

**INFORME COMPLEMENTARIO DEL  
MAPA GEOLÓGICO DE HUESCA.**

**HIDROGEOLOGÍA DE LA HOJA DE  
HUESCA (29-12). 286**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA**  
**Oficina de Zaragoza**

**EDUARDO ANTONIO GARRIDO SCHNEIDER**  
**Abril 1.995**



<b>1. INDICE</b>	
<b>2. RESUMEN</b>	<b>3</b>
2.1. Climatología	3
2.2. Hidrología	3
2.3. Características hidrogeológicas	5
2.3.1. Sistema Hidrogeológico Terciario Continental	5
2.3.2. Sistema Hidrogeológico Pliocuaternalio	6
<b>3. CLIMATOLOGÍA</b>	<b>9</b>
3.1. ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO	10
3.2. ANÁLISIS TÉRMICO	11
3.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	12
3.4. LLUVIA ÚTIL	13
3.5. ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA	14
<b>4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL</b>	<b>15</b>
4.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS	15
4.2. RED FORONÓMICA. RÉGIMEN DE CAUDALES	16
4.3. REGULACIÓN DE CAUDALES. INFRAESTRUCTURA	18
4.4. CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	19
4.5. ZONAS DE REGADÍO	21
<b>5. HIDROGEOLOGÍA</b>	<b>24</b>
5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES	24
5.2. SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL	25

5.2.1. Características geológicas e hidrogeológicas . . . . .	25
5.2.2. Definición de acuíferos . . . . .	27
5.2.3. Parámetros hidrogeológicos . . . . .	27
5.2.4. Inventario de puntos de agua. Usos del agua . . . . .	30
5.2.5. Características químicas del agua subterránea . . . . .	32
 5.3. SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO . . . . .	 32
5.3.1. Acuíferos en Glacis y Terrazas . . . . .	32
5.3.2. Acuíferos Aluviales: Terrazas y Glacis de los ríos Guatizalema y Botella . . . . .	35
5.3.3. Acuíferos Pliocuaternarios indiferenciados. Unidad Hidrogeológica nº 54: Hoya de Huesca . . . . .	38
5.3.4. Características químicas del agua subterránea . . . . .	42
 5.5. OTROS MATERIALES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO . . . . .	 43
 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	 44

# HOJA DE HUESCA

## LEYENDA HIDROGEOLOGICA

EDAD	TIPO DE PERMEABILIDAD	GRADO DE PERMEABILIDAD			
		ALTA	MEDIA	BAJA	IMP.
CUATERNARIO	POROSIDAD INTERGRANULAR	A1	A2		
TERCIARIO	POROSIDAD INTERGRANULAR			C1	C2

### A: PERMEABILIDAD POR POROSIDAD INTERGRANULAR.

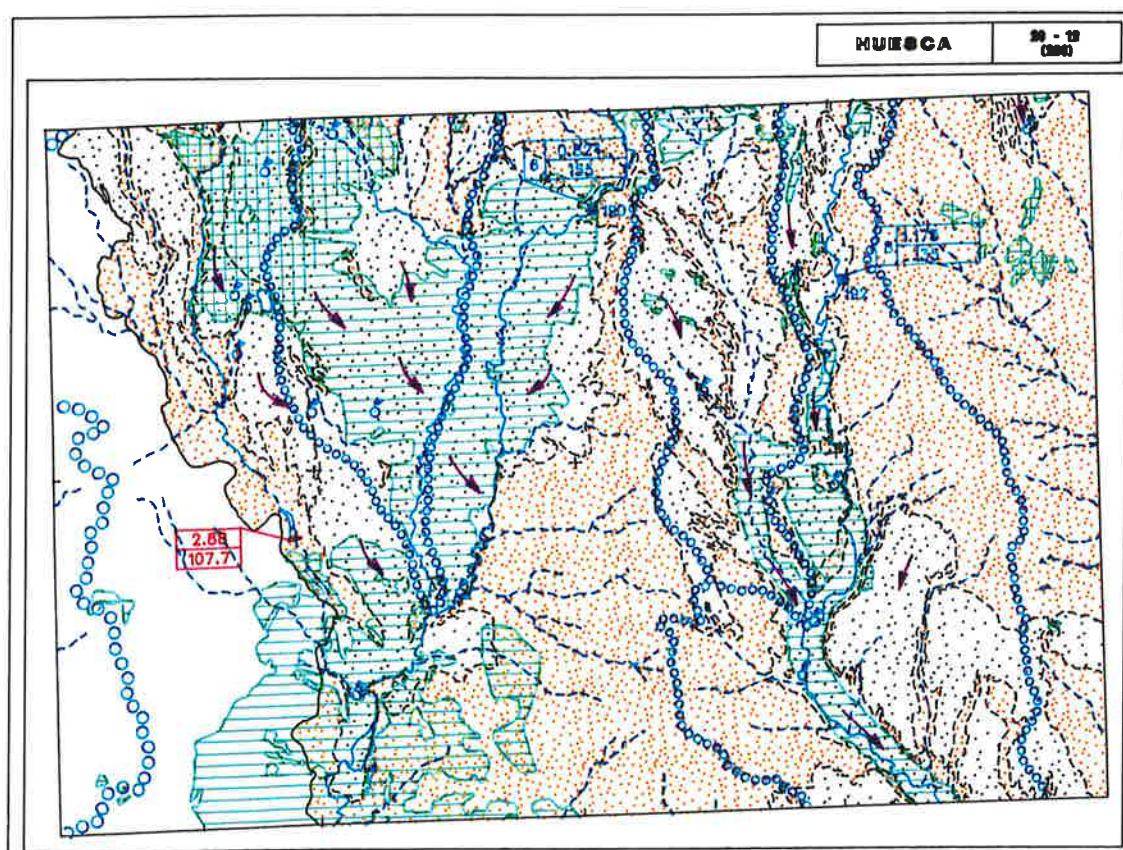
A<sub>1</sub>: Formaciones generalmente extensas, muy permeables y productivas.

A<sub>2</sub>: Formaciones extensas, discontinuas y locales de permeabilidad y producción moderadas. (No excluyen la presencia en profundidad de otras formaciones más productivas).

### C: FORMACIONES DE BAJA PERMEABILIDAD O IMPERMEABLES.

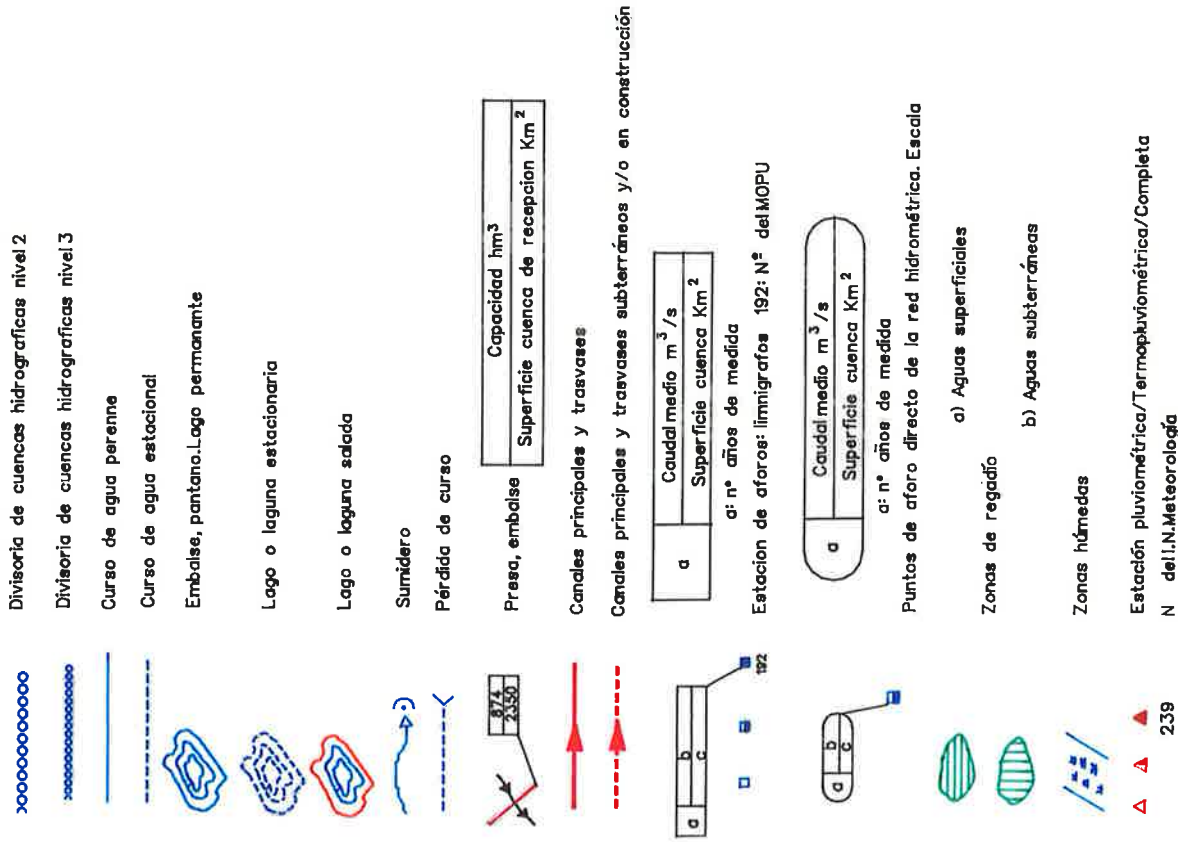
C<sub>1</sub>: Formaciones generalmente extensas, en general de baja permeabilidad que pueden albergar en profundidad a otras de mayor permeabilidad y productividad, incluso de interés regional.

C<sub>2</sub>: Formaciones generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad, que pueden albergar a acuíferos superficiales por alteración o fisuración, en general poco extensos y de baja productividad, aunque pueden tener localmente gran interés.

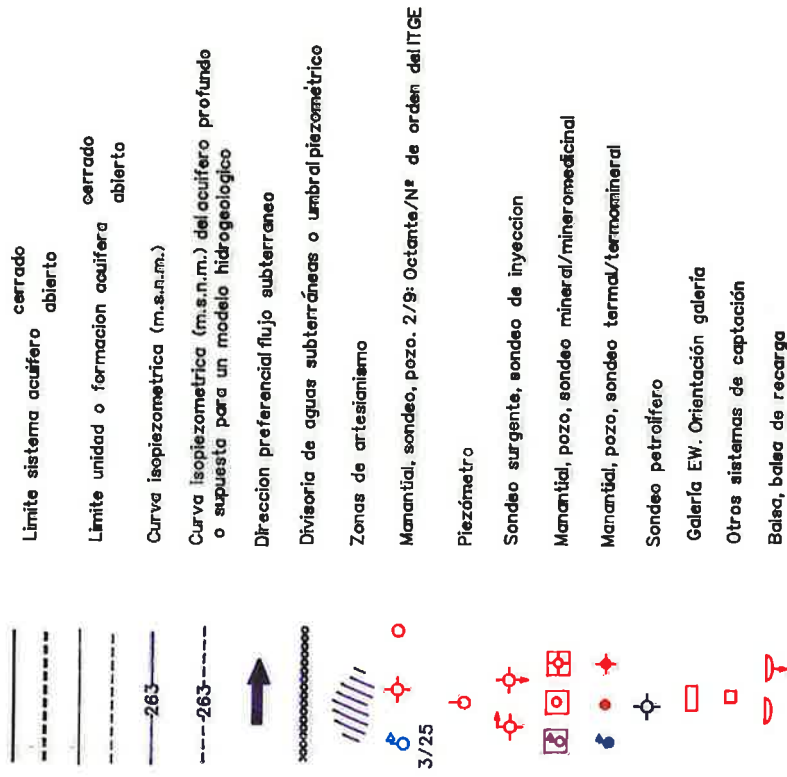


ESQUEMA HIDROGEOLOGICO E. 1: 200.000

# HIDROLOGIA - METEOROLOGIA



# HIDROGEOLOGIA



## **2. RESUMEN**

### **2.1. Climatología.**

En la Hoja de Huesca se localizan un total de 13 estaciones meteorológicas, 6 pluviométricas, 6 termopluviométricas y una completa. Las precipitaciones medias oscilan entre los 444 y los 632 mm, aumentando hacia el N. La temperatura media es del orden de 13-14 °C, con incremento generalizado hacia el S. El clima dominante según la Clasificación Agroclimática de Papadakis es por tanto del tipo mediterráneo seco, en el que los regímenes térmicos de verano muestran ligeras diferencias entre los sectores meridionales y septentrionales.

La evapotranspiración (ETP) media según Thornthwaite varía entre los 700-750 mm; FACI (1.991, 1.992) calcula valores de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) muy superiores y del orden de 1.165 mm. Con los valores anteriores el porcentaje de lluvia útil respecto de la precipitación oscila entre el 18 y el 36% según las condiciones de almacenamiento de agua en el suelo.

### **2.2. Hidrología.**

Dos son los grandes ríos que atraviesan la Sierra de Guara en este sector: Flumen y Guatizalema. El primero circula de N a S por el centro de la Hoja con más de 240 km<sup>2</sup> de cuenca; de todos los que se citan es el que muestra mayor incisión o encajamiento. Los principales afluentes proceden de su margen derecha: Isuela, con 46 km<sup>2</sup> de superficie, y el Barranco de Valdabra. El Guatizalema discurre por la mitad oriental sobre una cuenca de casi 100 km<sup>2</sup> de extensión en esta Hoja; recibe los aportes del río Botella, también por su margen derecha, del que se incluyen algo más de 47 km<sup>2</sup> de su cuenca receptora.

Además, el extremo oriental incluye 61 km<sup>2</sup> de la cuenca del Alcanadre por los que circulan algunos cursos estacionales de escasa importancia. En el extremo contrario,

culminando los relieves de la Sierra de la Galocha, se sitúa la divisoria de aguas con la cuenca del río Sotón.

El régimen fluvial de todos estos ríos es típicamente prepirenaico o pluvial mediterráneo, muy irregular en sus aportaciones interanuales y mensuales, debidas tanto al régimen de precipitaciones como a la escasa capacidad de regulación de las cuencas. Las aportaciones medias anuales de los principales ríos en su régimen actual están muy influenciadas por la construcción de varios embalses aguas más arriba y por los excedentes de riego, lo que permite contrastar notables diferencias entre estos volúmenes y las aportaciones restituidas al régimen natural.

Existen dos estaciones de aforo, E. A. nº 190: Flumen en Quicena y E. A. nº 192: Guatizalema en Siétamo, para las que la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE, 1.993) obtiene 47,2 y 50,2 hm<sup>3</sup>/año respectivamente de aportación media restituida.

Las obras de regulación de caudales más importantes son las correspondientes al Plan de Riegos del Alto Aragón que se manifiesta en el cuadrante suroccidental por los canales del Cinca y Flumen y el pequeño embalse de Valdabra, de 3 hm<sup>3</sup> de capacidad, con los que se aseguran el regadío de más de 4.100 ha tan sólo en esta Hoja. Otras obras son las numerosas acequias y derivaciones menores para el suministro de caudales a cerca de 8.600 ha de regadío tradicional en el sector de la Hoya de Huesca si bien, de carácter deficitario.

El regadío con uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas alcanza cerca de 2.000 ha que tienen como principal fuente de suministro los manantiales que pueden llegar hasta los 30 l/s: Miquera (2912.1002), Fuente de los Santos (2912.1004), Cuarte (2912.1007), Siétamo (2912.3001) y Ola (2912.3002).



## **2.3. Características hidrogeológicas.**

### **2.3.1. Sistema Hidrogeológico del Terciario Continental.**

Ocupa toda la serie de materiales detríticos oligo-miocenos de carácter continental que son aflorantes o se sitúan bajo los depósitos pliocuaternarios. En función de criterios sedimentológicos se asignan características acuíferas al conjunto de facies en las que predominan litologías conglomeráticas o de areniscas propias de ambientes proximales o medios de abanicos aluviales, mientras que las facies lutíticas y/o evaporíticas de ambientes distales configuran unidades con comportamiento impermeable en su conjunto, como las cartografiadas en el extremo occidental. Los materiales que aquí se consideran como acuíferos pertenecen al denominado *Subsistema Hidrogeológico Huesca*.

Constituye un potente acuífero detrítico del tipo multicapa, de baja-muy baja permeabilidad por porosidad intergranular (índice  $C_1$ ) y transmisividad del orden de 100 m<sup>2</sup>/día. La elevada anisotropía vertical propicia la existencia de numerosos niveles colgados de carácter libre, que drenan por encima de la red hidrográfica, y de otros niveles confinados cuyo drenaje se produce a través de formaciones cuaternarias asociadas o directamente a los ríos.

Se han contabilizado un total de 42 puntos acuíferos en esta Hoja, de los que 19 son surgencias con caudales que rara vez superan el litro por segundo y 15 son sondeos con una profundidad media de 61 m.

En general, el Sistema Terciario Continental se caracteriza por poseer aguas de tipo muy diverso difícilmente encuadrables en una clase única en especial cuando se mezclan con otras de los acuíferos pliocuaternarios. Las manifestaciones asociadas en esta Hoja muestran una facies en la que domina el tipo bicarbonatado sódico o sulfatado cálcico-sódico, de mineralización ligera o notable y dureza que oscila entre duras o muy blandas.

### 2.3.3. Sistema Hidrogeológico Pliocuaternalario.

En general, al S de las Sierras Exteriores se cartografía un conjunto de depósitos pliocuaternalarios de glacia y terrazas, con diverso grado de conexión y gran desarrollo por todo el Somontano que se agrupan bajo tres denominaciones genéricas: *Acuíferos en glacia y terrazas*, *Acuíferos aluviales* y *Acuíferos pliocuaternalarios indiferenciados*.

Se definen como acuíferos en conglomerados, gravas, arenas y limos, libres, de permeabilidad media-alta por porosidad intergranular (índices  $A_1$  y  $A_2$ ), extensos y locales, de elevada producción, nivel freático subsuperficial y potencias inferiores a 8 m que, en ocasiones, alcanzan la treintena. Pueden estar desconectados de la red fluvial, caso de los glacia, completamente conectados en los acuíferos aluviales o en conexión diversa en el caso de acuíferos indiferenciados lo que determina una muy diferente capacidad de regulación.

Sobre la Hoja de Huesca se distinguen los siguientes acuíferos:

Acuíferos en glacia y terrazas: *Glacia de Ibieca*, *Glacia de Siétamo*, *Glacia de Ola*, *Glacia EL Bodeguero Sabardilla* y *Plana de Huerto-Usón*. En conjunto se extienden por más de 95 km<sup>2</sup> para los que el volumen de recarga media anual es tan sólo de 12 hm<sup>3</sup>. Las surgencias más destacadas aparecen relacionadas con los tres primeros: Fuente de Ibieca (2911.8003), la Paúl de Siétamo (2912.3001) y el manantial de Ola (2912.3002), con caudales que pueden alcanzar los 25 l/s.

Acuíferos aluviales: *Terrazas y Glacia de los Ríos Guatizalema y Botella*. Supera los 49 km<sup>2</sup> de extensión para los que se evalúan unas entradas próximas a los 8 hm<sup>3</sup> anuales. La principal descarga (unos 6 hm<sup>3</sup>) se genera en el propia cauce, aunque existen algunas surgencias importantes como las fuentes de Los Canales (2911.7002), de 10 l/s, y las de Los Terreros (2911.7003) y Fañanás (2911.7011).

Acuíferos pliocuaternalarios indiferenciados: destacan las terrazas y glacia de los ríos Isuela y Flumen (SÁNCHEZ NAVARRO, J., 1.988) definidas con posterioridad en la *Unidad Hidrogeológica n° 54: Hoya de Huesca* (C.H.E., 1.993).

Alcanza una extensión de más de 161 km<sup>2</sup>, de los que cerca de 114 se localizan en esta Hoja hasta el núcleo de Sangarrén. Tanto la potencia del depósito como los espesores saturados son irregulares, oscilando desde los escasos metros hasta cerca de 8 m; transmisividad de 25 a 150 m<sup>2</sup>/día y permeabilidad entre 25 y 200 m/día. Un balance aproximado evalúa las entradas en 23-25 hm<sup>3</sup>/año frente a unas salidas reguladas próximas a 8 hm<sup>3</sup>/año. Las surgencias más significativas son de dos tipos: *ibones*, como los de La Pesquera (2911.5003) y Miquera (2912.1002), y *paúles*, relacionadas con flujos del substrato terciario como las de Estiche (2912.2015) y Torre Colasa (2912.2006).

Las surgencias relacionadas con los acuíferos pliocuaternarios pueden agruparse en dos facies diferentes según su composición química. Surgencias de ibones, de acuíferos en glaciares y terrazas y de acuíferos aluviales: son aguas bicarbonatadas cálcicas, con dureza media y mineralización por lo general ligera o media. Surgencias de paúles, asociadas a flujos del terciario continental: son aguas con características hidroquímicas similares a las de este último acuífero, difícilmente encuadrables en una facies única aunque dominen las bicarbonatadas cálcicas-magnésicas-sódicas y las sulfatadas-bicarbonatadas cálcico-sódicas. Pueden llegar a ser aguas duras y de notable mineralización.

Tabla 2.1. CUADRO RESUMEN DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Hoja de HUESCA (286) 29-12

		OCTANTES										TOTAL	
		1	2	3	4	5	6	7	8				
N A T U R A L E Z A	Manantiales	13	9	4	8	-	6	11	5				56
	Pozos	8	20	13	1	-	2	1	-				45
	Sondeos	3	4	5	1	-	1	-	1				15
	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-				-
	Total	24	33	22	10	-	9	12	6				116
U S O	Abastecimiento	8	14	6	1	-	2	5	2				38
	Regadío	12	9	8	7	-	2	4	-				42
	Ganadería	3	3	4	1	-	-	-	-				11
	Otros	1	2	-	1	-	3	2	-				9
	Sin uso	-	3	1	-	-	2	1	4				11
	Industria	-	2	3	-	-	-	-	-				5
	Caudal Medio l/s (manantiales)	6,6	2	7,3	6,2	-	1,5	1,5	0,6				
	Prof. M. Sondeos	39	54	91	22	-	100	-	-				
	Prof. M. Pozos	6,7	8,3	7	5	-	6	30	-				
	Bombeos Estimados (Dm³/año)	300	400	118	100	-	157	-	63				1.138

### 3. CLIMATOLOGÍA

Para el ámbito geográfico de la hoja de Huesca se dispone de un total de trece estaciones meteorológicas pluviométricas, de las que siete son también termométricas; en una se toman además registros de diversos factores climatológicos, por lo que es considerada completa. Algunas estaciones son de reciente instalación, motivo por el cual carecen de un período de años suficiente como para obtener medias representativas. Las características de las estaciones, tanto históricas como en funcionamiento en la actualidad así como de las series de datos disponibles para cada una de ellas quedan reflejadas en el siguiente cuadro resumen:

Nº	NOMBRE	COORDENADAS UTM			TIPO	PERÍODO		MEDIAS	
		X	Y	Z		P	T	P(mm)	T(°C)
98890	SIÉTAMO "D.G.A."	724851	4667720	560	PT				
9898	HUESCA "MONFLORITE"	721174	4662571	542	C	51-86	51-86	599 *	13,2 *
9901	HUESCA "SAN LUIS"	714525	4667923	488	PT	49-54	50-54	476	
9901A	HUESCA "MAGISTERIO"	713865	4668459	470	PT	41-60	41-60	530	13,9 *
9901B	HUESCA "OBRAS PÚBLICAS"	712207	4668594	475	P	65-86		632	
9901C	HUESCA "SAN LORENZO"	714525	4667923	488	PT	65-71	65-72	582	12,7 *
9901D	HUESCA "GRANJA"	713835	4669477	475	PT				
9901E	HUESCA "SILO"	713885	4667811	458	P	77-86		504	
9901I	HUESCA "PEBREDO"	711318	4663499	450	P				
9902	LAS CASAS "CASTILLO POMPIÉN"	714694	4662371	408	P	54-58		444	
1124	HUESCA "CENTRO MUN. DEP."	715352	4668690	463	P				
1288	HUESCA "POLITÉCNICA"	710959	4665747	450	PT				
1289	HUESCA "SAN JORGE"	713206	4668223	468	P				

Tabla 3.1. P: Estación pluviométrica; T: estación termométrica; C: estación completa; (\*) valores obtenidos a partir de medias mensuales de la propia estación. Fuente: C.H.E., I.N.M.

Como se puede observar, existe un número de estaciones elevado para los dos tipos más comunes, si bien su distribución para el ámbito de la Hoja no es uniforme ya que, la gran mayoría de ellas se concentra en los alrededores de Huesca capital en detrimento de la mitad meridional, que carece de ellas.



Si se considera además el número de años que llevan en funcionamiento se constata que en general, los períodos de funcionamiento son cortos y con escasos años completos. Destacan por su importancia solamente dos observatorios entre todos: la estación completa de Huesca "Monflorite" (9898), con datos de precipitación y temperatura desde el año 1.951, y la de Huesca "Obras Públicas" (9901B), con datos de precipitación desde el año 1.965 (20 años completos).

Con todo, los valores medios que se exponen son el resultado del análisis y relleno de las series a partir de correlaciones hechas con estaciones próximas. Sin embargo, en ciertas ocasiones, no se ha podido disponer de este valor, bien por no haber suficientes años completos o por no haber llegado a un coeficiente de correlación aceptable; en estos casos, o en los que se carecía de esta información, el valor incluido en el cuadro resumen es el correspondiente al valor medio anual de los datos originales para la propia estación completados con sus mismas medias mensuales. Las tablas de datos que se ofrecen en el anexo de climatología corresponden a esta última situación.

### **3.1. ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO.**

En el mapa climatológico (Mapa 3.1.) se puede observar cómo la Hoja de Huesca queda atravesada según una diagonal NE-SW por la isoyeta media anual de 500 mm diferenciando dos sectores, uno por encima de esta isolínea en el que la precipitación llega hasta los casi 600 mm, tan sólo superados en alguna estación y en el que se incluye la mayor parte de los observatorios de la Hoja, y otro por debajo de ella en el los registros oscilan entre los 400 y 500 mm de media.

La precipitación media anual de la Hoja es de unos 530 mm, siendo el observatorio con mayor registro el de Huesca "Obras Públicas" (9901B), con 632 mm de media para 20 años completos de una serie de 22; le sigue en importancia los 599 mm de Huesca "Monflorite" (9898). Por el contrario, el observatorio más seco es el de Las Casas "Castillo de Pompién", con 444 mm de media correlacionada a partir de una serie de cinco años.

Para el análisis de la distribución de las precipitaciones a lo largo del año se han consultado los datos originales de cada estación, expuestos en el anexo de climatología y con los que se han confeccionado las gráficas correspondientes. Se observan en todas las estaciones dos máximos anuales, uno en primavera (generalmente en Mayo) con valores que oscilan entre los 50 y 67 mm, y un segundo máximo en los meses de otoño comprendido entre los 51 y 71 mm. En ocasiones pueden registrarse puntas aisladas de máximos veraniegos que son debidos a episodios convectivos y tormentosos propios de este período del año.

