluvia útil mediante el balance hídrico del suelo, realizado por el método de Thornthwaite, considerando la capacidad del suelo igual a 0. El tanto por ciento de ésta que se ha considerado que se infiltra es del 50%.

Dada la gran extensión del acuífero se han considerado tres zonas climáticas (Fig. A.11), asignándoles a cada una de ellas las temperaturas y la lluvia recogida en tres estaciones meteorológicas que se han considerado representativas de éstas. Estas zonas vienen definidas por: estación de Almazora, estación de Cortes de Arenoso, y estación del Embalse de Sichar. Los valores aplicados han sido los valores medios mensuales para el año 1996. La estación de Cortes de Arenoso no dispone en la actualidad de registros de temperaturas por lo que se optó por la aplicación de las temperaturas medias mensuales obtenidas en la estación de Arañuel. Los cálculos realizados se indican en las tablas que se adjuntan.

En la figura A.11 se muestra el porcentaje de zona permeable en cada celda del modelo utilizado para la estimación de la infiltración de la lluvia así como el área de influencia de cada estación meteorológica. Los resultados de la recarga por este concepto se distribuyen por celdas en $\text{m}^3/\text{día}$ tal como se indica en la figura A.12, mientras que la recarga por pérdidas en

ACUÍFERO DE JAVALAMBRE. CASTELÓN.
CÁLCULO DE LA ETP. MÉTODO DE THORNTHWAITE.

ESTACIÓN DEL EMBALSE DE SICHAR.

Fecha	Pluviometría	Temperatura	Epsiton	ETP	Balance
ene-96	116,5	11,1	71,4	59,7	56,8
feb-96	39,7	19,5	114,4	94,3	-54,6
mar-96	31	10,8	69,8	69,8	-38,8
abr-96	40,3	14,2	87,7	97,3	-57,0
may-96	39,3	26,9	149,6	185,5	-146,2
jun-96	14,2	21,8	125,5	156,9	-142,7
jul-96	29,6	23,7	134,6	170,4	-140,8
ago-96	29,5	23,6	134,1	158,2	-128,7
sep-96	89,6	19,2	112,9	117,6	-28,0
oct-96	9	17,3	103,5	99,8	-90,8
nov-96	50,4	14	86,7	76,6	-26,2
dic-96	87,5	9,6	63,3	51,2	36,3
					93,1

	#
18,51314793	0,835327247

ACUÍFERO DE JAVALAMBRE. CASTELÓN.
CÁLCULO DE LA ETP. MÉTODO DE THORNTHWAITTE.

ESTACIÓN DE ALMAZORA.

Fecha	Pluviometria	Temperatura	Epsilon	ETP	Balance
ene-96	159,5	12,2	77,7	64,9	94,6
feb-96	78,7	10,8	70,2	57,9	20,8
mar-96	10,2	12,4	78,7	78,7	-68,5
abr-96	28,2	15,4	94,2	104,4	-76,2
may-96	25,5	18,3	108,7	134,7	-109,2
jun-96	8,2	22,8	130,4	162,9	-154,7
jul-96	12,2	24,7	139,3	176,3	-164,1
ago-96	36,3	24,9	140,2	165,4	-129,1
sep-96	101,3	21,1	122,3	127,4	-26,1
oct-96	5,2	18,4	109,2	105,3	-100,1
nov-96	57,5	14,6	90,1	79,6	-22,1
dic-96	69,4	11,5	74,0	59,9	9,5
					124,9

	a
18,1108783	0,828257215

ACUÍFERO DE JAVALAMBRE. CASTELÓN.
CÁLCULO DE LA ETP. MÉTODO DE THORNTON.

ESTACIÓN CORTES DE ARENOSO/ARAÑUEL.

Fecha	Pluviometría	Temperatura	Epsilon	ETP	Balance
ene-96	78,8	9,2	64,7	53,9	24,9
feb-96	11,9	7,8	56,9	46,9	-35,0
mar-96	49,9	10	69,0	69,0	-19,1
abr-96	32,7	13,1	85,2	94,4	-61,7
may-96	69,7	15,8	98,5	122,3	-52,6
jun-96	15,6	19,8	117,4	146,9	-131,3
jul-96	15,1	22,5	129,7	164,4	-149,3
ago-96	93,2	22,4	129,3	152,6	-59,4
sep-96	38,6	18	109,0	113,6	-75,0
oct-96	11,6	15,7	98,0	94,5	-82,9
nov-96	61,7	11,8	78,5	69,4	-7,7
dic-96	96,1	8,6	61,4	49,6	46,5
					71,4

I	a
15,27750092	0,778073936

ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
CANTIDADES TOTALES BOMBeadas EN CADA CELDA

CONDICIONES INICIALES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32					
1																																					
2																																					
3																																					
4																																					
5																																					
6																																					
7																																					
8																																					
9																																					
10																																					
11																																					
12																																					
13																																					
14																																					
15																																					
16																																					
17																																					
18																																					
19																																					
20																																					
21																																					

Figura A. 10. Cantidades bombeadas en cada celda (m3/día)

ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
ESTACIONES TERMOPLUVIOMÉTRICAS Y SUPERFICIES DE RECARGA.

CONDICIONES INICIALES

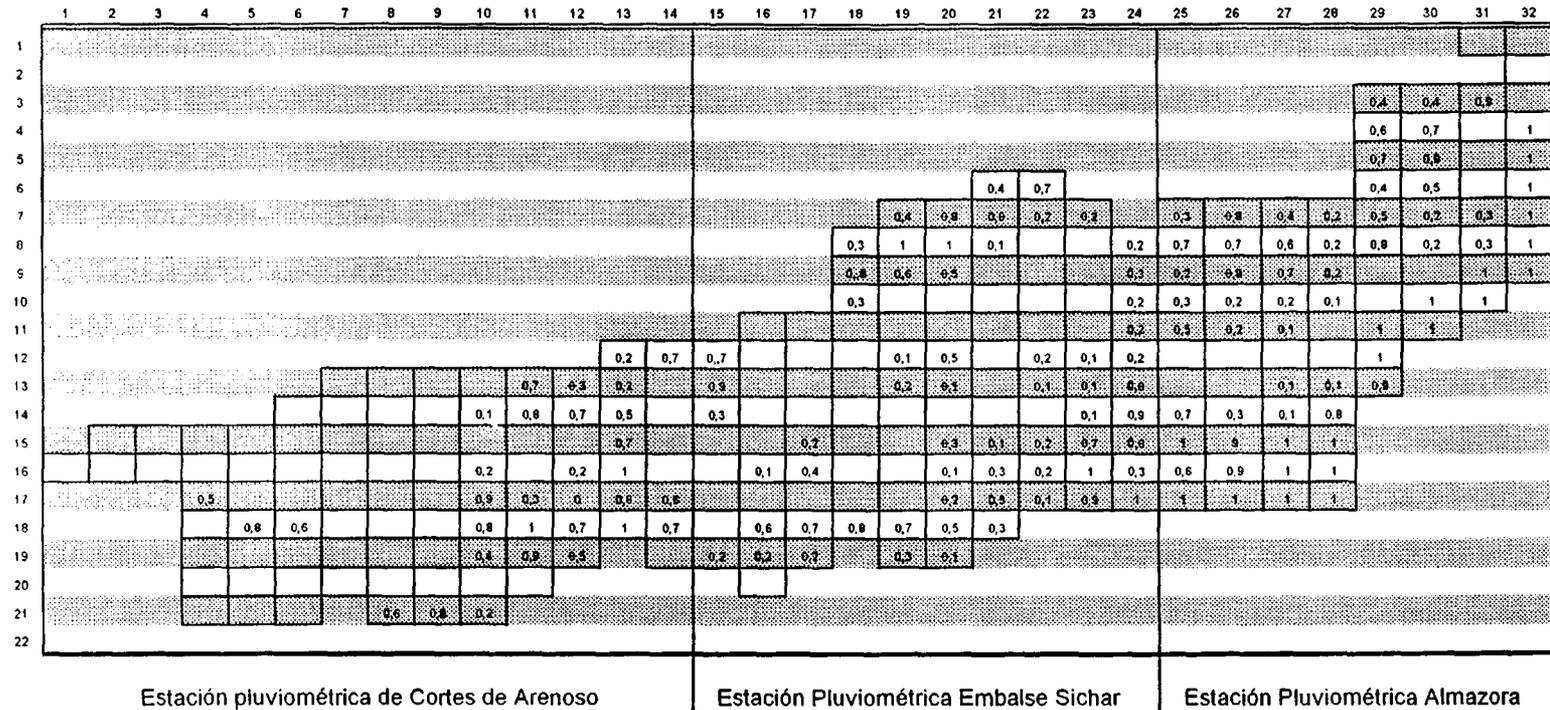


Figura A. 11. Zonas de influencia de las estaciones termopluviométricas y superficie permeable por celda, expresada en tanto por uno.

**ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
RECARGA**

CONDICIONES INICIALES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura A. 12. Volumen de infiltración por celda (m3/día)

**ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
RECARGA POR INFILTRACIÓN DESDE LOS EMBALSES**

CONDICIONES INICIALES

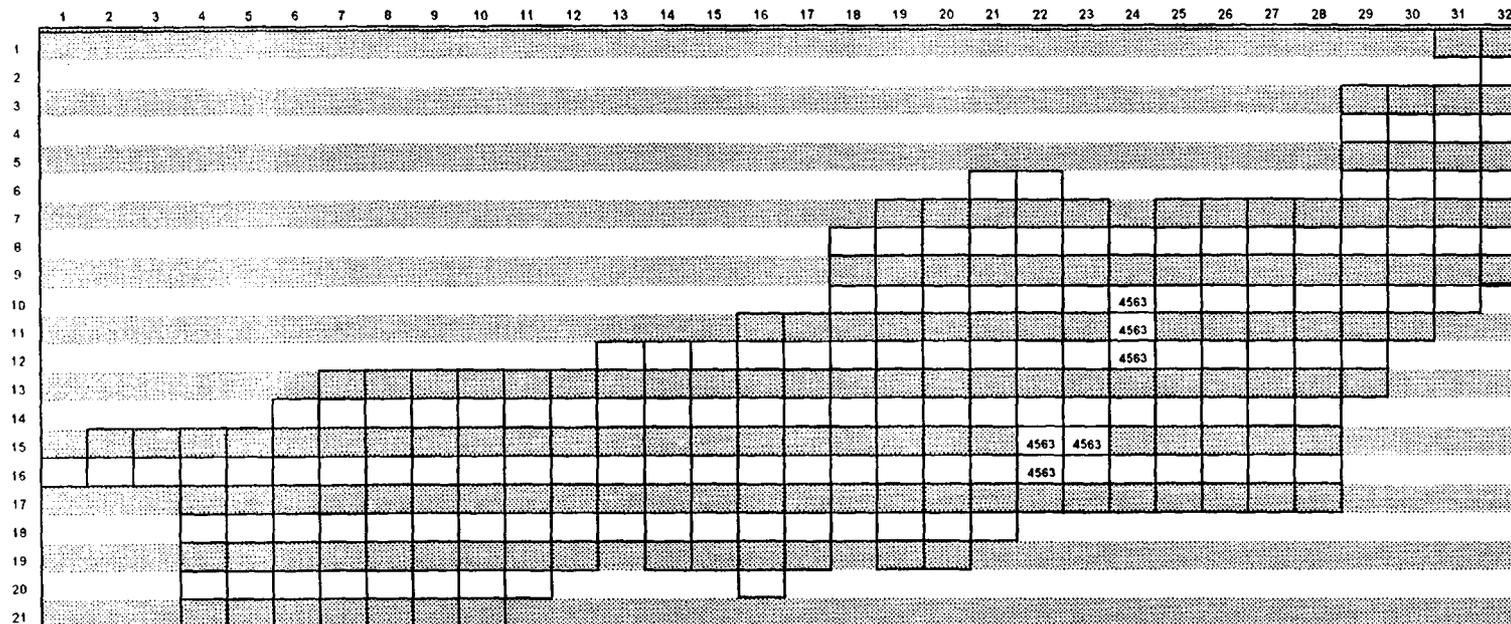


Figura A. 13. Infiltración de agua procedente de las pérdidas de los embalses de Sichar y María Cristina.

ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
PERMEABILIDADES

CONDICIONES INICIALES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.49	
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
15	0.00	0.27	0.80	0.60	1.04	1.05	1.07	1.08	1.31	1.34	1.41	1.31	1.13	1.13	1.13	0.99	0.97	0.83	0.68	0.78	0.68	0.70	1.02	2.70	1.94	4.45	4.20	4.20	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.60	0.60	0.60	0.60	1.31	1.34	1.24	1.27	1.31	1.35	1.51	1.51	1.13	0.67	0.34	0.48	0.69	0.57	0.58	0.55	1.01	1.02	2.70	1.94	4.45	4.20	4.20	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.75	1.47	1.48	1.46	1.37	1.31	1.34	1.46	1.36	1.15	0.76	0.34	0.48	0.69	0.62	0.63	0.78	0.86	1.98	2.70	4.45	4.45	4.20	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.75	1.47	1.12	1.17	1.69	1.27	1.69	1.05	1.20	0.88	0.79	0.34	0.48	0.99	0.63	0.96	1.19	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.75	0.97	1.13	1.48	1.12	1.26	1.24	1.28	1.24	0.00	0.67	0.34	0.48	0.90	0.00	1.35	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.75	0.97	0.99	1.15	1.38	1.20	1.24	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.75	1.41	1.41	0.00	1.88	1.27	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura A. 14. Conductividad hidráulica asignada a cada celda (m/día).

sub. del Maestrazgo	17,6 hm ³ /año
*Entradas laterales subterráneas del sub. de Onda	0,15 hm ³ /año
Total entradas	110 hm³/año

Salidas (hm³/año)

* Extracción por bombeo	26,06 hm ³ /año
*Salidas a la Plana de Castellón	69,01 hm ³ /año
*Salidas al Subsistema de Onda	14,47 hm ³ /año
*Salidas al Subsistema del Maestrazgo	0,5 hm ³ /año
Total salidas	110 hm³/año

Las piezometrías finales se indican en las figuras 3f01 a 3f04.

