

MINISTERIO DE INDUSTRIA
Y ENERGIA

COMISARIA DE LA ENERGIA
Y RECURSOS MINERALES

INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA DE LA CUENCA DEL EBRO

INFORME TECNICO 0

MEMORIA SINTESIS



INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

DICIEMBRE. 1.981

Indice general Naf. 3

INDICE

	Pág.
Presentación	1
Equipo de trabajo	5
Agradecimiento	7
1. RESUMEN Y CONCLUSIONES	9
2. MARCO GEOGRAFICO	13
3. LOS RECURSOS DE AGUA Y SU UTILIZACION ACTUAL	18
4. LOS SISTEMAS ACUIFEROS	28
5. PROPUESTAS DE UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	49

A N E J O

Informes y notas generadas durante el proyecto

P L A N O S

Esquema hidrogeológico de síntesis a escala 1/1.000.000

PRESENTACION

PRESENTACION

El "Proyecto de Investigación Hidrogeológico de la Cuenca del Ebro", cuyos resultados se resumen en la presente publicación, ha sido desarrollado por el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (I.G.M.E.) dentro del "Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas" (P.I.A.S.), -- que a su vez está encuadrado en el "Plan Nacional de Investigación Minera" - (P.N.I.M.).

Con su realización, el I.G.M.E. cubre una nueva etapa del programa que se trazó al comienzo de la década de los 70, en unas fechas en que la investigación de las aguas subterráneas en España, podía considerarse como - inexistente. Hasta ese momento, todos los intentos de investigación se habían realizado de forma puntual, o en algún caso particular, a nivel de cuenca hidrográfica, pero nunca tratando de estudiar el problema a escala de todo el territorio nacional.

En el año 1.970, el I.G.M.E., elaboró el mencionado Plan Nacional

de Investigación de las Aguas Subterráneas (P.I.A.S.), cuyos principales objetivos se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

- Crear una infraestructura hidrogeológica, que permita delimitar los diferentes sistemas acuíferos y su repartición espacial; definir las características geométricas e hidráulicas de éstos, y de terminar cuantitativa y cualitativamente los recursos y reservas hídricas subterráneas.
- Formación de personal técnico, que permita el desarrollo del -- campo de la investigación hidrogeológica.
- Implantación de centros regionales, destinados a continuar la la bor de investigación, gestión y protección de los acuíferos, mediante el control de las redes de vigilancia de la calidad y cantidad; igualmente un asesoramiento a los organismos públicos y pri vados.

Hasta el momento actual se han realizado los estudios de investiga-- ción hidrogeológica de las siguientes regiones:

- Cuenca Norte (Asturias)
- Cuenca del Duero
- Cuenca Alta y Media del Guadiana
- Cuenca del Guadalquivir
- Cuenca Sur - Zona occidental
- Cuenca Sur - Zona oriental
- Cuencas Altas del Júcar y del Segura
- Cuenca Media y Baja del Segura
- Cuenca Media y Baja del Júcar
- Cuenca del Ebro
- Baleares

estando próximo a finalizar el estudio de la Cuenca del Tajo y en fase de rea-

lización los correspondientes a las islas Canarias y resto de la Cuenca Norte.

La realización del P.I.A.S. ha permitido dotar al territorio español de la infraestructura hidrogeológica adecuada para conseguir una mejor utilización de los recursos hidráulicos subterráneos y facilitar la integración de las aguas subterráneas en la Planificación Hidrológica Nacional.

En la presente publicación se exponen los resultados de la investigación llevada a cabo durante el periodo 1.977 - 1.981, y las principales conclusiones y recomendaciones para la gestión y conservación de los sistemas acuíferos de mayor importancia, cuya explotación debe jugar un importantísimo papel en la Planificación Integral del aprovechamiento de los recursos hidráulicos de la Cuenca del Ebro.

Permitir la más amplia difusión de los resultados obtenidos en la investigación, entre todas aquellas personas y entidades públicas o privadas interesadas de un modo u otro en la investigación, planificación o gestión de los recursos hidráulicos subterráneos de la Cuenca del Ebro, constituye el objetivo primordial de esta publicación.

Esta memoria tan solo es el resumen - síntesis del INFORME FINAL, editado en número restringido de ejemplares y que consta de 14 volúmenes correspondientes a los informes técnicos siguientes:

- INFORME 0: Memoria - Síntesis.
- INFORME 1: Estudio Hidrológico.
- INFORME 2: Hidrogeología del Sistema 57: Mesozoico de Monreal - Gallocanta.
- INFORME 3: Hidrogeología del Sistema 58: Mesozoico Ibérico de la Depresión del Ebro.
- INFORME 4: Hidrogeología del Sistema 59: Mesozoico de los Puertos de Beceite.

- INFORME 5: Hidrogeología del Sistema 60: Curso Bajo y Delta del Ebro.
- INFORME 6: Hidrogeología del Sistema 62: Terrazas Aluviales del Ebro y Afluentes.
- INFORME 7: Hidrogeología del Sistema 64: Cretácico de La Lora y Sinclinal de Villarcayo.
- INFORME 8: Hidrogeología del Sistema 65: Paleoceno del Condado de Treviño y Mesozoico de la Sierra de Cantabria. Resumen hidrogeológico de los Sistemas 66 y 07: Paleoceno de la Sierra de Urbasa y Calizas Mesozoicas de la Sierra de Aralar.
- INFORME 9: Hidrogeología del Sistema 67: Sinclinal de Jaca y calizas eocenas de borde.
- INFORME 10: Hidrogeología del Sistema 68: Sinclinal de Tremp y calizas eocenas y cretácicas de borde.
- INFORME 11: Planificación hidrológica.

Además del INFORME FINAL, la documentación complementaria generada durante los trabajos de investigación (cartografía hidrogeológica, inventario de puntos de agua, campañas de geofísica, aforos de ríos y manantiales, ensayos de bombeo, análisis químicos de agua, etc) se halla convenientemente archivada en las dependencias del Instituto Geológico y Minero de España donde puede ser consultada.

EQUIPO DE TRABAJO

EQUIPO DE TRABAJO

El presente informe ha sido realizado por el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA con la colaboración de las empresas " COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS " y " ESTUDIOS Y PROYECTOS TECNICOS INDUSTRIALES " .

La relación nominal del personal que ha intervenido en el estudio y redacción del informe, es la siguiente :

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (I.G.M.E.)

D. Alfredo Iglesias López	Ingeniero de Minas
D. Celestino García de la Noceda Márquez	Ingeniero de Minas
D. Antonio Piñero Coronel	Ingeniero Técnico de Minas

COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A. (C.G.S.)

D. Alberto Batlle Gargallo	Licenciado en Ciencias Geológicas
D. Julián Solesio Lillo	Ingeniero Agrónomo
D. Enrique Hernando Tornadijo	Ingeniero Técnico de Minas
D. Joaquin Pinós Pérez	Ingeniero Técnico de Minas
D. Francisco Castro Ochoa de Echagüen	Ingeniero Técnico de Minas
D. Miguel Urquiza	Delineante

ESTUDIOS Y PROYECTOS TECNICOS INDUSTRIALES, S.A. (E.P.T.I.S.A.)