Esta última característica de las precipitaciones contrasta con el hecho de que los mínimos mensuales medios se registren casi siempre durante la etapa estival en vez de en el invierno, con valores próximos a los 18-25 mm, debido a una ligera influencia de vientos húmedos de procedencia atlántica que permiten algo más de precipitación durante los meses fríos (GARCÍA-RUIZ et al., 1.985).

### **3.2. ANÁLISIS TÉRMICO.**

A partir del mapa climatológico adjunto (Mapa 3.1.) se observa cómo la Hoja de Huesca queda incluida en su totalidad en un sector limitado por las isotermas de 13 y 14 °C, en el que las temperaturas aumentarían hacia su parte más meridional.

La estación más representativa es la de Huesca "Monflorite" (9898) para la que se registra una temperatura media anual de 13,2 °C en una serie de 33 años; le sigue en importancia Huesca "Magisterio", con 13,9 °C de media anual en una serie de 12 años de los que tan sólo 6 son completos.

La estacionalidad de las temperaturas es más marcada que la observada en el caso de las precipitaciones, al contar simplemente con un máximo veraniego en el mes de Julio (23,1 °C) y un mínimo invernal (4,8 °C) en Enero como mes más frío del año.

Un aspecto singular en la región lo constituye el elevado número de días al año en los que la niebla hace presencia, preferiblemente en aquellas situaciones anticiclónicas



invernales y que están favorecidas por las inversiones térmicas generadas en las zonas más deprimidas de la orografía.

### 3.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL.

Para el cálculo del agua que es devuelta a la atmósfera, tanto por evaporación directa como por la transpiración de las plantas, se ha empleado el método de Thornthwaite para la serie de años coincidentes en las tres estaciones termopluviométrica con datos disponibles y cuyos resultados quedan incluidos en el anexo de climatología correspondiente.

El principal problema que se deriva del cálculo de la ETP por este método radica en la obtención de resultados que pueden ser más bajos de los realmente existentes, hecho que adquiere especial importancia en zonas áridas y semiáridas. Un cálculo basado en otros métodos, como el de Penman o el de Blaney-Criddle, proporcionaría valores más ajustados a los reales pero, dado que requieren información sobre variables atmosféricas y/o agronómicas que no siempre son fáciles de conseguir o no son registradas por los observatorios, se justifica el cálculo empírico de la fórmula de Thornthwaite.

En términos generales, la Hoja de Huesca queda emplazada entre las isolíneas de ETP media anual de 700 y 800 mm (C.H.E., 1.988), aumentando hacia su parte más meridional; la isolínea de 750 mm puede acotar más este espacio al atravesar por el cuadrante inferior derecho y dejar la práctica totalidad de las estaciones meteorológicas dentro del campo de ETP de 700-750 mm.

La ETP media anual de la estación más representativa -Huesca "Monflorite" (9898)- para el período 55-87 es de 744 mm. En ella se observa también una marcada estacionalidad a lo largo del año, con un máximo veraniego de 142 mm en Julio y un mínimo invernal de 10 mm en Enero. FACI (1.991, 1.992) calcula mediante el método FAO-USDA Blaney-Criddle valores de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) de 1.165,2 mm en la misma estación.

Esta situación descrita, unida al régimen anual de precipitaciones genera claros desequilibrios hídricos del agua almacenada en el suelo, de manera que existe un excedente generalmente desde finales del otoño hasta la primavera y un déficit en el resto del año que resulta más intenso en los meses de verano. La escasez de agua en el suelo puede estar compensada, en cierta manera, por el aporte que se realiza sobre los cultivos con el agua de riego que tiende a minimizar y paliar esta situación, aunque en determinados sectores de la Hoja sobre los que se centra esta actividad y que más adelante comentaremos.

### 3.4. LLUVIA ÚTIL.

El cálculo de la lluvia útil, necesario para la estimación de las aportaciones y de la infiltración subterránea, se ha realizado para tres estaciones termopluviométricas con los datos de precipitaciones diarias, evapotranspiración potencia y real. Los resultados obtenidos se recogen en el anexo de climatología y en ellos puede observarse que tan sólo dos estaciones son suficientemente representativas: Huesca "Monflorite" (9898) y Huesca "Magisterio" (9901A).

El balance de agua se ha calculado para tres supuestos de almacenamiento diferentes (30, 50 y 100 mm) con la finalidad de que puedan quedar incluidos en alguno de estos tres tipos de suelos todos aquellos que estén presentes en la Hoja de trabajo, independientemente de su naturaleza. Las series de datos generadas se incluyen también en el anexo de climatología correspondiente.

El porcentaje de lluvia útil respecto a la precipitación media calculada con los datos originales de los observatorios y para los distintos supuestos se recoge en la tabla 3.2. En todos los casos se ha partido de un estado de reserva inicial de agua en el suelo equivalente a la capacidad de campo, comprobando que no existen diferencias notables en la lluvia útil si se aplican reservas diferentes.

La descomposición de la lluvia útil en escorrentía superficial y subterránea no se ha podido estimar directamente con el método de balance utilizado por lo que la asignación de estos volúmenes se hará de forma global para la precipitación de un año medio, y en función

del tipo de terreno en cada situación particular, cuando se evalúen los balances hídricos de los acuíferos que más adelante se describen.

ESTACIÓN	C. CAMPO: 30 mm		C. CAMPO: 50 mm		C. CAMPO: 100 mm	
HUESCA "MONFLORITE" (9898)	192	32,0 %	171	28,5 %	121	20,1 %
HUESCA "MAGISTERIO" (9901A)	189	36,4 %	149	28,8 %	97	18,7 %

Tabla 3.2.: Lluvia útil y porcentaje de la precipitación en tres supuestos diferentes de capacidad de campo de agua en el suelo.

### 3.5. ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA.

Para la caracterización climática de la zona estudiada se ha seguido la clasificación de Papadakis, de tipo agroclimático, que considera los valores extremos de las temperaturas en vez de los valores medios mesuales y las precipitaciones medias mensuales, convirtiéndolos en regímenes térmicos (de invierno y de verano) y regímenes de humedad; de esta forma se puede definir de manera más concisa el tipo de cultivo que puede vegetar en cada clima.

El M.A.P.A. (1.979) establece dentro del "Atlas Agroclimático Nacional" las diferentes zonas agroclimáticas de Papadakis quedando la Hoja de Huesca incluida dentro de dos bandas paralelas con orientación aproximada E-W. En la banda septentrional, la más amplia, se incluyen todas las estaciones meteorológicas descritas con anterioridad, en la que se adquiere la siguiente caracterización:

**Régimen térmico:**    **Tipo de invierno:** avena fresco (av).  
                                   **Tipo de verano:** maíz (M).

**Régimen de humedad:** mediterráneo seco (Me).

Por el contrario, la franja meridional, con amplio desarrollo hacia el Sur y fuera de los límites de esta Hoja, posee una caracterización agroclimática semejante, diferenciada de la anterior únicamente en el tipo de verano:

**Régimen térmico:**    **Tipo de invierno:** avena fresco (av).  
                                   **Tipo de verano:** arroz (O).

## **4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.**

### **4.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS.**

Atendiendo a la clasificación decimal establecida por el M.O.P.U., todos los cursos de agua que circulan en la mayor parte de la Hoja de Huesca se incluyen en la cuenca de segundo orden encabezada por el río Segre y sus afluentes de tercer orden o inferior, como es el caso de los que aquí se describen. También una pequeña superficie de la cuenca del río Sotón, incluida en la del Gállego de segundo orden, tiene representación en la parte más occidental, con tan sólo 15,6 km<sup>2</sup> de los 395 km<sup>2</sup> totales.

Las cuencas hidrográficas más significativas que participan en esta Hoja, en las que además se sigue el cauce, son las de los ríos Isuela, Flumen, Guatizalema y Botella, todas ellas de orden inferior a la del Alcanadre, río del que son afluentes por la derecha; para todos ellos se observa una alineación N-S en los tramos considerados, tanto de cuencas como de cauces.

La cuenca que ocupa mayor extensión superficial es la del río Flumen con 240,5 km<sup>2</sup> s.s.; el cauce puede seguirse a lo largo de 21,9 km, entre las cotas 500 y 350 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). El mayor encajamiento del río se produce durante los primeros kilómetros, hasta el núcleo de Tierz; el desnivel calculado para todo el curso en esta Hoja es del 7,5 por mil. Entre los barrancos afluentes más importantes destaca el de Valdabra, por su margen derecha, de carácter permanente; otros barrancos de carácter estacional pueden tener alterado su régimen de circulación debido a la afección de los retornos de los regadíos.

El río Isuela se configura como un tributario del Flumen por su margen derecha, circulando dentro de la Hoja entre los 500 y 380 m.s.n.m. para desembocar en las proximidades del núcleo de Buñales tras haber atravesado la ciudad de Huesca. La superficie de cuenca aquí presente es de 46,6 km<sup>2</sup> frente a los 139 km<sup>2</sup> totales; su cauce se puede seguir a lo largo de 18,2 km durante los que salva un desnivel del 8,8 por mil.

El río Guatizalema se describe como el segundo en importancia que atraviesa esta Hoja con una cuenca receptora s.s. de 99,2 km<sup>2</sup>. Su encajamiento es mucho menor que el observado para el río Flumen y sobre cotas más elevadas que éste -entre los 550 y los 410 m.s.n.m.-. El cauce salva un desnivel próximo al 7,5 por mil a lo largo de los 26,6 km de recorrido observados en estos límites. Los barrancos adyacentes más importantes se localizan en la parte meridional de este tramo de cuenca, todos ellos de carácter estacional, entre los que destaca por su magnitud el de la Valle de Paúl.

El río Botella es tributario del anterior por su margen derecha, con una pequeña cuenca de tan sólo 72 km<sup>2</sup>, 47,3 de los cuales se incluyen dentro de nuestros límites. La longitud del cauce es aquí de 17,1 km situado también a una cota superior a la del río Flumen, entre los 560 y 450 m.s.n.m. hasta su desembocadura al Sur de Argavieso; el desnivel superado en este tramo es del 7,8 por mil. Dado que el caudal que circula es muy escaso o prácticamente nulo en períodos de estiaje se puede decir que su régimen es casi estacional. El único barranco importante que desemboca en este río aunque de régimen estacional, es el de Valmayor por su margen derecha.

Por el extremo oriental de la Hoja quedan incluidos 64,1 km<sup>2</sup> de la cuenca del Alcanadre orientados también de N a S. Por ellos no discurre el propio río ya que lo hace por la vecina Hoja de Barbastro, aunque sí son de destacar algunos barrancos tributarios al mismo, como son los de Fuente Umper, Río Rija y de la Sentif, que si bien son de carácter estacional suelen llevar agua durante gran parte del año.

#### **4.2. RED FORONÓMICA. RÉGIMEN DE CAUDALES.**

En el ámbito geográfico de la Hoja de Huesca el M.O.P.T.M.A. tiene instaladas dos estaciones de aforo sobre los ríos Flumen y Guatizalema; tanto el río Flumen como el Botella carecen de control hidrométrico en todo su recorrido. En el anexo de hidrometría se incluyen las series de datos correspondientes a las aportaciones restituidas al régimen natural desde el año hidrológico 40-41, obtenidas según modelos de precipitación escorrentía para Unidades Hidrológicas equivalentes, a partir de los años con datos disponibles (C.H.E., 1.993).

Estas cifras restituidas suponen por lo tanto valores medios superiores a los reales de la propia estación. La principal afección al régimen natural, y que es la causante de las menores aportaciones, se debe a la existencia en cabecera de los embalses de Cienfuens y Santa María de Belsué -para el río Flumen- y de Vadiello -para el río Guatzalema-. En segundo término hay que considerar las extracciones realizadas para riego mediante azudes en el cauce, y que son muy abundantes en los tramos considerados, constituyendo el regadío tradicional de la Hoya de Huesca.

La E.A. nº 190 corresponde al río Flumen a su paso por la localidad de Quicena, con una cuenca receptora de 155 km<sup>2</sup>; dispone de escala y limnógrafo, con series de datos que empiezan en el año 79 y que continúan hasta la actualidad. Las aportaciones medias según los datos originales quedan reflejadas en la tabla 4.1.

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
0,66	1,91	1,94	1,87	2,26	3,23	2,47	1,93	1,74	0,46	0,23	0,17	14,60

Tabla 4.1: Aportaciones medias (en hm<sup>3</sup>) de los aforos existentes en el período 40-41 a 85-86 en la E.A. nº 190: río Flumen en Quicena. Fuente: CHE.

Estas cifras contrastan con los valores restituidos en los que la aportación media anual es de 47,2 hm<sup>3</sup>, con valores anuales máximos de 100,8 hm<sup>3</sup> (año 59-60) y mínimos de 4,4 hm<sup>3</sup> (año 48-49). En lo que respecta a la variación mensual, los máximos se obtienen en el mes de Marzo, con 7 hm<sup>3</sup> de media al año, frente a los meses de verano que representan los valores mínimos, como en Agosto con 1,1 hm<sup>3</sup>/año.

La E.A. nº 192 corresponde al río Guatzalema a su paso por la localidad de Siétamo, con una cuenca receptora de 135 km<sup>2</sup>; dispone también de escala y limnógrafo, con series de datos que comienzan en el año 76 y que continúan hasta la actualidad. Las aportaciones medias según los datos originales quedan reflejadas en la tabla 4.2.

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
1,18	1,89	2,86	3,30	3,25	2,16	2,20	2,20	2,38	1,84	1,75	1,31	25,23

Tabla 4.2: Aportaciones medias (en hm<sup>3</sup>) de los aforos existentes en el período 40-41 a 85-86 en la E.A. nº 192: río Guatzalema en Siétamo. Fuente: CHE.

Según los valores restituidos, la aportación media anual es de 50,2 hm<sup>3</sup>, con valores anuales máximos de 88,6 hm<sup>3</sup> (año 61-62) y mínimos de 6 hm<sup>3</sup> (año 48-49). En lo que respecta a la variación media mensual los máximos se obtienen en los meses de Marzo, con 6,2 hm<sup>3</sup>, frente a los 0,8 hm<sup>3</sup> de mínima registrada en el verano (Julio); Febrero se presenta además con un mínimo secundario de carácter invernal.

Con referencia al régimen de caudales de cada río, GARCÍA RUIZ et al. (1.985) justifica en la irregularidad de las precipitaciones el tipo de régimen fluvial. La elevada variabilidad en cualquier mes del año es común a todos los ríos prepirenaicos debido, en gran parte, a la escasa capacidad reguladora de sus cuencas. Estos ríos son definidos como prepirenaicos o como pluviales mediterráneos con ligeras matizaciones continentales, que son las causantes de un aumento de las precipitaciones -generalmente de carácter tormentoso- durante los meses de verano, y que evitan la aparición de fuertes estiajes.

Para el resto de los ríos de la Hoja no se tienen datos de aforo periódico si bien puede decirse que el régimen de caudales observado en el Isuela suele estar muy afectado por las derivación de sus aguas para riego desde Nueno hasta la capital de manera que, en largos períodos del año transporta un escaso caudal o está seco. Sin embargo, desde que abandona la ciudad de Huesca es cuando se observa una recuperación gradual de su aportación debido a los retornos de riego, al vertido de aguas residuales y a la pérdida en la red de suministro. Además, la propia red subterránea de alcantarillado urbano puede contribuir también al drenaje permanente del acuífero, tal y como parece deducirse de la diferencia observada entre caudales suministrados-caudales vertidos por la ciudad, lo que se deduce en un aumento del caudal transportado por el río Isuela (CUCHI, J. et al., 1.994).

#### **4.3. REGULACIÓN DE CAUDALES. INFRAESTRUCTURA.**

Las principales obras de infraestructura hidráulica para la regulación de caudales que se localizan dentro de la Hoja de Huesca son las correspondientes al Plan de Riegos del Alto Aragón, con el Canal del Cinca y el Canal de Flumen. Además, un gran número de conducciones -acequias y desagües- se encuentran repartidas por extensas zonas, principalmente de las cuencas de los ríos Isuela, Flumen y Guatizalema, configurando los

riegos tradicionales de la denominada Hoya de Huesca. Estos canales han llevado consigo una profunda modificación del terreno y de la red de drenaje, ambas de carácter antrópico

El Canal del Cinca es la principal obra de conducción; cruza la Hoja por el cuadrante inferior izquierdo describiendo un arco a través de los términos de Sangarrén, Vicién, Huesca y Albero Bajo, además de Monflorite-Lascasas, Grañén y Piracés. Las aguas que transporta proceden del río Cinca, reguladas por los embalses de Mediano y EL Grado, en donde tiene origen la toma del Canal, que aporta un caudal de 70 m<sup>3</sup>/s (C.H.E., 1.988); las aguas sobrantes son vertidas en el Canal de Monegros, en las proximidades de Tardienta. Su longitud total es de 87,6 km, de los que 25,4 km transcurren dentro de los límites de esta Hoja. Sus aguas son destinadas tanto para regadío como para el abastecimiento de numerosas poblaciones. Dentro de su recorrido se encuentra el pequeño embalse de regulación de Valdabrá con una capacidad de 3 hm<sup>3</sup>.

El Canal del Flumen discurre casi paralelo al anterior, aunque sobre cotas más bajas. Atraviesa prácticamente también los mismos términos municipales por los que pasa el Canal del Cinca a excepción de Monflorite-Lascasas. Sus aguas proceden del Canal de Monegros, desviadas en Tardienta que, tras recorrer 59,2 km desaguan en el río Flumen cerca de Sariñena; la longitud en esta Hoja es de 21,4 km y el caudal transportado en cabecera es de 17 m<sup>3</sup>/s siendo destinado principalmente al regadío.

En el borde septentrional se cartografía la traza del Canal de Abastecimiento a Huesca. Esta obra, de 21 km de longitud, trasvasa aguas del río Guatizalema desde el embalse de Vadiello hasta los depósitos de Montearagón y, posteriormente, hasta los de Huesca capital. El caudal conducido es de 250 l/s, equivalente a 7,8 hm<sup>3</sup>/año, utilizados en el abastecimiento urbano a la ciudad de Huesca.

#### **4.4. CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES.**

De los cuatro cursos de agua importantes que atraviesan la hoja, dos poseen en algún tramo de su curso estaciones de control de calidad de aguas superficiales pertenecientes a la red COCA -ríos Isuela y Guatizalema-, aunque sólo una de ellas -la del río Isuela en



Pompenillo- se encuadre en esta Hoja. En estas estaciones se analizan un total de 23 variables del agua, de las que 9 son básicas y 14 complementarias, y se transforman matemáticamente en un índice ponderado denominado índice de calidad general (I.C.G.) que proporciona una idea orientativa y global de la calidad del agua. La C.H.E. (1.988), en la documentación básica presentada al Plan Hidrológico analiza los valores medios del período 1.980-85 y establece los I.C.G. por los que se define la calidad para los tramos de ríos de esta hoja.

En el río Isuela se localiza una estación en Pompenillo (nº 218), aguas abajo de Huesca. El registro obtenido en esta estación indica una calidad general inadmisibles (ICG < 60) con un valor medio en el período considerado de 37; el valor medio de la DBO<sub>5</sub> es de 194 y el de sólidos en suspensión de 204. Esta deficiente calidad es debida a las aguas residuales de Huesca, cuyo vertido supone la casi totalidad del caudal de este río a su paso por la estación. Hasta su entrada en la capital, y a pesar de que el caudal es muy reducido por el amplio aprovechamiento hidráulico para regadío, se le supone sin embargo una calidad general buena.

El río Flumen carece de estación de control, si bien se deduce que su calidad es buena hasta que recibe los aportes del Isuela, en donde adquiere el índice de calidad general de este último. Pero es probable que desde Quicena vaya empeorando paulatinamente su calidad por diversos vertidos procedentes de la periferia de Huesca.

El río Guatizalema posee una única estación (nº 32: Peralta de Alcofea) que aunque está aguas abajo, fuera de nuestros límites, define la calidad general para el tramo que estudiamos, en el que el ICG es considerado bueno (I.C.G. = 80-90), con un valor medio de 81; el registro medio de DBO<sub>5</sub> es de 3 ppm y el de sólidos en suspensión de 43 ppm.

El río Botella carece de estación de control de calidad, pero dado que confluye en el Guatizalema aguas arriba de su estación de control, sirve la descripción de su calidad en términos generales.

#### 4.5. ZONAS DE REGADÍO.

En la Hoja de estudio se diferencian dos sectores de regadío: Regadíos del Alto Aragón y los regadíos tradicionales de la comarca de la Hoya de Huesca, para los que en conjunto las hectáreas potenciales regadas suman 12.691.

Con el Plan de Riegos del Alto Aragón se ha transformado una extensa región del Somontano Oscense y de Monegros en tierras de cultivo gracias al agua aportada por los ríos Cinca y Gállego. De las inicialmente proyectadas 80.000 ha de regadío se cifran en la actualidad 42.150 ha ejecutadas, según el inventario de aprovechamientos (C.H.E., 1.993). La superficie potencial de regadío, en lo que concierne exclusivamente a esta Hoja, se extiende a un total aproximado de 4.126 ha, situadas al SW y bajo el dominio del Canal del Cinca y del Canal del Flumen. Los municipios afectados por este Plan son: Sangarrén, Vicién, Albero Bajo y parte de los de Grañén, Huesca y Monflorite-Lascasas.

El regadío tradicional se instala preferentemente en el resto de los municipios de la Hoja, especialmente en Huesca y en los bañados por los ríos Guatizalema, Flumen e Isuela. El conjunto de hectáreas potenciales contabilizadas para esta situación se sitúa cerca de las 8.600 de las que aproximadamente 1.700 ha pertenecen al Guatizalema. En ellas, por la limitada disponibilidad del recurso hídrico, el regadío dominante es para cultivos de cereal de invierno.

Varios sindicatos de riego se reparten caudales superficiales de estos ríos con volumen de concesión diferente según los casos; entre ellos destacan los siguientes:

Sindicato de Riegos del Pantano de Arguis (1.000 l/s).

Sindicato de riegos de Tierz (320 l/s).

Sindicato Bellestar-Monflorite, con las aguas sobrantes del anterior.

Sindicato de Lascasas.

Comunidad de riegos del Guatizalema (500 l/s)

El método de riego más empleado es el de aspersión para aquellos sectores dominados por los grandes Canales de riego mientras que, en el sector de la Hoya de Huesca se combina

con el riego tradicional "a manta", que todavía es habitual en huertas y en algunas grandes extensiones.

Para el cálculo de las dotaciones reales de agua aplicadas en la zona se ha consultado tanto el censo actualizado de cultivos de la Diputación General de Aragón (D.G.A., 1.990), en el que están catalogadas las superficies destinadas a cada tipo de cultivo por municipios, como un estudio preliminar sobre las dotaciones reales por tipos de cultivo que se manejan en las diferentes comarcas del Valle del Ebro (C.H.E., 1.993). A partir de unos municipios tipo en cada comarca se puede asignar el agua empleada en un supuesto riego "a manta", que es menor dependiendo del sistema de riego que utiliza el agricultor (80% en el riego por aspersión y 70% en el riego por goteo). La eficiencia del sistema de riego -es decir, el agua que es consumida realmente por el cultivo y, en consecuencia, los excedentes de riego generados- varía también en función del método empleado y que estimamos en el siguiente porcentaje:

Sistema tradicional "a manta": 60%; (40% de excedentes).

Riego por aspersión: 80%; (20% de excedentes).

Riego por goteo: 90%; (10% de excedentes).

Tanto las dotaciones como los porcentajes de excedentes señalados serán los que se utilicen en el cálculo del agua infiltrada en los distintos acuíferos.

La tabla 4.3. muestra los municipios en la Hoja de Huesca con mayor representación superficial para los que se diferencian, en cada uno de ellos, todas sus hectáreas de secano y de regadío en los distintos tipos de cultivos existentes, así como el total de las dotaciones reales medias en  $\text{hm}^3/\text{año}$  para una situación supuesta de riego "a manta". La dotación aplicada variará entre el 80-70% de la señalada si el sistema de riego utilizado es por aspersión o goteo respectivamente.

El regadío con aguas subterráneas es escaso y disperso por toda la zona, aunque las mayores extensiones se localizan en los núcleos de población cercanos a Huesca, en donde existe un relativo número de manantiales denominados "ibones". También las terrazas bajas de los principales cursos de agua son drenadas en ocasiones por manantiales de cierta

# HOJA DE HUESCA

## TIPOS DE CULTIVOS EN HA Y DOTACIONES DE REGADÍO

MUNICIPIO		CEREALES GRANO		LEGUMINOSAS GRANO		TUBERCULOS C. HUMANO		CULTIVOS INDUSTRIAL		PLANTAS ORNAMENTAL		CULTIVOS FORRAJEROS		HORTALIZAS		CITRICOS		FRUTALES		VINEDO		OLIVAR		OTROS LEÑOSOS		VIVEROS		TOTAL CULTIVOS		DOT. REGADIO ha3/año	
		SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.	SEC.	REG.		
Alberro Alto		1667	68	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	2	0	0	0	0	1675	98	0.66	
Alberro Bajo		670	871	0	0	0	0	0	200	0	0	0	15	0	1	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	679	1087	7.26	
Alcalá del Obispo		2705	580	0	0	0	10	25	0	0	0	570	95	0	15	0	0	60	3	20	0	0	0	0	0	0	0	3380	703	2.95	
Alerre		764	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	6	0	0	0	0	0	0	0	779	0	0.00	
Angüés		2415	0	0	0	0	5	18	0	0	0	323	0	0	5	0	0	100	0	190	0	10	0	0	0	0	0	3056	10	0.12	
Argavieso		460	244	0	0	0	5	0	17	0	0	20	5	0	4	0	0	6	2	3	0	1	0	0	0	0	0	490	277	1.81	
Blecua y Torres		2005	0	0	0	0	0	0	20	0	0	235	0	0	0	0	0	64	0	92	0	4	0	0	0	0	0	2420	0	0.00	
Chimillas		897	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	12	0	0	0	0	0	0	0	929	10	0.03	
Huesca		7182	2866	40	0	0	50	30	150	0	0	251	420	0	52	0	0	153	20	12	0	15	0	0	0	0	0	7683	3558	15.16	
Ibica		525	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	70	0	18	0	44	0	0	0	0	0	657	20	0.21	
Loporzano		4400	45	0	0	0	0	0	0	0	0	50	14	0	5	0	0	261	0	65	0	136	0	0	0	0	0	4912	64	0.31	
Monflorite-Lascasas		1359	1065	0	0	0	3	0	0	0	0	22	141	0	2	0	0	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1389	1211	4.73	
Novales		1363	232	0	0	0	5	0	25	0	0	0	12	0	22	0	0	26	0	8	0	6	0	0	0	0	0	1403	296	2.11	
Piracés		1106	152	0	0	0	2	0	10	0	0	0	25	0	3	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	1121	192	1.29	
Quicena		290	192	0	0	0	0	0	10	0	0	0	50	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	290	257	1.15	
Sangarrén		700	1620	20	0	0	4	0	60	0	0	0	297	0	2	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	720	1995	13.33	
Sesa		1870	90	0	0	0	10	71	167	0	0	0	13	0	24	0	0	23	0	5	0	3	0	0	0	0	0	1972	304	2.30	
Siétamo		2300	25	0	0	0	6	0	0	0	0	0	10	0	9	0	0	32	0	11	0	42	0	0	0	0	0	2385	50	0.42	
Tierz		132	246	0	0	0	2	0	25	0	0	0	81	0	1	0	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	139	355	2.53	
Vicién		720	389	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	720	424	2.84	
TOTAL MUNICIPIOS		33530	8700	60	0	0	102	164	694	0	0	1471	1208	0	166	0	0	843	41	453	0	278	0	0	0	0	0	36799	10911	59.20	

TABLA 4.3. Superficies de cultivos por municipios y dotaciones totales medias anuales para el regadío en los municipios representativos de la hoja de Huesca.

envergadura utilizados en este mismo fin. La superficie de suelo que es destinado exclusivamente a este uso es de difícil cuantificación, aunque se puede indicar que cerca de 2.000 hectáreas utilizan el uso mixto de aguas superficiales - aguas subterráneas.