En la figura 3f01.6 se muestra el porcentaje de variación piezométrica donde hay que resaltar lo siguiente:

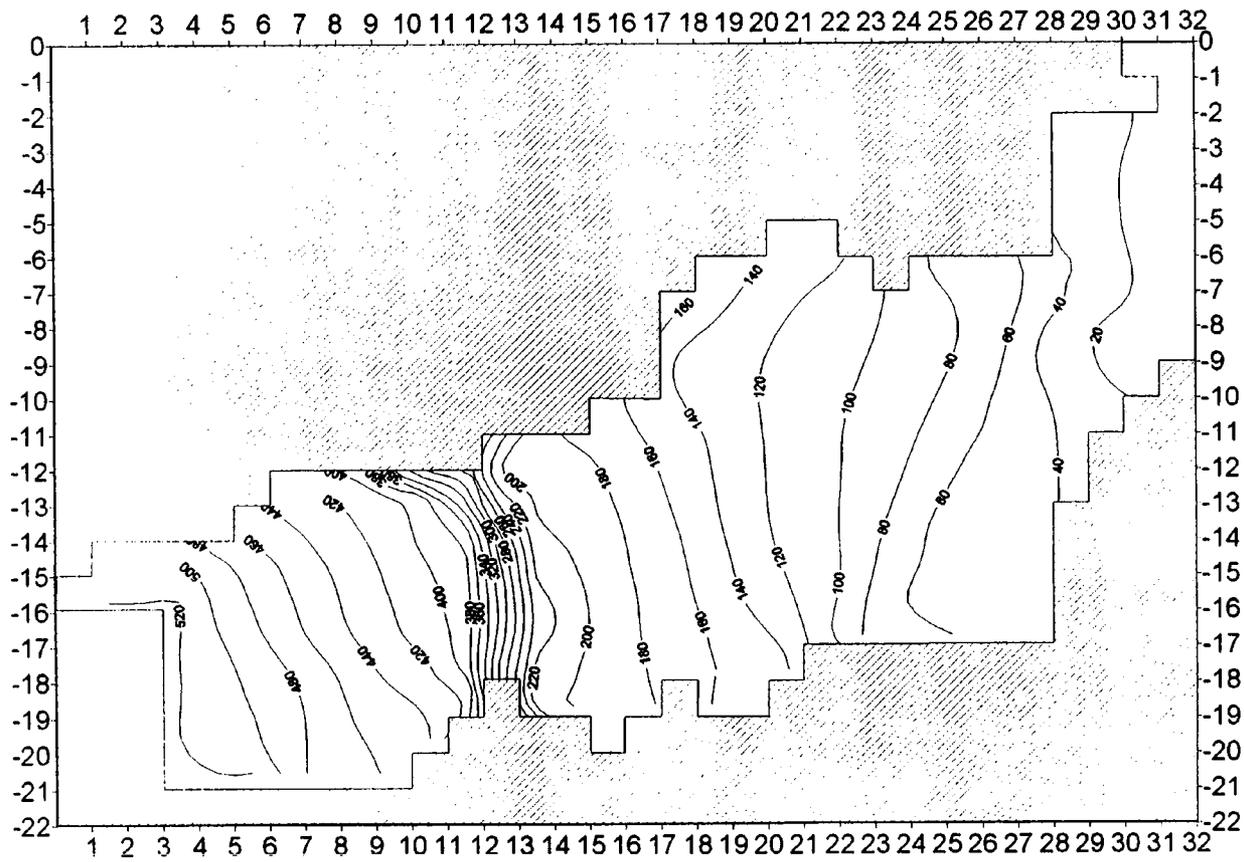
- El "vaciado" del acuífero en el sector definido por las mallas (12,13), (19,13), (12,24) y (8,24), ha disminuido con respecto a anteriores pruebas de calibración como consecuencia del flujo de entrada de agua procedente del Maestrazgo.

- El "vaciado" de las columnas 13 y 14 es importante como consecuencia del desagüe del acuífero al subsistema de Onda.

- Destaca un ligero embalsamiento en el sector (7,25), (11,25), (7,28) y (11,28), como si fuera necesario mayor desagüe a través del límite comprendido entre el SE de Fanzara y la Rambla de la Viuda.

Las salidas subterráneas al subsistema de la Plana de Castellón se indican en m³/día en la figura 3f01.7 donde puede observarse cierta entrada de agua en el sector noreste del modelo (1 hm³/año).

Fig. 3f01.2.- Piezometrías Finales.



Separación de Isolineas : 20 metros.

Fig. 3f01.3.- Piezometrías Finales. Vista en sentido Norte-Sur.

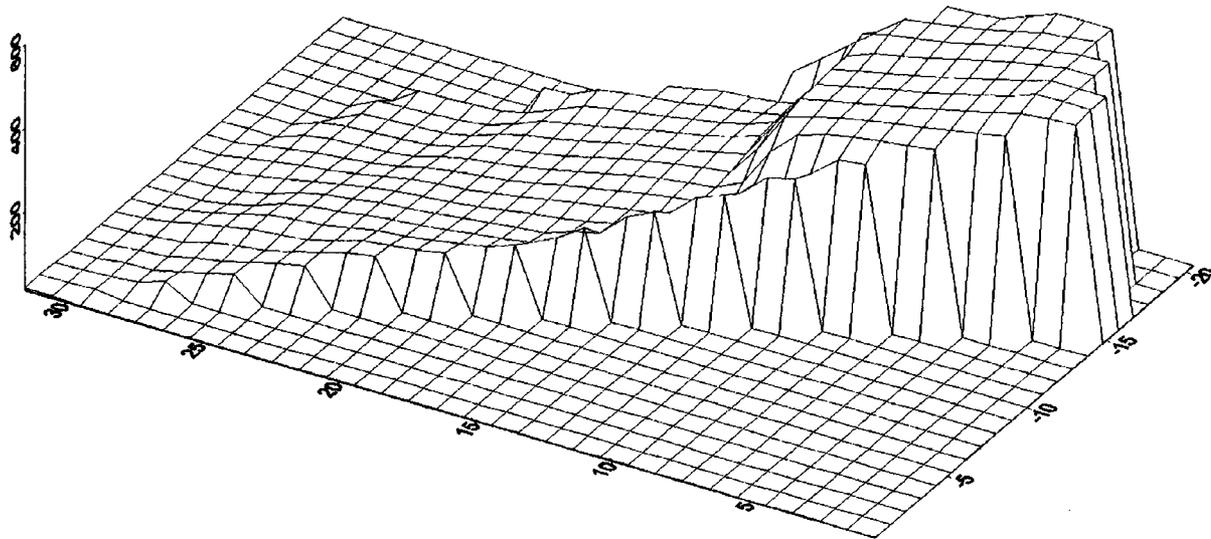
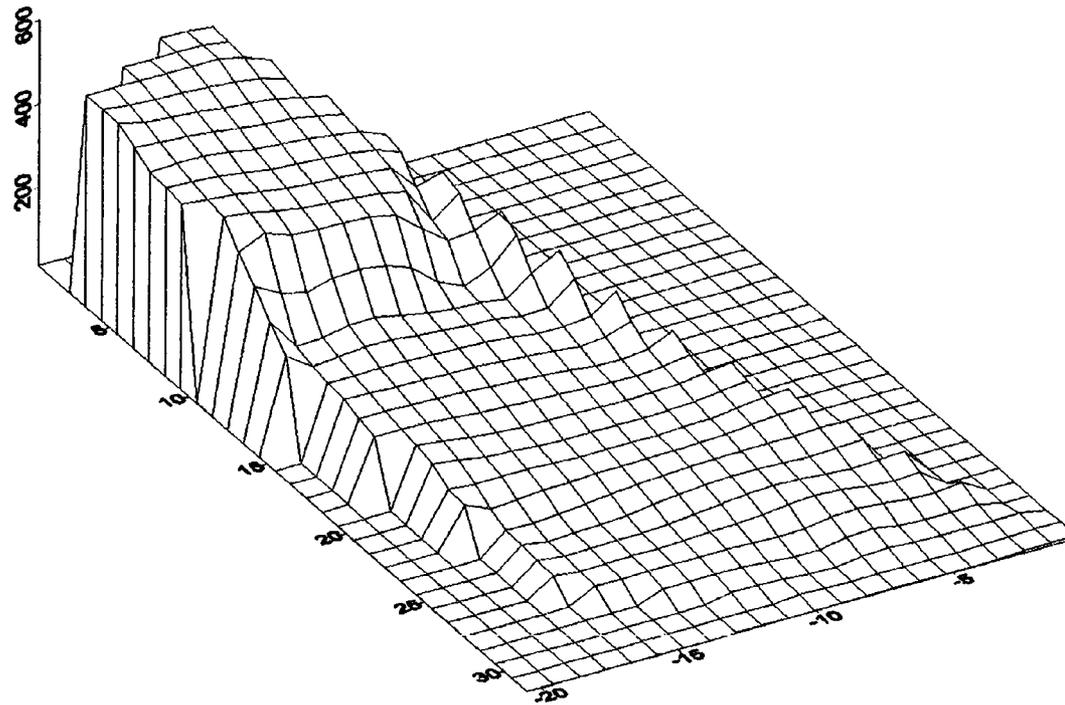


Fig. 3f01.4.- Piezometrías Finales. Vista en sentido Este-Oeste.



ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
PORCENTAJES DE VARIACIÓN DE LA PIEZOMETRÍA

SIMULACIÓN 3F01

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-24	26,7			
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,7			
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-56	24,2	-5	20		
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-35	-34,3	-20	-6,7		
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	-6	-28	-14,8		
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12,5	-3,6	0	0	0	0	0	0	6,7	-4	-20	-6,7		
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	-2,2	-6,7	-4,4	-2,4	-4,1	-20,3	-41,4	-34,3	-29,8	-16,3	-20	-21	-29,8	-30	-29,4	-29,7	-19,2	-17	-13,4	-18,4	-7,3	17,6	23,3	0	0	0	0	0		
14	0	0	0	0	0	-4	-4,1	-4,4	-2,6	-0,5	-0,3	-0,5	-22,6	-33,3	-19,2	-15,9	-17,6	-20,5	-24,7	-29,4	-29,4	-25,7	-20,0	-24	-20	-15,4	-7,3	15	0	0	0	0	0	0		
15	0	-14,8	1,4	-0,2	1	0	-1,1	-2	-0,7	-0,7	2,3	6,1	-16,8	-29,3	-16,7	-16	-16,7	-16,6	-22,8	-26,7	-26,3	-22,1	-22,5	-31	-22,7	-18,6	-19,9	16	0	0	0	0	0	0		
16	0	0	0	0	3,1	1,7	0,4	-0,9	0,5	2	3,6	5,4	-10,9	-24	-13,9	-13,6	-15,2	-17	-20,5	-25	-24,4	-20,7	-25,8	-35	-26,7	-20	-12,7	12,5	0	0	0	0	0	0		
17	0	0	0	0	4,4	3	1,6	0	1,4	2,8	4,4	6,3	-10,3	-23,7	-12,9	-13,2	-14,8	-18	-17,4	-18,4	-17,6	-23,8	-37,3	-42	-26,7	-21,6	-14,6	10	0	0	0	0	0	0		
18	0	0	0	0	5,6	5,1	4,1	3,1	3,7	5,1	7,4	5,7	-17,7	-27,7	-15,4	-14,1	-14,3	-15	-15,3	-15	-8,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	5,8	5,2	5,8	4,4	6,9	8,6	11,9	15,4	0	-22	-17,6	-15,6	-11,4	0	-17,8	-15,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	6,7	7	6,1	5,1	7,2	10	13,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	17	1,7	11,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 3f01.6. Porcentajes de variación de la piezometría

Una vez considerado el modelo como razonablemente ajustado, en relación con los objetivos de determinación de la coherencia de datos sobre el funcionamiento del acuífero, se realizarán cuatro pasadas más cuyos fines se indican a continuación:

Simulación "4"

Esta pasada tiene por objeto simular sobre el modelo ya calado en la pasada final correspondiente a la "Simulación 3F01", el efecto que supondría ampliar los bombeos existentes en un valor de 14 hm³/año, en las mallas de afloramientos calcáreos de borde comprendidas entre las filas 13 a 17. Hidrogeológicamente supondría implantar una serie de captaciones en la Zona de Reserva de Caudales "B" (ITGE, 1992), destinadas al abastecimiento de municipios del sector Norte de la Plana de Castellón, abastecidos actualmente con agua de calidad no apropiada para uso urbano.

Las condiciones supuestas son:

1º Entradas laterales subterráneas a nivel constante por las mallas, en contacto con el resto del subsistema: (16,1), (16,2), (16,3), (17,4), (18,4), (19,4), (20,4), (21,4) y (21,6).

2º Transferencia de flujo por las celdas a nivel variable situadas en el contacto con el subsistema de la Plana de Castellón. Estas son: (1,32), (2,32), (3,32), (4,32), (5,32), (6,32), (7,32), (8,32), (9,32), (10,31), (11,30), (12,29), (13,29), (14,28), (15,28), (16,28), (17,28), (17,27), (17,26), (17,25), (17,24), (17,23) y (17,22).

3º Bombeo en las mallas: (4,32), (5,32), (8,31), (10,31), (9,30), (11,30), (8,29), (9,29), (13,29), (9,28), (10,28), (15,28), (10,27), (16,27), (13,25), (7,23), (14, 23), (11,21), (17,21), (9,20), (10,20), (11,20), (12,20), (17,20), (12,18), (12,17), (13,17), (17,17), (19,17), (14,15), (18,12), (19,12), (14,10) y (18,7).

4º Salidas en la Fuente Los Ignacios. Se ha simulado mediante bombeo en la celda (18,12).

5º Recarga en las mallas: (10,24), (11,24), (12,24) procedente de los embalses de María Cristina y (15,22), (15,23), (16,22) de Schar. Se ha ajustado poco a poco hasta

Salidas (hm³/año)

* Extracción por bombeo	40,06 hm ³ /año
*Salidas a la Plana de Castellón	57,63 hm ³ /año
*Salidas al sub. Onda	13,49 hm ³ /año
Total salidas	111,58 hm³/año

Las piezometrías finales se indican en las figuras 4.2 a 4.5 que se adjuntan.

En la figura 4.7 que representa la diferencia en valor porcentual en cada celda entre la cota de la piezometría inicial y la final, se puede observar lo siguiente:

a) Los valores negativos del acuífero en el sector definido por las coordenadas siguientes referidas a filas y columnas: (12,13), (12,24), (19,13) y (19,24), han aumentado al intensificarse los bombeos con respecto a la simulación 3F01.

b) Los valores negativos a lo largo de las columnas 13 y 14, han aumentado también con respecto a la pasada considerada como de simulación 3F01.

c) En cambio los valores positivos en la zona definida por las celdas (7,25), (7,28), (11,25) y (11,28), han disminuido como si el incremento de bombeo favoreciese el desagüe de las zonas.

Las salidas subterráneas al subsistema de la Plana de Castellón se indican en m³/día en la figura 4.8 adjunta, pudiéndose observar en ella que los valores mayores se siguen concentrando en los nudos externos de la columna 28. Hay que indicar que las entradas subterráneas producidas desde la fila 1 a 5 en el contacto con la Plana de Castellón se deben a la poca alimentación de este sector del acuífero. Los datos del modelo concuerdan con los fenómenos de salinización existentes en este sector tanto para el acuífero detrítico como para el calizo que nos ocupa.

ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
DISCRETIZACIÓN ESPACIAL

SIMULACIÓN 4

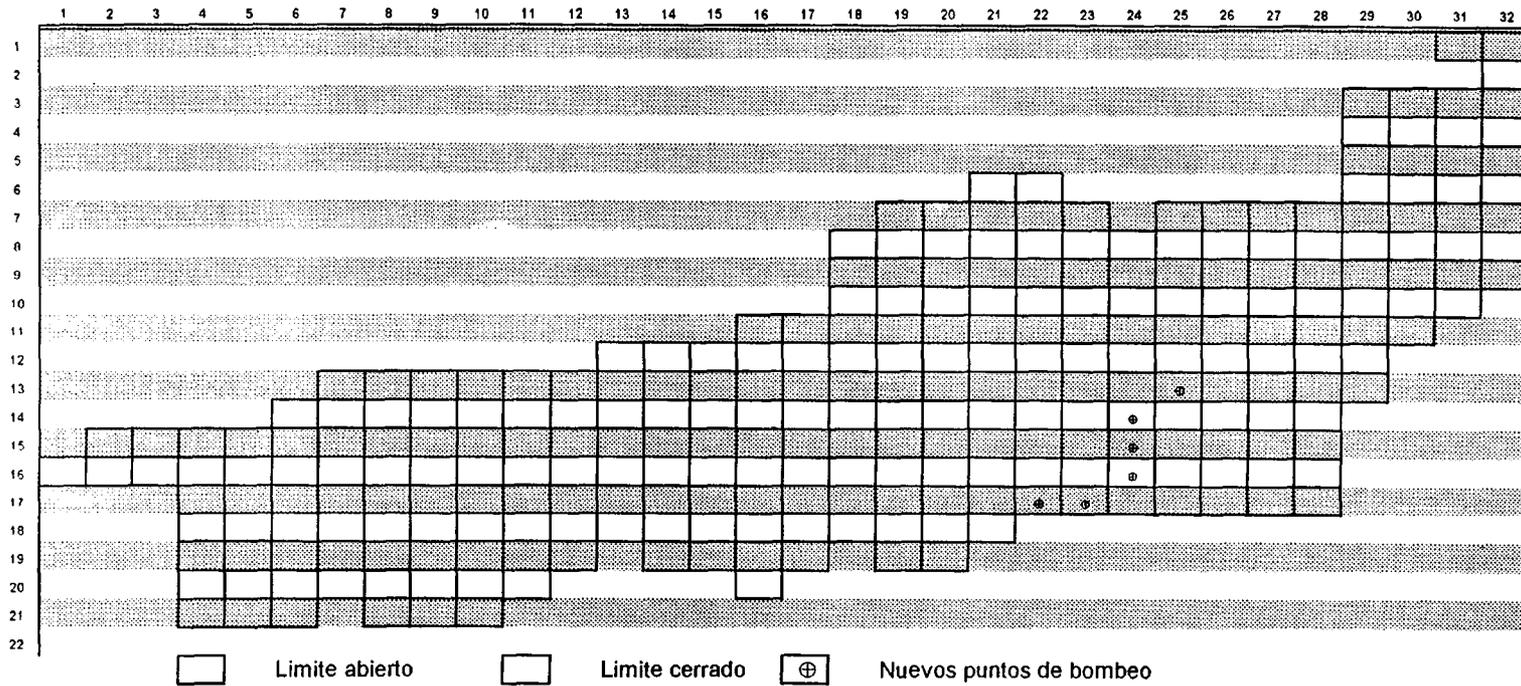


Figura 4.1. Incremento de los bombeos en 14 Hm3, zona de los embalses.