D. Juan G. Doblás Dominguez	Ingeniero de Minas
D. Ceferino Alvarez Fernández	Dr. Ingeniero Civil
D. José Cruz Cascales	Ingeniero de Minas
D. Felipe García Berrio	Ingeniero de Caminos, Canales y P.
D. Manuel Garrido Muñoz de la Nava	Ingeniero Técnico de Minas
D. Manuel Rayo Sánchez	Ingeniero Técnico de Minas
D. Pedro Caravantes Almena	Ingeniero Técnico de Minas
D. Antonio Pérez de Omiste	Delineante
D. Carlos Pahesa Carralbal	Delineante
D ^a . Mercedes Fuentes Laguna	Secretaria

Colaboradores :

D. Manuel Nieto Salvatierra	Licenciado en Ciencias Geológicas
D. Joaquín Rodríguez Vidal	Licenciado en Ciencias Geológicas
D. Leopoldo Mittelbrum Damas	Ingeniero Técnico de Minas
D. Antonio Esquinas García	Ingeniero Técnico de Minas
D. Angel Fernández Lara	Ingeniero Técnico Industrial

AGRADECIMIENTO

AGRADECIMIENTO

El I.G.M.E. agradece la desinteresada colaboración de todas las personas y entidades públicas y privadas que han facilitado datos para la realización del estudio.

De manera muy especial se agradece:

- A la Diputación Foral de Navarra, y en particular a su Servicio - Geológico, su valiosa contribución al conocimiento hidrogeológico de la provincia de Navarra.

- A la Diputación Foral de Alava, y en especial a su Servicio de --- Agricultura, por los datos aportados de anteriores estudios.

- Al Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (I.R.Y.D.A.) la valiosa colaboración prestada a lo largo de todo el proyecto.

- A la Confederación Hidrográfica del Ebro (C.H.E.) y Comisaría de Aguas del Ebro (C.A.E.) por las facilidades prestadas para las mediciones realizadas en los cauces públicos.

- Al Servicio Geológico de Obras Públicas y Urbanismo (S.G.O.P.U.) los datos aportados sobre inventario de puntos acuíferos en el área de Zaragoza.

- Y a:

los ayuntamientos, Cámaras Agrarias, Sociedades de Riego, Empresas de Perforación y, muy en particular a los habitantes de la Cuenca del Ebro sin cuya contribución este proyecto no hubiese podido realizarse.

1. RESUMEN Y CONCLUSIONES

1. RESUMEN Y CONCLUSIONES

La Cuenca del Ebro ocupa una superficie de 85.550 km² y una población de 2,85 millones de habitantes, lo que representa una densidad de población de 33,3 hab/km², valor muy inferior a la media nacional que es de 74 hab/km². Tradicionalmente ha venido considerándose como una región eminentemente agrícola, aunque la baja densidad de superficie en riego y la escasa rentabilidad de los secanos han determinado que en los últimos años las actividades agrícolas hayan descendido notablemente.

Las aportaciones hidráulicas totales de la Cuenca, según los distintos estudios realizados, están comprendidas entre 17.500 y 19.000 hm³/año de los que actualmente se utilizan algo menos de 7.500 hm³/año para los diversos usos.

DEMANDA DE AGUA

Agricultura	Industria	Abastecimiento
93,9%	4,6%	1,5%

Los recursos subterráneos evaluados para los Sistemas Acuíferos de mayor importancia en la Cuenca, son de $3850 \text{ hm}^3/\text{año}$, de los que algo más de $3400 \text{ hm}^3/\text{año}$ son aportaciones subterráneas al Ebro.

Estos recursos subterráneos se encuentran irregularmente repartidos en la Cuenca y se localizan principalmente en la cabecera y bordes montañosos de la misma y en las terrazas aluviales del Ebro y sus afluentes, por lo que sus posibilidades de explotación vendrán definidas principalmente por la existencia de una demanda en cada una de las zonas que cubren los Sistemas Acuíferos.

Actualmente se utilizan algo menos de $200 \text{ hm}^3/\text{año}$ de agua subterránea bombeada para :

- Abastecimiento urbano : $21 \text{ hm}^3/\text{año}$
- Regadío de 20.000 ha : $87 \text{ hm}^3/\text{año}$
- Usos industriales : $87 \text{ hm}^3/\text{año}$

La Planificación hidráulica que se ha venido haciendo de los recursos del Ebro lo ha sido en base a ideas que tuvieron un importante valor en un momento determinado, pero que con el avance tecnológico habría que someter a revisión. Prueba de ello es el interés que la iniciativa privada ha demostrado en la explotación de aguas subterráneas para satisfacer principalmente las demandas para usos urbanos en áreas rurales y sobre todo para usos industriales.

En este contexto habría que señalar que gran parte de la regulación superficial ha sido concebida para la producción de energía hidroeléctrica - el 50% de la capacidad de embalse es para uso exclusivamente hidroeléctrico y un 25% para uso mixto- por lo que los desembalses se realizan de acuerdo en las necesidades energéticas y no necesariamente con las necesidades de agua en la Cuenca.

El resultado de esta situación es que existen zonas deficientemente regadas en los planes actuales, la distribución de zonas actuales de regadíos no satisface a todos los habitantes de la Cuenca pues tan solo cubre la zona central de la misma, olvidando las comarcas de cabecera de los afluentes y del propio Ebro; los planes futuros de regadíos se van retrasando años y años

como consecuencia del elevado coste de las nuevas obras de regulación (la regulación superficial se haya actualmente próxima a su techo económico) y finalmente a costa de los recursos de la Cuenca se pretende aumentar las disponibilidades de agua en otras cuencas con mayor desarrollo económico.

Es a la hora de plantear soluciones para paliar este problema de la planificación de los recursos hidráulicos de la Cuenca donde entran en juego las alternativas de usos que ofrecen las aguas subterráneas. Al estar los sistemas acuíferos situados principalmente en el interior de la Cuenca, las descargas de éstos van al río Ebro y sus afluentes, por lo que la explotación de las aguas subterráneas ha de contemplarse más por las alternativas de utilización (regulación) que por incrementar la aportación total.

En los cuatro grandes grupos de usos del agua: abastecimiento urbano, regadíos, abastecimiento industrial y protección ambiental, las aguas subterráneas pueden jugar un papel esencial dentro de una correcta planificación hidráulica.

En el caso de los abastecimientos urbanos, y salvo casos muy particulares de la parte central de la Depresión del Ebro, se podría garantizar el suministro de agua a cualquier plazo para los pequeños núcleos urbanos rurales, y se podría complementar el abastecimiento de las grandes poblaciones en años particularmente secos o en los casos en que faltasen las fuentes de suministro habitual.

La demanda industrial, al estar ubicada principalmente en zonas de acuíferos con importantes recursos, puede ser satisfecha a partir de agua subterránea como en un elevado porcentaje viene ocurriendo.

La utilización de agua subterránea para mantener caudales mínimos ecológicos en los ríos, manteniendo ecosistemas de gran interés (Laguna de Gallo-canta) o el drenaje de zonas encharcadas son actuaciones que deben ser contempladas en la correcta planificación de los recursos.

Finalmente, para la demanda de regadíos que es sin duda la de mayor importancia tanto en volumen de agua utilizada como en volumen de agua consu-

mida, las líneas de actuación que se proponen, contando con infraestructura actual y los planes previstos, pasan en primer lugar por el reforzamiento de las dotaciones cuando éstas son insuficientes, en segundo lugar la extensión del regadío a zonas no dominadas por los planes actuales mediante captaciones "in situ" y en tercer lugar aportar a los ríos caudales regulados mediante bombes de agua subterránea para regadíos aguas abajo. De esta forma se propone :

- A corto plazo :

- mejorar el regadío de 69.000 ha
- aumentar los regadíos de 11.000 ha

- A medio plazo :

- nuevos regadíos en 98.000 ha

- A largo plazo :

- puesta en regadío de otras 200.000 ha

Estas acciones que se proponen se refieren a zonas concretas en las que se podrían acometer los regadíos sin tener que realizar grandes inversiones y se refieren a recursos drenados por ríos con escasa regulación superficial.