Varios son los puntos del inventario empleados en la agricultura o en el uso mixto regadío-abastecimiento, entre los que destacan los siguientes: 2912.1002, 1004, 1007, 1012, 3001, 3002 y 4001, todos ellos con caudales que oscilan entre los 4 y los 30 l/s.

## 5. HIDROGEOLOGÍA.

### 5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

La serie litoestratigráfica de la Hoja de Huesca incluye materiales de diferentes permeabilidades y características hidrogeológicas pertenecientes al Mioceno y al Cuaternario. En función de condicionantes sedimentológicos se pueden diferenciar los siguientes Sistemas Hidrogeológicos y acuíferos (fig. 5.1):

Sistema Hidrogeológico del Terciario Continental.

*1.- Subsistema Huesca.*

Sistema Hidrogeológico Pliocuaternalio.

*2.- Terrazas y Glacis de los ríos Isuela y Flumen (Unidad Hidrogeológica nº 54: Hoya de Huesca).*

*3.- Glacis de Ibieca.*

*4.- Glacis de Ola.*

*5.- Glacis de Siétamo.*

*6.- Terrazas de los ríos Guatizalema y Botella.*

*7.- Glacis El Bodeguero-Sabardilla.*

*8.- Plana de Huerto-Usón.*

Esta clasificación contrasta con el concepto hasta ahora tradicional de que la cuenca terciaria del Ebro, al Sur de las Sierras Exteriores, tenía un comportamiento impermeable en su conjunto, constituida por formaciones poco o nada productivas. Tal situación implicaba la no existencia de Sistemas Hidrogeológicos definidos al Sur del frente montañoso, si se exceptúan los acuíferos aluviales de los grandes ríos que atraviesan la cuenca de Norte a Sur, tal y como se observa en el mapa de encuadre hidrogeológico regional (Mapa 5.1).

En términos generales, el terciario continental constituye un acuífero de baja-muy baja permeabilidad que, a pesar de su gran extensión, tiene un reducido interés determinado por situaciones y necesidades locales de abastecimiento. Los materiales cuaternarios, ampliamente representados en esta Hoja serán los que demuestren mayor importancia hidrogeológica, tal y como se describe más adelante en los acuíferos antes mencionados, aunque no se excluye

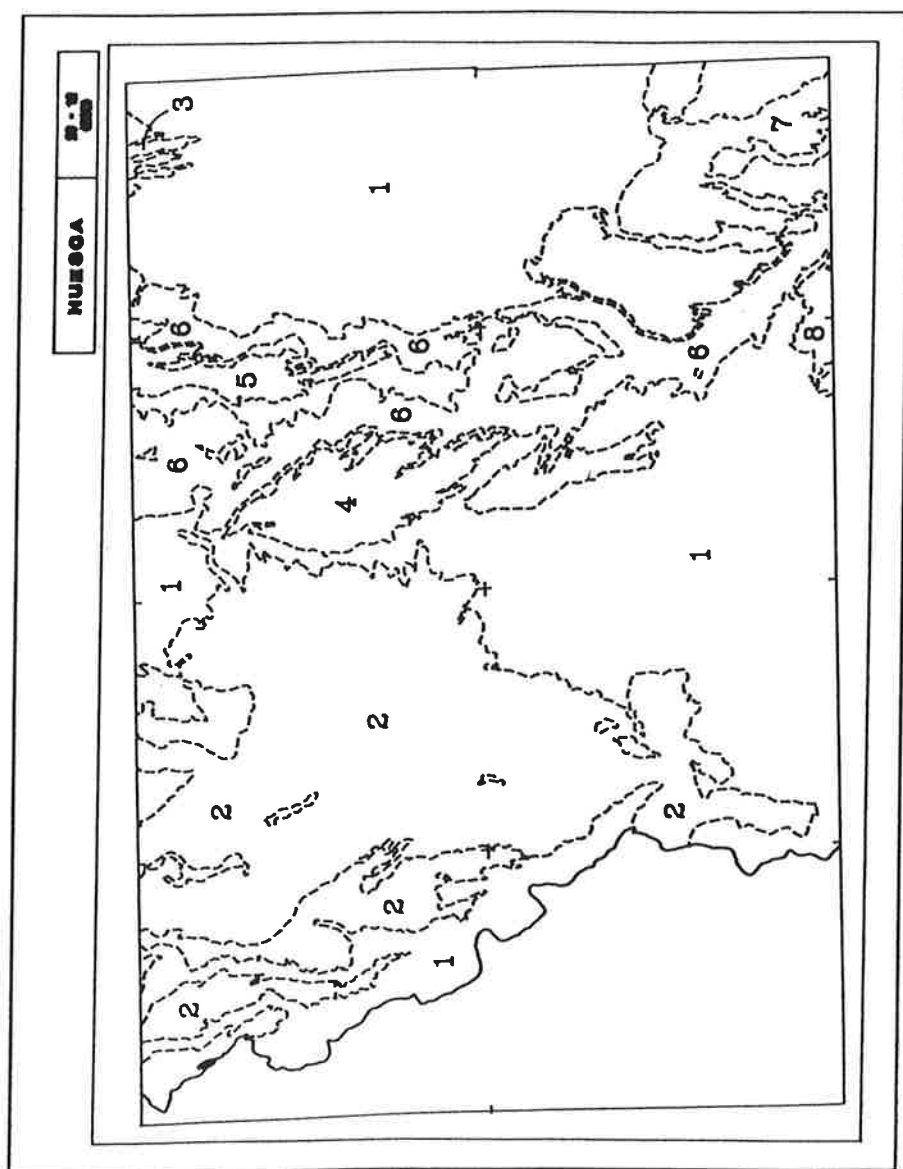
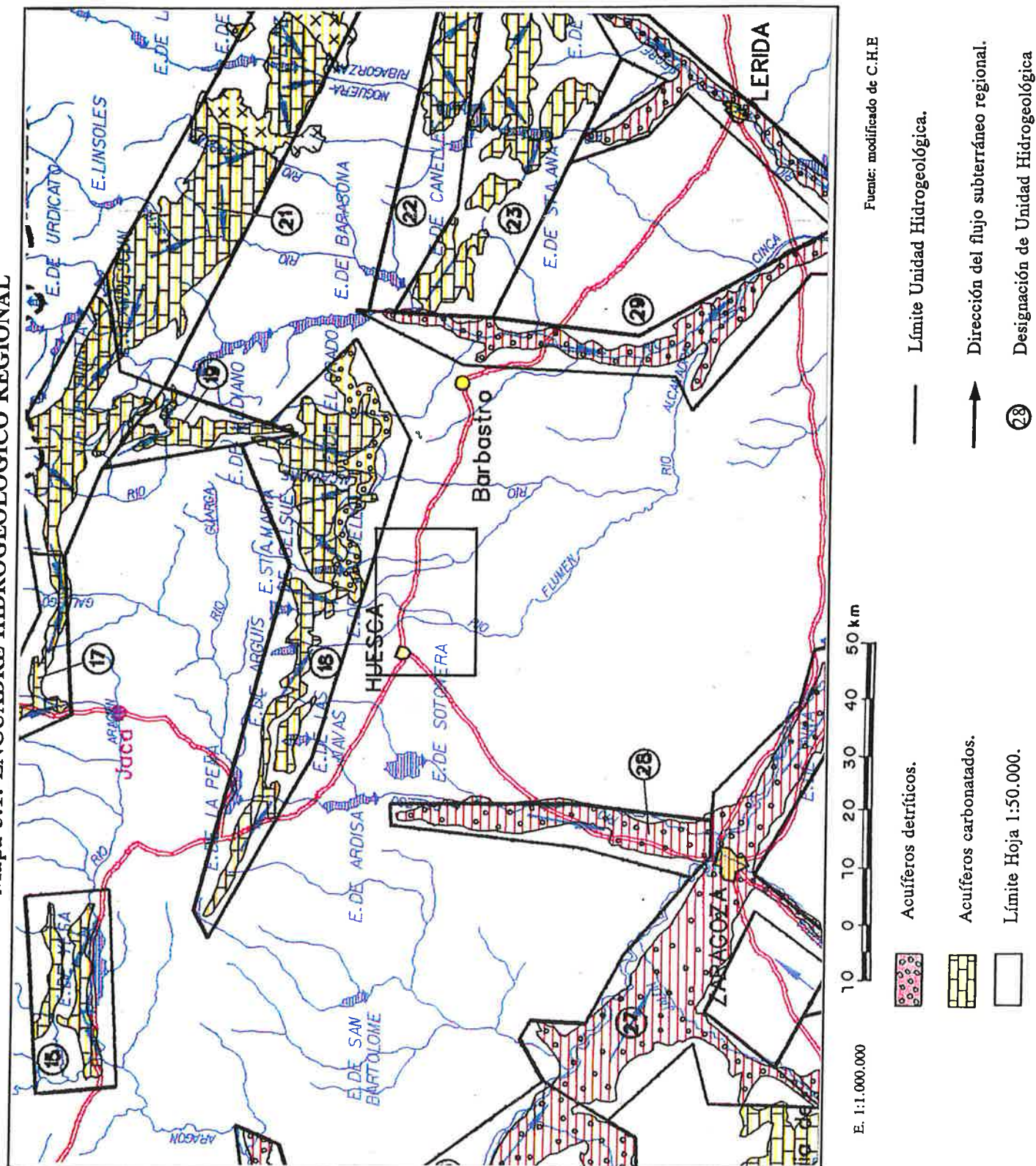


Figura 5.1: Esquema de la ubicación de las diferentes Unidades y Sistemas Acuíferos. La referencia de la numeración se incluye en el texto.



Mapa 5.1. ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO REGIONAL





la existencia de otros depósitos, que aún no habiendo sido definidos como tal, poseen permeabilidades altas.

Los materiales impermeables tienen su representación cartográfica dentro de la Hoja en la parte occidental de la misma, donde se han descrito una serie coincidente con las facies de lutitas, areniscas y calizas de la Fm. Galocha (Unidades 2 y 3 de la Cartografía Geológica) cuyo contacto con las facies permeables terciarias se encuentra parcialmente cubierto por depósitos cuaternarios.

En otro orden, los materiales del substrato que constituyen el autóctono de la cuenca del Ebro son las calizas mesozoicas, supuestamente permeables por carstificación, cuyo techo se sitúa aproximadamente en este sector entre los 2.500 y los 3.000 m de profundidad, según la interpretación hecha por RIBA, O. (1.983). Este hecho condiciona y limita la existencia de acuíferos carbonatados regionales a profundidades superiores a la señalada y de los que no se dispone mayor información hidrogeológica.

## **5.2. SISTEMA HIDROGEOLÓGICO DEL TERCIARIO CONTINENTAL.**

### **5.2.1. Características geológicas e hidrogeológicas.**

Toda la Hoja queda bajo el dominio de una potente serie detrítica Miocena de carácter continental (unidades 1,2 y 3 de la cartografía geológica) que en conjunto puede llegar a tener un espesor superior a los 3.000 m, con amplio desarrollo por tanto bajo los diversos depósitos cuaternarios.

A pesar de que tradicionalmente se han caracterizado estas formaciones en su conjunto como impermeables, SÁNCHEZ NAVARRO (1.988) define una Unidad "Terciario Detrítico" con características acuíferas de baja permeabilidad, entre las localidades de Monflorite y Azlor, que coincide con una parte de la Fm. Sariñena.

En general, y para un amplio sector al Sur de las Sierras Exteriores se pueden agrupar todas las unidades geológicas en tres litologías dominantes tal y como se deduce de los estudios de PUIGDEFÁBREGAS (1.975) y HIRST (1.983):

- Formaciones con predominio de litologías conglomeráticas gruesas y de brechas, más o menos cementadas, que pueden incluir capas de arenas gruesas y otras de grano más fino, propias de facies de abanicos aluviales y que se asocian a los frentes cabalgantes de las Sierras Exteriores por lo que son cartografiadas fuera de la Hoja de estudio.
- Formaciones con predominio de bancos de microconglomerados o areniscas, de escala métrica a decimétrica de aspecto canaliforme y gran extensión, sobre los que se pueden intercalar capas lutíticas y que en conjunto se asocian a depósitos de ambientes fluviales. Estas facies se interdigitan con los abanicos aluviales en donde los depósitos son más groseros mientras que las partes distales pasan gradualmente a litologías reconocidas en el siguiente tipo de formaciones que se comentan más abajo. Destacan las formaciones Sariñena y Peraltila. En la primera, HIRST (1.983) y NICHOLS (1.984) identifican la existencia de dos grandes sistemas fluviales: el Sistema de Luna y el Sistema de Huesca, este último ampliamente representado en esta Hoja.
- Formaciones con predominio de lutitas que intercalan esporádicos bancos tabulares de areniscas finas y, eventualmente, presencia de algunas capas carbonatadas y/o yesíferas que pueden llegar a ser dominantes. Responden respectivamente a facies distales de abanicos fluviales y facies lacustres con abundante evaporación. En la Hoja de Huesca son las unidades 2 y 3 de la cartografía geológica las que se incluyen en este tipo de formaciones y que manifiestan características propias de acuitardos o acuicludos.

En ausencia de nítidos criterios estructurales u orográficos que permitan la discretización hidrogeológica GARRIDO y AZCÓN (1.994) optan para ello por un criterio sedimentológico habida cuenta de las implicaciones hidrogeológicas de las litofacies asimiladas a los mismos, para los que las dos primeras formaciones adquieren características

acuíferas frente al tercer tipo en el que incluyen los impermeables. Así, definen el denominado *Sistema Hidrogeológico del Terciario Continental* subdividido en dos subsistemas o unidades. En el sector que nos afecta localizan el Subsistema de Huesca, coincidente con el sistema sedimentario descrito por HIRST (1.983) y NICHOLS (1.984) con el mismo nombre. Este Subsistema Hidrogeológico incluye todas aquellas litologías y facies descritas para el segundo y tercer tipo de formaciones.

### **5.2.2. Definición de acuíferos.**

Constituye un acuífero detrítico del tipo multicapa, de baja-muy baja permeabilidad por porosidad intergranular (índice  $C_1$ ), aportada generalmente por los paleocanales de areniscas en función de su cementación.

GARRIDO y AZCÓN (1.994) asignan al Sistema Hidrogeológico unos límites y superficie muy amplios dentro de toda la cuenca del Ebro definiéndolo como un equivalente lateral de los acuíferos de facies detríticas definidos por CASTIELLA et al. (1.982) en la Unidad Hidrogeológica Sur de Navarra; el sector que abarca la Hoja de Huesca se encuadra dentro del Subsistema Hidrogeológico de Huesca cuyos límites impermeables han de buscarse en las formaciones lutíticas y yesíferas de facies distales de este gran abanico, cartografiadas al W, y en las vecinas hojas de Grañén y de Barbastro, en donde en esta última la Fm. de Yesos de Barbastro supone también una barrera impermeable. Hacia el N, se encuentra en contacto con los acuíferos carbonatados de la Sierra de Guara o con los conglomerados oligomiocenos del frente de los cabalgamientos (Hoja de Apiés).

Las potencias del acuífero son variables dependiendo de la posición en la que nos encontremos dentro de la cuenca terciaria pero que, en los límites de esta Hoja, puede oscilar entre los 2.500 m en el sector meridional y los más de 3.000 en la parte septentrional.

### **5.2.3. Parámetros hidrogeológicos.**

#### **■ Parámetros hidráulicos.**

No existen datos de ensayos de bombeo en ninguna de las captaciones inventariadas en la Hoja si bien, en otros sondeos ubicados en formaciones similares a la referida se han

obtenido datos de transmisividad del orden de 150 m<sup>2</sup>/día y permeabilidad de 4-5 m/día. Sin embargo, estos valores han de tomarse con ciertas reservas ya que los parámetros hidráulicos pueden variar de manera muy significativa al estar condicionados por circunstancias litológicas y texturales locales.

De manera genérica y para todo el Sistema se puede hablar de: porosidad eficaz media variable según las zonas y naturaleza de las areniscas pero que difícilmente sobrepasará el 10% (20% máximo); permeabilidades inferiores a 10 m/día según el grado de cementación de las areniscas y con permeabilidades verticales de un orden muy inferior (salvo en los tramos con elevados buzamientos de la Fm. Sariñena o de la Fm. Peraltilla en los que pueden ser superiores); coeficiente de almacenamiento del orden de 10<sup>-4</sup> o inferior. Estos valores pueden ser con probabilidad más elevados en función del grado de fracturación que muestren los paleocanales.

#### ■ **Piezometría. Funcionamiento hidrogeológico.**

GARRIDO y AZCÓN (1.994) establecen un tipo de acuífero multicapa para esta formación, en el que la piezometría está fuertemente condicionada por los factores topográficos. La elevada anisotropía vertical de las formaciones acuíferas propicia la existencia de numerosos niveles colgados de carácter libre, drenados por encima de la red hidrográfica, en tanto que los niveles transmisivos inferiores se encuentran confinados y drenan de manera difusa a los ríos y arroyos directamente o a través de los materiales cuaternarios asociados.

El funcionamiento hidrogeológico es asimilable a un acuitardo en el que los niveles detríticos groseros, más transmisivos, hacen las veces de colectores confinados por los niveles lutíticos. En otros sectores próximos al estudiado (Hoja de Barbastro), el funcionamiento muestra algunas incertidumbres en cuanto a la relación hidráulica con las unidades carbonatadas mesozoicas y eocenas más septentrionales de la Sierra de Guara, ya que presumiblemente reciben alimentación lateral o infrayacente de las mismas.

Las direcciones más probables del flujo subterráneo pueden estar reguladas por las cuencas de los principales ríos que atraviesan la Hoja, entre los que destacan por el

encajamiento de sus cauces el Isuela y Flumen y, más al Este, el río Alcanadre. A escala regional, el flujo subterráneo puede tener una componente dominante SSE.

La elaboración de un balance de aguas para este Subsistema a partir del estado actual de conocimiento, tanto del acuífero como de cada uno de los términos que intervienen en el mismo, puede resultar impreciso por lo que únicamente se procede a enumerar los factores que pueden incluirse.

**Recarga:**

- Drenaje lateral de las unidades acuíferas carbonatadas (mesozoicas y eocenas) de las Sierras Exteriores, bien de manera directa, bien a través de las facies de conglomerados de borde o bien por transferencia subterránea profunda en el frente de los cabalgamientos, situación que se produce en las hojas vecinas situadas más al Norte.
- Infiltración debida a los excedentes de riego en los terrenos cultivados directamente sobre este sistema y que puede llegar a tener cierta importancia en los sectores dominados por los riegos del Alto Aragón y de la Hoya de Huesca.
- Infiltración a partir de la lluvia útil y por infiltración del agua de escorrentía superficial en cauces principales (ríos Isuela, Flumen y Guatizalema) y barrancos que mantienen una estrecha relación con el sistema.
- Drenaje subterráneo procedente de los diversos acuíferos aluviales, de glaciares y terrazas o pliocuaternarios indiferenciados integrantes del Sistema Hidrogeológico Pliocuaternario.
- Posible transferencia profunda por flujos ascendentes desde el Terciario Marino y del Mesozoico confinados, que suponen el substrato autóctono, dado el alto potencial hidráulico que probablemente tengan estas unidades.

**Descarga:** es atribuible en general a flujos subterráneos con circulaciones de corto y medio recorrido dada la escasa salinidad de las aguas, aunque no por ello se excluya la

procedencia de flujos más profundos o de mayor recorrido que se mezclen con los anteriores. Destacan sin embargo los siguientes factores:

- Descarga asociada a diversas zonas húmedas conocidas bajo el nombre de paúles: Paúles de Estiche y de Torre Colasa (2912.2015 y 2912.2016), entre otras, localizadas sobre las formaciones pliocuaternarias (SÁNCHEZ, J. et al., 1.986, 1.988).
- Drenaje subterráneo, de manera difusa, directamente a lo largo de los cauces en los principales ríos.
- Drenaje por surgencias puntuales y en áreas difusas de rezume, debidas en su mayor parte a la descarga de niveles colgados (p.e. 2912.7012). De un gran número de ellas sólo se tiene referencia de su funcionamiento hasta fechas recientes, pues en la actualidad están secas.
- Algunos manantiales de caudal significativo próximos a las áreas de contacto con las formaciones impermeables terciarias que están cartografiadas en hojas vecinas (Grañén).
- Transferencia a otras unidades terciarias y mesozoicas más profundas y a los acuíferos superficiales del Sistema Hidrogeológico Pliocuaternario.
- Extracción por bombeos de los sondeos penetrantes en esta unidad, si bien son escasos y con un volumen anual de extracción muy reducido.

#### **5.2.4. Inventario de puntos de agua. Usos del agua.**

Se han contabilizado un total de 42 puntos tan sólo en la Hoja de Huesca que afectan de diversa manera a este acuífero:

19 manantiales, que aportan un caudal generalmente inferior al l/s; algunos de ellos suelen estar actualmente secos; otros pueden estar inducidos y alimentados por el drenaje de

depósitos cuaternarios de glaciares colgados. La mayor parte no tienen una utilidad importante, aunque algunos se utilicen como apoyo al abastecimiento urbano (2912.7005, 7006, 7012) mientras que otros abastecen diversas fuentes públicas.

A efectos de estar contabilizados en el inventario no se han tenido en cuenta los manantiales tipo paúl pues geográficamente se emplazan sobre el acuífero pliocuaternario de la Hoya de Huesca.

15 sondeos, cuya profundidad media es de 61 m; el caudal continuo de explotación suele ser casi siempre inferior al litro por segundo; la explotación actualmente inventariada es del orden de 0,3-0,4 hm<sup>3</sup>/año pero posiblemente alcance el hectómetro cúbico al año si se tiene en cuenta que en el entorno de Huesca capital puede haber gran número de captaciones similares. En cuanto a la utilidad, la mayor parte de los sondeos en funcionamiento lo son para el abastecimiento urbano (e.g. 2912.3005), el del sector servicios y en el sector agropecuario (e.g. 2912.1010 y 1021). Cabe reseñar que un elevado número de estos sondeos atraviesan primero el acuífero cuaternario sobre el que se asientan, por lo que parte de su extracción puede proceder de este último si las características de su construcción así lo permiten.

El número de pozos excavados es pequeño (tan sólo 8) dadas las reducidas posibilidades de extraer caudales de esta formación a escasa profundidad. La mayor parte de ellos se asientan sobre materiales cuaternarios, pero penetran en el Terciario al ir profundizando. No poseen un uso definido en la actualidad, aunque algunos se empleen en el regadío de pequeñas huertas y parcelas.

Las obras de captación actuales proporcionan un rendimiento que, aunque es suficiente para las necesidades requeridas, resulta escaso dadas las posibilidades del acuífero. No obstante de la relativa baja permeabilidad de los niveles transmisivos, el acuífero presenta aptitud para satisfacer las pequeñas demandas que se puedan plantear en su entorno mediante la captación con sondeos correctamente diseñados y suficientemente penetrantes (circunstancias que habitualmente no se dan), susceptibles de proporcionar un caudal continuo de 2-3 l/s o más.

### 5.2.5. Características químicas de las aguas subterráneas.

En general, el Sistema Terciario Continental se caracteriza por poseer aguas de tipo muy diverso difícilmente encuadrables en una clase única en especial cuando se mezclan con otras de los acuíferos pliocuaternarios.

Las manifestaciones asociadas al Subsistema Hidrogeológico Huesca en esta Hoja muestran una facies en la que domina el tipo bicarbonatado sódico o sulfatado cálcico-sódico; son aguas de mineralización variable entre ligera o notable y dureza que oscila entre duras o muy blandas; estas últimas posiblemente sean debidas a procesos de ablandamiento sufridos al atravesar niveles arcillosos (SÁNCHEZ NAVARRO, J. et al., 1.986, 1.988).

## 5.3. SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO.

Se trata de un complejo sistema extendido por todo el Somontano en el que se integran numerosos acuíferos agrupados bajo tres denominaciones genéricas (GARRIDO y AZCÓN, 1.994): *Acuíferos Aluviales*, ligados a la dinámica fluvial y en conexión hidráulica con los ríos; *Acuíferos en Glacis y Terrazas*, desconectados de la red fluvial, colgados y con extensión variable y *Acuíferos Pliocuaternarios indiferenciados*, integrados por todos aquellos acuíferos de interés y que no son encuadrables en las tipologías anteriores.

Dentro de los límites de esta Hoja se describen, bien en su totalidad o parcialmente incluidos, un total de 7 acuíferos diferentes, 5 de ellos definidos inicialmente por SÁNCHEZ NAVARRO, J. (1.988) en diversas unidades acuíferas dentro de lo que él viene a llamar Dominio Hidrogeológico detrítico; el **Glacis del Bodeguero-Sabardilla** y la **Plana de Huerto-Usón** son de reciente definición.

### 5.3.1. Acuíferos en Glacis y Terrazas.

#### Características geológicas e hidrogeológicas.

Constituidos por todos aquellos depósitos pliocuaternarios de conglomerados, gravas, arenas y limos desconectados de la red fluvial actual, es decir, son acuíferos colgados



drenados por manantiales cuya cota es superior a la de las terrazas actuales conectadas con los ríos.

Se pueden definir como acuíferos detríticos libres, de permeabilidad media por porosidad intergranular (índice  $A_2$ ), de extensión variable, locales, de espesor reducido casi siempre inferior a 8 m y con producción moderada; los recursos pueden estar en ocasiones inducidos por los retornos del regadío. En todos los casos, el límite inferior del acuífero es el Sistema Terciario Continental, de menor permeabilidad.

### **Parámetros hidrogeológicos.**

Aunque no se dispone de datos de aforo puede realizarse una primera aproximación de los valores de los diferentes *parámetros hidráulicos* en función de la litología de los acuíferos: porosidad eficaz media del 10-15% (máximo del 25%), que coincide con su capacidad de almacenamiento; permeabilidad horizontal de 1 a 5 m/día (según el porcentaje de lutitas y grado de cementación de las gravas y arenas); permeabilidad vertical diez veces inferior a la horizontal; espesores saturados del orden de un metro y transmisividades medias cercanas a los 10-20 m<sup>2</sup>/día.