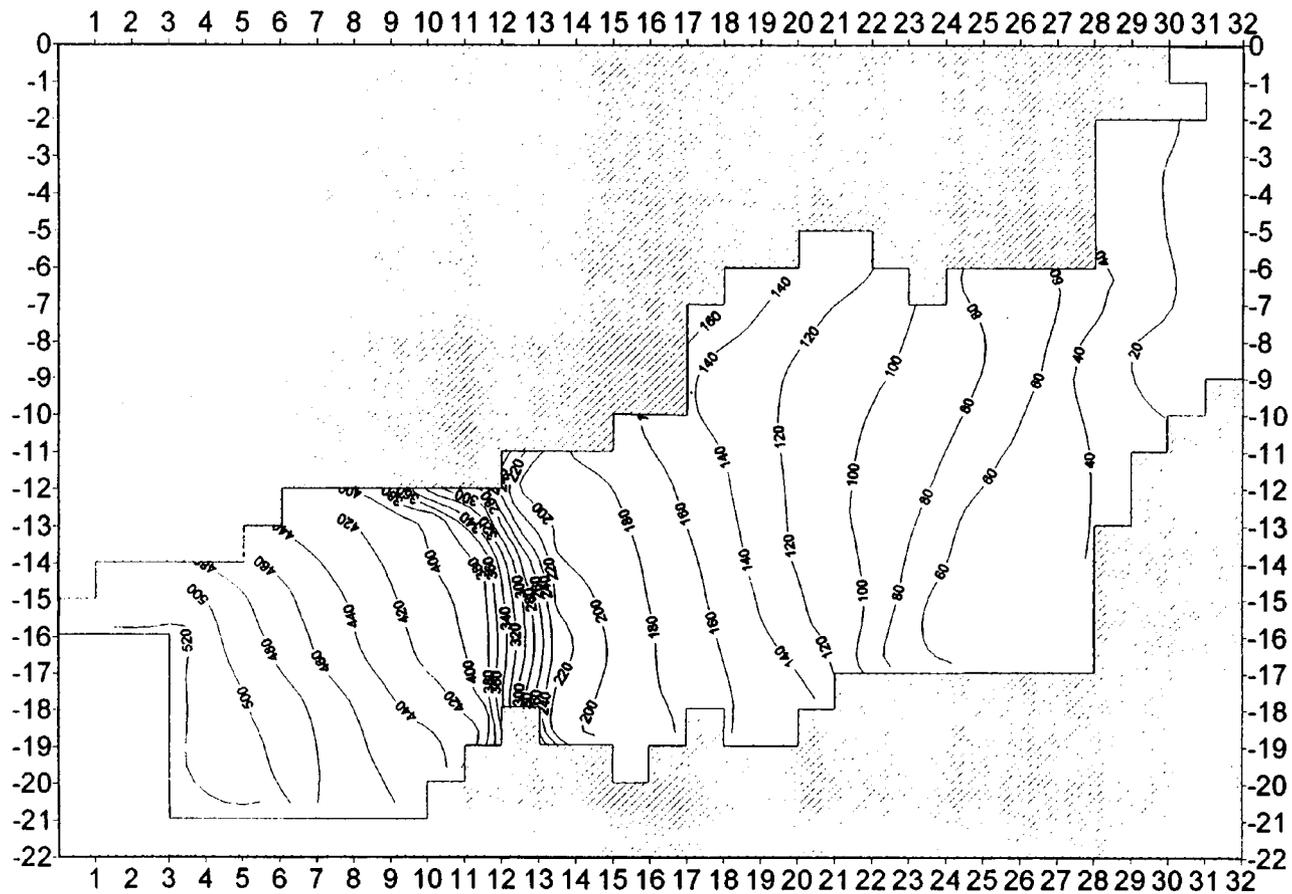
ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO PIEZOMETRÍA FINAL

SIMULACIÓN 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
2	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
3	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
4	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
5	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
6	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
7	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
8	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
11	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
13	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
14	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
15	1000	611	507	499	485	470	455	441	427	413	400	385	297	208	197	184	172	158	144	128	114	106	87	82	83	49	46	42	1000	1000	1000	1000	1000			
16	520	520	520	520	495	478	462	446	432	418	404	390	311	226	204	187	175	163	148	132	117	107	83	88	61	48	45	42	1000	1000	1000	1000	1000			
17	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
18	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
19	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
20	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
21	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
22	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

4. 2. Piezometría final para la simulación 4.

Fig. 4.3.- Piezometrías Finales.



Separación de Isolinéas : 20 metros.

Fig. 4.4. - Piezometrias Finales. Vista en sentido Norte-Sur.

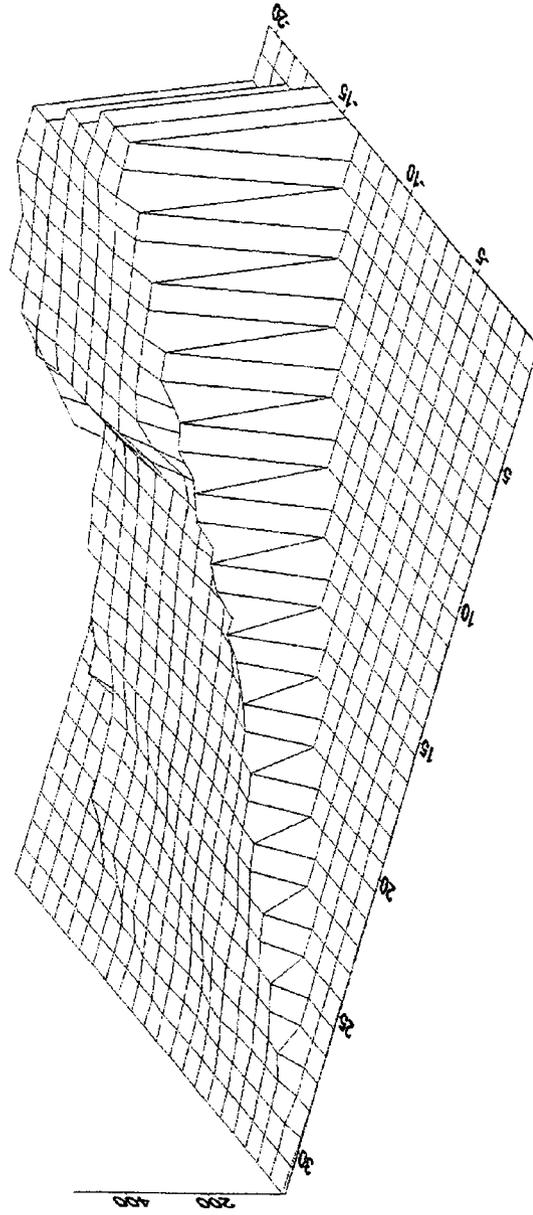
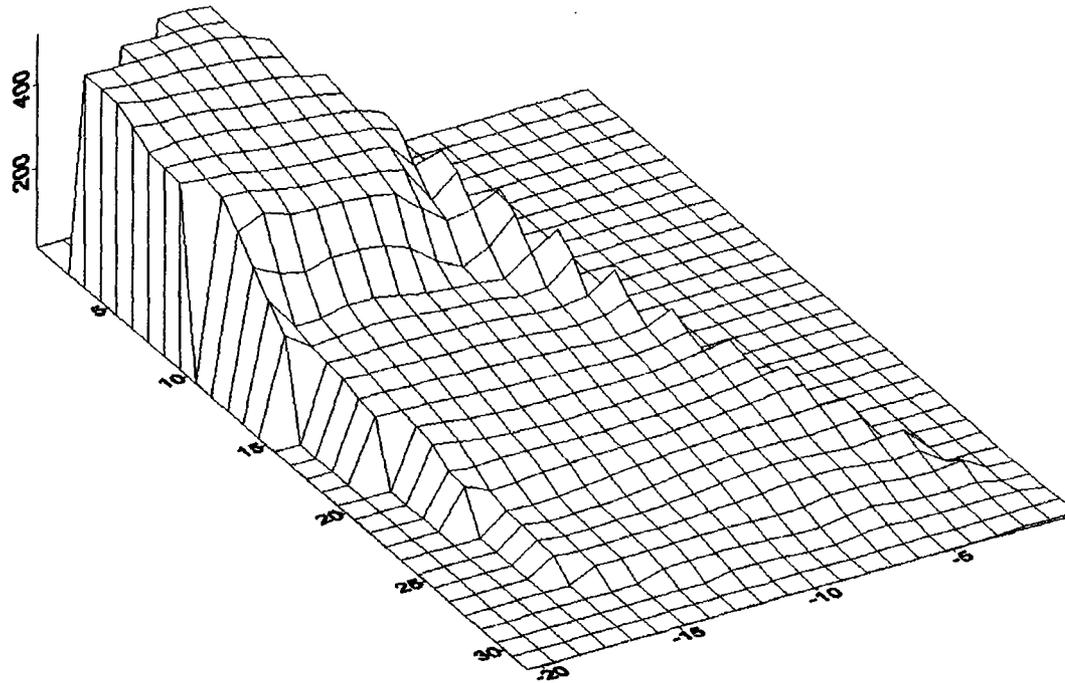


Fig. 4.5.- Piezometrías Finales. Vista en sentido Este-Oeste.



ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
FLUJO POR LÍMITES ABIERTOS

SIMULACIÓN 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16		
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69		
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	319		
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1686		
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	895		
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9391	3498	0	0	0	0	0	0	0	0	-1025		
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19679	-1100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1452		
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1193		
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2117		
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1590	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-17834	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-15913	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-22590	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-23299	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-23692	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-24150	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 4.8. Flujo a través de los nudos externos (m3/día)

Simulación "5"

Esta pasada tiene por objeto simular sobre el modelo ya calado en la pasada "3F01", el efecto que supondría redistribuir los bombeos existentes para el abastecimiento a Castellón y Borriol con el fin de intentar evitar las entradas de aguas subterráneas que se están produciendo por el sector N de la columna 32, ver filas 1 a 5, (Figura 5. 1.).

Las condiciones supuestas son:

1º Entradas laterales subterráneas a nivel constante por las mallas, en contacto con el resto del subsistema: (16,1), (16,2), (16,3), (17,4), (18,4), (19,4), (20,4), (21,4) y (21,6).

2º Transferencia de flujo por las celdas a nivel variable situadas en el contacto con el subsistema de la Plana de Castellón. Estas son: (1,32), (2,32), (3,32), (4,32), (5,32), (6,32), (7,32), (8,32), (9,32), (10,31), (11,30), (12,29), (13,29), (14,28), (15,28), (16,28), (17,28), (17,27), (17,26), (17,25), (17,24) (17,23) y (17,22).

3º Bombeo en las mallas: (4,32), (5,32), (8,31), (10,31), (9,30), (11,30), (8,29), (9,29), (13,29), (9,28), 10,28), (15,28), (10,27), (16,27), (13,25), (7,23), (14, 23), (11,21), (17,21), (9,20), (10,20), (11,20), (12,20), (17,20), (12,18), (12,17), (13,17), (17,17), 19,17),(14,15), (18,12), (19,12), (14,10) y (18,7).

4º Salidas en la Fuente Los Ignacios. Se ha simulado mediante bombeo en la celda (18,12).

5º Recarga en las mallas: (10,24), (11,24), (12,24) procedente de los embalses de María Cristina y (15,22), (15,23), (16,22) de Schar.

6º Recarga por infiltración de lluvia en las celdas que se indican en las figuras incluidas anteriormente. Su valor se estima en $5,1 \text{ hm}^3/\text{año}$.

7º Redistribución del valor total de bombeo de las celdas (8,29), (9,28), (9,29), (9,30), (10,27) y (10,28), debidos fundamentalmente a los abastecimientos de Castellón y Borriol, de forma uniforme en las celdas: (8,29), (9,28), (9,29), (9,30), (10,27), (10,28), (13,25), (9,26), (10,29), (11,27), (11,28), (12,25), (12,26), (12,27) y (12,28).

**ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
DISCRETIZACIÓN ESPACIAL**

SIMULACIÓN 5

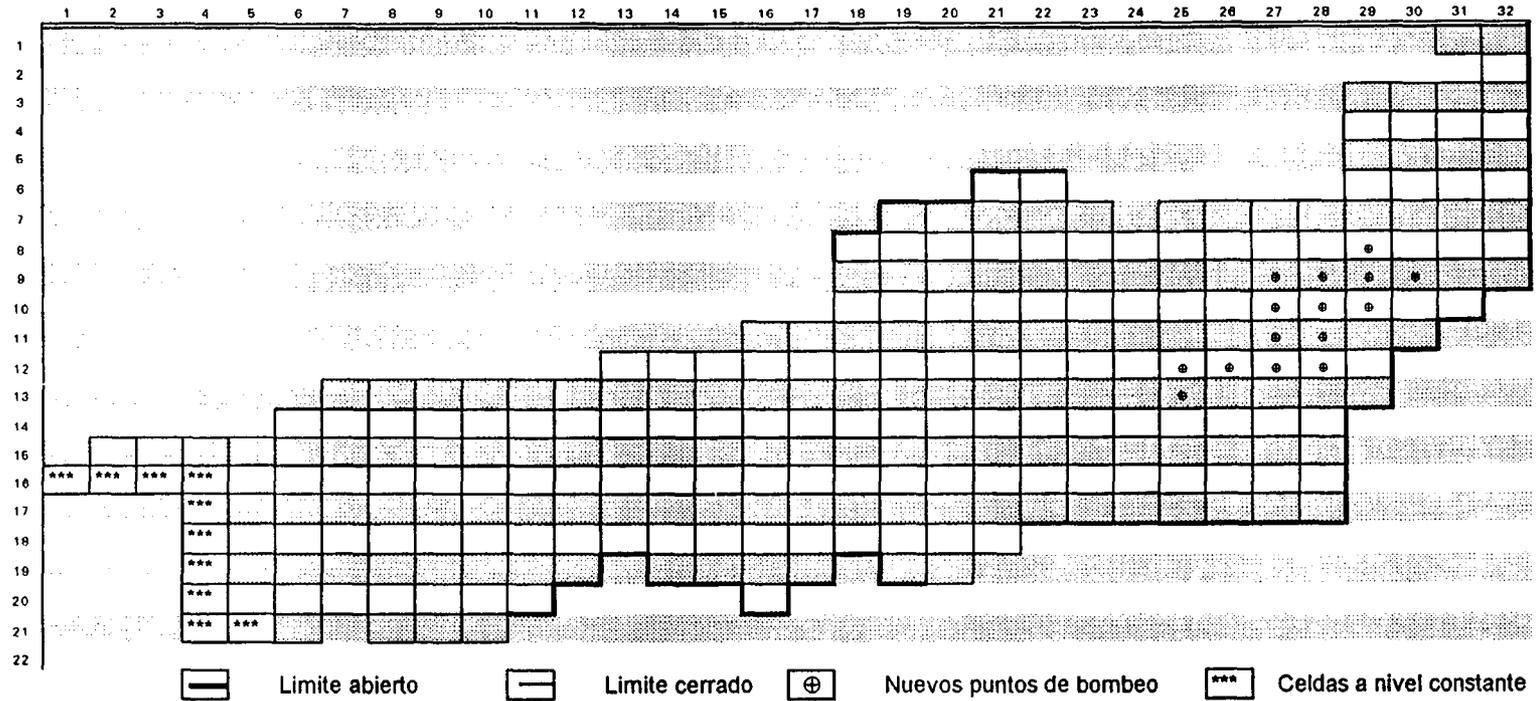


Figura 5.1. Redistribución de los bombeos existentes.