2. MARCO GEOGRAFICO

2. MARCO GEOGRAFICO

La Cuenca del Ebro está situada en el Nordeste de la Península Ibérica, limitando con las cuencas hidrográficas del Norte, Duero, Tajo, Júcar y Pirineo Oriental además de las correspondientes a la vertiente francesa.

Tiene una forma aproximadamente triangular, con una extensión de -- 85.550 km² (el 17% de la España peninsular), cuyos lados vienen definidos por las cordilleras: Cantábrico - Pirenaica, Ibérica - Maestrazgo y Costero Catalana.

Paralelamente a estas sierras principales y adentrándose en la depresión por la que discurre el Ebro se presentan otras formaciones que son las sierras del subpirineo: Leire, La Peña, Loarre, Caballera, Guara y Montsec, y al sur del Ebro las sierras del Moncayo, La Virgen, Vicort, Cucalón y San Just.

Esta disposición es la que crea grandes diferencias de altitud en el sentido de los meridianos -Monte Perdido 3.352 m y Zaragoza 210 m.s.n.m.- mientras que en el sentido de los paralelos estas variaciones son mucho menores o cuando menos más graduales.

El río Ebro recorre su cuenca a modo de bisectriz del menor de los ángulos del triángulo, recogiendo por su margen izquierda los caudalosos -- afluentes pirenaicos y por su margen derecha los afluentes ibéricos, menos abundantes y caudalosos aunque generalmente torrenciales.

El clima en la Cuenca del Ebro presenta una gran heterogeneidad de bido a su gran extensión y a la participación de las influencias tanto continen tal como mediterránea.

A grandes rasgos se pueden diferenciar tres zonas climáticas:

- Zona Cantábrica, con precipitaciones abundantes y uniformes a lo largo del año y temperaturas suaves.
- Depresión Central, que ocupa el 80% de la superficie de la Cuen ca, y que caracteriza, con su clima semiárido y escorrentías -- temporales, la climatología de toda la cuenca.
- Zona Mediterránea, con escasas precipitaciones y suaves tempera turas.

Las temperaturas alcanzan un máximo en Julio y Agosto del orden de 26° C y un mínimo de -4° C en los meses invernales, aumentando éstas en sen tido al curso de los ríos.

Las precipitaciones máximas se producen en los sistema montañosos

que delimitan el valle, alcanzando valores de hasta 1.800 mm/año en los Pirineos. En la parte central del valle los valores se sitúan por debajo de los 400 mm/año. La precipitación media anual para toda la cuenca es de 590 mm, equivalente a 50.500 hm^3 .

La diferencia térmica existente entre el litoral Cantábrico y el Mediterráneo es la causa del "cierzo", viento reinante y dominante en toda la cubeta central, y que caracteriza extraordinariamente el clima.

Administrativamente la Cuenca del Ebro comprende parte de dieciocho provincias españolas -Alava, Barcelona, Burgos, Castellón, Gerona, -Guadalajara, Guipúzcoa, Huesca, Lérida, Rioja, Navarra, Palencia, Santander, Soria, Tarragona, Teruel, Vizcaya y Zaragoza- y pequeños territorios en Francia y Andorra, aunque el 80% de la superficie de la Cuenca está cubierto por tan solo seis provincias.

La población total de la Cuenca del Ebro es de 2.850.000 habitantes, con una densidad de 33 hab/km^2 , frente a la media nacional de 74 hab/km^2 . Esta baja densidad de población se manifiesta también claramente al observar -- que aunque la cuenca ocupa el 17% de la superficie peninsular Española, tan sólo sustenta el 7'8% de su población.

La estructura municipal es predominantemente de municipios de pequeña población - un 90% de ellos tienen una población inferior a los 2.000 habitantes - y los municipios con población superior a los 10.000 habitantes son escasos - 25 poblaciones frente a las 2.000 de toda la cuenca - .

Aunque la densidad de población es baja, durante los últimos años se ha observado un crecimiento similar al del resto de España. Sin embargo, este crecimiento se verifica a costa de dejar despoblados los núcleos de población pequeños y de una notable migración dentro de la propia Cuenca hacia los

núcleos de población dotados de mejores servicios (principalmente en Aragón hacia la ciudad de Zaragoza).

De las 18 provincias que comprende la Cuenca, tan solo 7 de ellas tienen más del 50 % de su población dentro de ella, y en esta zona habita más del 85 % de la población total de la Cuenca. Igualmente son 7 provincias las que tienen más del 50 % de superficie dentro de la Cuenca. Referidas a estas provincias cuyo porcentaje de extensión y/o población dentro de la Cuenca es superior al 50 % del total provincial -Alava, Huesca, Lérida, Rioja, Navarra, -- Tarragona, Teruel y Zaragoza -, y al año 1.977 el porcentaje de población activa era del 37'5 % (entre el 35 y el 39 %) frente al 36'5 % nacional y su distribución sectorial era (Fuente : Renta Nacional de España. Banco de Bilbao).

SECTOR		
Primario	Secundario	Terciario
22	41	37

en donde destaca el bajo porcentaje de población agrícola.

Un análisis económico detallado de la Cuenca del Ebro no puede ser abordado en este estudio en el que se trata tan solo de resaltar las características principales de la economía de la zona. Por ello tan sólo se esbozan las líneas de dicho marco económico para las provincias antes citadas. Para dichas provincias, el valor añadido bruto en 1.977 era próximo a los 800.000 millones de pesetas (el 9'2 % del total nacional) y su distribución por sectores era la siguiente :

SECTOR		
Primario	Secundario	Terciario
14	42	44

cifras que ponen de manifiesto la elevada rentabilidad del sector servicios y la más bien baja rentabilidad del sector agrario.

En función de los procesos migratorios internos (causa posible del descenso de población activa agraria), de la disminución de importancia del sector agrario en una región considerada históricamente como predominantemente agrícola y de la baja rentabilidad actual de las actividades agrarias, es como deben plantearse las coordenadas de cualquier estudio de la Cuenca del Ebro.

Es en esta óptica en la que los recursos de agua de la Cuenca, y muy en particular los recursos de agua subterránea, pueden jugar un importante papel, tanto para cubrir las nuevas necesidades de agua para usos urbanos e industriales como para mejorar regadíos infradotados de baja rentabilidad o transformar en regadío actuales zonas de secano no contempladas en los estudios de regadíos proyectados.

3. LOS RECURSOS DE AGUA Y SU UTILIZACION ACTUAL

- Aportaciones, unsumos y consumos
- Regulación
- Las aguas subterráneas

3. LOS RECURSOS DE AGUA Y SU UTILIZACION ACTUAL

APORTACIONES, INSUMOS Y CONSUMOS

La aportación total media de la Cuenca del Ebro según el M.O.P.U., es de $18.950 \text{ hm}^3/\text{año}$. De ellos alrededor de $150 \text{ hm}^3/\text{año}$ no son drenados - por el río sino que vierten directamente al mar en la zona costera. La aportación subterránea en la cuenca ha sido evaluada asimismo por el M.O.P.U., en $3.050 \text{ hm}^3/\text{año}$.

El fundamento de las cifras de aportaciones se corresponde a la serie de aportaciones naturales de un periodo de 50 años (1.912 a 1.962-63) utilizada en el Inventario de Recursos Hidráulicos (C.E.H. 1.968 Vol. II Aportaciones), y que evaluaba la aportación natural en Tortosa en $18.748 \text{ hm}^3/\text{año}$.