En cuanto al *funcionamiento hidrogeológico (recarga y descarga)* puede decirse que es similar para todos los acuíferos encuadrados en este tipo. La **recarga** se produce por: infiltración a partir de la lluvia útil, retorno de regadíos (en aquellos glaciares en los que por cotas topográficas pueden haberse instalado sistemas de riego) y por drenaje lateral y subterráneo del Sistema Terciario Continental si bien, éste último, puede tener una influencia reducida y limitada dado que estos depósitos ocupan relieves tabulares elevados. La **descarga** tiene lugar tanto en el drenaje por surgencias puntuales colgadas, como por surgencias difusas a lo largo de los escarpes, extracciones por bombeos y por drenaje subterráneo al Sistema Terciario Continental subyacente.

### **■ Glaciares de Ibica.**

De él sólo se cartografía una pequeña superficie (1,45 km<sup>2</sup>) en el extremo nororiental de la Hoja que corresponde a la terminación meridional del acuífero; por tanto, ocupa su máxima extensión, 13,85 km<sup>2</sup> totales, en la Hoja superior de Apiés, aunque parte

de las descargas más importantes se incluyen en esta Hoja en las proximidades de Ibieca. Las entradas al acuífero están evaluadas en 1,6 hm<sup>3</sup>/año, mientras que las salidas por manantiales se cifran en torno al hectómetro cúbico al año. Las principales surgencias son: 2912.4002 y 2911.8003, con un caudal que oscila entre los 5 y 25 l/s. Las reservas estimadas se elevan a 1,6 hm<sup>3</sup>, suponiendo un espesor saturado medio de 1 m y porosidad eficaz del 12%.

#### ■ Glacis de Ola.

Este pequeño acuífero colgado se sitúa en la margen derecha del río Botella, al W del núcleo urbano de Ola, ocupando una extensión de 12 km<sup>2</sup>. La recarga se evalúa en un volumen cercano a los 1,1 hm<sup>3</sup>/año, mientras que las salidas por manantiales representan un volumen próximo a los 0,3 hm<sup>3</sup>/año. El principal punto de drenaje es el del manantial de Ola (2912.3002), que con un caudal próximo a los 10 l/s abastece al núcleo de Ola y a la Escuela de Vuelo de Monflorite. Parte de los recursos no regulados y que se infiltran en el Terciario pueden alimentar algunas surgencias próximas de este sistema subyacente, como es el caso del punto 2912.3004. Las reservas calculadas se elevan a 1,5 hm<sup>3</sup> para un espesor saturado medio de 1 m.

#### ■ Glacis de Siétamo.

Situado en el cuadrante noroccidental de esta Hoja y en la margen derecha del río Guatizalema se continúa hacia el Norte por la vecina Hoja de Apiés. Su extensión total es de 8,78 km<sup>2</sup> (5,24 de los cuales están en la Hoja de Huesca). Las entradas contabilizadas son del orden de 0,8 hm<sup>3</sup>/año frente a unas salidas de 0,4 hm<sup>3</sup>/año, principalmente a través de manantiales. El punto de drenaje inventariado más importante es la fuente *La Paúl* (2912.3001) en Siétamo, con un caudal de 12 l/s, que es utilizado en el abastecimiento urbano de este núcleo. El volumen de reservas se sitúa en torno al hectómetro cúbico para un metro de espesor saturado.

#### ■ Glacis El Bodeguero-Sabardilla.

Se extiende desde el Sur de Blecua hasta las proximidades de Torres de Alcanadre y Huerto, en la Hoja de Peralta de Alcofea. Con una superficie total de 23,8 km<sup>2</sup> (de los que 13,8 están en la Hoja de Huesca) agrupa a varios depósitos de glacis y terrazas altas en desigual conexión, por lo que su interés hidrogeológico es muy reducido. Los recursos del acuífero por tal motivo no son adecuados para su regulación, aunque se cifran en 1,6 hm<sup>3</sup>/año procedentes únicamente de la infiltración por lluvia útil. Al no haber observado un drenaje claro por manantiales, salvo algunas áreas de rezume difuso, es de suponer que la mayor parte de la recarga sea transferida subterráneamente al Terciario Continental y parte sea drenada por los barrancos. Las posibles reservas, suponiendo un espesor saturado medio de 0,5 m y porosidad eficaz del 12 %, son de 1,4 hm<sup>3</sup>.

#### ■ Plana de Huerto-Usón.

Su representación cartográfica en los límites de la Hoja de Huesca se reduce a tan sólo 0,2 km<sup>2</sup> de los 35,5 km<sup>2</sup> de superficie total. Su máximo desarrollo lo alcanza entre las Hojas de Grañén y Peralta de Alcofea. Se define también como un acuífero de escasa capacidad de regulación por lo que su interés con vistas a su posible explotación es mínimo. La recarga, cifrada en 5,9 hm<sup>3</sup>/año procede de la lluvia útil (4,1 hm<sup>3</sup>/año) y del retorno de riego (1,86 hm<sup>3</sup>/año). La descarga se produce en su mayor parte por transferencia subterránea al terciario y por un drenaje difuso a través de los escarpes. Las reservas, para un espesor medio saturado de 0,8 m y una porosidad eficaz del 15 %, ascienden a 4,2 hm<sup>3</sup>. Una descripción más detallada se ofrece en las memorias de las hojas de Peralta de Alcofea y Grañén.

#### 5.3.2. Acuíferos aluviales: Terrazas de los ríos Guatizalema y Botella.

##### Características geológicas e hidrogeológicas.

Los acuíferos incluidos en este grupo están constituidos por todos aquellos depósitos cuaternarios de gravas, arenas y limos que se encuentran en conexión hidráulica con los principales ríos que atraviesan el Somontano; en general corresponden a las terrazas

inferiores y recientes de la dinámica fluvial. Suelen estar drenados por manantiales situados a cotas próximas a la del río. En la zona de estudio el único aluvial destacable es el formado por los ríos Guatizalema y Botella, con una extensión total aproximada de 49,3 km<sup>2</sup> de los que 11,38 corresponden al primero de ellos.

Se puede definir, en general, como un acuífero detrítico libre, de alta permeabilidad por porosidad intergranular (índice  $A_1$ ) y de extensión variable que sigue la alineación del cauce actual. Su escaso espesor, inferior a 7 m, y su pequeña continuidad lateral califican este aluvial como poco apto para la regulación a pesar de que sus recursos pueden estar inducidos por los retornos de regadíos en las zonas bajas de su cuenca. El límite inferior del acuífero lo constituye el Sistema Terciario Continental, de menor permeabilidad y con el que está en conexión hidráulica.

#### **Parámetros hidrogeológicos.**

A pesar de no disponer de datos de aforo puede realizarse una primera aproximación de los valores de los diferentes *parámetros hidráulicos*, por extrapolación de acuíferos similares en otras áreas, en función de la litología: permeabilidades entre 10-100 m/día; porosidad eficaz del 10% o superior; transmisividad del orden de 20-400 m<sup>2</sup>/día.

#### **Piezometría. Recarga y descarga.**

La posición del nivel freático oscila entre los 0,5 y los 6 m de profundidad según las zonas de medición. El flujo subterráneo dominante será hacia el Sur, siguiendo la dirección del río; éste puede tener además carácter efluente, drenando al acuífero.

El *funcionamiento hidrogeológico* es similar al de los acuíferos aluviales de los ríos prepirenaicos. La **recarga** se debe a: infiltración de la lluvia útil; retorno de regadíos en las cerca de 1.500 ha actualmente regadas; filtraciones del agua del río a lo largo de su cauce; drenaje subterráneo del Sistema Terciario Continental o aporte lateral de los niveles de areniscas colgadas del mismo Sistema y por infiltración del agua de escorrentía procedente de los barrancos adyacentes. Estos tres últimos términos son de difícil estimación y su importancia puede ser relativa.

La **descarga** del acuífero se realiza por: drenaje puntual en manantiales; extracciones por bombeo; transferencia subterránea al Sistema Terciario infrayacente y por el drenaje en el propio cauce del Guatizalema y/o Botella.

#### **Balance.**

SÁNCHEZ NAVARRO, J. (1.988) cifra las entradas al acuífero en más de 4 hm<sup>3</sup>/año, de los que por 3,8 hm<sup>3</sup>/año procederían de la infiltración por la precipitación eficaz. Las salidas conocidas las evalúa en tan sólo 0,5 hm<sup>3</sup>/año por los manantiales y los 3,5 hm<sup>3</sup>/año restantes son drenados directamente al Guatizalema; las extracciones por bombeo son consideradas irrelevantes para este autor.

Unos cálculos más ajustados del balance permiten cifrar el volumen conjunto de entradas en 8 hm<sup>3</sup>/año, que se reparten entre la lluvia útil: 3,7 hm<sup>3</sup>/año, el retorno de regadíos: 3,3 hm<sup>3</sup>/año y cerca de 1 hm<sup>3</sup>/año estimado para otras entradas de difícil evaluación. Las salidas conocidas son de 0,7 hm<sup>3</sup>/año por manantiales; 0,3 hm<sup>3</sup>/año por posibles extracciones en diversas captaciones; 1 hm<sup>3</sup>/año en la transferencia subterránea al Terciario subyacente; el resto (6 hm<sup>3</sup>/año) corresponde al drenaje natural no regulado a lo largo de los 55 km de cauce en ambos ríos, lo que representa un caudal específico de 3,4 l/s/km. Las reservas calculadas en función de un espesor saturado medio de 1 m y porosidad eficaz del 15% es de 7,4 hm<sup>3</sup>.

Tanto los recursos como las reservas son de difícil regulación debido a la gran irregularidad en la geometría del acuífero.

#### **Inventario de puntos de agua. Usos del agua.**

El número de puntos inventariados para este acuífero se eleva a 25, que corresponden a 9 pozos excavados y 16 manantiales. De ellos, 8 y 7 puntos respectivamente se localizan en la Hoja de Huesca.

Los puntos de drenaje más importante son: Los Canales, Los Terrero y Fañanás (2912.7002, 7003 y 7011 respectivamente), en la Hoja de Huesca, y las fuentes de Sesa y Salillas (2913.4002 y 4003) en la Hoja de Grañén. De ellos, el más importante es el de Los

Canales, con un caudal próximo a los 10 l/s empleado en el abastecimiento urbano de Argavieso y en el regadío.

Por usos en la zona de estudio destaca el abastecimiento urbano de núcleos como Argavieso, Fañanás o Novales; junto con otros abastecimientos dispersos se destinan en total 6 puntos, mientras que para el regadío existen 5 puntos.

### **5.3.3. Acuíferos Pliocuaternarios indiferenciados: Unidad Hidrogeológica nº 54: Hoya de Huesca.**

#### **Características geológicas e hidrogeológicas.**

Bajo el término de Acuíferos Pliocuaternarios Indiferenciados GARRIDO y AZCÓN (1.994) reúnen, a modo de "cajón de sastre", una serie de acuíferos de interés que no son encuadrables en ninguna de las dos tipologías de acuíferos aluviales o acuíferos en glacia y terrazas anteriores; entre ellos destacan el conjunto de terrazas y glacia de los ríos Isuela y Flumen inicialmente descrito por SÁNCHEZ NAVARRO, J. (1.988) que ha permitido delimitar con posterioridad la Unidad Hidrogeológica nº 54: Hoya de Huesca (C.H.E., 1.993).

Geológicamente este acuífero está formado por depósitos coluviales, aluviales y de glacia, que pueden estar o no en conexión con los ríos, cuyas litologías dominantes son de gravas, arenas, limos y arcillas. En este sentido, se han incluido una serie de glacia más elevados, como los situados al W entre Alerre y el Castillo de Pebrero (Glacia de Cuarte) o el de Igríes, en la Hoja superior de Apiés.

Con una amplia extensión, pueden alcanzar en ocasiones potencias inusuales confiriéndole una relativamente alta capacidad de regulación; no obstante, las potencias normales del acuífero que tratamos oscilan entre los escasos metros y los más de 12 en el área de Chimillas. La superficie conjunta es de 161,7 km<sup>2</sup> pero, es en la Hoja de Huesca donde adquiere el mayor desarrollo (113,9 km<sup>2</sup>); se extiende desde el Sur de Nueno, en las estribaciones prepirenaicas, hasta la localidad de Sangarrén, y sobre él se asientan varios núcleos de población, alguno tan importantes como Huesca capital.

Este acuífero se define como detrítico libre, de permeabilidad media-alta por porosidad intergranular (índices  $A_1$  y  $A_2$ ), extenso y local, de elevada producción, con un nivel freático subsuperficial y colgado respecto del nivel piezométrico regional.

#### **Parámetros hidrogeológicos.**

Según los pocos ensayos de bombeo disponibles, los valores de la transmisividad oscilan entre los 25 y 150 m<sup>2</sup>/día. Las permeabilidades horizontales que se deducen de ellos varían entre los 100 y los 270 m/día, aunque cabe esperar que por término medio sean del orden de los 25-200 m/día. Las permeabilidades verticales son del orden de diez veces inferior; espesores saturados también variables en función del espesor del acuífero y del orden de 1 a 8 m.

#### **Piezometría. Recarga y descarga.**

A partir de los datos sobre niveles freáticos medidos en los numerosos pozos excavados puede decirse que éste se localiza a escasos metros de profundidad, oscilando entre los más de 8 m, en algunos puntos al Norte de la capital, y los menos de 2 al Sur del acuífero. De manera genérica, parece ser que las mayores profundidades del freático se originan en la zona septentrional del acuífero, donde por otra parte coincide con su mayor espesor, disminuyendo ésta hacia las partes meridionales.

En lo que respecta a la dirección del flujo subterráneo, éste puede adquirir una componente SSW en la margen izquierda del río Flumen reorientándose hacia el SSE en su margen derecha; esta misma componente subterránea es la dominante en el sector de acuífero correspondiente a la cuenca del Isuela. El mayor encajamiento que se observa en el cauce del río Flumen respecto del Isuela, con cotas ligeramente inferiores desde Bellestar del Flumen, unido a las dirección del flujo subterráneo desde el Sur de Huesca, parecen indicar la existencia de una cierta transferencia de caudales subterráneos del acuífero en el sector del Isuela hacia el río Flumen.

La relación río-acuífero es por tanto bastante clara en el caso del Isuela el cuál, desde su salida de las Sierras exteriores es influente, recargando al acuífero, mientras que tras atravesar Huesca invierte su régimen y pasa a ser efluente, drenándolo y aumentando su

caudal hasta la confluencia con el Flumen. Es por tanto en la cuenca baja el río donde parece ser efluente en su margen derecha y ligeramente influente por la izquierda.

El *funcionamiento hidrogeológico* es similar al de los acuífero aluviales. La **recarga** se deba a: infiltración de la lluvia útil; retorno de los regadíos, con amplia extensión superficial sobre este acuífero ya que de las cerca de 9.000 hectáreas potenciales sobre el acuífero se riegan aproximadamente 5.600; pérdidas en la red de suministro urbano en la ciudad de Huesca y en los núcleos periféricos; filtraciones del agua de los ríos a lo largo del cauce, en especial en el río Isuela desde que abandona las Sierras Exteriores y penetra en los terrenos permeables, lo que unido a la detracción para riegos origina que su cauce circule prácticamente seco hasta Huesca en ciertas épocas del año; drenaje subterráneo del Sistema Terciario Continental con aporte de los niveles colgados de areniscas y, por último, infiltración de parte de la escorrentía que procede de los barrancos adyacentes cuando penetran en el acuífero.

La **descarga** se realiza por manantiales (o *ibones*) y áreas de rezume o zonas húmedas (*paúles*) en los sectores deprimidos del acuífero, aunque se pueden observar también en el glacis conectado de Cuarte con los puntos 2912.1004, 1007 y 1012 principalmente, cuyo drenaje se orienta hacia el Arroyo de la Bala. Además, en la descarga intervienen otros términos como las extracciones por bombeos; zanjas de drenaje de algunas zonas húmedas, especialmente importantes en Huesca y su periferia, y que en su prolongación se transforman en acequias de riego; posible drenaje inducido por la propia red de alcantarillado de Huesca; descarga en el cauce del río Flumen y en la cuenca baja del Isuela donde se evidencia un aumento constante de su caudal y, en último lugar, por transferencia subterránea al Sistema Terciario subyacente.

*Ibones* y *paúles* adquieren un significado hidrogeológico diferente en función de la relación que puede existir entre nivel freático, superficie topográfica y posición de umbrales del Terciario subyacente. Así, los *ibones* son el resultado de la elevación del nivel freático inducida por la presencia en el subsuelo de umbrales "impermeables"; las *paúles* responden sin embargo a la intersección del nivel freático en zonas topográficamente deprimidas (SÁNCHEZ, J., 1.988) en los que se demuestra también que parte de su alimentación procede de flujos del Terciario Continental (SÁNCHEZ, J. et al., 1.986, 1.988). Como



claros ejemplos de *ibones* se citan, entre otros, los manantiales de Miquera (2912.1002) y La Pesquera (2911.5003), frente a las denominadas *paúles* como la de Estiche (2912.2015) o la de Torre Colasa (2912.2016).

### **Balance.**

Para este último autor, las entradas al acuífero se cifran en 16 hm<sup>3</sup>/año repartidas entre los 14,4 hm<sup>3</sup>/año procedentes de la infiltración de la lluvia útil y los 1,6 hm<sup>3</sup>/año que proceden tanto del retorno de regadío como por las infiltraciones del río Isuela. Las salidas inventariadas suponen 7 hm<sup>3</sup>/año (6,4 por manantiales y 0,6 en captaciones diversas); el volumen restante procede de las ganancias del Isuela y de drenajes diversos.

Unos cálculos más ajustados del balance permiten sin embargo cifrar el volumen conjunto de entradas en 23-25 hm<sup>3</sup>/año, que se reparten entre la lluvia útil: 16 hm<sup>3</sup>/año; el retorno de regadíos en una superficie de 5.587 ha: 4-6,5 hm<sup>3</sup>/año; pérdidas en el abastecimiento urbano (para una población de 45.000 habitantes, dotación de 300 l/hab/día y pérdidas del 25%): 1,2 hm<sup>3</sup>/año; el resto, 1,8 hm<sup>3</sup>/año, se reparten entre la infiltración del Isuela en el acuífero después de Nueno y en otras entradas no especificadas.

Las salidas conocidas son de 5,6 hm<sup>3</sup>/año por manantiales; 1-2 hm<sup>3</sup>/año por extracciones en captaciones diversas; 10-12 hm<sup>3</sup>/año en el drenaje a los ríos Isuela y Flumen; 3-4 hm<sup>3</sup>/año debidos al drenaje inducido del alcantarillado de Huesca, deducidos como en el término anterior de los caudales medidos en diferentes tramos del Isuela (CUCCHI, J. et al., 1.994); por último, 1-3 hm<sup>3</sup>/año se dividen entre las restantes salidas del sistema.

### **Inventario de puntos de agua.**

El número de puntos inventariados que afectan directamente a esta unidad en la Hoja supera los 60, si bien no están contabilizados los numerosos pozos excavados repartidos por la periferia de Huesca y que pueden superar los 200; las zonas con mayor densidad de captaciones son las de Huerrios, Miquera, Banariés, Cillas, La Alguardia, ALmeriz, etc.

La mayor parte de ellos son pozos excavados de gran diámetro y con 7,5 m de profundidad media que raras veces superan los 10 m; en ocasiones pueden llegar a perforar el Terciario subyacente. Se construyen para satisfacer necesidades puntuales de regadío o de

abastecimiento de granjas, pequeñas parcelas, viviendas, centros y comercios diversos. Constituyen una práctica común para abastecerse en las urbanizaciones y parcelas dispersas del extrarradio de Huesca o como alternativa al suministro municipal.

Los 5 sondeos existentes sobre esta unidad no se han tenido en cuenta, pues es de suponer que su finalidad sea extraer aguas del Sistema Terciario, a pesar de encontrarse ubicados sobre el acuífero de la Hoya de Huesca; de cualquier forma, es muy probable que exploten conjuntamente de los dos acuíferos.

El número de puntos donde se produce la descarga puntual (manantiales) se eleva a 28. El uso principal al que se destinan es para abastecimiento ganadero, riego y para necesidades de abastecimiento urbano, especialmente en aquellas poblaciones desconectadas de la red de distribución principal del entorno de la capital. Los manantiales más importantes son los de Huerrios (2912.1001), Miquera (2912.1002), Los Santos (2912.1004), Cuarte (2912.1007), Paúl de Estiche (2912.2015), La Colasa (2912.2016). Además, otras descargas importantes se producen en diversos manantiales situados al NW de Huesca, en la Hoja de Apiés: La Paulesa (2811.5005), que complementa el abastecimiento de Huesca, La Pesquera (2911.5003) y Los Ibones (2911.5002) entre otros; estos dos últimos son manantiales del tipo *ibón*. Los caudales en cada uno de ellos son variables, oscilando entre los 30 l/s de "Miquera" y los 5 l/s que se llegan a estimar en el de "Cuarte".

#### **5.3.4. Características químicas del agua subterránea.**

Las surgencias que aparecen relacionadas con todos los acuíferos pliocuaternarios pueden agruparse en dos facies diferentes según su composición química, tal y como se muestra en los diagramas del anexo de hidroquímica.

Surgencias que proceden de la descarga de los propios acuíferos pliocuaternarios indiferenciados (conocidas como ibones), de acuíferos aluviales y de acuíferos en glaciares y terrazas. Son aguas agrupadas sobre la facies bicarbonatada cálcica, con dureza media y de mineralización por lo general ligera o media. En el anexo de hidroquímica puede observarse una mayor diferenciación de las aguas del acuífero de la Hoya de Huesca, cuyo porcentaje en sulfatos y sodio-potasio es ligeramente superior al del resto de acuíferos pliocuaternarios.

Otro tipo de surgencias, que aparecen en su mayor parte sobre los acuíferos pliocuaternarios indiferenciados son las denominadas paúles, para las que SÁNCHEZ NAVARRO, J. et al., (1.986, 1.988) determinan una procedencia asociada a flujos del Terciario Continental dada su diferente composición química. Son aguas con características hidroquímicas similares a las de este último acuífero, dispersas y difícilmente encuadrables en una facies única aunque dominan las bicarbonatadas cálcicas-magnésicas-sódicas y las sulfatadas-bicarbonatadas cálcico-sódicas; el contenido en cloruros, sulfatos, magnesio y, en especial, de sodio-potasio es superior a las del tipo anterior; pueden llegar a ser aguas duras y de notable mineralización. Como puntos característicos destacan según los diversos diagramas las siguientes: 2912.2016, 2912.6003 y 2912.8003.

Es de destacar para el acuífero aluvial de las terrazas de los ríos Guatizalema y Botella el punto 2912.4010 cuyas aguas están consideradas como minero-medicinales (SAZ, P., 1.992), con características oligometálicas de composición bicarbonatada cálcico-magnésica.

En el acuífero de la Hoya de Huesca se describe también un manantial con características minero-medicinales, el manantial de Fuentes Santas o de La Ermita de Cillas (2912.1003) que, con un caudal próximo a los 0,5 l/s se clasifica como bicarbonatado cálcico-magnésico.

#### **5.4. OTROS MATERIALES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO.**

Algunos materiales pliocuaternarios indiferenciados, generalmente de rellenos de valle o de ciertas terrazas aisladas, pueden tener un interés local y muy reducido dada la escasa o nula conexión hidráulica con otros acuíferos de mayor interés. La gran parte de estos depósitos pueden localizarse en la mitad meridional de la Hoja, en la margen izquierda del río Flumen y en los depósitos asociados al Barranco de Valdabra. Son escasos los puntos asociados a estos depósitos, entre los que se cita uno en las proximidades de Vicién: 2912.6007.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

CASTIELLA, J. et al. (1.982). *Las aguas subterráneas en Navarra. Proyecto Hidrogeológico*. Diputación Foral de Navarra. 229 pp.

C.H.E. (1.988). *Plan Hidrológico. Documentación Básica*. Zaragoza. MOPTMA. Vol. I, II y planos.

C.H.E. (1.993). *Proyecto de directrices de la cuenca del Ebro (versión 26 de noviembre de 1.993)*. Zaragoza. MOPTMA.

C.H.E. (1.993) *Avance del estudio de dotaciones por cultivos y comarcas en la Cuenca del Ebro*. Zaragoza. MOPTMA.

CUCHI OTERINO, J. et al. (1.994). Aplicación del modelo QUAL2E a los ríos Isuela y Flumen. *Congreso Nacional del agua y medio ambiente*. Zaragoza. pp 175-182.

D.G.A. (1.990). *Riegos en Aragón por comarcas y municipios*. Dpto. de Agricultura Ganadería y Montes. 77 pp.

FACI, J.M. y MARTÍNEZ COB, A. (1.991). *Cálculo de la evapotranspiración de referencia en Aragón*. Diputación General de Aragón. 115 pp.

FACI, J.M. (1.992). *Contribución a la medida y cálculo de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) en Aragón*. Institución Fernando el Católico. Zaragoza.

GARCÍA RUIZ, J. et al. (1.985). *Los recursos hídricos superficiales del Alto Aragón*. Colección de Estudios Altoaragoneses nº 2. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. 224 pp.

- GARRIDO, E. y AZCÓN, A. (1.994). Naturaleza y características de los aprovechamientos con aguas subterráneas al sur de las Sierras Exteriores pirenaicas. *Congreso Nacional del agua y medio ambiente*. Zaragoza. pp 15-23.
- HIRST, J.P.P. (1.983). *Oligo-Miocene alluvial systems in the northern Ebro basin, Huesca province, Spain*. Tesis Doctoral inédita, University of Cambridge. 247 pp.
- I.T.G.E. (1.981). *Investigación hidrogeológica de la cuenca del Ebro. Informe técnico nº 9: Estudio hidrogeológico del Sistema Acuífero nº 67 Sinclinal de Jaca*. MINER.
- I.T.G.A.-D.G.A (1.985). *Investigación de los recursos hidráulicos totales de la cuenca del río Arba (Zaragoza)*.
- M.A.P.A. (1.979). *Atlas agroclimático nacional*.
- NICHOLS, G.J. (1.984). Thrust Tectonics and alluvial sedimentation, Aragon, Spain. *Tesis Doctoral*, Univ. Cambridge, 243 pp.
- PUIGDEFÁBREGAS, C. (1.975). La sedimentación molásica en la cuenca de Jaca. *Rev. Pirineos*, Jaca, 104, 188 pp.
- RIBA, O. et al. (1.983). Ensayo estratigráfico y evolutivo de la cuenca terciaria del Ebro. *Libro Jubilar de homenaje a J. M. Ríos, Geología de España*, I.T.G.E. tomo II, pp. 131-159.
- SÁNCHEZ NAVARRO, J.A. et al. (1.986). Las aguas subterráneas y los humedales de la hoya de Huesca y el Somontano de Barbastro. *Actas del congreso de Botánica en homenaje a Fco. Loscos Bernal*. Alcañiz.
- SÁNCHEZ NAVARRO, J.A. (1.988). *Los recursos hídricos de las Sierras de Guara y sus somontanos*. 336 pp. Colección de Estudios Altoaragoneses, nº 27. Diputación Provincial de Huesca.

SÁNCHEZ NAVARRO. J.A. et al. (1.988). Manifestaciones hidrológicas e hidroquímicas de flujos subterráneos procedentes de formaciones poco permeables del terciario en el Somontano de Huesca. *Estudios geológicos*, 44: pp. 445-452.