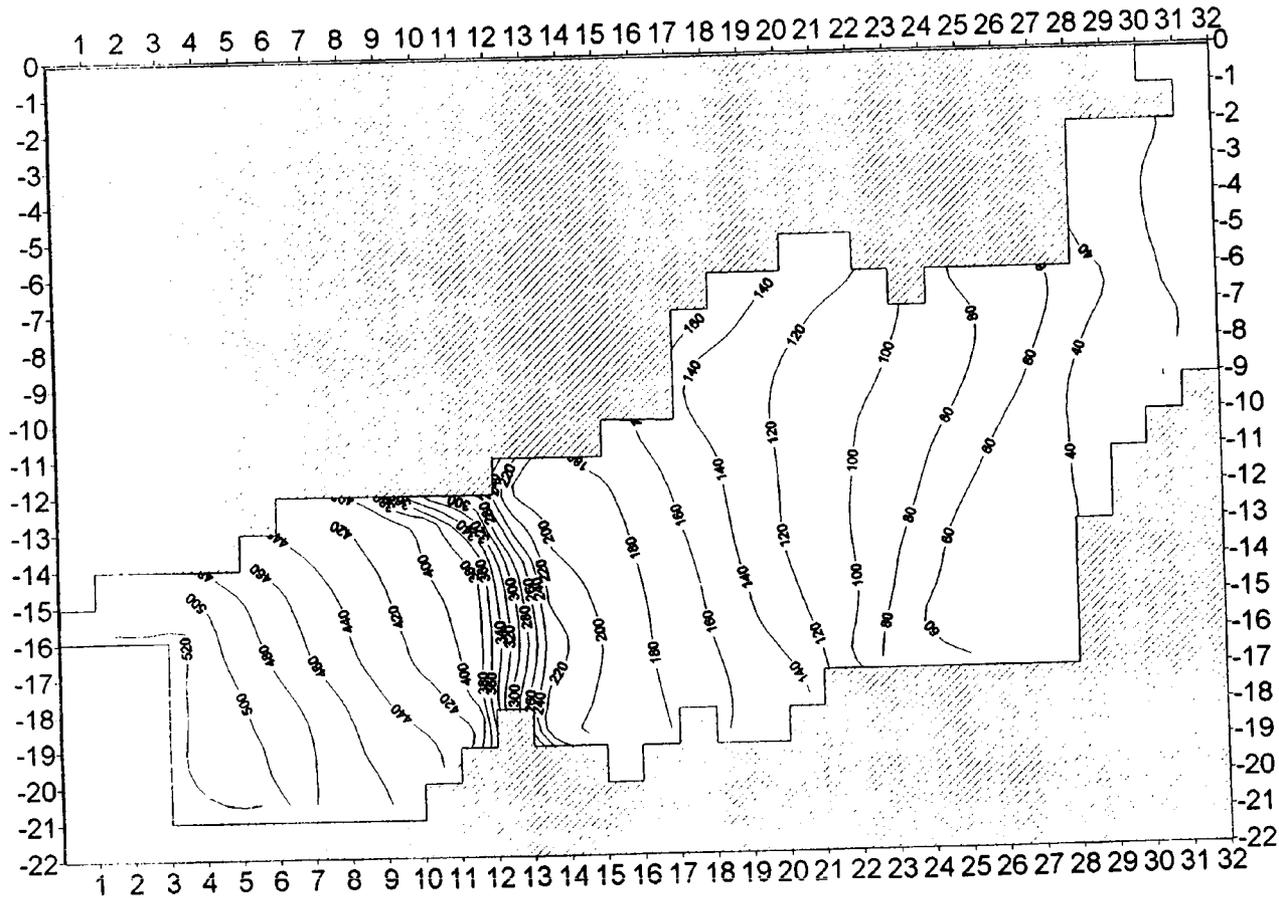
ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO PIEZOMETRÍA FINAL

SIMULACIÓN 5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
3	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
4	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
5	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
6	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
7	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
8	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
9	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
11	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
13	1000	1000	1000	1000	1000	1000	427	420	411	400	374	295	204	194	169	180	167	153	139	125	112	103	95	87	80	74	68	63	58	53	48	43	38
14	1000	1000	1000	1000	1000	451	441	430	419	408	389	368	271	199	193	184	172	158	142	126	112	103	93	75	59	53	49	45	41	37	33	29	
15	1000	514	507	499	485	470	454	441	427	413	395	375	288	211	194	186	175	164	148	131	117	108	92	88	80	72	66	61	56	51	46	41	
16	520	520	520	520	495	478	462	446	432	418	404	390	311	228	206	189	177	165	150	135	121	110	88	64	54	51	47	44	40	37	34	31	
17	1000	1000	1000	520	501	484	467	450	436	422	408	393	314	231	208	190	178	167	156	145	134	107	75	67	64	56	47	44	40	37	34	31	
18	1000	1000	1000	520	507	494	479	464	446	431	419	391	288	217	203	189	180	169	160	153	147	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
19	1000	1000	1000	520	509	499	487	470	454	445	435	427	1000	203	198	190	185	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
20	1000	1000	1000	520	512	503	488	473	461	451	443	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
21	1000	1000	1000	520	520	520	1000	488	485	458	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
22	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Figura 5. 2. Piezometría final para la simulación 5.

Fig. 5.3.- Piezometrías Finales.



Separación de Isolneas : 20 metros.

Fig. 5.4.- Piezometrías Finales. Vista en sentido Norte-Sur.

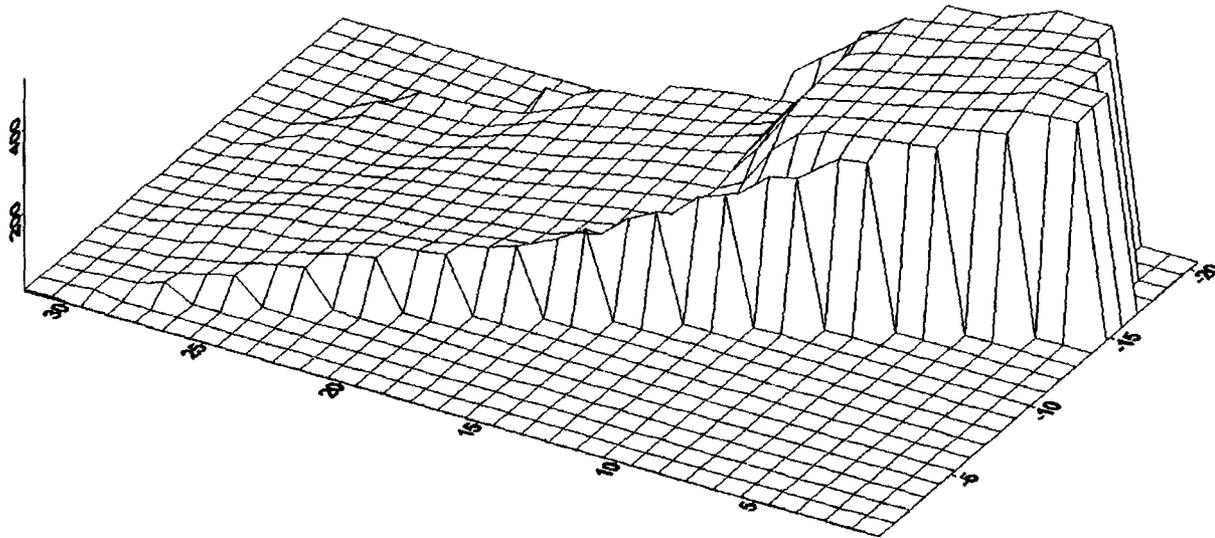
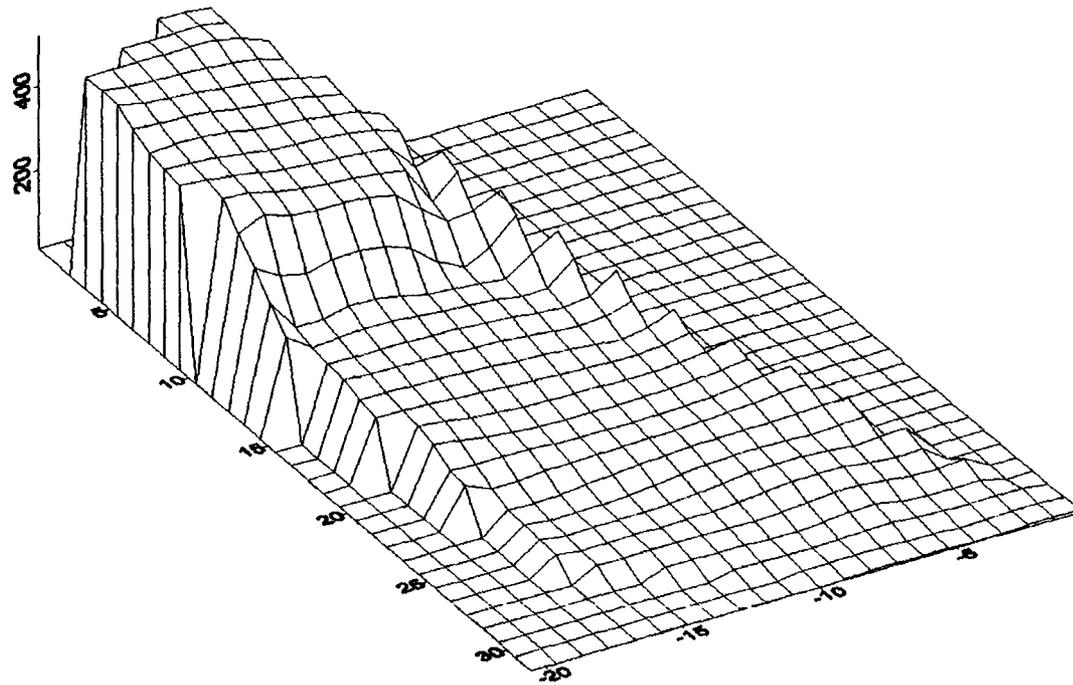


Fig. 5.5.- Piezometrías Finales. Vista en sentido Este-Oeste.



ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
FLUJO POR LÍMITES ABIERTOS

SIMULACIÓN 5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1490	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	515	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9182	3199	0	0	0	0	0	0	0	-1824	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16420	1293	0	0	0	0	0	0	0	0	-2597	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20043	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2833	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4552	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3920	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4479	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-16156	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-23598	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-24988	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-25848	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-26157	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-29785	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 5.8. Entradas y/o salidas de agua a través de límites abiertos.

concentrando geográficamente desde la intersección de la Rambla de la Viuda con el límite este del subsistema hasta el extremo sur del afloramiento Jurásico que cierra el embalse de Siches.

Hay que indicar que las entradas subterráneas desde la fila 1 a 5 son reducidas aunque éstas ratifican los fenómenos de salinización existentes en este sector tanto para el acuífero detrítico como para el calizo que nos ocupa.

En lo referente al balance general del acuífero debe destacarse el ligero aumento de los aportes subterráneos del subsistema del Maestrazgo pasando a reducirse las entradas laterales de la Plana de Castellón y del subsistema de Onda. Las salidas se han reducido mínimamente en todos los contactos a nivel variable.

Simulación "6"

Esta pasada tiene por objeto simular sobre el modelo ya calado en la pasada final correspondiente a la "Simulación 3F01", el efecto que supondría ampliar los bombeos existentes a un valor de 20 hm³/año, en las mallas de los afloramientos calizos de borde comprendidas entre las filas 13 a 17. Hidrogeológicamente supondría implantar una serie de captaciones destinadas al abastecimiento de municipios del sector norte de la Plana de Castellón, abastecidos actualmente con agua de calidad no apropiada para uso urbano. También se integra en esta pasada el efecto que supondría redistribuir y aumentar en 5 hm³/año los bombeos existentes para el abastecimiento a Castellón y Borriol, con el fin de satisfacer la demanda futura de estas poblaciones y las necesidades estivales de Benicassim.

Las condiciones supuestas son:

1º Entradas laterales subterráneas a nivel constante por las mallas, en contacto con el resto del subsistema: (16,1), (16,2), (16,3), (17,4), (18,4), (19,4), (20,4), (21,4) y (21,6).

2º Transferencia de flujo por las celdas a nivel variable situadas en el contacto con el subsistema de la Plana de Castellón. Estas son: (1,32), (2,32), (3,32), (4,32), (5,32), (6,32), (7,32), (8,32), (9,32), (10,31), (11,30), (12,29), (13,29), (14,28), (15,28), (16,28), (17,28).

(17,27), (17,26), (17,25), (17,24), (17,23) y (17,22).

3° Bombeo en las mallas: (4,32), (5,32), (8,31), (10,31), (9,30), (11,30), (8,29), (9,29), (13,29), (9,28), 10,28), (15,28), (10,27), (16,27), (13,25), (7,23), (14, 23), (11,21), (17,21), (9,20), (10,20), (11,20), (12,20), (17,20), (12,18), (12,17), (13,17), (17,17), 19,17),(14,15), (18,12), (19,12), (14,10) y (18,7).

4° Salidas en la Fuente Los Ignacios. Se ha simulado mediante bombeo en la celda (18,12).

5° Recarga de 10 hm³/años en las mallas: (10,24), (11,24), (12,24) procedente del embalses de María Cristina y (15,22), (15,23), (16,22) de Sichar.

6° Recarga por infiltración de lluvia en las celdas que se indican en las figuras incluidas anteriormente. Su valor se estima en 5,14 hm³/año.

7° Bombeos por valor de 20 hm³/año distribuidos en las mallas (17,22), (17,23), (16,24), (15, 24), (14,24) y (13,25). Ver figura 6.1.

8° Límite abierto en las mallas (8,18), (7,19), (7,20), (6,21), (6,22). Hidrogeológicamente supone permitir la transferencia de flujo subterráneo con el subsistema de Maestrazgo.

9) Límite abierto en las mallas (20,11), (19,12), (19,14), (19,15), (20,16), (19,17), (18,18), (19,19).Hidrogeológicamente permite suponer transferencia de flujo con el Subsistema de Onda.

10) Redistribución del valor total del bombeo actual en las celdas (8,29), (9,28), (9,29), (9,30), (10,27) y (10,28), debidos fundamentalmente a los abastecimientos de Castellón y Borriol, más 5 hm³/año de forma uniforme en las celdas: (8,29), (9,28), (9,29), (9,30), (10,27), (10,28), (13,25), (9,26), (10,29), (11,27), (11,28), (12,25), (12,26), (12,27), (12,28).

**ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
DISCRETIZACIÓN ESPACIAL**

SIMULACIÓN 6

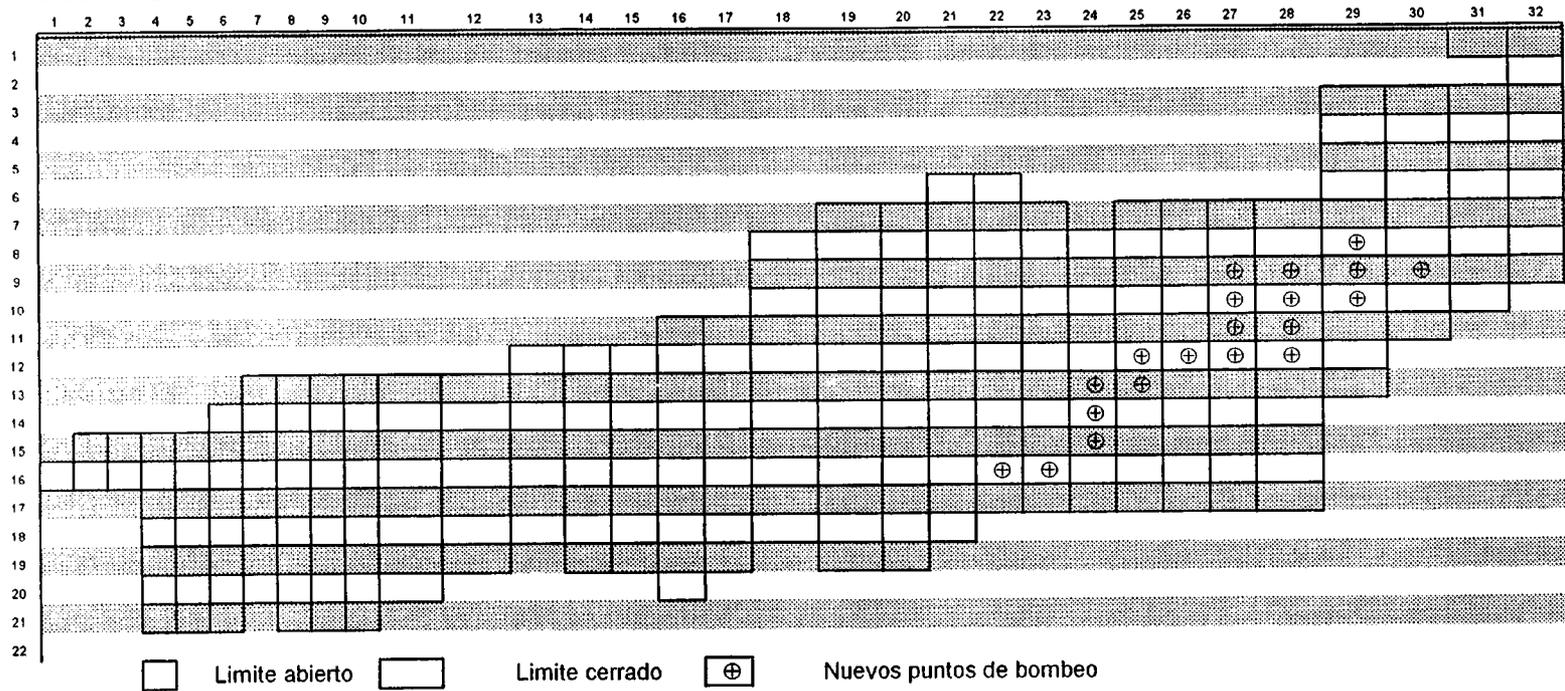


Figura 6.1. Incremento y redistribución de los bombeos.

Los resultados de la pasada, incluidos en el ANEJO V como "Simulación 6", se presentan en el balance que se indica a continuación:

Entradas (hm³/año)

*Entradas laterales subterráneas del resto del subsistema situado a occidente del sector estudiado.	75,88 hm ³ /año
*Infiltración de lluvia.	5,14 hm ³ /año
*Infiltración de embalses	10 hm ³ /año
*Entradas laterales del subsistema de la Plana de Castellón	4,88 hm ³ /año
*Entradas laterales subterráneas del sub. del Maestrazgo	19,04 hm ³ /año

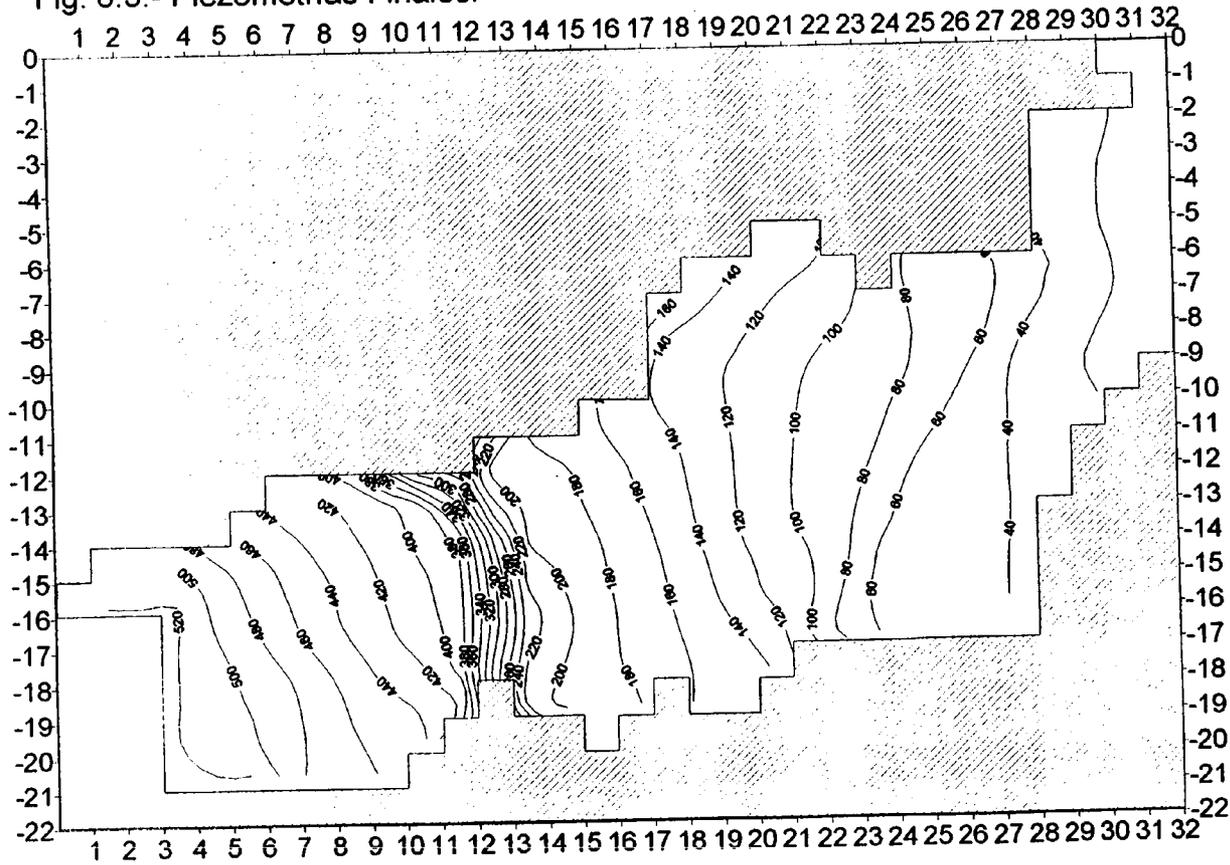
Total entradas **114,8 hm³/año**

Salidas (hm³/año)

* Extracción por bombeo	51,63 hm ³ /año
*Salidas a la Plana de Castellón	50,18 hm ³ /año
*Salidas sub. Onda	13,35 hm ³ /año

Total salidas **115,16 hm³/año**

Fig. 6.3.- Piezometrías Finales.



Separación de Isolneas : 20 metros.

Fig.- 6.4.- Piezometrías Finales. Vista en sentido Norte-Sur.

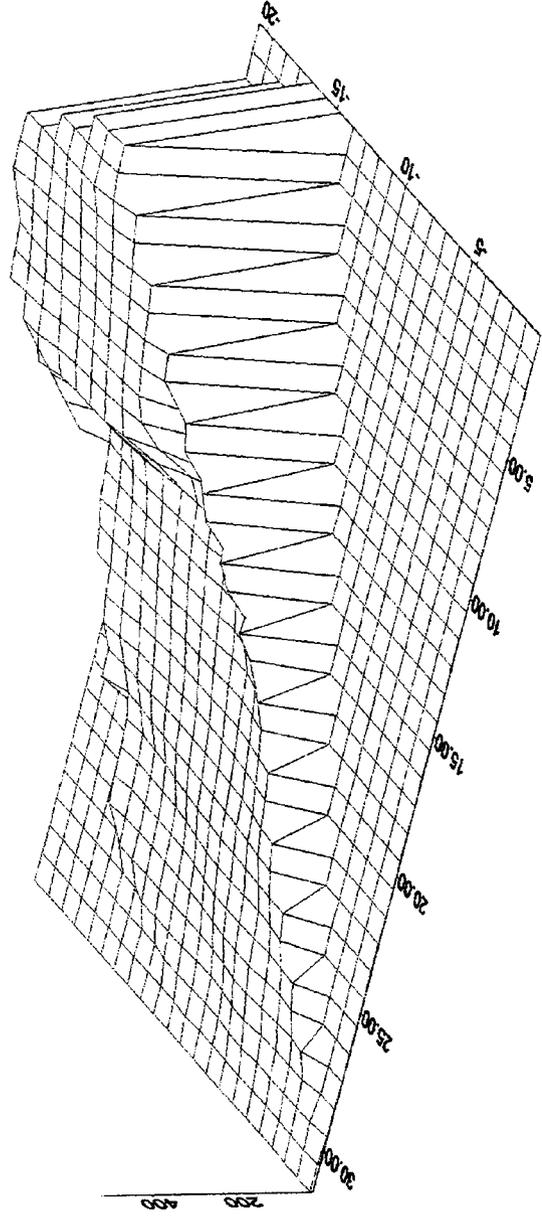
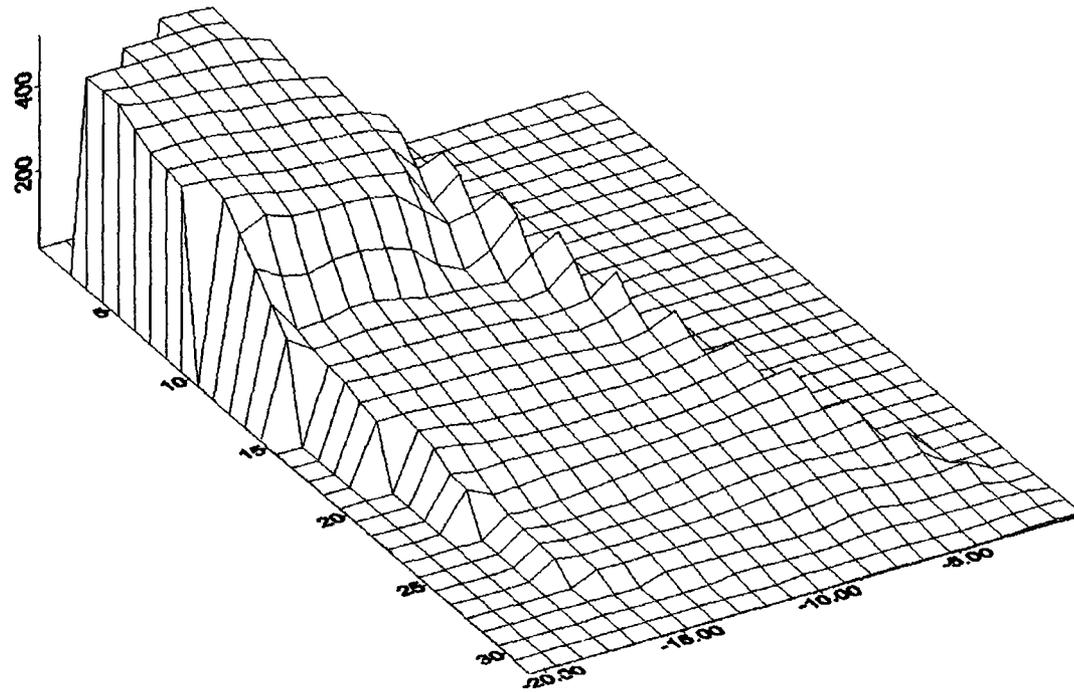


Fig. 6.5.- Piezometrías Finales. Vista en sentido Este-Oeste.



ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
 FLUJO POR LÍMITES ABIERTOS

SIMULACIÓN 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12			
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65			
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300			
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1640			
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	673			
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9789	4069	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1192			
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17164	-736	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1814			
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21098	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1795			
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3114			
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1858	0		
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11082	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12804	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-18478	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19962	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-70684	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-21684	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4778	3079	-164	1801	314	878	-21656	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 6.8. Flujo a través de los nudos externos (m3/día)

(17,27), (17,26), (17,25), (17,24) (17,23) y (17,22).

3° Bombeo en las mallas: (4,32), (5,32), (8,31), (10,31), (9,30), (11,30), (8,29), (9,29), (13,29), (9,28), 10,28), (15,28), (10,27), (16,27), (13,25), (7,23), (14, 23), (11,21), (17,21), (9,20), (10,20), (11,20), (12,20), (17,20), (12,18), (12,17), (13,17), (17,17), (19,17), (14,15), (18,12), (19,12), (14,10) y (18,7).

4° Salidas en la Fuente Los Ignacios. Se ha simulado mediante bombeo en la celda (18,12)

5° Recarga de 10 hm³/año entre las mallas: (10,24), (11,24), (12,24) procedente de los embalses de María Cristina y (15,22), (15,23), (16,22) de Sichar.

6° Recarga por infiltración de lluvia en las celdas que se indican en las figuras incluidas anteriormente. Su valor se estima en 5,1 hm³/año.

7° Bombeos por valor de 6,3 hm³/año distribuidos en las mallas (13,26), (13,27). Ver figura 7.1.

8° Límite abierto en las mallas (8,18), (7,19), (7,20), (6,21), (6,22). Hidrogeológicamente supone permitir la transferencia de flujo subterráneo con el subsistema de Maestrazgo.

9) Límite abierto en las mallas (20,11), (19,12), (19,14), (19,15), (20,16), (19,17), (18,18), (19,19). Hidrogeológicamente permite suponer transferencia de flujo con el Subsistema de Onda.