La cifra de aportación subterránea es comparable a la elaborada por el I.G.M.E. en el Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas ---

(P.I.A.S.) en 1.971 que era de $3.120 \text{ hm}^3/\text{año}$ y ambas inferiores a la evaluación que se ha hecho en el presente proyecto en toda la cuenca de $3.850 \text{ -- hm}^3/\text{año}$ ($3.400 \text{ hm}^3/\text{año}$ descargan a la Cuenca del Ebro).

La demanda total se ha cifrado a partir de datos del I.G.M.E., del CESIE y MOPU en los siguientes términos:

DEMANDA TOTAL

- Agricultura : $6.970 \text{ hm}^3/\text{año}$ para el riego de 750.000 ha de las que 163.000 tienen dotaciones insuficientes. Ello representa una dotación media de $9.300 \text{ m}^3/\text{ha/año}$.
- Abastecimiento : $340 \text{ hm}^3/\text{año}$ para el suministro de 2'6 millones de habitantes lo que representa una media de algo más de 350 l/hab/año.
- Industria : $111 \text{ hm}^3/\text{año}$ en zonas muy localizadas a lo largo - del Valle del Ebro.

El uso consuntivo es lógicamente mucho menor. El consumo neto medio por hectárea regada se ha cifrado a partir de la publicación "Necesidades Hídricas de los Cultivos". (MOPU - CEH, 1.967) en alrededor de $4.500 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ por lo que revierten a los ríos y acuíferos cifras de carácter similar.

En cuanto al abastecimiento se calcula que el uso consuntivo se cifra en únicamente el 10% de los insumos y en la demanda industrial aproximadamente el 16%. Según ello el uso consuntivo puede cifrarse en las siguientes cantidades:

USOS CONSUNTIVOS

Agricultura	3.375 hm ³ /año
Abastecimiento	34 hm ³ /año
Industria	18 hm ³ /año
TOTAL..... 3.427 hm ³ /año	

Quiere ello decir que si a las aportaciones naturales (18.950 hm³/año) les restamos los usos consuntivos (3.427 hm³/año) nos quedan todavía unos recursos hídricos sin utilizar de 15.523 hm³/año. Esta cifra debe ser comparable con la aportación media medida actualmente a la salida de la cuenca y que se ha cifrado en algo más de 15.000 hm³/año (14.975 hm³/año en la estación de Tortosa en el periodo 1.963-74 a los que habría que sumar las salidas directas al mar).

La diferencia en las cifras, que en cualquier caso entra dentro del orden de error de las aportaciones totales, puede deberse a una infravaloración del consumo en partidas no contabilizadas tales como la evaporación en embalses, los usos energéticos, y otros.

Si para controlar las cifras se comparan las aportaciones naturales y reales de un periodo suficientemente largo y reciente (12 años desde 1.951-1.952 a 1.962-1.963) la media de uso consuntivo es de 4.098 hm³/año es decir algo superior a la más arriba estimada.

REGULACION

Las cifras de aportaciones medias son indicativas de unos recursos medios, que no pueden ser reales mientras no se acometa una regulación inte

gral (hiperannual), que por las características de la cuenca y su elevado coste, se halla todavía muy lejana. En ese sentido cabe recordar que en los últimos 11 años considerados (periodo 1.962-1.963 hasta 1.973-1.974) ha habido 6 años hidráulicos por debajo de la media con un mínimo absoluto de 11.825 hm^3 /año en el año 1.973-74. Además debe considerarse la distribución a lo largo del año y el "mínimo ecológico" que debería quedar en el río por causas puramente ambientales.

La capacidad actual de las obras de regulación es de 6.500 hm^3 . El caudal regulado es del orden de 12.000 hm^3 con vaciado uniforme y garantía - del 96 % y de 8.500 con vaciado variable e idéntica garantía.

Sin embargo hay que resaltar que el principal uso de la regulación es la producción de energía hidroeléctrica para cuyo uso exclusivo se destina una capacidad de 3.300 hm^3 mientras que otros 1.600 hm^3 corresponden a presas - de uso múltiple y tan solo 1.600 hm^3 corresponden a obras de regulación con - destino exclusivo a regadíos.

El resultado es que una regulación que en principio debía ser suficiente para la demanda actual ($7.421 \text{ hm}^3/\text{año}$) debido a los imperativos del vaciado, cubre escasamente la demanda de los regadíos actuales puesto que, según el CESIE hay un mínimo de 163.000 has mal regadas y se producen problemas en años particularmente secos.

El problema se agrava porque la regulación está muy irregularmente repartida. Hay ríos, caso del Noguera-Ribagorzana con una aportación regulada superior al 80 % y otros que no están regulados en absoluto o en muy escasa proporción.

Por otro lado a todo lo largo de los principales cursos hay una serie de regadíos "tradicionales" que derivan agua por un entramado de acequias y canales, precisamente durante el estiaje y sin obras de regulación específicas.

La consecuencia clara es que para acometer los grandes planes de regadío que la opinión pública demanda, es necesaria previamente, una mayor regulación que resulta ya muy cara. No en vano hay que recordar que las curvas de regulación-coste que tienen forma parabólica, a partir de una cierta cantidad para cada incremento de capacidad corresponden un incremento de coste que crece de forma exponencial.

Es en este contexto, y a la espera de mejores fórmulas de financiación o de rendimientos previsibles más sugestivos, que cobran su real importancia otras realizaciones menos ambiciosas pero más viables a corto plazo, como son la puesta en riego de pequeñas superficies a lo largo de toda la cuenca y el complemento de las dotaciones en los regadíos actuales con suministro insuficiente.

LAS AGUAS SUBTERRANEAS

La aportación de aguas subterráneas de los acuíferos de la cuenca del Ebro se ha estimado en $3.850 \text{ hm}^3/\text{año}$. Esta cifra, que procede de un análisis detallado de todos y cada uno de los sistemas acuíferos, resumido en el cuadro nº 1 es superior a las citadas por el MOPU ($3.050 \text{ hm}^3/\text{año}$) e incluso por el IGME en $1.971 (3.120 \text{ hm}^3/\text{año})$.

Esta aportación, que se puede suponer totalmente regulable por bombeo, permite que en aquellas zona que cubren los sistemas acuíferos se puedan plantear aprovechamientos alternativos ó conjuntos con aguas superficiales.

CUADRO Nº 1

APORTACIONES SUBTERRANEAS EN REGIMEN NATURAL			
SISTEMA	SUBSISTEMA	APORTACION TOTAL (hm ³ /año)	APORTACION AL EBRO (hm ³ /año)
57 MESOZOICO DE MONREAL - GALLO CANTA.	CELLA - MOLINA DE ARAGON.	155	45
	LIDON-PALOMERA	35	35
	PIEDRA-GALLOCANTA	45	45*
	SIERRA SOLORIO	180	170
	V. DEL JILOCA	40	40
	TOTAL	455	335
58 MESOZOICO DE LA DEPRESION DEL EBRO	QUEILES-JALON	125	125
	JALON-AGUASVIVAS	35	35
	CUBETA DE OLIETE	50	50
	DEPRESION CALATA- YUD-MONTALBAN	60	60
	ZONA CABALGAMIENTOS	30	30
	TOTAL	300	300
59 MESOZOICO DE LOS PUERTOS DE BECEITE	TOTAL	250	200**