SAZ, P. (1.992). *Fuentes minero-medicinales de la provincia de Huesca*. Instituto de Estudios Altoaragoneses, Huesca. 102 pp.

**ANEXO I**  
**CLIMATOLOGÍA**

## ESTACION PLUVIOMETRICA: 9898

## PRECIPITACION (mm)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1955	73.6	55.9	20.0	17.8	31.0	65.5	23.1	47.8	14.9	101.3	31.9	64.6	547.4
1956	36.1	7.7	135.4	57.3	87.8	18.1	7.0	112.7	85.2	5.6	22.0	27.4	602.3
1957	0.0	41.7	21.1	46.9	112.2	148.4	0.0	22.0	35.2	21.1	35.4	22.6	506.6
1958	37.3	14.0	44.4	17.0	26.3	41.2	52.4	32.5	37.8	14.4	0.0	109.8	427.1
1959	7.4	52.2	120.7	59.2	44.8	38.9	28.0	34.8	231.0	57.0	109.0	44.0	827.0
1960	72.6	61.1	95.7	1.4	60.3	35.6	67.4	17.4	78.5	234.4	34.6	56.2	815.2
1961	43.5	14.5	19.1	48.5	105.5	45.9	14.2	73.6	96.5	23.4	145.3	52.6	682.6
1962	67.9	45.3	86.6	50.9	32.5	12.0	64.5	15.0	77.5	57.4	53.9	41.0	604.5
1963	71.6	85.6	27.0	104.8	22.3	31.5	60.4	116.0	49.4	26.5	65.7	67.5	728.3
1964	2.2	92.4	24.3	56.6	50.3	97.1	12.2	3.1	96.8	25.9	60.3	57.3	578.5
1965	28.5	50.8	80.5	2.2	32.2	34.7	20.4	36.0	77.1	121.2	87.3	41.3	612.2
1966	59.0	76.8	0.0	94.1	39.1	42.6	32.0	30.2	8.2	131.8	84.1	7.9	605.8
1967	25.8	52.2	35.9	43.3	27.0	8.8	5.8	9.2	23.1	76.4	208.2	0.0	515.7
1968	0.0	70.8	45.3	60.2	99.7	22.6	17.8	73.9	44.3	26.2	80.4	42.4	583.6
1969	68.1	70.0	216.7	190.3	64.3	78.2	21.0	21.5	74.5	81.3	50.9	18.1	954.9
1970	84.6	4.5	9.3	0.0	67.5	44.1	32.4	76.0	0.0	77.5	31.2	62.2	489.3
1971	80.5	19.3	30.9	121.9	107.8	79.5	44.1	67.7	84.1	30.5	42.2	52.0	760.5
1972	45.0	95.3	50.6	33.5	107.8	139.5	25.4	39.7	184.5	114.1	72.8	36.7	944.9
1973	40.8	2.7	5.2	66.3	50.8	100.4	32.6	33.0	94.2	18.4	46.7	58.1	549.2
1974	33.7	38.0	236.4	35.8	47.9	48.0	31.0	71.7	120.0	9.0	34.0	15.1	720.6
1975	10.8	42.8	53.2	11.0	112.9	57.7	14.2	78.4	63.6	5.5	7.4	29.6	487.1
1976	8.7	44.1	21.3	97.7	45.3	8.7	17.3	72.4	30.5	99.1	35.7	97.4	578.2
1977	81.5	28.0	21.0	13.8	53.3	134.4	28.3	17.5	4.3	87.2	37.7	68.1	575.1
1978	39.4	42.6	52.9	57.9	54.0	49.8	2.3	46.3	12.8	0.0	1.2	104.3	463.5
1979	155.0	48.6	44.6	39.3	106.9	36.7	10.0	1.2	46.5	74.2	20.7	29.3	613.0
1980	10.3	39.0	32.8	71.1	101.4	40.7	13.6	22.3	13.5	38.7	88.1	9.5	481.0
1981	0.0	56.8	20.9	57.7	50.4	33.0	5.4	11.4	39.6	16.3	0.0	116.4	407.9
1982	26.6	45.1	23.0	21.0	64.0	35.2	39.5	95.6	52.9	109.2	67.6	21.3	601.0
1983	0.0	50.2	1.7	37.4	10.9	52.8	22.6	144.0	9.0	40.9	107.0	45.5	522.0
1984	20.3	15.6	99.6	14.0	121.8	38.3	10.1	19.1	0.9	28.1	123.3	13.0	504.1
1985	63.0	42.2	36.2	60.3	61.6	22.4	30.2	7.8	7.9	22.5	25.1	49.3	428.5
1986	23.1	43.1	13.9	116.9	52.5	10.9	11.5	3.7	118.8	49.0	83.4	34.6	561.4
1987	40.6	25.6	12.9	39.6	48.5	3.6	32.4	19.6	12.5	171.8	22.4	68.5	498.0
MEDIA	41.1	44.7	52.7	52.9	63.7	50.2	25.1	44.6	58.4	60.5	58.0	47.4	599.3
D. TIPICA	33.5	23.6	55.3	39.9	31.1	36.8	17.2	36.1	52.0	52.4	44.5	28.9	136.1



ESTACION METEOROLOGICA: HUESCA SAN LUIS (9901)

PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1949		3.7	15.0	9.1	35.5	30.7	26.7	29.7	70.4	28.9	41.9	27.6	
1950	7.7	35.6	54.1	7.0	99.4	4.0	12.2	49.2	29.2	2.1	20.3	67.3	388.1
1951	39.5	62.1	31.7	72.5	84.4	62.4	28.3	30.0	55.1	20.4	32.4	31.3	550.1
1952	8.0	0.5	62.8	91.7	40.6	38.0	59.4	52.8	14.3	26.2	15.7	16.7	426.7
1953	3.6	6.3	11.5	33.7	15.5	159.4	3.6	35.0	9.9	50.4	2.0	84.9	415.8
1954	20.9		65.7	50.6	49.5	84.0	15.8						
AÑO MEDIO	15.9	21.6	40.1	44.1	54.1	63.1	24.3	39.3	35.8	25.6	22.5	45.6	432.1
D.DST	14.7	26.6	24.0	34.1	31.7	54.6	19.5	10.9	26.2	17.4	15.4	29.1	

ESTACION METEOROLOGICA: HUESCA MAGISTERIO (9901)

PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1941	119.6	57.3	29.7	63.0	33.9	37.1	29.6	65.3	42.1	5.5	25.0	2.8	510.9
1942	23.0	7.1	29.2	262.5	50.3	27.6	3.2	169.1	58.1	84.3	18.4	35.4	768.2
1943	46.4	3.0	97.8	42.4	20.1	15.8	76.1	94.4	83.9	50.1	31.3	51.7	613.0
1944	0.0	49.4	1.0	21.7	97.7	76.4	5.3	72.0	12.5	11.8	21.2	11.4	380.4
1945	71.3	1.4	71.9	3.9	36.3	34.5	9.8	40.6	18.1	18.8	60.4	97.9	464.9
1946	42.7	6.8	23.4	129.9	91.4	19.3	15.6	37.2	51.8	21.3	23.8	45.1	508.3
1947	24.0	90.3	80.8	12.9	145.9	9.3	3.0	44.8	46.1	16.7	16.4	38.0	528.2
1948	91.0	6.5	46.3	37.3	49.0	33.0	10.6	19.4	28.4	8.3	0.0	29.1	358.9
1949			0.0										
1957	0.4	36.9	125.0	45.0	92.6	115.7	0.0	56.0	19.7	22.1		191.3	
1958	57.8	12.8	29.2	14.0	16.0	51.9	33.0	24.0	26.2	11.5	0.0	124.8	401.2
1959	15.0		67.4	40.0									
1960	73.5	53.2	76.0	0.0									
AÑO MEDIO	47.1	29.5	52.1	56.1	63.3	42.1	18.6	62.3	38.7	25.0	21.8	62.8	519.4
D.DST	37.1	29.7	37.8	73.7	41.8	32.2	23.1	43.8	22.1	24.2	18.0	58.5	

## ESTACION METEOROLOGICA: HUESCA OBRAS PUBLICAS (9901)

## PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965	33.5	54.7	69.4	5.2	9.6	29.6	14.7	20.3	63.7	108.5	80.3	36.4	525.9
1966	73.3	75.3	0.4	93.8	27.4	39.7	33.8	22.4	24.3	130.9	63.0	0.0	584.3
1967	23.9	44.2		43.2	17.7	3.9	19.4	49.5	27.7	47.1	204.2	5.8	
1968	0.0	60.5	39.0	57.2	81.7	26.7	11.7	102.6	36.1	19.0	54.1	46.6	535.2
1969	71.5	49.8	170.9	164.6	48.4	117.2	10.6	66.6	71.0	70.9	45.7	8.5	895.7
1970	35.1	7.1	5.5	0.0	60.6	49.1	9.1	66.4	0.0	66.2	28.4	59.4	386.9
1971	67.9	17.4	26.8	117.8	142.5	42.9	67.4	24.8	87.6	35.6	33.8	56.8	721.3
1972	43.9	79.9	36.9	16.7	97.6	169.2	29.1	32.6	162.3	95.0	98.9	30.8	892.9
1973	45.0	0.3	9.9	52.0	47.1	113.0	33.3	32.6	82.8	24.5	60.5	70.5	571.5
1974	46.5	42.7	194.4	32.0	35.9	49.2	37.9	74.3	132.5	10.3	50.0	21.3	727.0
1975	20.1	43.6	69.5	33.0	103.9	56.3	23.3	37.6	65.6	3.7	16.0	72.8	545.4
1976	6.5	44.3	27.0	92.8	88.5	22.8	8.8	107.9	46.8	111.2	55.0	129.3	740.9
1977	98.3	33.8	35.4	12.9	53.1	98.3	30.5	22.9	9.5	59.2	36.8	72.8	563.5
1978	65.7	54.0	77.9	61.8	40.4	57.0		19.4	10.3	0.0	1.9	129.5	
1979	181.9	53.3	59.9	45.9	148.6	54.5	14.5	0.2	64.2	76.9	17.7	26.6	744.2
1980	12.2	56.5	45.6	86.0	73.2	59.0	10.7	11.5	23.0	55.8	44.3	9.3	487.1
1981	0.0	91.8	17.1	33.0	80.5	70.6	2.8	1.4	51.5	17.5	0.0	164.7	530.9
1982	25.3	61.3	46.2	43.5	79.3	42.9	68.0	90.3	91.9	253.2	120.7	45.4	968.0
1983	0.0	88.5	4.5	52.1	14.8	49.0	42.6	175.1	0.3	41.9	162.7	78.9	710.4
1984	35.2	9.8	130.4	26.9	141.3	48.3	25.8	38.8	2.6	45.9	202.8	12.7	720.5
1985	68.5	75.7	44.7	70.6	96.4	78.0	56.7	5.5	5.3	27.1	70.9	82.2	681.6
1986	27.6	55.2	25.8	182.5	48.5	45.4	22.4	1.0	138.4	61.0	111.7	60.6	780.1
1987	76.8	53.2	15.4	56.2	53.0	5.0	55.9		22.6				
AÑO MEDIO	46.0	50.1	52.4	60.0	69.1	57.7	28.6	45.6	53.0	61.9	70.9	55.5	650.9
D.DST	40.6	24.5	51.7	46.3	40.0	37.6	19.3	43.5	46.5	55.8	58.2	43.6	

## ESTACION METEOROLOGICA: HUESCA SAN LORENZO (9901)

## PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965							13.5	35.3	78.1	105.2	83.6	34.4	
1966	62.3	64.1	0.0				28.5	27.0	15.9	120.3	35.3	5.4	
1967	18.4	41.2		32.4	20.7	5.3	25.7	41.1	16.1	48.6	154.9		
1968	0.0	62.9	44.4	61.3	84.7	29.0	8.1	115.9	36.9	15.3	60.8	44.6	563.9
1969	68.2	71.1	160.2	149.4	62.1	94.2	10.0	61.0	77.4	56.3	41.6	17.4	868.9
1970	71.5		6.9		58.5	50.8	12.5	51.8		62.0	33.9	51.0	
1971	72.6	19.0	24.8	118.2			75.5	28.5	95.1	28.9	30.4	40.6	
AÑO MEDIO	48.8	51.7	47.3	90.3	56.5	44.8	24.8	51.5	53.3	62.4	62.9	32.2	626.5
D.DST	31.5	21.4	65.4	53.1	26.5	37.8	23.7	30.9	34.6	38.2	44.7	17.4	

## ESTACION METEOROLOGICA: HUESCA SILO (9901)

## PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1977			18.8	10.5	53.8	107.1	23.5	12.5	5.0	49.1	28.1	48.7	
1978	46.2	43.0	35.3	51.5		25.5	9.7	18.0	9.5	0.0	1.5	104.5	
1979	83.5	51.5	48.5	39.0	30.0	95.5	9.0	2.0	41.0	85.5	28.0	26.5	540.0
1980	9.0	45.0	37.0	51.0	81.0	57.0	11.0	9.0	27.0	34.5	54.5	8.5	424.5
1981	0.0	47.0	10.5	33.3	31.8	58.0	5.3	1.3	25.8	7.5	0.0	108.0	328.5
1982	20.5	36.9	23.2	24.3	47.0	35.2	58.3	59.0	80.0	53.0	77.0	37.0	551.4
1983	0.0	55.0	15.0	37.0	14.3	46.5	32.9	101.0	0.0	23.0	100.3	0.0	425.0
1984	18.8	13.0	67.5	7.0	96.0	30.7	4.1	1.5	0.0	35.7	110.8	13.0	398.1
1985	48.1	45.0	31.5	36.5	61.5	34.2	32.1	0.2	4.5	16.5	35.0	50.7	395.8
1986	20.5	39.0	13.8	114.1	36.2	22.7	11.5	2.5	98.5	33.0	80.7	40.0	512.5
1987	44.9	22.6	6.0	53.5	41.0	3.7	24.4		34.7				
AÑO MEDIO	29.1	39.8	27.9	41.6	49.3	46.9	20.2	20.7	29.6	33.8	51.6	43.7	434.2
D.DST	26.3	12.9	18.4	28.6	24.7	31.1	16.3	33.3	32.9	24.8	39.3	37.0	

## ESTACION METEOROLOGICA: LAS CASAS CTILLO.POMPIEN (9902)

## PRECIPITACIONES (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1954			50.5	57.3	54.3	76.5	0.9	0.0	11.1	7.5	40.2	26.7	
1955	68.0	57.9	9.9	10.0	33.3	75.0	16.2	62.8	13.0	88.7	41.3	59.4	535.5
1956	35.4	4.8	103.5	51.3	61.2	0.0	0.0	87.2	47.8	6.9	26.8	24.1	449.0
1957	0.0	40.0	4.5	43.3	78.0	160.2	0.0	27.7	23.0	14.2	32.1	19.3	442.3
1958	31.2					0.0	8.2	0.0	23.7				
AÑO MEDIO	33.7	34.2	42.1	40.5	56.7	62.3	5.1	35.5	23.7	29.3	35.1	32.4	430.6
D.DST	27.8	27.0	45.8	21.1	18.5	66.5	7.1	38.7	14.6	39.7	6.9	18.3	

## ESTACION TERMOMETRICA: 9898

## TEMPERATURAS (°C)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1955	7.6	6.3	8.2	13.7	16.9	19.7	23.4	23.3	18.9	13.3	7.9	6.4	13.8
1956	5.7	0.1	9.1	10.6	16.2	18.1	22.2	21.4	19.4	13.5	6.9	3.2	12.2
1957	2.7	8.3	12.5	11.7	14.5	17.9	22.3	22.9	19.8	14.0	6.8	4.2	13.1
1958	4.6	7.5	8.1	10.0	17.9	18.8	21.8	22.6	21.8	14.2	9.3	7.0	13.6
1959	5.2	7.1	10.0	11.5	15.0	19.9	24.0	22.6	18.6	13.5	7.5	5.8	13.4
1960	5.1	6.6	9.5	11.9	17.4	20.9	21.2	21.2	17.5	11.1	8.8	4.1	12.9
1961	4.3	9.5	11.4	13.7	16.7	19.9	22.5	21.7	20.5	14.0	9.0	6.2	14.1
1962	6.0	5.7	7.4	11.4	15.2	19.4	22.6	24.5	20.3	15.9	6.5	4.0	13.2
1963	3.3	2.8	8.9	11.1	15.0	19.5	23.3	19.5	17.6	15.3	9.7	3.4	12.5
1964	2.3	6.5	8.6	11.7	18.6	19.7	24.3	22.7	21.8	12.4	7.9	4.4	13.4
1965	4.1	4.0	8.8	11.7	17.0	20.8	22.7	22.1	16.6	15.0	8.1	6.2	13.1
1966	5.9	8.9	8.4	12.0	16.0	19.8	21.4	22.5	21.9	13.4	6.6	6.5	13.6
1967	4.2	6.3	10.7	10.9	15.0	19.3	25.4	23.4	19.6	16.9	9.7	3.1	13.7
1968	6.6	6.8	8.9	11.8	14.5	19.7	23.2	21.3	18.8	17.7	9.2	6.4	13.7
1969	5.0	4.0	8.1	11.0	14.9	17.3	23.0	22.3	16.9	14.7	7.8	4.7	12.5
1970	6.3	6.5	7.5	11.1	15.2	20.7	23.7	22.1	21.6	13.8	10.6	2.1	13.4
1971	3.9	7.3	5.7	12.2	14.2	17.7	22.9	22.9	19.0	15.8	6.0	5.2	12.7
1972	4.3	6.1	9.2	11.0	13.6	17.5	22.1	20.4	15.9	13.0	10.1	5.2	12.4
1973	4.3	5.9	8.3	10.8	16.3	19.2	22.2	24.0	19.4	13.1	7.8	4.5	13.0
1974	6.1	5.9	8.9	10.8	15.5	18.9	22.4	22.0	17.2	10.1	8.9	4.7	12.6
1975	5.3	7.4	7.1	11.7	14.0	18.9	24.0	22.9	18.0	13.9	8.7	3.1	12.9
1976	2.5	7.1	9.2	10.4	16.3	22.0	23.1	22.0	17.6	12.1	6.7	5.7	12.9
1977	4.5	7.9	10.2	12.0	13.5	17.2	20.1	20.3	19.2	15.2	9.1	7.1	13.0
1978	2.9	7.6	9.2	9.7	13.7	17.0	22.5	23.3	20.9	14.5	8.2	6.4	13.0
1979	5.6	6.6	8.6	9.6	15.1	19.7	23.4	22.1	19.3	14.2	7.4	5.5	13.1
1980	4.6	8.5	8.7	10.3	13.0	17.4	21.4	24.7	21.4	13.9	7.6	4.1	13.0
1981	5.8	5.4	11.6	11.9	14.1	21.6	22.7	23.5	20.3	15.4	10.9	7.1	14.2
1982	8.2	7.4	8.8	12.3	16.1	21.7	25.4	22.5	19.7	13.6	8.9	4.9	14.1
1983	4.7	5.0	10.3	11.5	14.9	21.5	26.1	21.9	20.9	15.7	11.3	5.5	14.1
1984	5.4	5.6	7.0	12.9	11.2	19.2	24.3	21.8	18.7	14.3	10.3	5.3	13.0
1985	1.2	8.3	7.3	12.6	13.8	19.9	24.8	23.4	22.6	16.9	7.6	5.3	13.6
1986	5.8	5.5	9.6	8.5	17.7	21.0	23.7	23.0	20.3	15.1	8.7	5.2	13.7
1987	3.8	0.5	9.2	13.1	14.6	20.2	23.4	25.3	23.5	14.0	8.9	6.0	13.5
MEDIA	4.8	6.2	8.9	11.4	15.3	19.5	23.1	22.5	19.6	14.2	8.5	5.1	13.2
D. TIPICA	1.5	2.1	1.4	1.1	1.5	1.4	1.3	1.2	1.8	1.6	1.3	1.3	0.5

ESTACION METEOROLOGICA: HUESCA MAGISTERIO (9901)

TEMPERATURAS (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1941	3.0	7.2	10.5	11.7	13.3	21.1	24.3	21.3	19.7	14.9	8.5	2.9	13.2
1942	3.5	5.4	11.0	12.9	17.5	22.0	24.5	23.3	19.8	17.4	8.9	4.6	14.2
1943	7.5	8.2	11.1	16.4	20.8	23.1	23.2	24.3	19.7	15.5	7.4	5.3	15.2
1944	4.1	4.0	9.3	13.7	16.0	19.4		23.7	19.2	11.9	10.0	5.1	
1945	1.8	9.2	10.9	16.3	17.6	22.4	23.7	20.9	21.2	16.0	8.8	6.0	14.6
1946	2.7	8.1	9.6	12.2	13.7	19.4	23.7	23.0	20.4	16.6	8.6	3.5	13.4
1947	4.2	5.3	10.6	14.5	16.0	20.9	25.4	24.1	20.0	15.7	12.8	5.4	14.6
1948	6.9	8.1	13.1	13.0	15.7	20.8	22.2	23.0					
1957			12.2	11.2	14.3	18.6	22.1	22.0	19.0		7.6	3.6	
1958		7.6	8.4	9.9	18.2	17.6	20.7	21.5	21.4	13.9	9.0	7.8	
1959	5.7		10.6	12.0						13.6			
1960	4.3	6.2	10.6	11.8									
AÑO MEDIO	4.4	6.9	10.7	13.0	16.3	20.5	23.3	22.7	20.0	15.1	9.1	4.9	13.9
D.DST	1.8	1.6	1.2	2.0	2.3	1.8	1.4	1.2	0.8	1.7	1.6	1.5	

ESTACION METEOROLOGICA: HUESCA SAN LORENZO (9901)

TEMPERATURAS (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965								23.4	17.4	17.4	12.6	10.5	
1966	9.8	12.1	8.7	8.9									
1967												1.8	
1968	4.3	4.7		9.7	13.1	19.4	22.7	20.8	18.6	16.9	8.9	5.9	
1969	4.7	3.0	7.5	10.7	15.0	17.7	24.2	22.3	16.4	14.2	7.0	4.3	12.2
1970	5.8	6.0	6.2	11.0					21.1			1.8	
1971	3.0	6.3	5.1	11.0	13.1	17.0	22.2						
1972	2.2	4.4	7.2	9.4	12.8	16.5				12.1	10.0	4.2	
AÑO MEDIO	5.0	6.1	7.0	10.1	13.5	17.7	23.0	22.2	18.4	15.2	9.6	4.7	12.7
D.DST	2.7	3.2	1.4	0.9	1.0	1.3	1.0	1.3	2.0	2.4	2.4	3.2	

## ESTACION METEOROLOGICA: HUESCA "MONFLORITE" (9898)

THORNTHWAITTE

## EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1955	18	14	26	58	89	112	144	133	86	48	19	14	761
1956	15	0	34	45	89	104	137	121	93	52	19	7	717
1957	5	22	49	49	74	100	136	131	94	53	17	8	738
1958	9	18	26	38	97	105	131	128	106	53	25	16	752
1959	11	16	35	47	77	115	150	129	85	50	19	13	749
1960	12	17	35	51	96	124	128	119	80	39	25	6	734
1961	8	25	40	57	86	113	136	120	96	50	23	13	767
1962	14	13	23	46	78	111	138	144	97	63	15	7	749
1963	7	6	33	48	80	114	146	107	82	62	29	7	721
1964	3	15	28	47	102	112	153	129	106	43	20	8	766
1965	8	8	30	49	92	123	140	125	74	58	21	14	742
1966	13	24	27	49	83	113	128	127	107	49	15	14	749
1967	8	14	37	42	74	108	162	134	91	67	26	5	768
1968	15	16	29	48	72	112	143	118	86	72	24	14	749
1969	12	9	29	47	79	98	143	128	78	59	22	11	715
1970	14	15	23	44	77	121	147	124	105	51	30	3	754
1971	8	20	17	53	73	99	142	132	90	64	15	12	725
1972	11	17	35	48	72	100	137	115	73	51	32	13	704
1973	9	14	26	44	87	110	136	140	91	49	21	9	738
1974	16	15	33	46	84	110	138	126	79	36	26	11	720
1975	12	20	23	49	71	108	151	132	83	53	24	6	732
1976	4	18	33	42	87	133	143	125	80	44	17	13	739
1977	10	22	38	52	69	96	119	112	91	61	26	18	714
1978	5	20	33	38	69	93	138	135	102	56	22	15	726
1979	13	17	30	37	78	114	146	125	91	54	19	12	736
1980	10	24	30	41	64	96	129	146	105	53	20	8	726
1981	12	11	41	46	67	127	137	134	95	57	30	15	772
1982	20	17	27	49	81	128	162	126	91	48	22	9	780
1983	8	9	34	44	72	126	169	121	99	59	31	10	782
1984	13	13	22	56	52	110	154	123	87	55	30	12	727
1985	1	21	21	51	66	113	157	134	111	66	18	10	769
1986	12	12	32	29	95	123	147	131	96	57	22	10	766
1987	6	0	30	54	71	115	144	150	118	50	22	12	772
MEDIA	10.4	15.3	30.6	46.8	78.9	111.7	142.8	128.0	92.4	54.0	22.6	10.8	744
D. STD	4.3	6.1	6.5	6.1	10.9	10.1	10.7	9.2	11.0	7.9	4.8	3.5	21

## ESTACION METEOROLOGICA: HUESCA "MAGISTERIO" (9901)

THORNTHWAITTE

## EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1941	5	18	38	48	65	125	153	118	93	57	22	5	747
1942	5	10	37	51	91	129	153	132	90	68	21	8	795
1943	15	17	35	70	115	137	139	140	87	54	14	8	831
1944	8	8	32	60	84	111	144	137	89	42	28	10	753
1945	2	22	36	72	91	132	145	111	100	59	20	11	801
1946	4	21	33	50	66	110	147	131	97	66	22	6	753
1947	7	9	34	60	78	119	162	139	91	57	36	9	801
1948	15	19	49	52	78	120	133	130	92	56	23	9	776
1949	8	16	37	54	84	118	143	128	93	56	23	9	769
1950	8	16	37	54	84	118	143	128	93	56	23	9	769
1951	8	16	37	54	84	118	143	128	93	56	23	9	769
1952	8	16	37	54	84	118	143	128	93	56	23	9	769
1953	8	16	37	54	84	118	143	128	93	56	23	9	769
1954	8	16	37	54	84	118	143	128	93	56	23	9	769
1955	8	16	37	54	84	118	143	128	93	56	23	9	769
1956	8	16	37	54	84	118	143	128	93	56	23	9	769
1957	9	18	48	46	73	105	135	124	89	59	20	7	733
1958	9	20	28	38	101	97	123	120	104	52	25	19	736
1959	12	16	37	48	84	118	143	128	94	49	24	9	762
1960	8	14	37	47	84	118	143	128	94	57	24	9	763
MEDIA	8.1	16.0	37.0	53.7	84.1	118.3	143.2	128.1	93.2	56.2	23.2	9.1	770
D.STD	3.1	3.6	4.6	7.7	10.8	8.7	7.8	6.7	3.8	5.3	4.0	2.7	23