Los resultados de la pasada, incluidos en el ANEJO VI como "Simulación 7", presentan el balance que se indica a continuación:

Entradas (hm³/año)

*Entradas laterales subterráneas del resto del subsistema situado

a occidente del sector estudiado

76,08 hm³/año

*Infiltración de lluvia

5,14 hm³/año

*Infiltración de embalses

10 hm³/año

ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
DISCRETIZACIÓN ESPACIAL

SIMULACIÓN 7

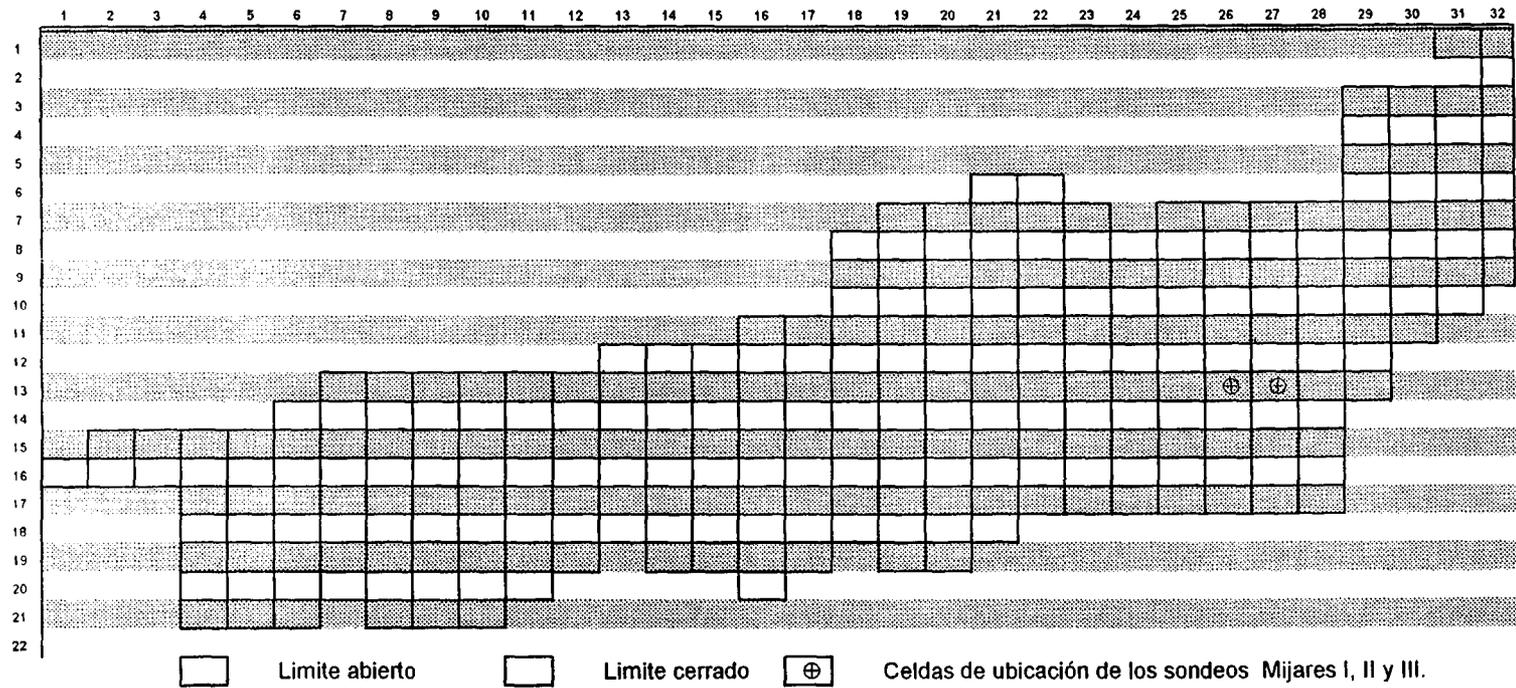
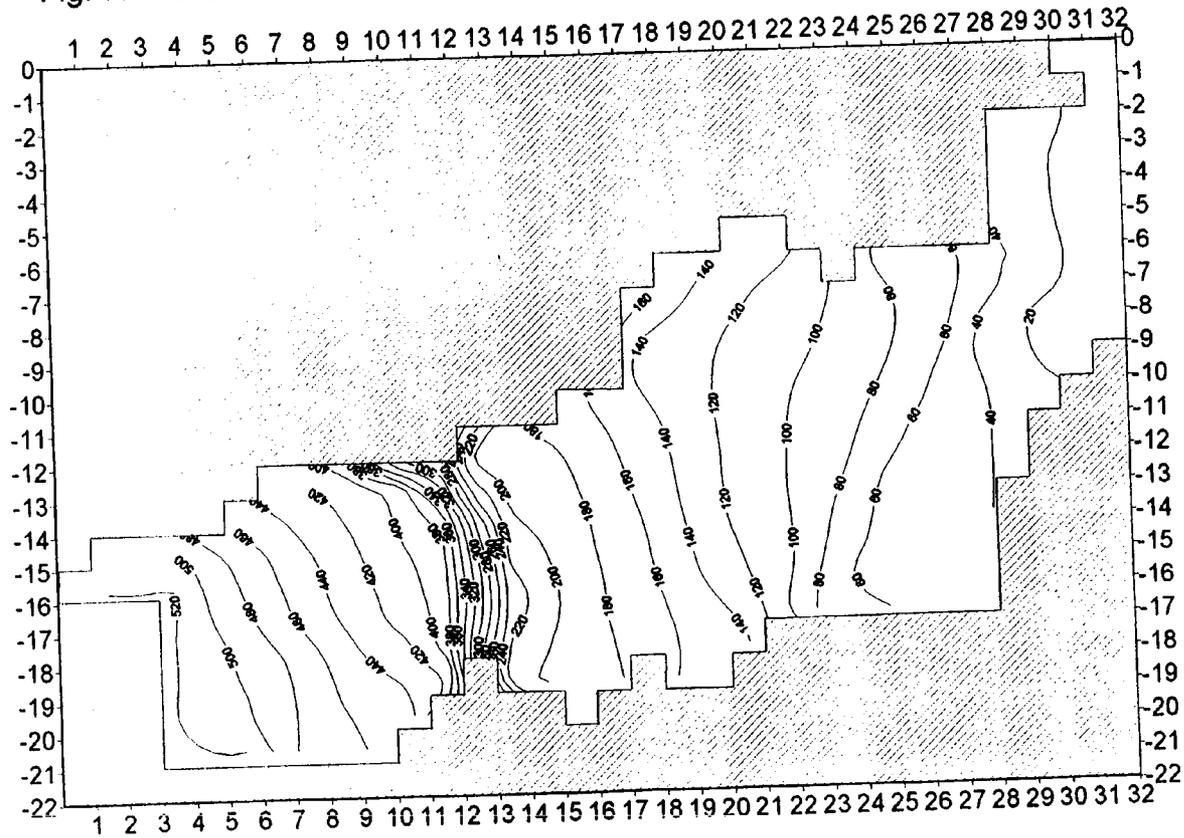


Figura 7.1. Realización de nuevas captaciones.

Fig. 7.3.- Piezometrías Finales.



Separación de Isolneas : 20 metros.

Fig. 7.4. - Piezometrías Finales. Vista en sentido Norte-Sur.

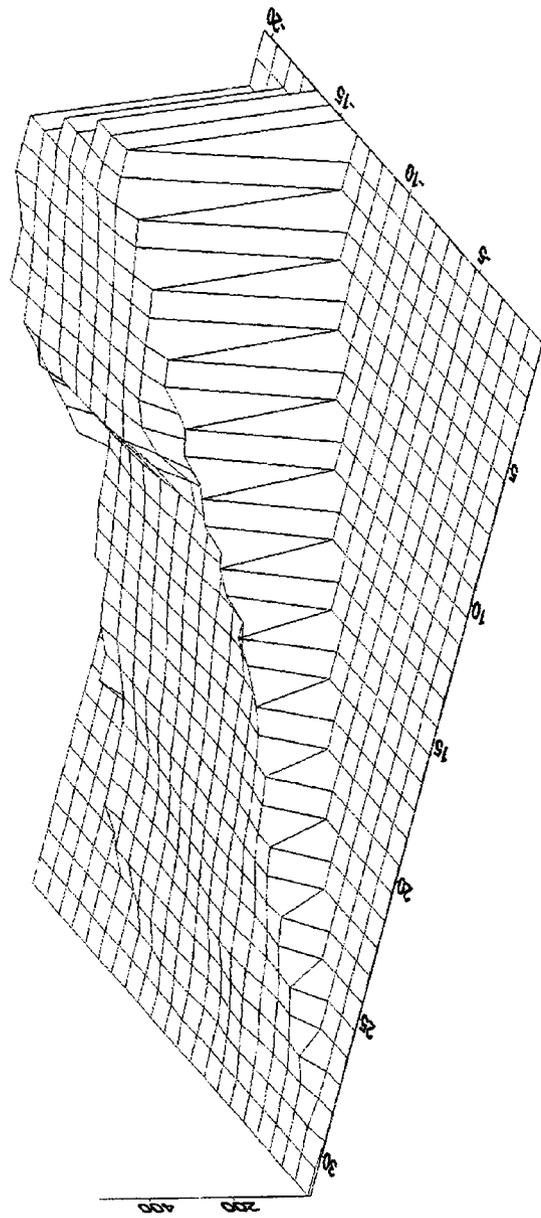
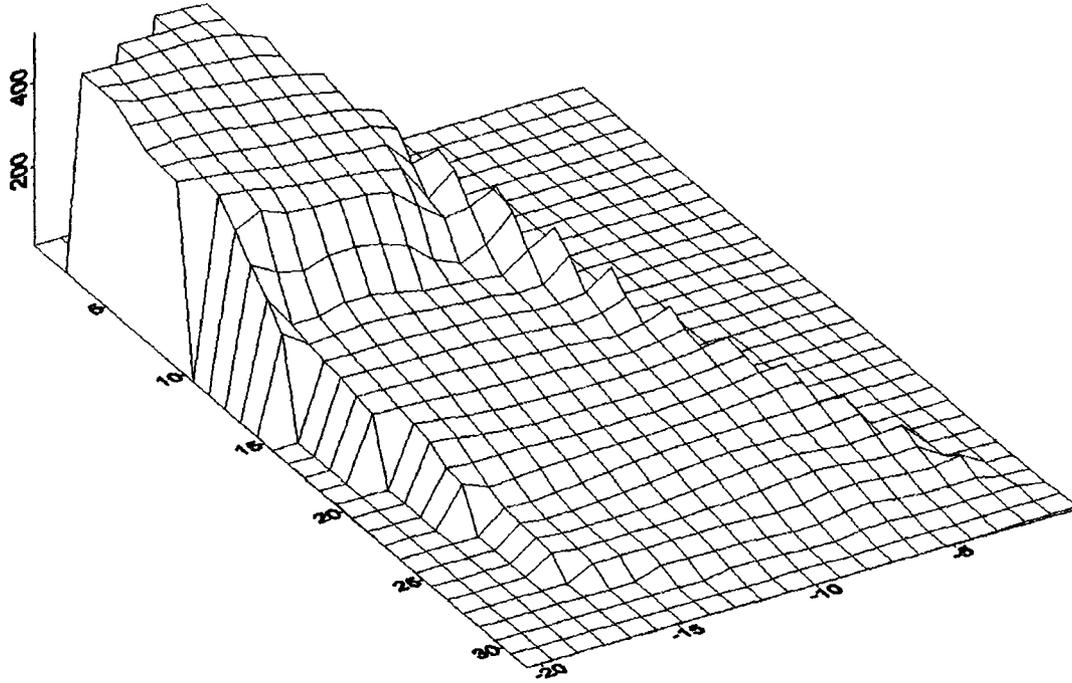


Fig.- 7.5.- Piezometrías Finales. Vista en sentido Este-Oeste.



ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
VARIACIÓN PORCENTUAL DE LA PIEZOMETRÍA

SIMULACIÓN 7

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32						
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29.7					
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26.7					
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-37.5	-34.3	-4	-20		
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-35	-37.1	-20	-6.7	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	-8	-25	-13.3
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.7	-4	-20	-6.7
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 7. 7. Porcentajes de variación de la piezometría en la simulación 7.

**ACUIFERO DE JAVALAMBRE-MODELO DE FLUJO
FLUJO POR LÍMITES ABIERTOS**

SIMULACIÓN 7

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18		
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68		
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	312		
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NaN		
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	674	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9253	3303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NaN	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16493	-1235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NaN	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NaN	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NaN	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1723	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-13163	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-16112	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-22867	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-24090	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-24063	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-25616	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 7.8. Flujo a través de los nudos externos (m3/día)

Las salidas subterráneas al subsistema de la Plana de Castellón se indican en $m^3/día$ en la figura 7.8 adjunta, pudiéndose observar en ella que los valores mayores se siguen concentrando geográficamente desde la intersección de la Rambla de la Viuda con el límite Este del subsistema hasta el extremo Sur del afloramiento Jurásico que cierra el embalse de Sichar. Hay que indicar que las entradas subterráneas desde la fila 1 a 5 siguen estando presentes en el modelo, lo que concuerda con los fenómenos de salinización existentes en este sector tanto para el acuífero detrítico como para el calizo que nos ocupa.

En lo referente al balance general del acuífero con respecto al determinado en la pasada 3f01, se observan leves variaciones en las entradas en el sistema, de forma que lo más significativo es la reducción de la aportación de flujo del subsistema a la Plana, aunque en este caso lo más favorable es que no se ha ocasionado inversión de flujo en ninguna celda de contacto con la Plana de Castellón con respecto a la pasada de referencia.

5.4.4. CONCLUSIONES A LA MODELIZACIÓN DEL SECTOR ORIENTAL DEL ACUÍFERO DE JAVALAMBRE

La ejecución del modelo en régimen permanente ha permitido estimar en primera aproximación la coherencia de los datos existentes sobre el acuífero, avanzar en el conocimiento sobre su funcionamiento hidráulico, determinar sus posibles relaciones con subsistemas acuíferos próximos, evaluar los términos de su balance y simular efectos tales como la redistribución de captaciones en algunas zonas sometidas a bombeos intensivos, o el incremento de las extracciones actuales para atender la demanda actual y futura de poblaciones próximas que actualmente disponen de agua para abastecimiento de mala calidad.

La alimentación del sector acuífero en estudio se descompone del modo siguiente: entradas laterales subterráneas del resto del subsistema; infiltración del agua de lluvia; infiltración de embalses; y entradas laterales procedentes del subsistema del Maestrazgo. Las salidas están compuestas fundamentalmente por los siguientes términos: bombeos, para usos urbanos, agrícolas e industriales; drenaje de manantiales; transferencia subterránea al Subsistema de la Plana de Castellón; y transferencia subterránea al Subsistema de Onda.

Las entradas laterales subterráneas del resto del subsistema acuífero han sido acotadas por la simulación 3F01 en 76,12 hm³/año. Este término del balance constituye el factor de mayor peso en la alimentación de este sector acuífero.

La infiltración del agua del lluvia se ha estimado en un valor de 5,14 hm³ para 1996. Este relativo bajo volumen se debe a que la superficie de recarga del acuífero regional en la zona modelada es reducida, en comparación con el resto del subsistema.

La infiltración en los embalses de María Cristina y Sichar se ha estimado en un valor de 10 hm³/año de valor medio.

La simulación de la conexión hidráulica con el subsistema del Maestrazgo en el sector de contacto denominado en el informe "Norte de Alcora hasta oeste de Lucena del Cid", ha permitido poner en evidencia que es posible la existencia de unas entradas al subsistema de Javalambre de unos 17 hm³/año de valor medio, y que estas entradas podrían aumentarse ligeramente al incrementar los bombeos tal como se observa en los resultados de la simulación 6.

Los bombeos actuales en el sector del acuífero regional existente en la zona de estudio se han estimado en 26,06 hm³/año. Gran parte de ellos se utilizan en el abastecimiento urbano de poblaciones, destacando por la importancia de su volumen la ciudad de Castellón.

Las salidas por manantiales perteneciente al acuífero regional, están constituidas fundamentalmente por la descarga de los materiales del Lías-Dogger en la proximidad de Ludiente. El punto más significativo de la misma es la Fuente de los Ignacios, con unas salidas medias estimadas de 3,10 hm³/año.

Las salidas subterráneas a la Plana de Castellón, se han estimado mediante el modelo, simulación 3F01, en un valor de unos 69 hm³/año de valor medio. Estas salidas se concentran fundamentalmente en el sector de acuífero comprendido entre la Rambla de la Viuda y el extremo más meridional de las formaciones del Jurásico que constituyen la Sierra de las Pedrizas. El agua subterránea se transfiere de éstas a los materiales mesozoicos de la Fosa Norte de Bechí y Horst Norte de Bechí, para de ahí alimentar a los pliocuaternarios de las Fosas de Alquerías y Mijares. Entre la Rambla de la Viuda y Benicassim se producen ligeras entradas subterráneas, especialmente entre la Ermita de la Magdalena y Benicassim, lo que

produce la alta salinización allí existente, tanto en el acuífero mesozoico de Javalambre como en el detrítico de la Plana de Castellón.