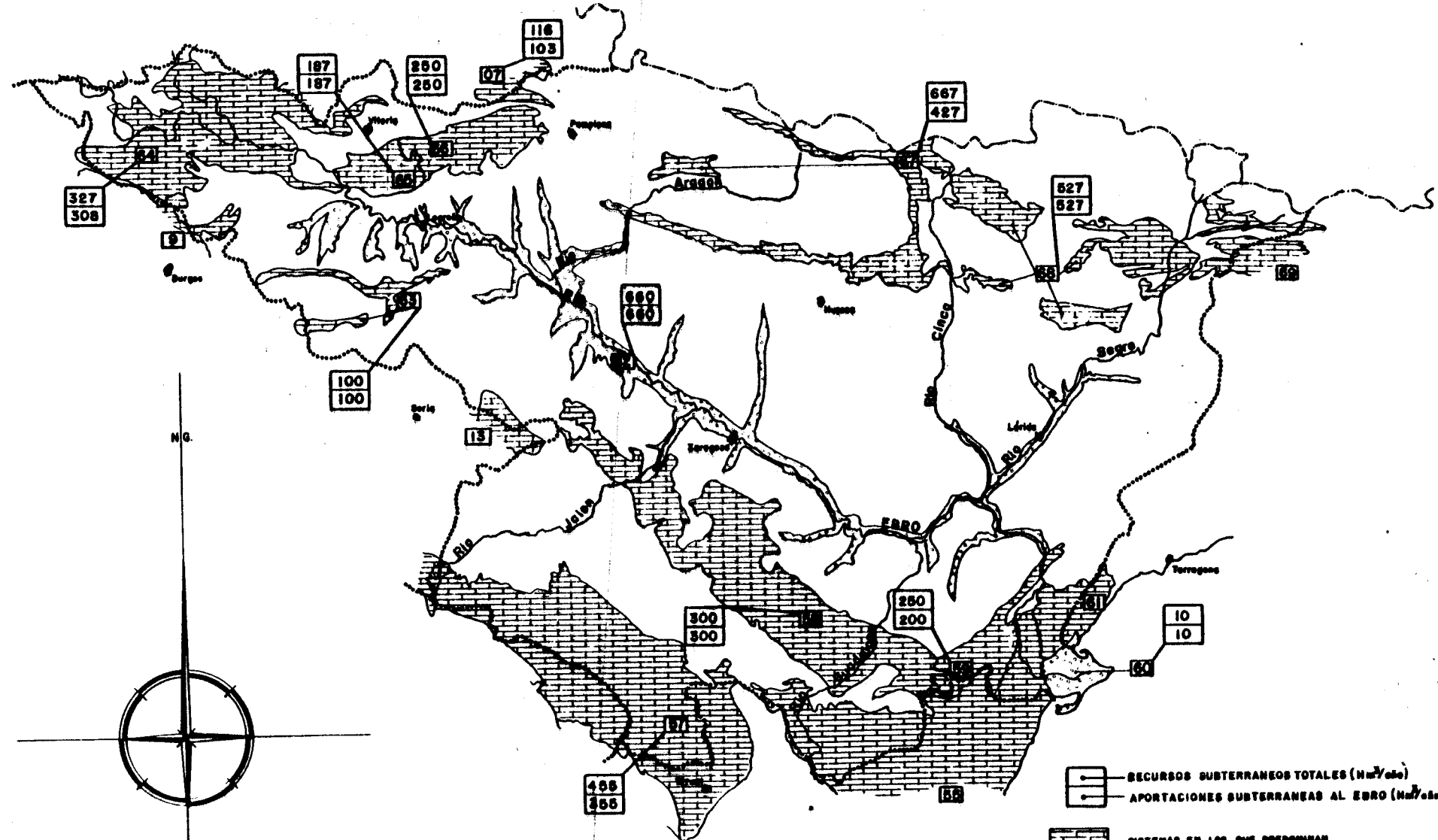
* Se incluyen los 22 hm³/año que descargan en la cuenca cerrada de Gallocanta.

** Se incluyen los aproximadamente 150 hm³/año que descargan al mar a través de otros subsistemas.

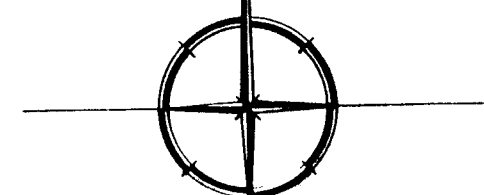
SISTEMA	SUBSISTEMA	APORTACION TOTAL (hm ³ /año)	APORTACION AL EBRO (hm ³ /año)
60 BAJO EBRO	ALUVIAL DEL BAJO EBRO	10	10
62 ALUVIAL DEL EBRO Y AFLUEN TES.	TRAMO LOGROÑO-COR TES.	119	119
	BAJO ARAGON Y ARG A	119	119
	T. CORTES-ZARAGOZA	154	154
	BAJO GALLEGO	72	72
	T. ZARAGOZA-GELSA	63	63
	BAJO CINCA	31	31
	BAJO SEGRE	48	48
	MARGEN DERECHA	54	54
	TOTAL	660	660
63 DEMANDA Y CAMEROS	TOTAL	100	100
64 VILLARCAYO - LA LORA	FONTIBRE	23	22
	VILLARCAYO	163	147
	SEDANO - LA LORA	139	139
	CUEVALANGUA	2	-
	TOTAL	327	308

SISTEMA	SUBSISTEMA	APORTACION TOTAL (hm ³ /año)	APORTACION AL EBRO hm ³ /año
65 TREVÍÑO-SIERRA DE CANTABRIA	AITZGORRI	20	20
	NANCLARES	12	12
	TREVÍÑO	62	62
	SANTIAGO LOQUIZ	77	77
	PEÑACERRADA	4	4
	LAGRAN	5	5
	SIERRA DE CANTABRIA	3	3
	ANGOSTINA	2	2
	GENEVILLA	2	2
	TOTAL	187	187
66 URBASA	URBASA	90	90
	ANDIA	160	160
	TOTAL	250	250
07 ARALAR	ARALAR - ULZAMA	116	103
67 SINCLINAL DE JACA	LARRA	240	--
	LEYRE	28	28
	PEÑA EZKAURRI-OR DESA	260	260
	ALTO SOBRARBE	18	18
	SIERRA DE GUARA	121	121
	TOTAL	667	427
68 SINCLINAL DE TREMPE	S. SEPTENTRIONAL	406	406
	MONTSEC	47	47
	S. MERIDIONAL	75	75
	TOTAL	528	528

PROYECTO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA DEL EBRO
SITUACION DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS



N.G.











-  RECURSOS SUBTERRANEOS TOTALES (Mm³/año)
-  APORTACIONES SUBTERRANEAS AL EBRO (Mm³/año)
-  SISTEMAS EN LOS QUE PREDOMINAN ACUIFEROS CALCAREOS
-  SISTEMAS EN LOS QUE PREDOMINAN ACUIFEROS DETRITICOS
-  ZONAS PRACTICAMENTE SIN ACUIFEROS
-  NUMERO DE ORDEN DEL SISTEMA ACUIFERO
-  LIMITE DE CUENCA HIDROLOGICA
-  LIMITE DE SISTEMA

FIG-2

El reparto de aportaciones y la distribución del uso de éstas se refleja en el cuadro nº 2.

CUADRO Nº 2

USO DEL AGUA SUBTERRANEA

<u>SISTEMA</u>	<u>AP.SUBTERRANEA</u>	<u>TOTAL</u>	<u>ABAST:</u>	<u>REGADIO</u>	<u>INDUSTRIA</u>
57	455	40	3	35	2
58	300	46	10	35	1
59	250	-	-	-	-
60	10	31	8	17	6
62	660	72	-	-	72
63	100	-	-	-	-
64	327	4	-	-	4
65	187	2	-	-	2
66	250	-	-	-	-
07	116	-	-	-	-
67	667	-	-	-	-
68	528	-	-	-	-
TOTAL	3.850	195	21	87	87

Es decir, sobre una aportación total de $3.850 \text{ hm}^3/\text{año}$ se utilizan -- unos $200 \text{ hm}^3/\text{año}$ en: abastecimiento urbano ($20 \text{ hm}^3/\text{año}$, en los sistemas 57, 58 y 60); regadío de unas 20.000 has, $90 \text{ hm}^3/\text{año}$, en los sistemas 57, 58 y 60 y usos industriales, $90 \text{ hm}^3/\text{año}$ fundamentalmente en el sistema 62.