## ESTACION METEOROLOGICA: HUESCA SAN LORENZO (9901)

THORNTHWAITTE

## EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965								146.5	101.7	68.6	36.7	26.9	
1966	25.2	34.9	26.6	29.9	62.4	93.7	140.2	123.1	81.5	60.7	28.5	10.7	717.5
1967	11.8	15.6	23.1	41.5	69.0	99.6	143.4	126.6	86.1	61.6	29.3	3.1	710.6
1968	10.1	11.5	23.9	40.4	67.5	114.0	141.2	117.0	88.3	69.8	25.2	13.9	722.9
1969	10.6	5.8	25.1	43.7	78.7	99.3	153.0	127.3	73.3	55.4	18.5	9.2	700.0
1970	14.3	15.2	19.7	46.4	68.7	99.3	143.3	126.5	103.4	62.1	29.7	3.2	731.8
1971	6.5	17.3	16.3	47.7	68.1	96.4	137.5	127.6	87.4	62.0	29.6	11.4	707.9
1972	4.3	10.8	25.5	39.3	66.0	92.7	144.2	127.5	87.3	86.1	66.0	37.1	786.9
AÑO MEDIO	11.9	15.9	22.9	41.3	68.6	99.3	143.3	127.8	88.6	65.8	32.9	14.4	732.6
D.DST	6.8	9.2	3.6	5.9	5.0	7.1	4.9	8.4	9.9	9.4	14.3	11.8	

## ESTACION PLUVIOMETRICA: HUESCA "MONFLORITE" (9898)

CAP. CAMPO: 30 mm  
RESERVA INICIAL: 25 mm

## LLUVIA UTIL MENSUAL

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1955	26	42	0	0	0	0	0	0	0	23	15	51	154
1956	21	5	101	12	0	0	0	0	0	0	0	0	143
1957	0	5	0	0	5	48	0	0	0	0	0	3	68
1958	28	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	64	107
1959	0	31	86	12	0	0	0	0	116	7	90	31	373
1960	51	44	61	0	0	0	0	0	0	165	10	48	389
1961	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	40	167
1962	54	32	64	5	0	0	0	0	0	0	9	34	198
1963	65	80	0	51	0	0	0	0	0	0	7	61	262
1964	0	77	0	6	0	0	0	0	0	0	10	49	142
1965	21	43	51	0	0	0	0	0	0	36	66	27	244
1966	46	53	0	18	0	0	0	0	0	53	69	0	239
1967	12	38	0	0	0	0	0	0	0	0	162	0	212
1968	0	35	16	12	28	0	0	0	0	0	26	28	146
1969	56	61	188	143	0	0	0	0	0	0	21	7	476
1970	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	128
1971	73	0	13	69	35	0	0	0	0	0	0	37	227
1972	34	78	16	0	21	40	0	0	82	63	41	24	398
1973	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	77
1974	18	23	203	0	0	0	0	0	11	0	0	0	255
1975	0	7	30	0	12	0	0	0	0	0	0	0	49
1976	0	24	0	44	0	0	0	0	0	25	19	84	197
1977	72	6	0	0	0	8	0	0	0	0	8	50	144
1978	34	23	20	20	0	0	0	0	0	0	0	59	156
1979	142	32	15	2	29	0	0	0	0	0	0	9	229
1980	0	15	3	30	37	0	0	0	0	0	38	2	125
1981	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	105
1982	7	28	0	0	0	0	0	0	0	31	46	12	124
1983	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	46	36	115
1984	7	3	78	0	40	0	0	0	0	0	63	1	192
1985	62	21	15	9	0	0	0	0	0	0	0	16	124
1986	11	31	0	70	0	0	0	0	0	0	46	25	183
1987	35	26	0	0	0	0	0	0	0	92	0	57	209
MEDIA	30.9	28.3	29.5	15.3	6.4	2.9	0.0	0.0	6.3	15.0	26.7	31.1	192
D. STD	31.9	22.9	51.4	30.2	12.7	10.7	0.0	0.0	24.3	34.7	37.0	24.6	99



## ESTACION PLUVIOMETRICA: HUESCA "MONFLORITE" (9898)

CAP. CAMPO: 50 mm  
RESERVA INICIAL: 25 mm

## LLUVIA UTIL MENSUAL

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1955	6	42	0	0	0	0	0	0	0	3	13	51	114
1956	21	8	101	12	0	0	0	0	0	0	0	0	143
1957	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	45
1958	11	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	44	70
1959	0	31	96	12	0	0	0	0	96	7	90	31	353
1960	61	44	61	0	0	0	0	0	0	145	10	48	369
1961	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	40	147
1962	54	32	64	5	0	0	0	0	0	0	0	23	178
1963	65	80	0	51	0	0	0	0	0	0	0	47	242
1964	0	77	0	6	0	0	0	0	0	0	0	40	122
1965	21	43	51	0	0	0	0	0	0	16	66	27	224
1966	46	53	0	18	0	0	0	0	0	33	69	0	219
1967	12	38	0	0	0	0	0	0	0	0	142	0	192
1968	0	35	16	12	28	0	0	0	0	0	6	28	126
1969	56	61	188	143	0	0	0	0	0	0	1	7	456
1970	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	108
1971	73	0	13	69	35	0	0	0	0	0	0	17	207
1972	34	78	16	0	21	40	0	0	62	63	41	24	378
1973	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	57
1974	18	23	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	244
1975	0	0	28	0	4	0	0	0	0	0	0	0	32
1976	0	4	0	44	0	0	0	0	0	5	19	84	157
1977	72	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	116
1978	34	23	20	20	0	0	0	0	0	0	0	39	136
1979	142	32	15	2	29	0	0	0	0	0	0	0	219
1980	0	4	3	30	37	0	0	0	0	0	18	2	94
1981	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	85
1982	7	28	0	0	0	0	0	0	0	11	46	12	104
1983	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	26	36	95
1984	7	3	78	0	28	0	0	0	0	0	43	1	160
1985	62	21	15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	108
1986	8	31	0	70	0	0	0	0	0	0	26	25	159
1987	35	26	0	0	0	0	0	0	0	72	0	57	189
MEDIA	29.7	26.9	29.4	15.3	5.5	2.6	0.0	0.0	4.8	10.8	20.9	25.2	171
D. STD	32.5	24.0	51.4	30.2	11.8	10.2	0.0	0.0	19.6	29.6	33.6	21.7	100

## ESTACION PLUVIOMETRICA: HUESCA "MONFLORITE" (9898)

CAP. CAMPO: 100 mm  
RESERVA INICIAL: 50 mm

## LLUVIA UTIL MENSUAL

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1955	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	17
1956	21	9	101	12	0	0	0	0	0	0	0	0	142
1957	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1958	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1959	0	24	86	12	0	0	0	0	46	7	90	31	296
1960	61	44	61	0	0	0	0	0	0	95	10	48	319
1961	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	40	97
1962	54	32	64	5	0	0	0	0	0	0	0	0	155
1963	38	80	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	168
1964	0	74	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	80
1965	10	43	51	0	0	0	0	0	0	0	33	27	163
1966	46	53	0	18	0	0	0	0	0	0	52	0	169
1967	12	38	0	0	0	0	0	0	0	0	92	0	142
1968	0	35	16	12	28	0	0	0	0	0	0	0	91
1969	41	61	188	143	0	0	0	0	0	0	0	0	433
1970	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
1971	59	0	13	69	35	0	0	0	0	0	0	0	176
1972	1	78	16	0	21	40	0	0	12	63	41	24	295
1973	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
1974	0	16	203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	219
1975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	58
1977	72	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78
1978	22	23	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	85
1979	131	32	15	2	29	0	0	0	0	0	0	0	209
1980	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	25
1981	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
1982	7	28	0	0	0	0	0	0	0	0	7	12	54
1983	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	45
1984	7	3	78	0	28	0	0	0	0	0	0	0	115
1985	56	21	15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	102
1986	0	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	1	59
1987	35	26	0	0	0	0	0	0	0	22	0	57	139
MEDIA	23.3	23.0	28.0	12.7	5.0	1.2	0.0	0.0	1.7	5.7	10.5	9.9	121
D.STD	29.8	24.9	51.9	29.2	10.9	6.9	0.0	0.0	8.2	19.8	24.3	17.7	104

ESTACION: HUESCA "MAGISTERIO" (9901A)

C. Campo: 30 mm

LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1941	99.6	40.6	9.3	7.9	9.6	0.0	0.0	16.7	3.2	0.0	0.0	0.0	186.8
1942	0.0	0.0	0.0	198.6	0.0	0.0	0.0	121.2	0.0	25.5	7.9	20.5	373.7
1943	32.1	0.0	50.1	0.0	0.0	0.0	7.7	19.4	18.7	7.9	5.3	46.0	187.2
1944	0.0	29.3	0.0	0.0	27.7	25.9	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	85.4
1945	42.9	0.0	39.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.7	81.3	189.5
1946	38.0	0.0	0.0	59.7	32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	155.7
1947	17.6	80.2	46.5	5.5	65.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	226.6
1948	76.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.7
1949			0.0										
1957	0.0	0.2	83.9	8.9	31.3	22.3	0.0	0.0	0.0	0.0		158.1	
1958	47.2	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	77.0	125.8
1959	5.9		35.3	1.1									
1960	49.0	41.1	51.4	0.0									
MEDIA	34.1	17.5	24.3	23.5	16.7	4.8	0.8	16.0	2.2	3.3	4.3	41.9	189.5

ESTACION: HUESCA "MAGISTERIO" (9901A)

C. Campo: 50 mm

LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1941	89.6	40.6	9.3	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	145.2
1942	0.0	0.0	0.0	178.6	0.0	0.0	0.0	101.2	0.0	5.5	7.9	20.5	313.7
1943	32.1	0.0	50.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.1	121.3
1944	0.0	29.3	0.0	0.0	7.7	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.8
1945	22.9	0.0	22.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	81.3	132.0
1946	38.0	0.0	0.0	59.7	32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	135.7
1947	17.6	80.2	46.5	5.5	45.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	195.7
1948	67.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.6
1949			0.0										
1957	0.0	0.0	64.1	0.0	11.6	22.3	0.0	0.0	0.0	0.0		138.1	
1958	47.2	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.0	105.8
1959	5.9		35.3	1.1									
1960	49.0	41.1	51.4	0.0									
MEDIA	30.8	17.5	21.4	20.4	10.4	2.8	0.0	10.1	0.0	0.6	1.5	34.1	149.7

ESTACION: RUEECA "MAGISTERIO" (9901A)

Campo: 100 mm

LLUVIA UTIL. (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1941	64.6	40.6	9.3	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	120.2
1942	0.0	0.0	0.0	128.6	0.0	0.0	0.0	51.2	0.0	0.0	0.0	4.3	184.0
1943	32.1	0.0	50.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	82.2
1944	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4
1945	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.1	37.1
1946	38.6	0.0	0.0	59.7	32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	130.6
1947	0.0	52.9	46.5	5.6	43.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	147.8
1948	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.6
1949			0.0										
1957	0.0	0.0	14.1	0.0	9.4	22.3	0.0	0.0	0.0	0.0		88.1	
1958	47.2	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	55.8
1959	5.9		35.3	1.1									
1960	43.0	41.1	51.4	0.0									
MEDIA	21.2	14.0	15.9	16.2	9.1	2.2	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	13.7	97.5

## ESTACION METEOROLOGICA: HUESCA SAN LORENZO (9901)

C. CAMPO: 30 mm.

## LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965							0.0	0.0	4.0	61.4	34.1	2.1	
1966	37.3	25.6	0.0				0.0	0.0	0.0	51.1	12.1	0.0	
1967	0.0	7.7		6.3	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	11.4	115.6		
1968	0.0	39.0	18.9	27.6	21.3	0.0	0.0	26.6	0.0	0.0	18.5	36.0	188.0
1969	54.6	62.5	142.4	102.7	11.9	29.8	0.0	19.9	2.3	13.3	5.2	5.4	450.0
1970	59.2		0.0		16.2	0.0	0.0	5.5		31.8	0.0	28.5	
1971	66.0	8.7	4.6	68.6			48.6	0.0	48.7	0.0	0.0	4.7	
AÑO MEDIO	36.2	28.7	33.2	51.3	12.4	7.4	6.9	8.4	9.2	24.1	26.5	12.8	257.1
D.DST	29.6	22.9	61.5	42.9	9.1	14.9	18.4	10.7	19.4	24.6	41.1	15.4	

## ESTACION METEOROLOGICA: HUESCA SN LORENZO (9901)

C. CAMPO: 50 mm.

## LLUVIA UTIL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965							0.0	0.0	0.0	45.4	32.1	2.1	
1966	37.3	25.6	0.0				0.0	0.0	0.0	31.1	12.1	0.0	
1967	0.0	7.7		6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	107.0		
1968	0.0	39.0	18.9	27.6	21.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.5	141.4
1969	54.6	62.5	142.4	102.7	11.9	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	387.8
1970	59.2		0.0		16.2	0.0	0.0	0.0		17.3	0.0	12.4	
1971	66.0	8.7	4.6	68.6			48.6	0.0	28.7	0.0	0.0	0.0	
AÑO MEDIO	36.2	28.7	33.2	51.3	12.4	2.4	6.9	0.0	4.8	13.4	21.6	8.8	219.7
D.DST	29.6	22.9	61.5	42.9	9.1	4.9	18.4	0.0	11.7	18.6	39.5	13.4	

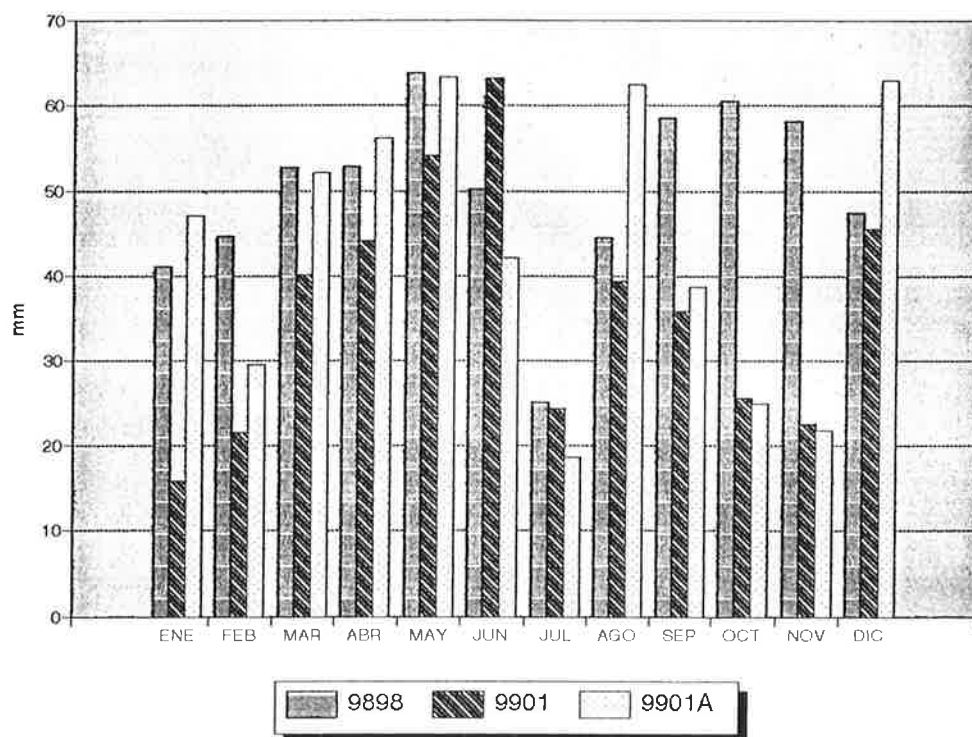
## ESTACION METEOROLOGICA: HUESCA SAN LORENZO (9901)

C. CAMPO: 100 mm.

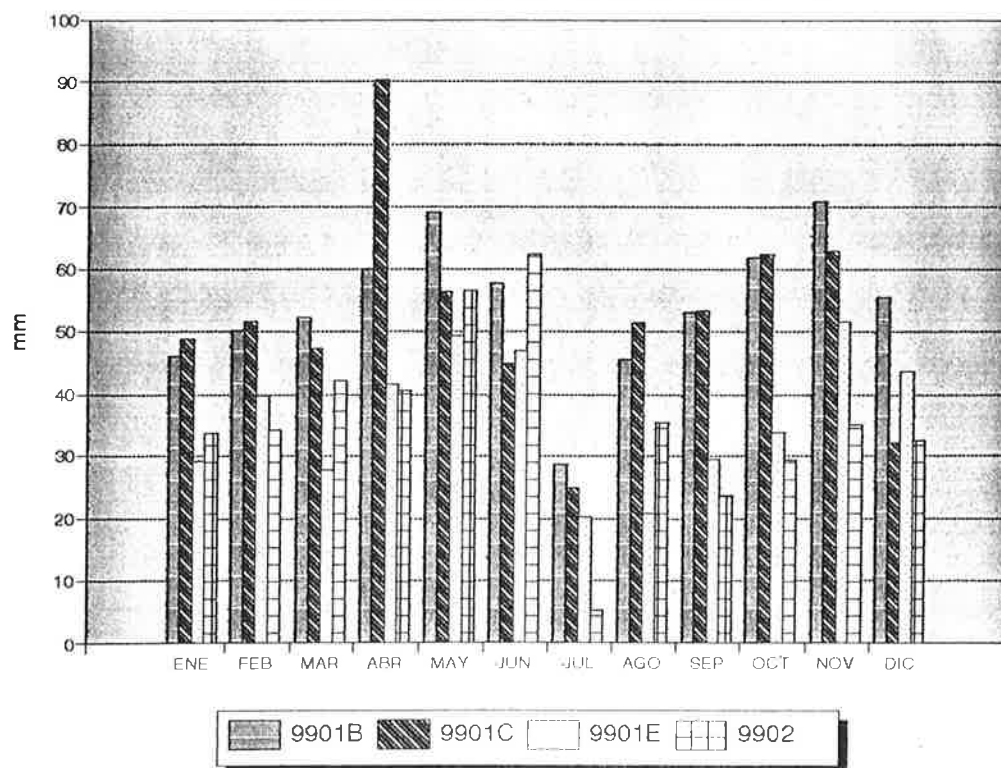
## LLUVIA UTIL (mm)

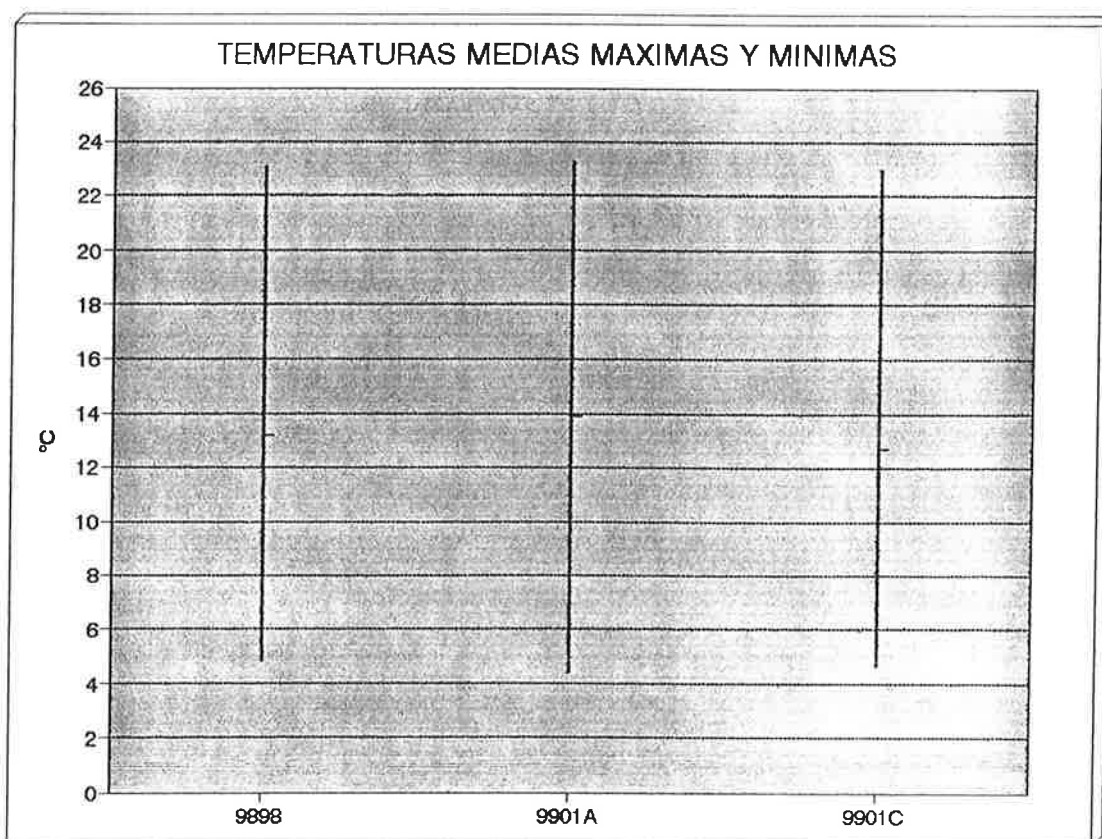
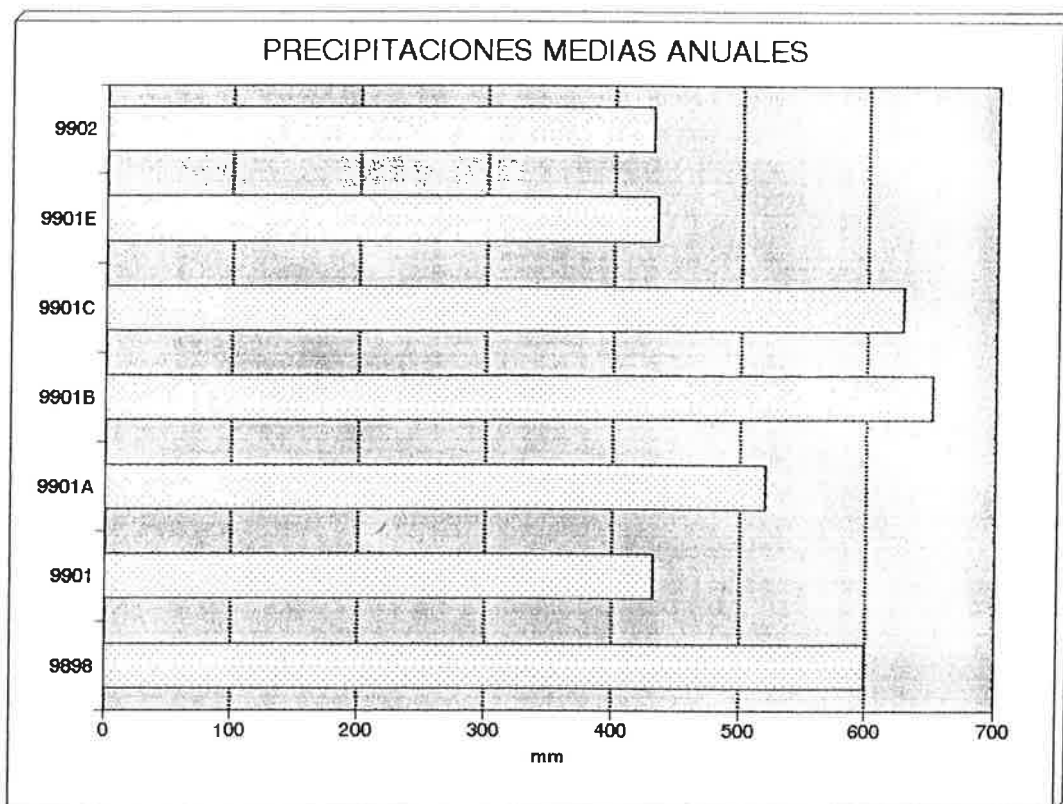
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965							0.0	0.0	0.0	0.0	27.6	2.1	
1966	37.3	25.6	0.0				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1967	0.0	0.8		6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.0		
1968	0.0	39.0	18.9	27.6	21.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	106.9
1969	39.0	62.5	142.4	102.7	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	358.6
1970	13.1		0.0		16.2	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
1971	45.8	8.7	4.6	68.6			48.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
AÑO MEDIO	22.5	27.3	33.2	51.3	12.4	0.0	6.9	0.0	0.0	0.0	12.1	0.4	166.1
D.DST	20.7	24.6	61.5	42.9	9.1	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0	22.3	0.9	

PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES



PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES





**ANEXO II**  
**HIDROMETRÍA**

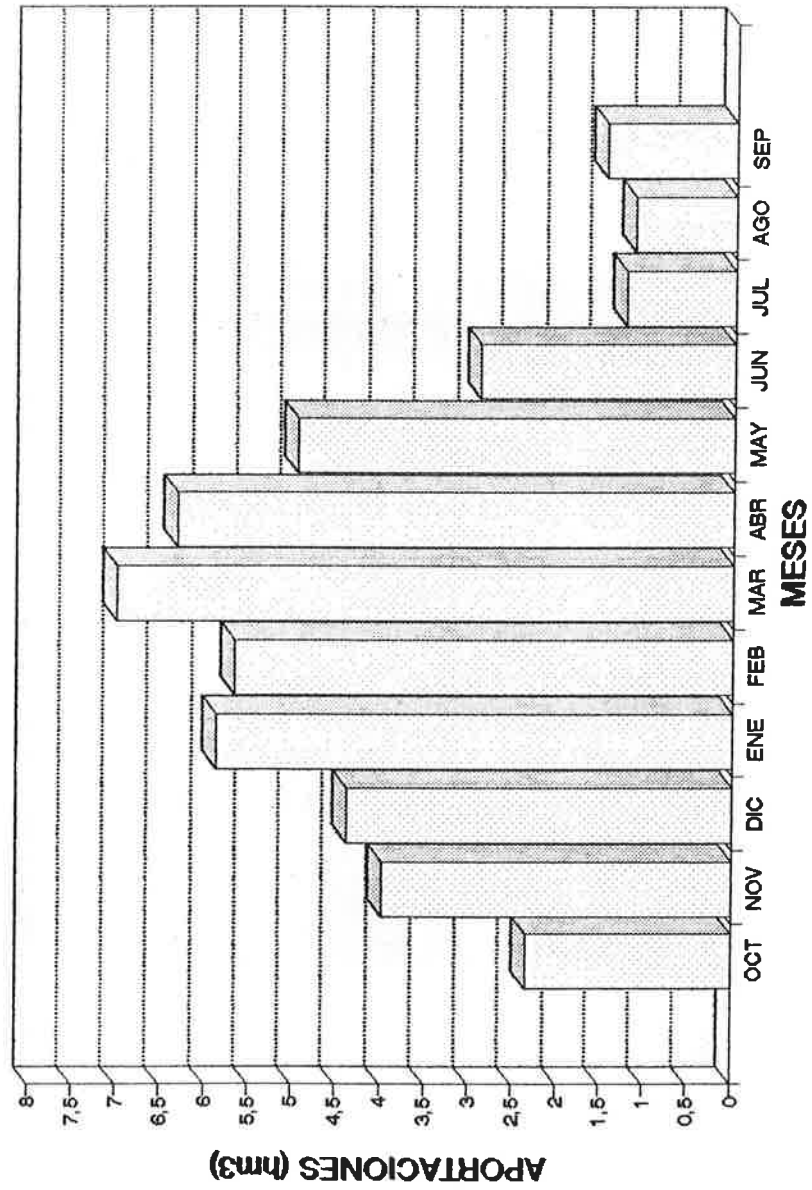


# RIO FLUMEN EN E.A. N° 190 (QUICENA)

Aportaciones en hm3. Valores restituidos.