Al situarse la mayor densidad de bombeo en el área que ocupan las captaciones de Castellón y Benicasim, se produce un importante abatimiento de forma continua del nivel piezométrico, lo que según el modelo produce una inversión local del sentido general del flujo subterráneo en el contacto entre ambos subsistemas acuíferos. Ello hace que en esa zona se produzcan unas pequeñas entradas del acuífero de la Plana de Castellón al de Javalambre estimadas en $1 \text{ hm}^3/\text{año}$. Valor que si bien es muy reducido podría indicar la necesidad de diversificar las zonas de extracción, ya que se podría correr el peligro de un deterioro, a largo plazo, de la calidad actual de las aguas subterráneas de las captaciones antes indicadas. Mediante la simulación 5 se ha ensayado el efecto que introduciría en el acuífero la redistribución de estas extracciones en una zona ligeramente más amplia del mismo. El resultado ha sido reducir estas entradas indeseadas.

En la simulación 6 se ensaya el efecto sobre el acuífero de un incremento de los bombeos de $20 \text{ hm}^3/\text{año}$ en la zona comprendida entre el Jurásico de la Sierra de la Pedriza y la Falla F5, con el objeto de abastecer la demanda actual y futura de los núcleos de Bechí, Villarreal, Almazora, Alquería, Burriana, y Nules; y de $5 \text{ hm}^3/\text{año}$, en las proximidades de la zona donde se ubican las captaciones de Castellón y Borriol, para satisfacer la demanda futura de estas poblaciones y la estacional de Benicasim. El resultado del modelo indica que este aumento de la extracción se compensaría con entradas de $4,8 \text{ hm}^3/\text{año}$ del Subsistema Plana de Castellón y un pequeño incremento positivo de las entradas del subsistema del Maestrazgo, ligera disminución de las salidas al subsistema de Onda y el resto a costa de las salidas subterráneas a la Plana de Castellón. Estas últimas, a pesar del incremento de bombeo citado tendrían un valor total de unos $50 \text{ hm}^3/\text{año}$ de valor medio.

Las salidas subterráneas al Subsistema de Onda, entre el Suroeste de Ludiente y Sudeste

de Fanzara, se estiman según el modelo en un valor de unos $14,5 \text{ hm}^3/\text{año}$ de valor medio.

6. SELECCIÓN DE ZONAS PARA NUEVAS CAPTACIONES

A partir de las conclusiones de los estudios realizados en fases anteriores, así como de los realizados en 1997, en especial la revisión y actualización del modelo matemático del Sector Oriental del Subsistema Acuífero de Javalambre, se han realizado las propuestas de actuación que se detalla a continuación.

6.1. ACUÍFERO DE JAVALAMBRE

Con el fin de proteger las captaciones de abastecimiento público actuales, e incluso las que en el futuro podrían realizarse para sustituir el agua que están utilizando actualmente municipios como Almazora, Villarreal, Burriana, Onda, Bechí, Alquería del Niño Perdido, Villavieja y Nules, se propone delimitar las zonas de reserva de caudales siguientes:

Zona A. Castellón-Borriol

Zona B. Jurásico de la Sierra La Pedriza

Zona C. Depresión de Onda-Alcora

El criterio que se adopta incluye tanto las formaciones del Jurásico como del Cretácico, tratándolas como un sólo conjunto debido básicamente a que la información existente permite determinar que en las zonas declaradas como de reserva de caudales, existe comunicación hidráulica entre ambas.

El volumen máximo deseable de explotación se indica a continuación para cada una de las zonas.

Zona A. Castellón-Borriol

Se recomienda limitar el posible incremento de bombeo, al volumen necesario para satisfacer las necesidades futuras de Castellón y Borriol. Este incremento con respecto al valor actual se ha estimado para el año 2015 en 5 hm³/año. Las captaciones con otros usos distinto del urbano, se recomienda no autorizarlas salvo que constituyan sustitución de aprovechamiento preexistente, en la Plana de Castellón o en el subsistema de Javalambre.

Zona B. Jurásico de la Sierra de las Pedrizas

Dado que esta zona podría utilizarse para la ubicación de captaciones destinadas al abastecimiento público de los municipios de Almazora, Villarreal, Burriana, Onda, Bechí, Alquería del Niño Perdido, Villavieja y Nules, se propone reservarla para abastecimiento público, limitando el incremento de extracciones con respecto a las concedidas en la actualidad a unos 20 hm³/año, valor que correspondería a la demanda urbana para el año 2015 prevista para estas poblaciones. Las captaciones con otros usos distinto del urbano, se recomienda no autorizarlas salvo que constituyan sustitución de aprovechamientos preexistentes, en la Plan de Castellón o en el subsistema de Javalambre.

Zona C. Depresión de Onda-Alcora

En esta zona el acuífero presenta sus máximas reservas y a la vez está poco explotada, debido a la profundidad a la que se encuentra el substrato mesozoico debajo del relleno terciario. Por ello, además de condiciones climáticas, es por lo que la agricultura intensiva no ha alcanzado su máximo desarrollo.

Teniendo en cuenta que esta zona del acuífero puede ser muy importante para la regulación de la transferencia subterránea al subsistema de la Plana de Castellón, y por tanto para

la protección de la cantidad y calidad de las captaciones de abastecimiento que existen en la Zona A, y las que se proponen establecer en la Zona B, se recomienda limitar el incremento del bombeo respecto al valor concedido actualmente hasta un valor máximo de 15 hm³/año. Este volumen podrá ser utilizado en cualquier uso.

6.2. ACUÍFERO DE AHÍN-VILLAVIEJA

Zona D. Artana-Bechí-Villavieja

Aunque el acuífero de Ahín-Villavieja está sobreexplotado presenta actualmente una importante transferencia subterránea hacia el Subsistema Acuífero de la Plana de Castellón que podría ser utilizada coyunturalmente para el abastecimiento de los municipios de Nules, Alquerías y Bechí, aunque esta fuente de abastecimiento sería transitoria en tanto no se pudiese utilizar otra de mayor entidad y garantía.

Así se propone la Zona D como área de reserva de agua subterránea, en la que se recomienda no incrementar la explotación actual salvo para el uso antes citado.

7. PROPUESTA DE EJECUCIÓN DE SONDEOS

Se propone iniciar las actuaciones encaminadas a investigar las posibilidades reales de explotación de recursos en los acuíferos en contacto lateral con el de la Plana de Castellón, en aquellas situaciones donde concurren la mayor parte de las variables que puedan condicionar el éxito de la investigación.

Los sondeos de investigación hidrogeológica que se realicen deberían, pues, localizarse en los sectores donde, en principio, los modelos de simulación calibrados definen áreas donde se movilizarían los mayores volúmenes de recursos, donde los objetivos a alcanzar serían más accesibles y menores las incertidumbres sobre su consecución.

Con tal finalidad, parece recomendable que los primeros sondeos de investigación no sean emboquillados sobre materiales neógenos ni cuaternarios sino sobre los afloramientos mesozoicos que convengan al objetivo de perforación.

En cualquier caso, la concreción de estas actuaciones podrá contemplar factores tales como la oportunidad o urgencia de las mismas, localización o uso estratégico, disponibilidad de terrenos o accesos, etc y se materializará en la redacción de los correspondientes proyectos de obra y en su ejecución, operaciones que constituirán la tercera parte del "Proyecto para evaluación de la garantía de abastecimiento a núcleos urbanos con agua subterránea en la provincia de Castellón".

Para su desarrollo dentro de la tercera fase del proyecto, se propone el inicio de la investigación en **dos sectores** incluidos en las **Zonas de Reserva de Caudales A y B**, ambas definidas dentro del Subsistema Acuífero de Javalambre y en dos puntos localizados en la **Zona de Reserva de Caudales D**, que abarca parte del Acuífero de Ahín-Villavieja (en concreto de sus sectores Central y de Artana), dentro del Subsistema Acuífero de Onda.

7.1. ACTUACIONES EN EL ACUÍFERO DE JAVALAMBRE

7.1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Se propone la ejecución de sondeos de investigación hidrogeológica dentro de los dos sectores que se recogen en el plano nº 1 y a continuación se describen.

- Sector Noroccidental del límite entre los Subsistemas Acuíferos de Javalambre y de la Plana de Castellón

Coincidente a grandes rasgos con el estrecho cinturón de afloramientos de edad Jurásico-Cretácico Basal que se prolonga en dirección Nordeste desde la Sierra de las Pedrizas hasta las proximidades de San Juan de Moró, siendo el objetivo de los sondeos la perforación de la totalidad de la serie jurásica hasta alcanzar el sustrato impermeable constituido por las arcillas yesíferas triásicas en facies Keuper.

Dichos afloramientos podrían delimitar aproximadamente la zona a investigar, que afecta parcialmente a los términos municipales de Alcora, Onda, San Juan de Moró, Castellón y Borriol.

La zona a investigar puede ampliarse hacia el este, ya que el modelo matemático confirma la presencia de un volumen de agua considerable, que se transfiere al acuífero de la Plana de Castellón. Presenta el inconveniente de la profundidad de los niveles carbonatados con los problemas que puede llevar su perforación, al emboquillar los sondeos en terrenos del Cuaternario. Por otra parte presenta la ventaja, desde el punto de vista de la investigación, de poder caracterizar las litologías superiores al Jurásico-Cretácico Basal.

- Sector Septentrional del límite entre los Subsistemas Acuíferos de Javalambre y de la Plana de Castellón

Coincidente a grandes rasgos con una zona que comprendería los afloramientos del Subsistema Acuífero de Javalambre que se extienden desde las proximidades de la Rambla de la Viuda hasta el Norte de Castellón, núcleo urbano de Borriol y Este de San Juan de Moró, sin que en ningún caso se alcancen las fallas que propician las fosas.

El objetivo de los sondeos en este sector se centra en los materiales carbonatados de edad Gargasense (Aptiense Superior) en el límite entre Subsistemas y en los de edad Jurásico Inferior reconocidos al Sur y al Oeste de Borriol.

La zona señalada afecta parcialmente a los términos municipales de Castellón, Borriol y Benicasim.

7.1.2. DEFINICIÓN TÉCNICA

- Sector Noroccidental del límite entre los Subsistemas Acuíferos de Javalambre y de la Plana de Castellón

Se considera suficiente iniciar la investigación del cinturón jurásico con la perforación de tres sondeos, para los que pueden preverse características comunes.

- Sistema de perforación: Mixto Rotopercusión neumática con martillo de fondo a circulación inversa y de Rotación a circulación inversa con empleo de "air lift", en ambos casos con utilización de varillaje de doble pared y sin empleo de lodos.
- Profundidad prevista: 700 metros.

- Nivel piezométrico: Alrededor de 15- 20 m.s.n.m.
- Entubación: Con tubería de acero con soldadura helicoidal y 8 mm de espesor, con los siguientes diámetros interiores:

Hasta 300-350 metros, de 400 mm.

El resto de 250 mm de diámetro interior y 6 mm de espesor.

En las zonas productivas se empleará tubería troquelada con soldadura longitudinal, con los mismos diámetros y espesores ya definidos.

- Operaciones varias: En el sondeo se realizarán los oportunos desarrollos mecánicos y químicos, testificaciones geofísicas, inspección con videocámara y aforo.

- Sector Septentrional del límite entre los Subsistemas Acuíferos de Javalambre y de la Plana de Castellón:

Se considera suficiente iniciar la investigación del sector con la perforación de cuatro sondeos, de los que, al menos, dos tendrían como objetivo la perforación de las carnioles del Lías Inferior y el resto de las calizas de edad Gargasiense.

*** Sondeos Lías Inferior:**

- Sistema de perforación: Mixto Rotopercusión neumática con martillo de fondo a circulación inversa y de Rotación a circulación inversa con empleo de "air lift", en ambos casos con utilización de varillaje de doble pared y sin empleo de lodos.
- Profundidad prevista : 500 metros.
- Nivel piezométrico: Alrededor de 5-15 m.s.n.m.
- Entubación: Con tubería de acero con soldadura helicoidal y 8 mm de espesor, con los siguientes diámetros interiores:

Hasta 300-350 metros, de 400 mm.

El resto, de 250 m de diámetro interior y 6 mm de espesor.

En las zonas productivas se empleará tubería troquelada con soldadura longitudinal, con los mismos diámetros y espesores ya definidos.

- Operaciones varias: En el sondeo se realizarán los oportunos desarrollos mecánicos y químicos, testificaciones geofísicas, inspección con videocámara y aforo.

*** Sondeos Gargasiense:**

- Sistema de perforación: Mixto Rotopercusión neumática con martillo de fondo a circulación inversa y de Rotación a circulación inversa con empleo de "air lift", en ambos casos con utilización de varillaje de doble pared y sin empleo de lodos.
- Profundidad prevista: 400 metros.
- Nivel piezométrico: Alrededor de 5-15 m.s.n.m.
- Entubación: Con tubería de acero con soldadura helicoidal y 8 mm de espesor, con los siguientes diámetros interiores:

Hasta 200-250 metros, de 400 mm.

El resto, de 250 mm de diámetro interior y 6 mm de espesor.

En las zonas productivas se empleará tubería troquelada con soldadura longitudinal, con los mismos diámetros y espesores ya definidos.

- Operaciones varias: En el sondeo se realizarán los oportunos desarrollos mecánicos y químicos, testificaciones geofísicas, inspección con videocámara y aforo.

7.2. ACTUACIONES EN EL ACUÍFERO DE AHÍN-VILLAVIEJA

7.2.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Se propone la ejecución de los sondeos de investigación hidrogeológica B.1 y B.2, localizados respectivamente en los sectores de "Artana" y "Central", de los definidos en el Acuífero de Ahín-Villavieja, dentro del Subsistema Acuífero de Onda, recogidos en el plano nº 3 y que a continuación se describen.

7.2.2. DEFINICIÓN TÉCNICA

- Sondeo B.1:

- Localización: Sector Acuifero de Artana.
- Emboquille: Sobre materiales del Keuper, a una cota de 250 m.s.n.m., en el paraje conocido como " Les Fontanelles".
- Objetivo: Captación de las dolomías del Muschelkalk Superior (Tm_3), que constituyen un buen acuífero como muestran los sondeos próximos a Artana.
- Sistema de perforación : Mixto Rotopercusión neumática con martillo de fondo a circulación inversa y de Rotación a circulación inversa con empleo de "air lift", en ambos caso con utilización de varillaje de doble pared y sin empleo de lodos.
- Profundidad prevista: 300 metros.
- Serie prevista:
 - De 0 a 50 m: Arcillas y margas abigarradas, con yesos y areniscas (Tk)
 - De 50 a 300 m: Dolomías y calizas dolomíticas con algún tramo margoso (Tm_3).
- Nivel piezométrico: Alrededor de 40-50 m.s.n.m.
- Entubación: Con tubería de acero con soldadura helicoidal de 250-300 mm de diámetro y de 6 mm de espesor.

En las zonas productivas se empleará tubería troquelada con soldadura longitudinal y de 6 mm de espesor, con los mismos diámetros ya definidos.

Los materiales superiores del Keuper serán entubados y cementados con anterioridad.
- Operaciones varias: En el sondeo se realizarán los oportunos desarrollos mecánicos y químicos, testificaciones geofísicas, inspección con videocámara y aforo.

- Sondeo B.2:

- Localización: Sector Acuifero Central.
- Emboquille: Sobre materiales del Muschelkalk Medio (Tm_2), a una cota de 150 m.s.n.m.,

en la margen izquierda del "Barranco del Rodador".