El consumo de agua subterránea es próximo a los $60 \text{ hm}^3/\text{año}$, que se distribuyen de la siguiente forma :

CONSUMO NETO

ABASTECIMIENTO	REGADIO	INDUSTRIA	TOTAL
2	42	14	58

Es decir, quedan sin explotar unos 3.655 hm³/año de aguas subterráneas, irregularmente repartidos en la cuenca y con unas posibilidades de distinta viabilidad de explotación. Un análisis detallado de las más viables se -- efectúa en el capítulo 5, donde también se establecen prioridades en cuanto al uso y explotación.

4. LOS SISTEMAS ACUIFEROS

- Sistema 57: Monreal - Gallocanta
- Sistema 58: Mesozoico Ibérico del Ebro
- Sistema 59: Puertos de Beceite
- Sistema 60: Curso bajo y delta del Ebro
- Sistema 62: Aluvial del Ebro y afluentes
- Sistema 63: Sierras de la Demanda y Cameros
- Sistema 64: La Lora y Villarcayo
- Sistema 65: Treviño y Sierra de Cantabria
- Sistema 66: Urbasa - Andía
- Sistema 7: Aralar
- Sistema 67: Sinclinal de Jaca
- Sistema 68: Sinclinal de Tremp

4. LOS SISTEMAS ACUIFEROS

SISTEMA 57 " MESOZOICO DE MONREAL - GALLOCANTA "

Tiene un extensión aproximada de 7.400 km² en las provincias de Teruel, Guadalajara, Zaragoza y en menor extensión, Soria, quedando comprendido entre la cabecera del río Jalón y el curso alto del río Jiloca. Escasamente poblado (35.000 habitantes aproximadamente) la población se concentra en el Valle del Jiloca, Valle alto del Jalón y en las inmediaciones de la Laguna de Gallocanta. La economía regional, se basa en la agricultura y ganadería, concentrandose en el Valle del Jiloca; la industria es escasa: minería en Ojos Negros e industrias derivadas de la agricultura en el Valle del Jiloca.

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

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

La superficie aflorante de los materiales acuíferos es de 3.400 km^2 , que a nivel regional son: las calizas y dolomías Cenomanenses - Turonenses, las calizas y dolomías liásicas y los materiales detríticos plio-cuaternarios.

Los recursos del sistema se estiman en $455 \text{ hm}^3/\text{año}$ que se distribuyen en cinco subsistemas:

Subsistema "Cella - Molina de Aragón", $155 \text{ hm}^3/\text{año}$, de los que 45 son drenados a la cuenca del Ebro, $65 \text{ hm}^3/\text{año}$ a la cuenca del Júcar a través del río Guadalaviar y 45 a la cuenca del Tajo a través del río Tajuña.

Subsistema "Piedra - Gallocanta", $45 \text{ hm}^3/\text{año}$, de los que 23 son drenados a la cuenca del Ebro (8 al río Piedra y 15 al río Jiloca), $17 \text{ hm}^3/\text{año}$ son evaporados directamente de la Laguna de Gallocanta y zonas limítrofes y $5 \text{ hm}^3/\text{año}$ se consumen en regadíos y usos urbanos.

Subsistema "Sierra de Solorio", $180 \text{ hm}^3/\text{año}$, de los cuales 170 son drenados a la cuenca del Ebro a través de los ríos, Blanco, Mesa, Piedra -- etc., y de forma difusa al río Jalón entre Somaén y Alhama de Aragón.

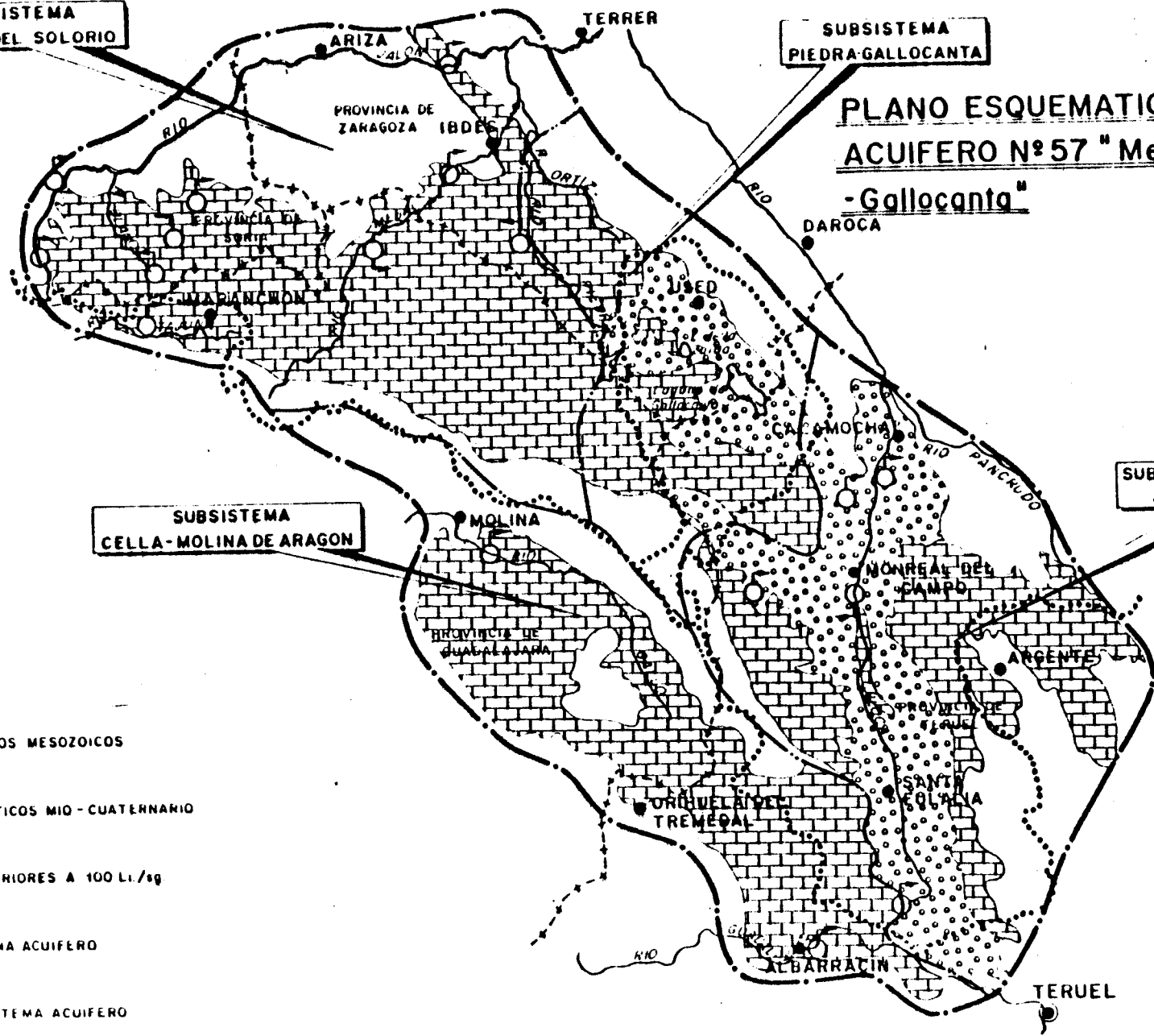
Subsistema "Lidón - Palomera - Celadas ", $35 \text{ hm}^3/\text{año}$, la totalidad de dichos recursos se drenan de forma subterránea al acuífero detrítico de Valle del Jiloca.