ANO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
40-41	4.70	4.43	3.39	13.19	11.26	12.40	6.95	8.79	3.69	1.48	1.61	0.98	72.67
41-42	0.96	1.62	1.78	2.45	0.92	1.46	16.34	8.42	2.04	1.08	4.67	5.16	46.90
42-43	7.08	9.99	7.72	11.23	3.72	8.51	9.46	4.81	1.64	1.27	0.94	0.86	67.23
43-44	0.86	0.75	2.66	1.11	3.17	3.27	1.19	2.13	7.29	1.40	1.96	1.07	26.66
44-45	1.49	1.78	1.65	5.12	1.86	2.37	1.80	1.41	1.18	0.74	0.78	0.58	20.76
45-46	0.54	1.40	4.97	6.09	6.41	4.62	10.09	12.28	2.88	1.34	0.86	2.58	54.06
46-47	1.10	1.16	2.08	1.82	5.70	12.35	6.19	6.18	1.83	0.99	1.34	0.90	41.64
47-48	0.68	0.59	0.72	2.56	2.47	2.00	3.85	1.77	0.99	0.58	0.56	0.39	17.16
48-49	0.44	0.36	0.52	0.79	0.45	0.38	0.31	0.28	0.22	0.12	0.12	0.47	4.46
49-50	0.71	0.44	0.38	0.55	0.57	0.92	0.57	0.91	0.66	0.32	0.68	0.41	7.12
50-51	0.37	0.41	1.36	1.64	6.95	13.32	7.54	6.63	4.83	1.48	2.13	1.03	47.69
51-52	2.21	2.79	3.12	5.43	4.20	3.00	14.94	3.33	1.40	0.96	0.76	0.79	42.93
52-53	0.70	0.57	1.14	0.92	0.56	0.52	0.63	0.41	1.12	0.35	0.29	0.33	7.54
53-54	0.40	0.29	2.41	1.48	4.28	5.53	3.45	8.54	3.56	1.26	0.84	0.67	32.71
54-55	0.60	0.85	1.65	5.03	8.24	3.54	1.52	0.97	0.79	0.62	0.54	0.48	24.83
55-56	1.68	2.25	7.77	7.58	5.86	12.76	13.30	7.21	3.09	1.25	0.94	3.23	66.92
56-57	1.73	1.64	1.43	1.22	2.57	1.82	1.49	6.73	14.10	4.38	1.71	1.13	39.95
57-58	0.89	0.84	1.04	2.57	2.21	5.64	6.33	2.16	1.20	1.48	0.69	0.64	25.69
58-59	1.27	0.67	9.09	4.28	4.60	15.17	5.75	2.48	1.27	0.82	0.71	2.84	46.95
59-60	6.84	9.45	19.79	9.01	15.94	17.66	7.03	4.65	6.64	1.70	1.17	0.92	100.80
60-61	9.12	12.35	9.38	17.76	8.61	2.61	2.13	2.66	2.36	0.89	0.87	1.36	70.10
61-62	1.57	11.41	9.52	16.07	5.10	24.69	9.56	4.99	2.30	0.96	0.69	0.92	87.78
62-63	1.19	2.07	4.01	17.71	12.11	6.01	10.32	3.41	1.49	1.59	5.67	2.05	67.63
63-64	1.06	5.15	9.28	3.14	8.49	6.90	8.61	2.83	1.59	0.84	0.67	0.80	49.36
64-65	1.24	2.38	2.83	5.60	5.20	14.65	3.21	1.52	0.94	0.77	0.84	1.62	40.90
65-66	5.64	11.88	5.96	7.68	8.66	3.51	5.84	2.14	1.15	0.71	0.69	0.65	54.61
66-67	8.90	16.01	2.69	1.42	2.39	6.34	4.38	1.85	0.95	0.60	0.57	0.52	46.62
67-68	0.68	5.12	1.90	1.00	2.86	2.07	4.47	5.36	1.72	0.93	0.97	0.96	26.04
68-69	0.62	0.98	4.39	4.42	4.39	28.94	27.42	9.64	6.71	2.08	1.55	1.42	92.66
69-70	4.02	2.97	2.72	15.52	4.82	2.25	1.13	5.92	1.81	0.90	0.81	0.48	43.35
70-71	1.82	1.36	2.62	5.16	4.30	5.82	19.57	25.33	9.78	3.16	1.38	3.98	84.28
71-72	1.75	1.42	1.87	6.93	15.39	9.33	2.52	7.36	7.49	2.64	1.51	11.24	69.45
72-73	9.17	10.26	12.09	5.75	4.32	1.89	1.52	1.93	8.67	1.99	1.04	1.53	60.16
73-74	0.90	1.71	0.85	2.68	3.40	21.69	10.81	5.35	3.21	1.57	1.42	3.11	56.70
74-75	3.52	4.34	1.63	2.93	10.88	7.39	3.40	8.70	1.95	1.05	0.84	1.37	48.00
75-76	0.88	0.65	1.73	1.34	4.67	1.20	2.63	3.38	1.80	1.99	0.96	0.88	22.11
76-77	5.72	7.68	13.24	18.74	8.66	5.90	2.16	3.96	2.89	1.43	0.82	0.59	71.79
77-78	2.22	1.25	4.06	8.39	13.27	7.52	10.71	3.45	1.85	0.92	0.67	0.57	54.88
78-79	0.50	0.47	2.34	22.69	18.58	12.01	5.06	4.51	1.60	0.89	0.63	0.92	70.20
79-80	3.34	1.20	1.86	1.12	0.68	2.56	3.93	10.93	2.84	1.31	0.76	0.68	31.21
80-81	1.16	3.50	1.83	0.95	2.45	1.20	1.18	3.54	1.29	0.71	0.48	0.79	19.06
81-82	0.59	0.42	12.06	2.48	5.49	3.35	1.61	1.84	0.80	1.46	1.59	1.25	32.94
82-83	5.62	17.78	9.44	3.14	1.37	1.01	0.69	0.66	0.49	0.37	1.27	0.58	42.42
83-84	0.42	1.84	2.82	2.58	1.44	5.92	4.62	7.37	2.93	1.08	0.88	0.63	32.53
84-85	0.92	16.00	3.48	8.76	7.06	6.89	5.78	5.94	2.27	1.12	0.72	0.53	59.47
85-86	0.58	0.79	2.34	2.21	4.24	2.96	18.54	3.22	1.44	0.88	0.58	2.69	40.47
MEDIA	2.36	3.98	4.38	5.87	5.67	7.00	6.32	4.95	2.89	1.23	1.13	1.47	47.25
D.TIP	2.51	4.76	4.11	5.59	4.27	6.52	5.77	4.22	2.78	0.74	0.96	1.78	22.57

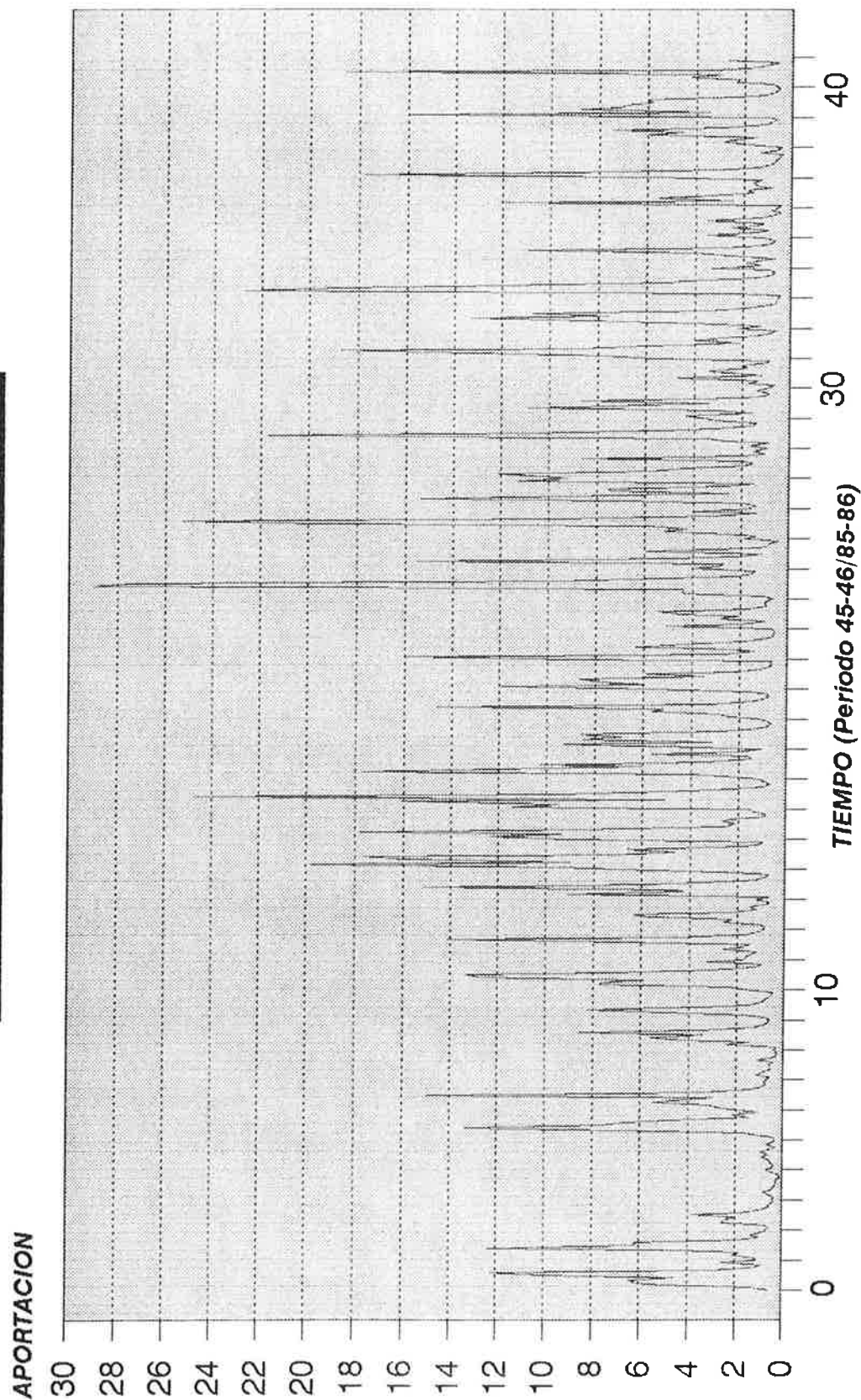
**RIO FLUMEN EN E.A. N° 190 (QUICENA)**  
Aportaciones medias mensuales (hm<sup>3</sup>)



**RIO FLUMEN EN E.A. N° 190 (QUICENA)**

**Aportaciones en hm3**

(Valores registrados)

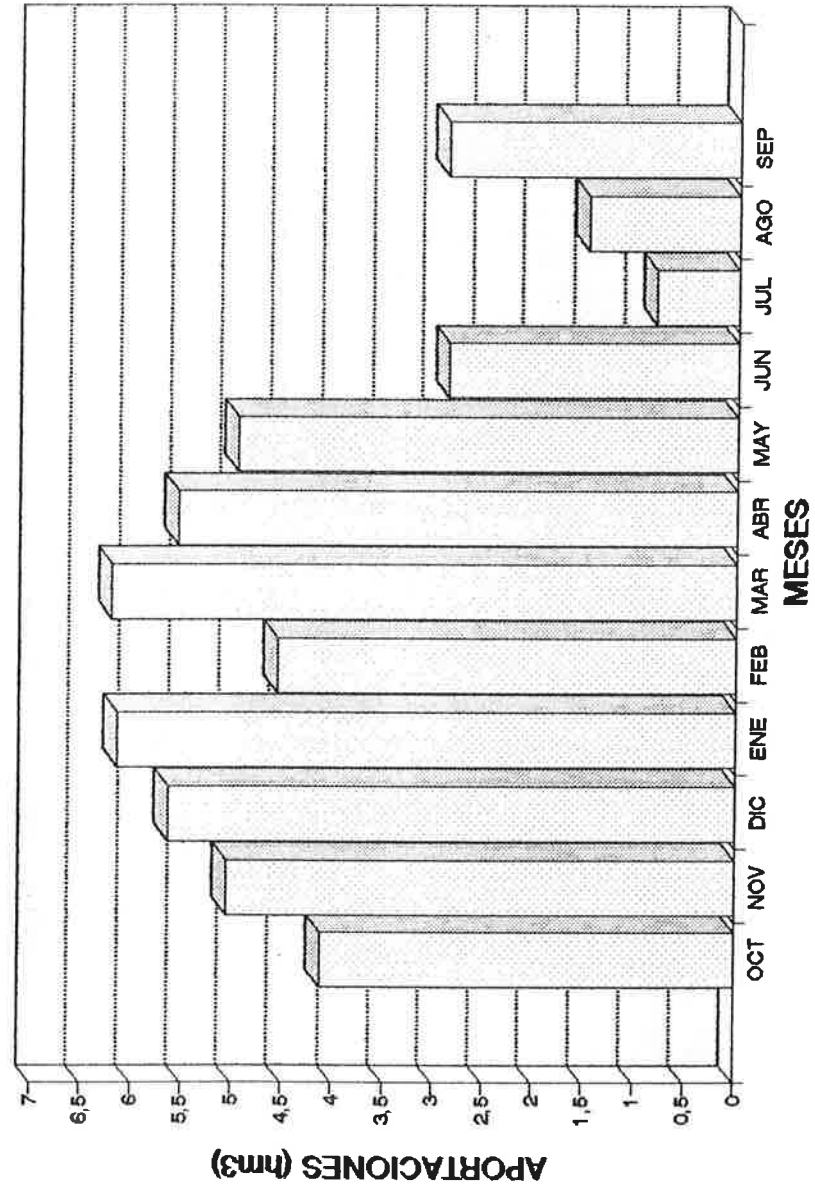


# RIO GUATIZALEMA EN E.A. N° 192 (SIETAMO)

Aportaciones en hm3. Valores restituidos.

ANO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
40-41	13.25	4.17	2.36	14.50	9.47	10.51	5.85	9.80	1.69	0.64	1.71	1.52	75.47
41-42	1.22	5.66	1.68	2.91	0.40	1.53	14.39	5.45	0.91	0.49	7.37	4.41	46.42
42-43	9.28	6.20	7.34	9.16	1.80	8.23	8.42	4.52	0.83	1.23	1.08	1.01	59.10
43-44	2.24	0.44	7.39	0.51	4.42	1.77	0.78	4.26	10.43	0.43	2.95	0.39	36.01
44-45	5.45	2.89	3.78	6.42	0.39	2.78	2.17	3.43	1.06	0.38	0.94	2.33	32.02
45-46	0.29	4.54	8.88	1.56	2.27	3.43	7.59	10.13	1.07	0.50	0.41	7.77	48.44
46-47	1.15	4.07	3.52	1.62	7.23	11.40	3.02	5.44	0.64	0.40	2.28	0.42	41.19
47-48	0.34	0.29	0.33	5.05	2.21	1.04	3.92	0.99	1.50	0.36	0.44	0.28	16.75
48-49	0.29	0.22	1.85	1.81	0.40	0.31	0.22	0.20	0.17	0.16	0.10	0.32	6.05
49-50	0.82	0.24	0.22	0.81	0.46	1.34	1.29	4.80	0.61	0.29	3.91	0.26	15.05
50-51	0.19	0.37	3.31	2.09	8.44	12.01	7.47	5.79	2.14	0.54	2.65	0.45	45.45
51-52	5.69	4.10	5.84	4.26	0.46	1.61	11.35	2.07	0.94	0.54	1.31	3.43	41.60
52-53	0.40	0.30	4.20	0.81	0.64	0.56	1.69	2.40	0.94	0.12	0.13	1.98	14.17
53-54	0.49	0.26	6.95	5.16	4.42	4.74	1.12	6.93	3.90	1.81	0.46	0.51	36.75
54-55	0.38	3.01	1.63	10.79	6.74	1.82	1.04	0.56	1.03	0.62	0.31	0.29	28.22
55-56	6.92	6.55	15.69	6.23	6.05	16.57	9.49	5.30	1.53	0.50	0.69	10.24	85.76
56-57	1.44	2.59	1.03	0.84	2.68	0.51	2.52	9.11	11.31	1.08	0.50	0.44	34.05
57-58	0.41	0.41	0.50	8.11	2.10	9.00	3.89	1.98	0.55	3.82	0.26	1.78	32.81
58-59	0.37	0.31	13.65	0.47	0.74	14.59	4.91	2.65	0.97	0.64	0.30	6.86	46.46
59-60	5.44	6.19	19.50	3.21	14.46	14.27	2.11	7.20	5.52	0.61	0.80	0.67	79.98
60-61	24.54	14.27	8.78	14.74	1.33	0.76	4.60	5.57	2.28	0.53	0.87	5.61	83.88
61-62	4.57	12.91	3.26	19.32	3.22	28.47	7.76	5.67	0.60	0.39	0.29	2.22	88.68
62-63	1.70	6.80	7.18	19.55	9.04	5.44	6.87	3.92	0.73	3.42	10.94	1.04	78.63
63-64	0.44	9.51	4.75	0.64	8.76	4.97	8.16	3.01	1.10	0.43	0.31	0.41	42.49
64-65	2.29	5.28	5.30	4.90	5.13	10.22	1.41	0.66	0.47	2.79	0.92	5.80	45.17
65-66	12.34	10.98	4.19	3.55	5.57	1.35	8.06	3.55	2.15	0.48	0.37	0.90	53.49
66-67	12.47	17.39	0.86	0.92	1.80	8.11	2.83	2.21	0.41	0.27	0.22	0.58	48.07
67-68	0.89	8.60	1.22	0.60	1.53	1.76	6.67	4.05	3.98	0.49	1.96	0.32	32.07
68-69	0.28	0.68	8.48	2.12	6.65	19.11	21.49	4.83	5.47	1.13	1.06	5.61	76.91
69-70	9.67	2.87	2.25	20.63	1.26	0.75	0.47	9.78	2.44	0.28	3.39	0.29	54.08
70-71	6.17	3.77	3.29	7.45	3.86	6.92	17.43	16.83	4.55	1.40	0.61	11.14	83.42
71-72	0.65	3.26	3.05	8.52	6.81	7.60	1.01	7.31	13.91	0.77	2.37	15.77	71.08
72-73	8.45	7.02	9.44	5.95	1.10	0.65	1.04	6.91	11.64	0.73	0.67	1.89	55.49
73-74	1.07	4.70	10.92	7.32	4.77	24.08	13.00	3.45	4.61	0.85	2.44	12.28	89.49
74-75	0.59	5.31	1.16	5.65	8.53	3.67	2.66	3.75	1.30	0.44	1.22	5.67	39.95
75-76	0.55	0.32	6.09	0.52	7.93	1.36	5.49	4.36	4.30	0.60	0.50	2.06	34.06
76-77	11.35	7.35	13.18	13.23	6.87	3.38	1.24	6.40	8.05	2.52	1.59	0.42	75.66
77-78	8.01	1.23	8.31	7.82	8.38	8.10	5.84	4.96	1.31	0.82	0.35	0.35	55.48
78-79	0.25	0.24	5.66	31.09	16.13	6.80	6.06	5.80	4.87	0.57	0.39	1.58	79.44
79-80	9.15	1.44	3.03	1.74	1.72	6.68	7.66	5.74	3.44	0.53	0.35	0.49	41.97
80-81	5.02	7.01	1.63	0.36	1.13	1.56	1.99	5.20	0.27	0.15	0.11	1.42	25.85
81-82	1.06	0.15	15.66	5.20	6.31	1.28	2.04	2.05	1.13	0.30	5.22	2.35	42.75
82-83	11.05	19.98	6.92	0.93	2.89	0.91	3.35	1.02	0.33	0.26	2.78	0.18	50.60
83-84	0.25	6.22	5.97	2.17	0.85	8.63	3.32	9.30	3.62	0.55	0.46	0.31	41.65
84-85	0.41	21.03	4.06	8.40	7.41	3.34	6.57	5.89	0.91	0.60	0.34	0.31	59.27
85-86	0.33	1.08	5.17	3.40	4.54	1.51	15.51	2.90	0.67	0.43	0.28	7.97	43.79
MEDIA	4.12	5.05	5.64	6.15	4.55	6.21	5.56	4.96	2.88	0.80	1.49	2.88	50.28
D.TIP	5.11	5.17	4.43	6.48	3.68	6.39	4.76	3.06	3.28	0.80	2.02	3.68	21.28

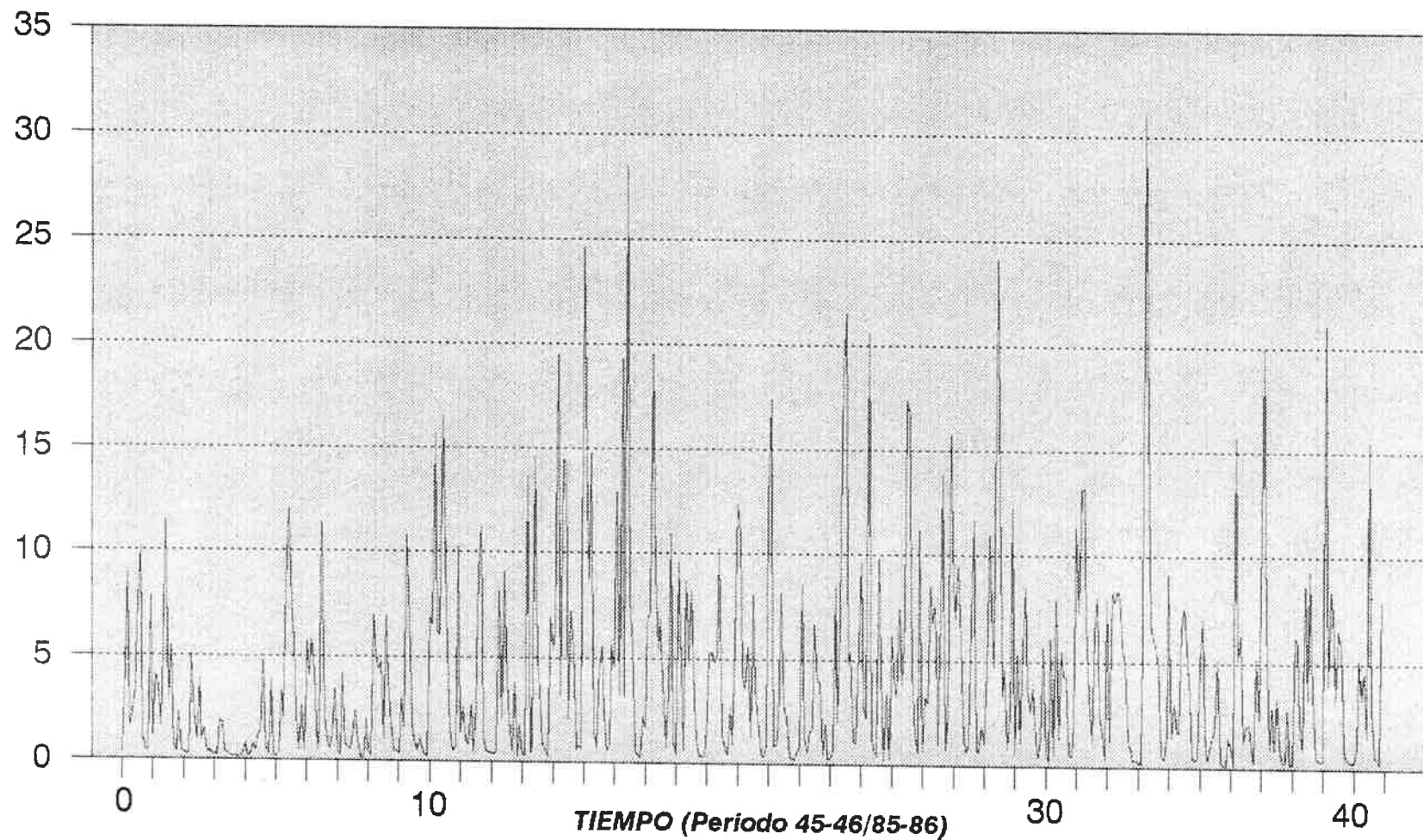
# RIO GUATIZALEMA EN E.A. N° 192. SIETAMO Aportaciones medias mensuales (hm3)