- **Objetivo:** Investigación de las dolomías del tramo superior del Muschelkalk Inferior (Tm_1).
- **Sistema de perforación:** Mixto Rotoperusión neumática con martillo de fondo a circulación inversa y de Rotación a circulación inversa con empleo de "air lift", en ambos casos con utilización del varillaje de doble pared y sin empleo de lodos.
- **Profundidad prevista:** 250 metros.
- **Series previstas:**
 - De 0 a 100 m: Margas, calizas y arcillas (Tm_2).
 - De 100 a 220 m: Dolomías y calizas dolomíticas (Tm_1).
 - De 220 a 250 m: Calizas y dolomías gris verdosas (Tm_1).
- **Nivel piezométrico:** Alrededor de 90-100 m.s.n.m.
- **Entubación:** Con tubería de acero con soldadura helicoidal de 250-300 mm de diámetro y 6 mm de espesor.

En las zonas productivas se empleará tubería troquelada con soldadura longitudinal y 6 mm de espesor, con los mismos diámetros ya definidos.

Los materiales superiores del Tm_2 podrían ser entubados y cementados con anterioridad.
- **Operaciones varias:** En el sondeo se realizarán los oportunos desarrollos mecánicos y químicos, testificaciones geofísicas, inspección con videocámara y aforo.

8. PROPUESTA DE MODELO MATEMÁTICO EN RÉGIMEN TRANSITORIO

El modelo matemático empleado para simular el funcionamiento del acuífero de Javalambre, se ha efectuado con el programa MODFLOW, calibrado en régimen permanente, que nos ha permitido plasmar el estado de los conocimientos actuales y analizar el comportamiento de las hipótesis que se han planteado en los trabajos realizados por el Instituto Tecnológico Geominero de España y la Excma. Diputación Provincial de Castellón en los últimos años. Estos se referencian en el apartado de bibliografía y llevan el título genérico de "Garantía de abastecimiento a núcleos urbanos".

Cuando se tengan los resultados de los sondeos de investigación propuestos en este estudio, así como los que va a realizar la Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes, ubicados en la zona donde se efectuó la simulación número 7, será el momento adecuado para validar el modelo matemático en régimen transitorio con los datos reales obtenidos y no con hipótesis, que es como se ha efectuado el modelo actual.

Con objeto de obtener una serie larga de datos de piezometría y calidad en el sector estudiado del Subsistema Acuífero de Javalambre, que permita la validación y mejora en su caso del modelo matemático de simulación para esta zona, se propone la red de piezometría adjunta constituida por 35 pozos y sondeos ya existentes y que viene reflejada en el plano nº 2 , a los que se incorporarán los de nueva construcción.

RED DE PIEZOMETRÍA PROPUESTA

2924-2-0015	2924-8-0021	3024-5-0029	3024-7-0011
2924-2-0013	2924-8-0024	3024-5-0031	3024-7-0042
2924-3-0012	2924-8-0027	3024-5-0032	3024-7-0046
2924-4-0018	2924-4-0063	3024-5-0040	3025-1-0084
2924-6-0007	2924-4-0104	3024-5-0041	3025-1-0085
2924-7-0008	2924-4-0105	3024-6-0006	3025-1-0086
2924-7-0010	3024-5-0011	3024-6-0043	3025-2-0040
2924-7-0011	3024-5-0014	3024-6-0057	3025-2-0045
2924-8-0020	3024-5-0025	3024-6-0060	

La distribución de los puntos de esta red ha venido determinada por la existencia y situación real de los mismos y la posibilidad de su utilización para este fin. Así en el sector occidental existen muy pocos puntos útiles debido a la complicada orografía, mientras que en el borde oriental próximo a la Plana de Castellón la densidad de puntos es mayor.

Las medidas de piezometría se realizarán mensualmente durante un período lo suficientemente largo para obtener una serie significativa.

Igualmente se realizarán análisis químicos sobre muestras tomadas en estos puntos semestralmente, para hacer un seguimiento de la evolución de la calidad de las aguas subterráneas en el acuífero estudiado.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ITGE-DPC. "Proyecto para la evaluación de la garantía de abastecimiento a núcleos urbanos con aguas subterráneas a la provincia de Castellón. 1ª fase". Año 1990
- ITGE-DPC. "Evaluación de la garantía de abastecimiento a núcleos urbanos con agua subterránea en la provincia de Castellón. Subsistema de Javalambre. 2ª fase". Año 1992
- ITGE-DPC. "Campaña geofísica mediante S.E.V. en Alcora (Castellón)". Año 1993.
- ITGE-DPC. "Evaluación de la garantía de abastecimiento a núcleos urbanos con agua subterránea en la provincia de Castellón. Subsistemas acuíferos de Onda, Medio Palancia y Sierra del Espadán". Año 1995.
- ITGE. "Garantía de abastecimiento a núcleos urbanos con los acuíferos de Javalambre y Ahín-Villavieja. Aplicaciones numéricas". Año 1997

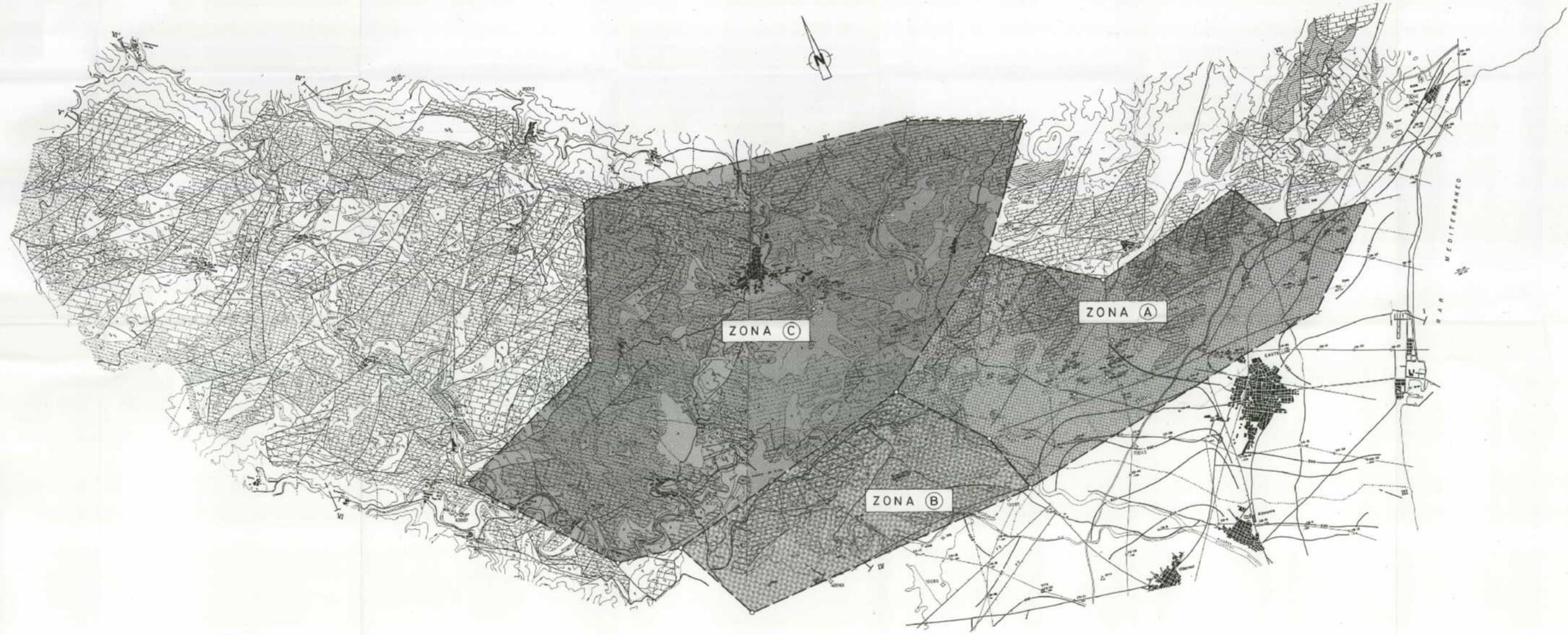
LEGENDA

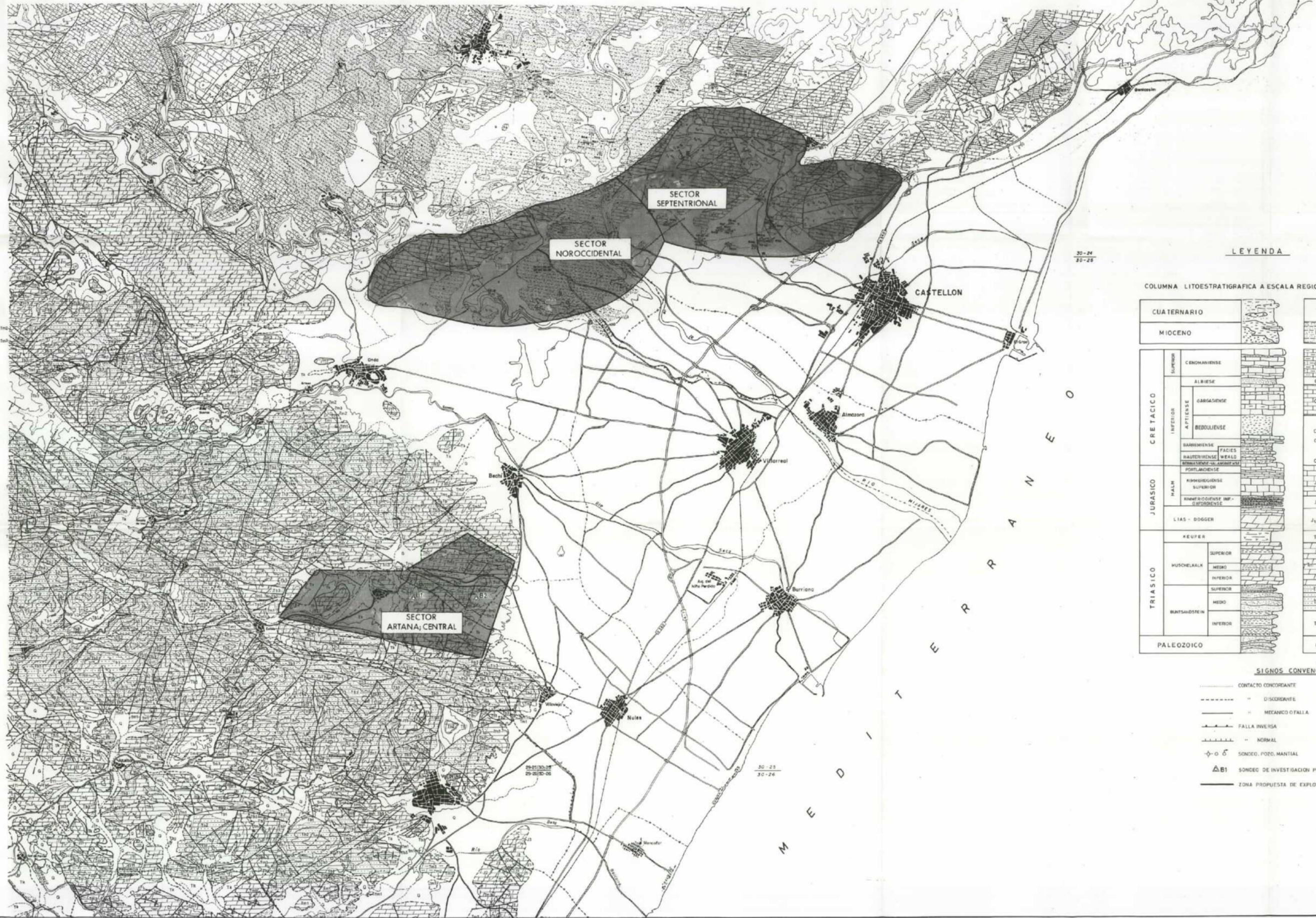
COLUMNA LITOSTRATIGRAFICA A ESCALA REGIONAL (SINTESIS)

CUATERNARIO		Q	Depositos, brechas y arcillas
MIOCENO		M	Mezcla arcillosa, arcillas y conglomerados
CRETACICO	ALBUFENSA	Ca	Talud con litologías margas y arenitas o calizas
	ALBIS	Cs	Arenas, arenillas, margas y calizas arenosas
	SARAGURO	Ct	Talud con litologías de calizas arenosas y margas
	BOGOTAVE	Cu	Mezcla arenosa y margas y calizas arenosas
	BARBERANA	Cv	Talud arenoso y margas y calizas arenosas
JURASICO	LIAS - BOGOTAVE	JL	Depositos de lias arenosa y margas y calizas arenosas
	LIAS - BOGOTAVE	JL2	Depositos de lias arenosa y margas y calizas arenosas
	LIAS - BOGOTAVE	JL3	Depositos de lias arenosa y margas y calizas arenosas
TRIASICO	REUPER	T1	arcillas, limas, margas y calizas arenosas
	REUPER	T2	arcillas, limas y margas
	REUPER	T3	Mezcla de arcillas y calizas
	REUPER	T4	Depositos arenosos margas y calizas arenosas
PALEOZOICO	PALEOZOICO	P	arcillas y arenitas conglomerados
	PALEOZOICO	P	arenitas, granitos, gneiss y cuarcitas

SIGNOS CONVENCIONALES

- CONJUNTO CONCORDANTE
- - - - - DISCORDANTE
- FIDUCIARIA
- FALLA NORMAL
- FALLA REVERSA
- NORMAL
- REVERSA
- PUNTO DE LA RED PIEZOMETRICA PROPUESTA
- ZONA DE RESERVA DE AGUA SUBTERRANEA PROPUESTA
- ANTICLINAL
- SACINAL





ESCALA: 1/50.000

LEYENDA

COLUMNA LITOESTRATIGRAFICA A ESCALA REGIONAL (SINTESIS)

CUATERNARIO	Q	Conglomerados, brechas, limas y arcillas		
	M	Margas, arcillas, arcillas y conglomerados		
MIOCENO	CENOMANIENSE SUPERIOR	Calizas con intercalaciones margosas y arenosas o marga		
	ALBIENSE	Arenas, arenillas, margas y calizas arenosas		
	Gargasense	Cg	Calizas con intercalaciones de calizas arenosas raras o faldas	
		Cg	Calizas con "Trescañas"	
	BEDOULENSE	C3	Margas, calizas arenosas y margositas. Arenillas y Pliocenas	
		C2	Calizas biotíticas y dolomas con intercalaciones margosas	
	CRETACICO	BARRIEMENSE	C1	Arenas, arenillas, margas y calizas arenosas
			C1	Calizas grises, bien estratificadas en bancas de 10m y arriba, con gasterópodos y abundantes restos biotíticos.
		HAUTERIVENSE	J4	Calizas azules grises con ribetes azules.
			J4	Aglomeración de bancas calizas inferiores a 10m y arcillas grises sobre Bedoule de cima.
MALM		J4.3	Dolomas negras margosas, coníferas y dolomas bronceas solo margas en la base.	
	J4	Calizas azules grises con ribetes azules.		
JURASICO	LIAS - DOGGER	J4	Arenillas, limas, margas y dolomas tabeadas.	
	KEUPER	T4	Calizas de limas y margas	
MURCHELKALK		T4	Margas y arcillas con yesos	
	BUNTSANDSTEIN	T4	Dolomas y calizas dolomíticas	
T4		Argilitas y arenosas.		
T4	Arenillas.			
T4	Argilitas y arenosas. Conglomerado basal.			
PALEOZOICO	P1	Granitos, pizarras, argilitas y arenillas.		

SIGNOS CONVENCIONALES

- CONTACTO CONCORDANTE
- - - DISCORDANTE
- MECANICO O FALLA
- FALLA INVERSA
- NORMAL
- SONDEO, POZO, MANTIAL
- △ B1 SONDEO DE INVESTIGACION PROPUESTO
- ZONA PROPUESTA DE EXPLOTACION Y/O RESERVA DE AGUA SUBTERRANEA
- ANTICLINAL
- SINCLINAL