Subsistema acuífero "Valle del Jiloca", $40 \text{ hm}^3/\text{año}$ que constituyen la infiltración del agua de lluvia caída sobre su superficie. El río Jiloca drena los $40 \text{ hm}^3/\text{año}$, y los aportes subterráneos procedentes de subsistemas - adyacentes ($95 \text{ hm}^3/\text{año}$), de los cuales $45 \text{ hm}^3/\text{año}$ se consumen en regadíos

SUBSISTEMA
SIERRA DEL SOLORIO

SUBSISTEMA
PIEDRA GALLOCANTA

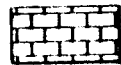
PLANO ESQUEMATICO DEL SISTEMA ACUIFERO N°57 " Mesozoico de Monreal - Gallocanta "



SUBSISTEMA
CELLA-MOLINA DE ARAGON

SUBSISTEMA DEL VALLE DEL
JILOCA Y ADYACENTES

LEYENDA



ACUIFEROS CALIZOS MESOZOICOS



ACUIFEROS DETRITICOS MIO-CUATERNARIO



DESCARGAS SUPERIORES A 100 Lt./sg



LIMITE DE SISTEMA ACUIFERO



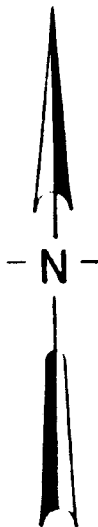
LIMITE DE SUBSISTEMA ACUIFERO



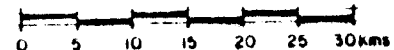
DIVISORIA HIDROGRAFICA



LIMITE DE PROVINCIA



ESCALA GRAFICA



y el resto (90 hm³/año) constituyen los excedentes del río en Calamocha.

Excepto zonas muy localizadas, con escaso valor representativo del conjunto, el agua es de buena calidad, con valores del residuo seco inferiores a 600 mg/l y durezas no superiores a los 40º F.

El sistema ofrece muchas posibilidades de explotar sus recursos en la cuenca alta del Jiloca y en las inmediaciones de la Laguna de Gallocanta; otras zonas como es la cuenca alta del Jalón ofrecen buenas perspectivas, -- aunque deberán ser confirmadas mediante la realización de sondeos de pre-explotación.

SISTEMA 58 " MESOZOICO IBERICO DE LA DEPRESION DEL EBRO "

Tiene una extensión aproximada de 12.500 km² en las provincias de Teruel, Zaragoza, Soria y Castellón, quedando comprendido entre el macizo del Moncayo y el río Guadalope. Su densidad de población es próxima a la nacional estimándose en 225.000 el número de sus habitantes, que se concentran en el Valle del Jalón, Somontano de Moncayo y cuenca del río Guadalope. La economía regional se basa en la agricultura y ganadería, concentrándose en el Valle del Jalón y curso bajo del Jiloca. La principal industria es la minería - de los lignitos de Andorra.

El clima es continental con inviernos muy fríos y veranos calurosos; la precipitación muy desigualmente repartida tiene un valor medio de 450 mm, existiendo "desiertos" como el de Calanda con precipitación en año seco inferior a 20 mm, y zonas con pluviometrías superiores a 1.000 mm.

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

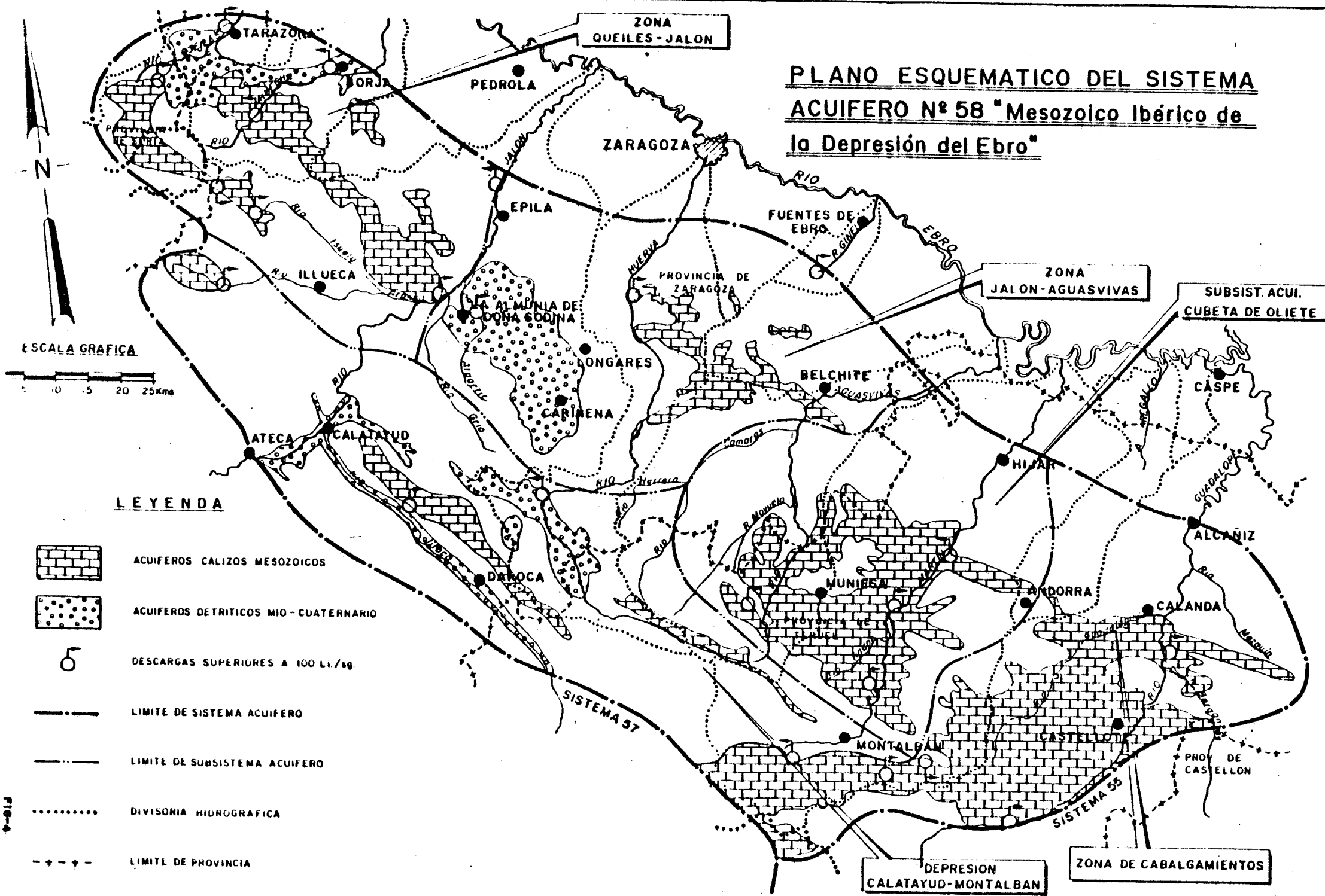
La superficie aflorante de los materiales acuíferos es de unos 4.000 km², y están constituidos por los materiales detríticos aluviales y los que bordean los macizos paleozoicos, las calizas liásicas que aparecen diseminadas por todo el sistema y las calizas cretácicas de las serranías Turolenses.