**RIO GUATIZALEMA EN E.A. N° 192 (SIETAMO)**  
**Aportaciones en hm3**  
(Valores restituidos)

**APORTACION**



**ANEXO III**  
**HIDROQUÍMICA**

**CUADRO RESUMEN ANALISIS QUIMICOS**  
**HOJA DE HUESCA (29-12)**

ESTACION	FECHA	pH	CONDUCT.	R. SECO	D. TOTAL	Cl-	SO4=	CO3H-	CO3=	NO3-	Na+	K+	Ca++	Mg++	NO2-	NH4+	DQO	PO4=	SiO2	ANIONES	CATIONES	ERROR	ORIGEN
			uS/cm	mg/l	ppm CO3Ca	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l O2	mg/l	mg/l	meq/l	meq/l	%	DATOS
29121001	10-Oct-85	7.0	723	444	343	21	115	277	0.0	21	19	2.0	112	15	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	7.87	7.72	-1.90	UZ
29121002	10-Oct-85	7.0	755	471	359	23	116	292	0.0	28	23	3.0	112	19	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	8.30	8.25	-0.66	UZ
29121003	10-Oct-85	7.0	713	449	345	24	124	295	0.0	0	24	3.0	108	18	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	8.09	8.01	-1.07	UZ
29121004	10-Oct-85	7.0	786	487	343	28	140	264	0.0	33	28	7.0	92	27	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	8.56	8.23	-3.99	UZ
29121005	10-Oct-85	7.0	832	541	413	27	152	291	0.0	37	25	7.0	120	27	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	9.29	9.50	2.19	UZ
29121007	10-Oct-85	8.0	684	402	319	19	104	277	0.0	0	21	3.0	96	19	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	7.24	7.36	1.61	UZ
29121008	10-Oct-85	7.0	725	414	350	20	96	311	0.0	0	17	1.0	100	24	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	7.66	7.75	1.12	UZ
29121010	10-Oct-85	7.0	713	402	319	21	110	261	0.0	0	20	4.0	96	19	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	7.16	7.34	2.50	UZ
29121012	10-Oct-85	7.0	651	401	300	22	114	273	0.0	0	21	3.0	80	24	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	7.47	6.97	-6.87	UZ
29121014	10-Oct-85	7.0	821	476	380	24	126	317	0.0	0	28	3.0	112	24	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	8.50	8.88	4.38	UZ
29122002	10-Oct-85	7.0	1416	851	601	62	314	384	0.0	0	50	11.0	192	29	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	14.58	14.45	-0.86	UZ
29122003	10-Oct-85	7.0	1000	266	319	21	50	153	0.0	4	0	0.0	96	19	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	4.21	6.37	40.92	UZ
29122004	10-Oct-85	7.0	1000	377	423	36	100	159	0.0	9	0	0.0	129	24	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	5.85	8.43	36.20	UZ
29122005	10-Oct-85	7.0	1150	617	461	43	180	390	0.0	18	0	0.0	176	5	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	11.64	9.21	-23.30	UZ
29122006	10-Oct-85	7.0	1000	457	461	36	130	183	0.0	13	20	2.0	136	29	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	6.93	10.12	37.39	UZ
29122012	10-Oct-85	7.0	1001	654	478	27	235	326	0.0	19	34	2.0	148	26	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	11.30	11.08	-2.00	UZ
29122015	10-Oct-85	7.0	920	470	342	52	126	255	0.0	0	42	0.0	100	22	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	8.27	8.64	4.43	UZ
29122016	10-Oct-85	7.0	1902	1286	563	187	490	354	0.0	0	225	10.0	152	44	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	21.27	21.28	0.03	UZ
29122019	10-Oct-85	7.0	1278	770	553	60	310	305	0.0	0	58	5.0	128	56	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	13.14	13.68	3.99	UZ
29122020	10-Oct-85	7.0	1288	728	530	38	202	455	0.0	0	42	22.0	172	24	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	12.74	12.97	1.85	UZ
29122032	09-Ene-92	7.9	702	437	361	23	90	294	0.0	15	14	8.0	106	23	0.00	0.00	1.0	0.00	11.3	7.58	8.01	5.51	ITGE
29123001	03-Jun-92	7.0	580	182	158	29	15	112	0.0	10	6	0.4	44	12	0.03	0.00	1.5	0.00	10.6	3.13	3.41	8.66	CHE
29123001	02-Dic-92	7.7	615	373	288	39	65	189	0.0	38	9	0.5	106	10	0.00	0.01	1.8	0.00	12.1	6.14	6.49	5.56	CHE
29123001	10-Ene-92	7.5	463	394	328	14	15	274	0.0	84	4	0.0	113	11	0.00	0.00	1.0	0.00	15.9	6.55	6.73	2.71	ITGE
29123002	10-Ene-92	7.6	663	415	330	24	33	211	0.0	108	8	0.0	102	18	0.00	0.00	0.6	0.00	16.7	6.56	6.93	5.52	ITGE
29123003	10-Oct-85	7.0	607	269	232	18	40	222	0.0	0	13	0.0	76	10	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	4.98	5.19	4.15	UZ
29123005	09-Ene-92	8.2	546	351	93	26	25	242	9.0	26	93	0.0	29	5	0.00	0.00	0.4	0.00	16.7	5.94	5.91	-0.54	ITGE
29123006	10-Oct-85	9.0	564	303	14	24	6	212	36.0	0	125	0.0	4	1	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	5.48	5.72	4.34	UZ
29123015	10-Oct-85	8.0	1851	1600	642	60	1000	132	0.0	0	240	7.0	180	46	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	24.66	23.42	-5.15	UZ
29123016	10-Oct-85	7.0	4073	2288	845	402	760	429	0.0	0	250	350.0	273	39	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	34.18	36.71	7.13	UZ
29123018	10-Ene-92	8.0	598	371	150	70	37	226	0.0	5	74	2.0	30	18	0.00	0.00	0.6	0.00	22.4	6.53	6.26	-4.28	ITGE
29124005	10-Ene-92	7.8	695	427	367	15	23	350	0.0	60	8	0.0	110	22	0.00	0.00	0.6	0.00	14.3	7.61	7.67	0.76	ITGE
29126002	09-Ene-92	7.3	1359	916	648	95	277	400	0.0	45	63	2.0	161	59	0.00	0.00	0.5	0.00	13.7	15.73	15.72	-0.06	ITGE
29126003	09-Ene-92	8.2	2150	1505	875	186	550	390	14.0	88	160	9.0	180	102	0.02	0.00	2.0	0.00	20.9	24.96	24.62	-1.41	ITGE
29126007	09-Ene-92	7.7	1618	1151	674	138	416	434	0.0	10	136	4.0	128	85	0.00	0.00	0.8	0.00	17.4	19.82	19.44	-1.95	ITGE
29127002	10-Oct-85	7.0	1041	632	483	39	172	403	0.0	0	51	1.0	128	39	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	11.29	11.87	5.00	UZ
29127003	10-Oct-85	7.0	1032	597	443	42	133	425	0.0	0	51	6.0	112	39	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	10.92	11.19	2.47	UZ
29127008	09-Ene-92	7.4	1004	653	463	63	158	365	0.0	35	41	3.0	105	48	0.00	0.00	0.6	0.00	17.0	11.61	11.08	-4.74	ITGE



**CUADRO RESUMEN ANALISIS QUIMICOS**  
**HOJA DE HUESCA (29-12)**

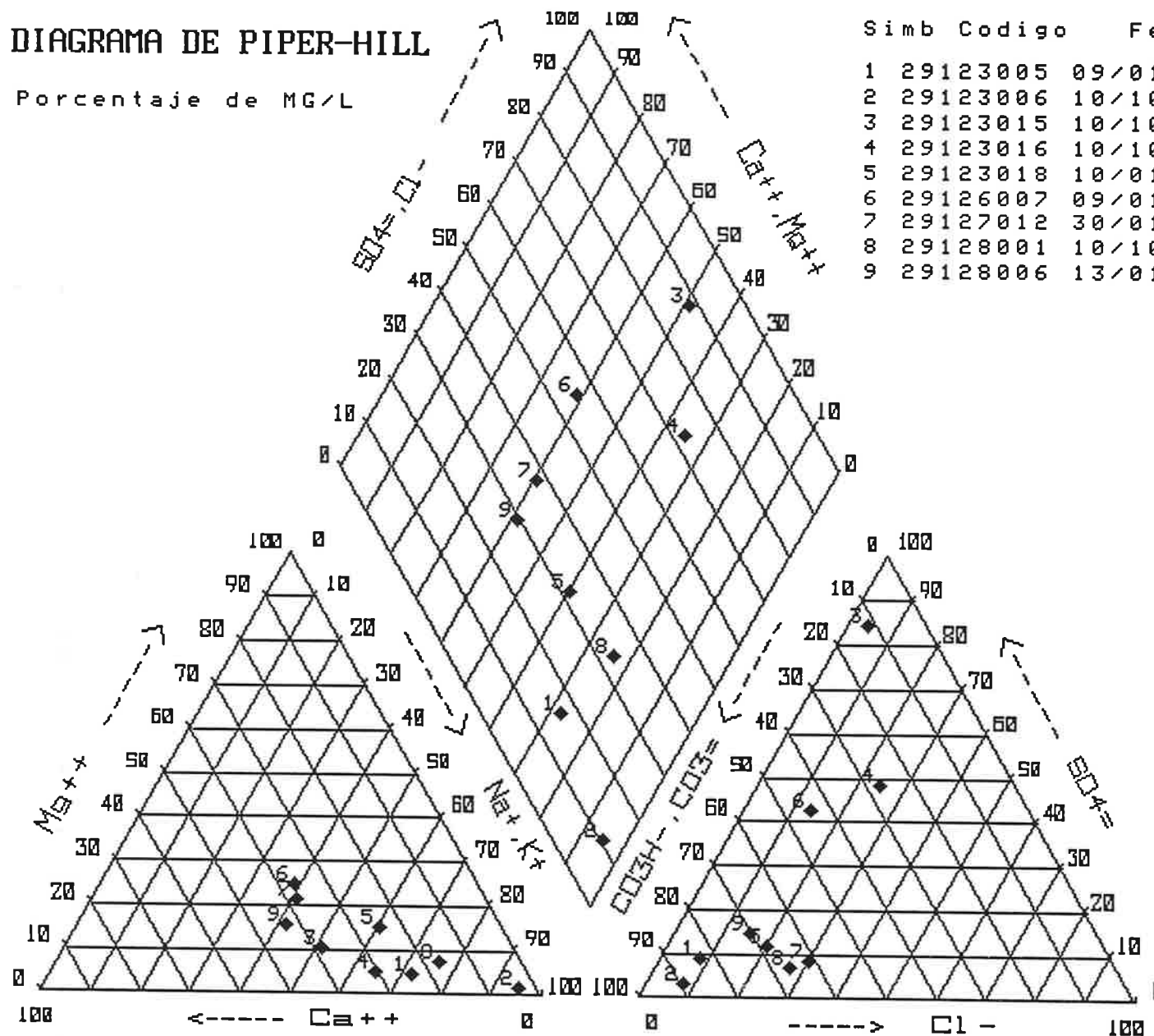
ESTACION	FECHA	pH	CONDUCT. uS/cm	R. SECO mg/l	D. TOTAL ppm CO3Ca	Cl- mg/l	SO4= mg/l	CO3H- mg/l	CO3= mg/l	NO3- mg/l	Na+ mg/l	K+ mg/l	Ca++ mg/l	Mg++ mg/l	NO2- mg/l	NH4+ mg/l	DQO mg/l O2	PO4= mg/l	SiO2 mg/l	ANIONES meq/l	CATIONES meq/l	ERROR %	ORIGEN DATOS
29127012	30-Ene-92	7.6	1145	657	397	184	44	365	0.0	4	90	2.0	82	46	0.00	0.00	0.8	0.00	22.5	12.15	11.87	-2.40	ITGE
29128001	10-Oct-85	8.0	1021	560	153	139	32	332	0.0	0	170	3.0	36	15	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	10.03	10.51	4.68	UZ
29128003	10-Oct-85	7.0	834	435	333	51	69	326	0.0	0	40	1.0	80	32	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	8.22	8.41	2.27	UZ
29128006	13-Ene-92	7.4	882	537	293	65	57	283	0.0	32	48	26.0	74	26	3.00	13.50	8.0	18.60	31.9	8.83	9.35	5.74	ITGE

# SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL

## Subsistema Huesca

### DIAGRAMA DE PIPER-HILL

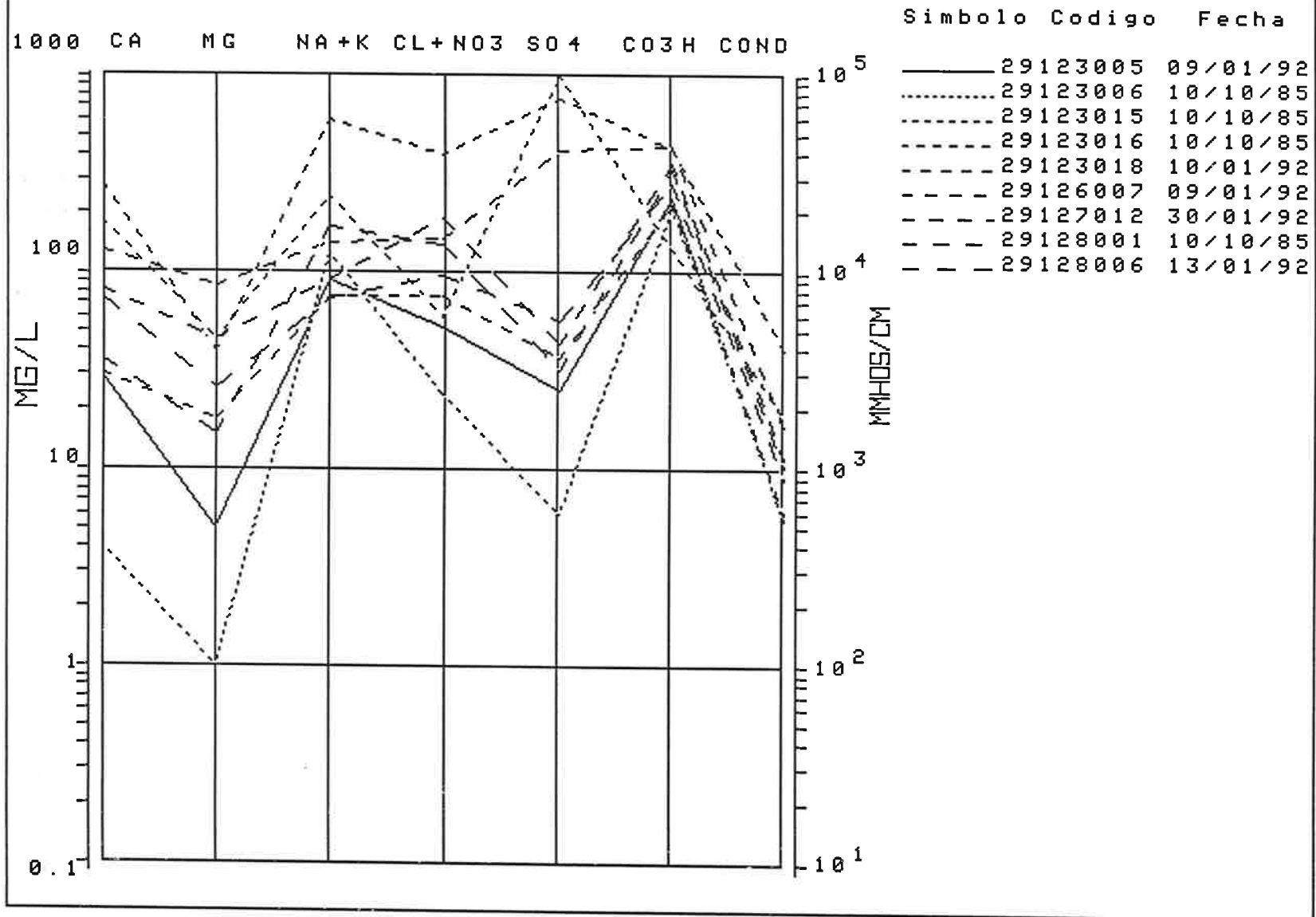
Porcentaje de MG/L



Simb	Codigo	Fecha	Cond
1	29123005	09/01/92	546
2	29123006	10/10/85	564
3	29123015	10/10/85	1851
4	29123016	10/10/85	4073
5	29123018	10/01/92	598
6	29126007	09/01/92	1618
7	29127012	30/01/92	1145
8	29128001	10/10/85	1021
9	29128006	13/01/92	882

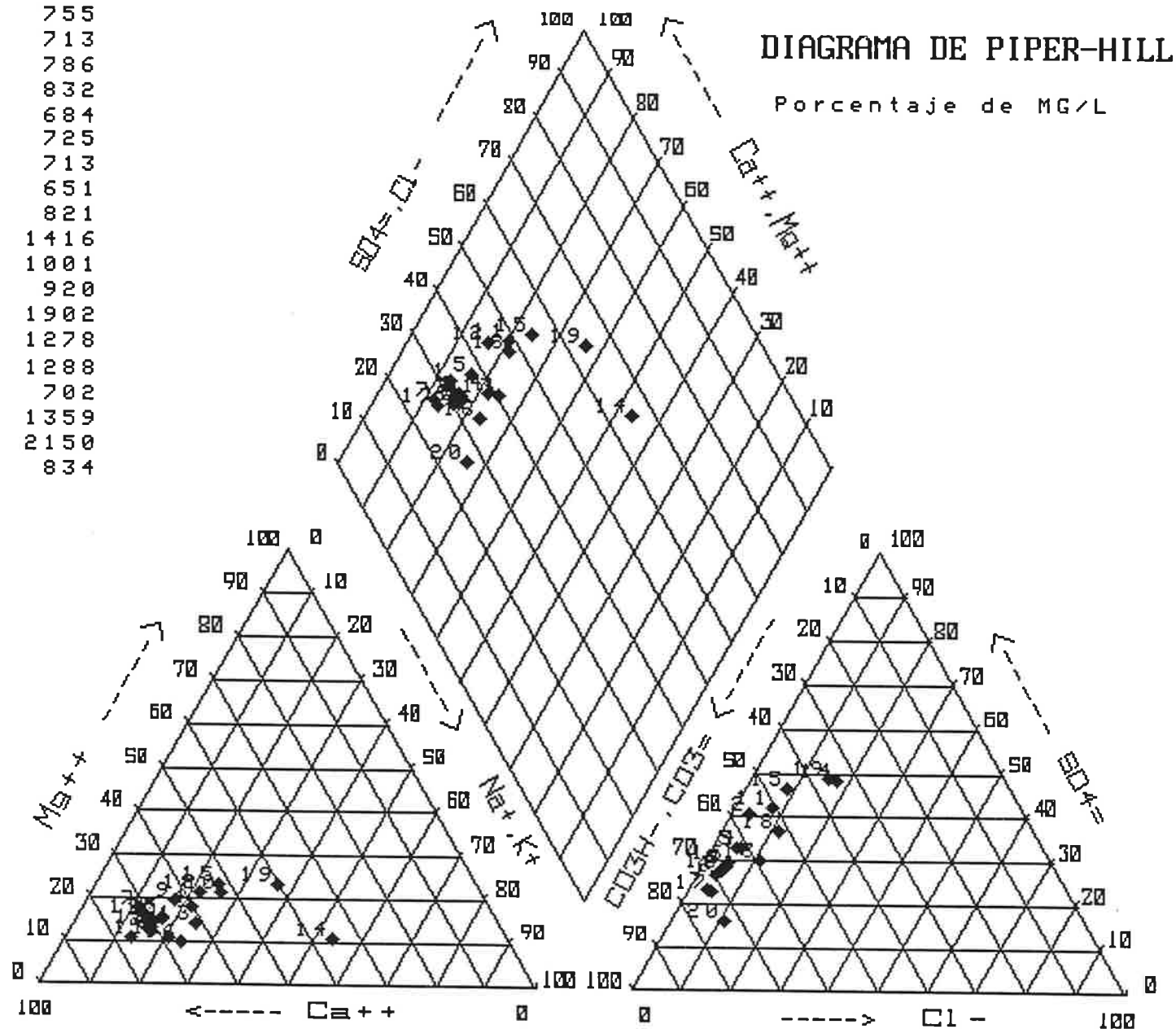
**SISTEMA HIDROGEOLÓGICO TERCIARIO CONTINENTAL**  
**Subsistema Huesca**

**DIAGRAMA SEMILOGARITMICO SCHOELLER-BERKALOFF**



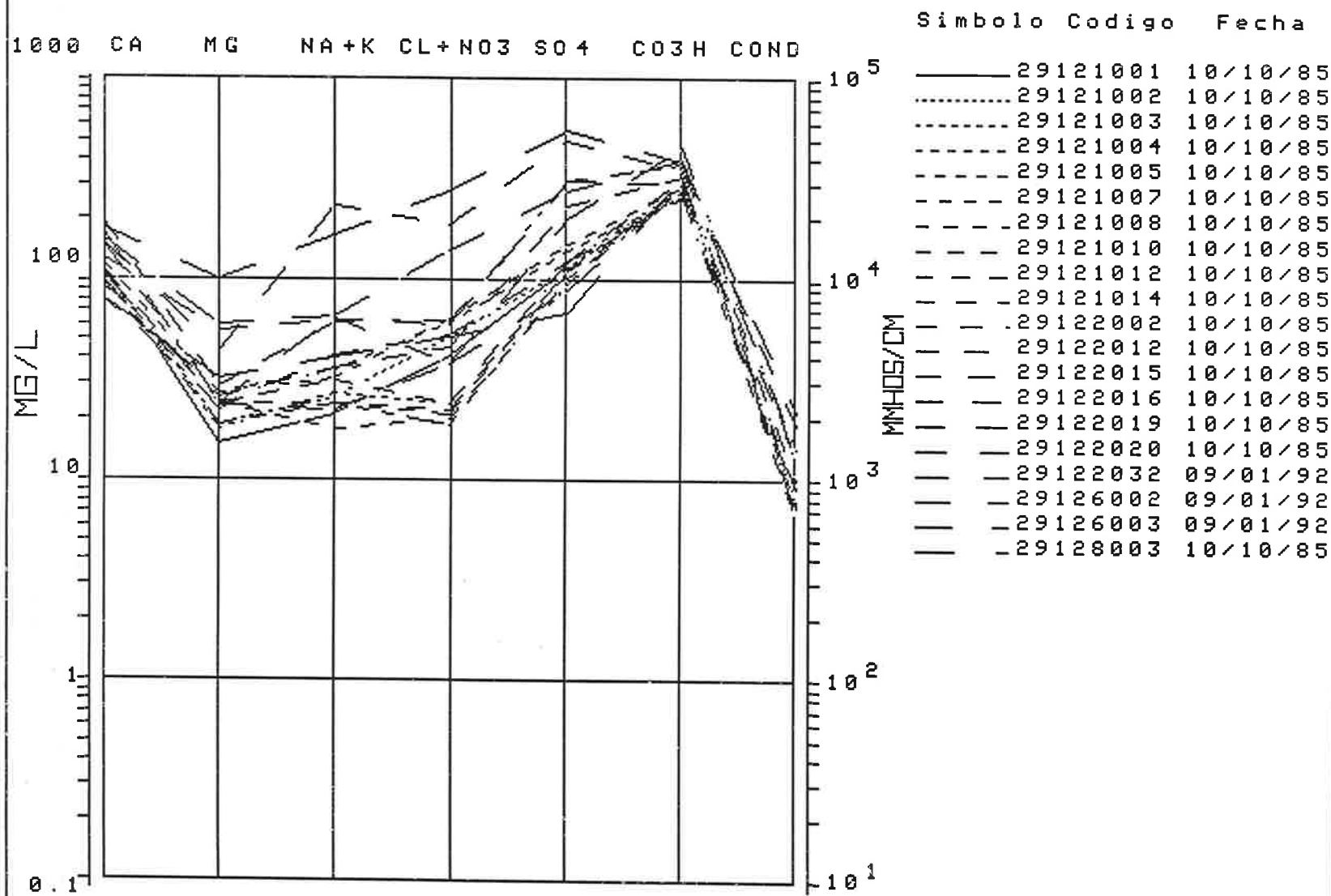
**SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO**  
**Surgencias en Acuíferos Pliocuaternarios indiferenciados:**  
**U.H. nº 54: Hoya de Huesca**

Simb	Codigo	Fecha	Cond
1	29121001	10/10/85	723
2	29121002	10/10/85	755
3	29121003	10/10/85	713
4	29121004	10/10/85	786
5	29121005	10/10/85	832
6	29121007	10/10/85	684
7	29121008	10/10/85	725
8	29121010	10/10/85	713
9	29121012	10/10/85	651
10	29121014	10/10/85	821
11	29122002	10/10/85	1416
12	29122012	10/10/85	1001
13	29122015	10/10/85	920
14	29122016	10/10/85	1902
15	29122019	10/10/85	1278
16	29122020	10/10/85	1288
17	29122032	09/01/92	702
18	29126002	09/01/92	1359
19	29126003	09/01/92	2150
20	29128003	10/10/85	834



**SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO**  
**Surgencias en Acuíferos Pliocuaternarios indiferenciados:**  
**U.H. nº 54: Hoya de Huesca**

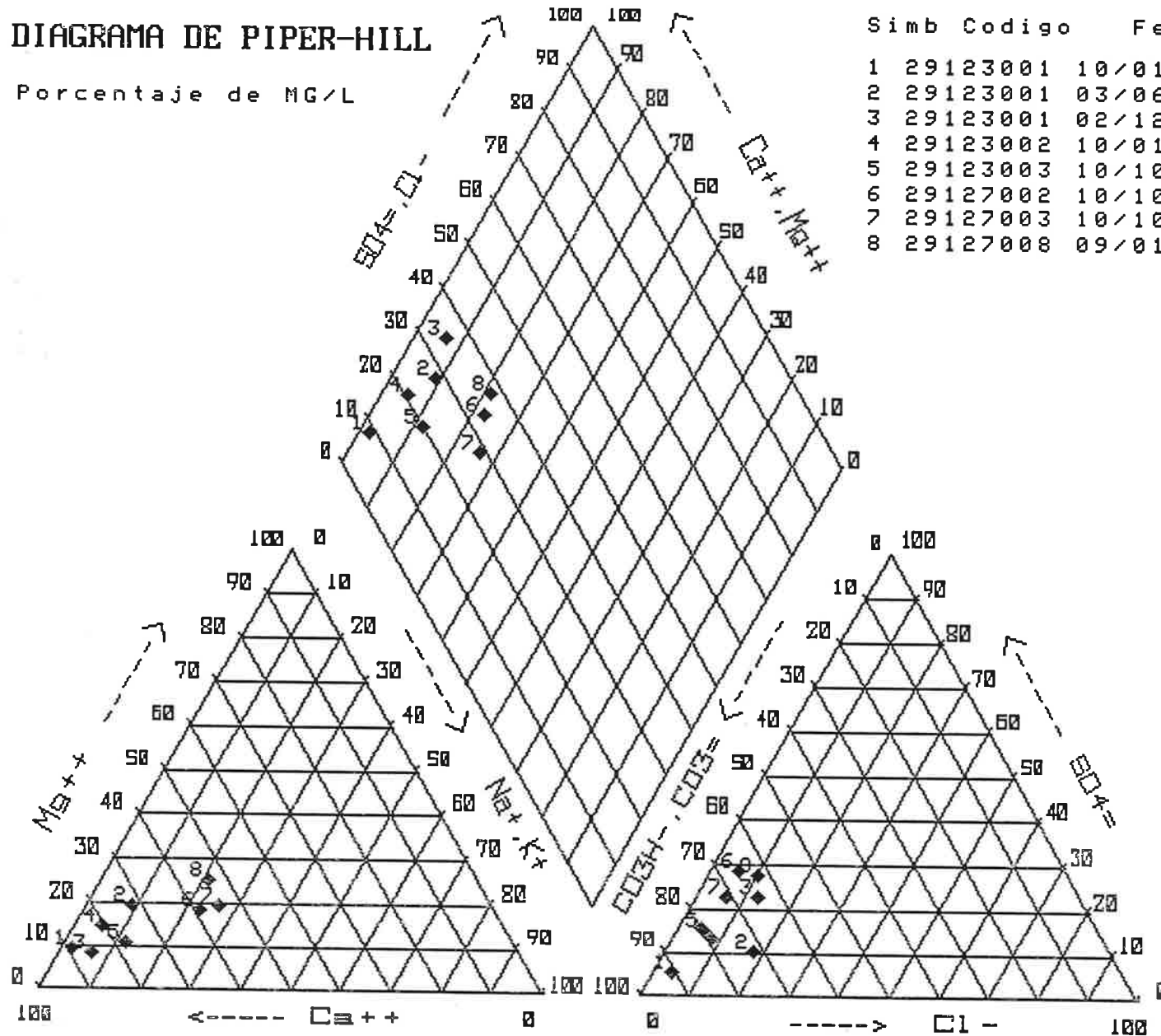
**DIAGRAMA SEMILOGARITMICO SCHOELLER-BERKALOFF**



**SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO**  
**Acuíferos en Glacis y Terrazas: Siétamo-Ola**  
**Acuíferos Aluviales: Terrazas de los ríos Guatizalema y Botella**

**DIAGRAMA DE PIPER-HILL**

Porcentaje de MG/L



Simb	Codigo	Fecha	Cond
1	29123001	10/01/92	463
2	29123001	03/06/92	580
3	29123001	02/12/92	615
4	29123002	10/01/92	663
5	29123003	10/10/85	607
6	29127002	10/10/85	1041
7	29127003	10/10/85	1032
8	29127008	09/01/92	1004

**SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PLIOCUATERNARIO**  
**Acuíferos en Glacis y Terrazas: Siétamo-Ola**  
**Acuíferos Aluviales: Terrazas de los ríos Guatizalema y Botella**