Los recursos mínimos se estiman en 300 hm³/año. El sistema se ha dividido en cinco zonas que son: Queiles - Jalón, con una aportación de 125 hm³/año, drenados por los ríos Queiles, Huecha y Jalón; Jalón - Aguasvivas, 35 hm³/año, drenados por los ríos Jalón, Huecha, Ginel y Aguasvivas, es de destacar que en esta zona, se sitúa "el cuaternario de Alfamén" donde se consumen 15 hm³/año (bombeo neto) para el regadío de 3.500 has; Cubeta de Ollite con 50 hm³/año drenados fundamentalmente por el río Martín; la Depresión Calatayud - Montalbán, es un aglomerado de pequeños acuíferos que drenan 60 hm³/año a los ríos Jalón, Huerva y Aguasvivas; por último, la zona de cabalgamiento tiene una aportación de 30 hm³/año, drenados por los ríos Martín ; - Guadalupe y Pancrudo.

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

Entre las acciones posibles a desarrollar con los recursos del sistema se podría realizar bombeos suplementarios en el norte del anticlinal del Moncayo, entre Tarazona y Ricla, a fin de dotar regadíos insuficientes y crear otros nuevos. El cuaternario de Alfamén ofrece muy buenas posibilidades de incrementar los regadíos existentes en base a aguas subterráneas. Los acuíferos calizos comprendidos entre Muel y Belchite, ofrecen una buena zona de investigación, donde el agua subterránea tendría una aplicación inmediata.

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



ESCALA GRAFICA
0 10 20 25 kms

LEYENDA

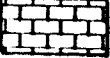






-  ACUIFEROS CALIZOS MESOZOICOS
-  ACUIFEROS DETRITICOS MIO-CUATERNARIO
-  DESCARGAS SUPERIORES A 100 LI./SQ.
-  LIMITE DE SISTEMA ACUIFERO
-  LIMITE DE SUBSISTEMA ACUIFERO
-  DIVISORIA HIDROGRAFICA
-  LIMITE DE PROVINCIA

Fig-4

El resto del borde de la depresión del Ebro ofrece posibilidades que revisten más riesgo con el actual conocimiento que se tiene de esta zona.

SISTEMA 59 " MESOZOICO DE LOS PUERTOS DE BECEITE "

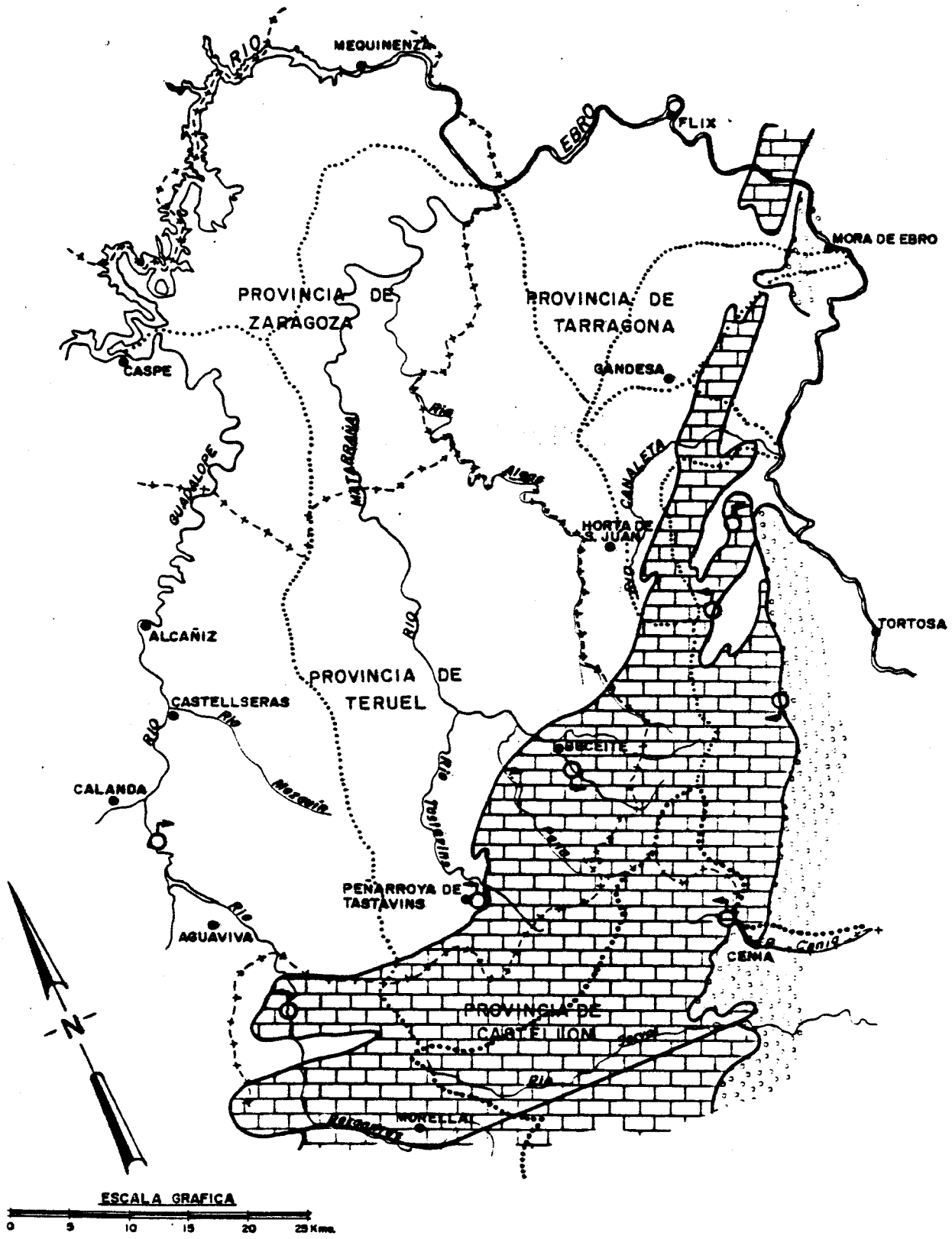
Tiene una superficie de 4.500 km^2 en las provincias de Teruel, Tarragona y Castellón ocupando el entronque de las cadenas Ibéricas con las costas catalanas, denominados puertos de Tortosa ó Beceite. La población, unos 30.000 habitantes, se concentra al pie del macizo mesozoico en poblaciones que no suelen superar los 1.500 habitantes. La economía regional se basa en la agricultura y ganadería concentrándose en las zonas de mayor población (Gandesa, Mora de Ebro). En la zona marginal, destaca la industria química de Flix y la nuclear de Ascó, situadas ambas en la ribera del Ebro.

El clima es mediterráneo con inviernos suaves y veranos calurosos. La pluviometría media de la zona es de 550 mm registrándose el máximo de precipitación en otoño. La temperatura es próxima a los 15° C .

En el sistema se instala parte de la divisoria Júcar - Ebro.

Los recursos en agua subterránea se estiman en unos $250 \text{ hm}^3/\text{año}$ -- que son drenados por los ríos Guadalupe, Matarranya, Servol etc. ($100 \text{ hm}^3/\text{año}$), y de forma subterránea, constituye alimentación lateral del sistema acuífero 60 ($150 \text{ hm}^3/\text{año}$). De estos recursos, $15 \text{ hm}^3/\text{año}$ son utilizados en los bordes para usos urbanos ($4 \text{ hm}^3/\text{año}$ para 60.000 habitantes) agrícolas (9 hm^3 para regadío de 650 has) e industriales ($2 \text{ hm}^3/\text{año}$). Esta explotación, al realizarse dentro de la Plana de la Galera, se ha incluido en la del Sistema S - 60.

PLANO ESQUEMATICO DE SISTEMA ACUIFERO N° 59 Mesozoico de los Puertos de Beceite








-  ACUIFEROS CALIZOS MESOZOICOS
-  ACUIFEROS DETRITICOS MIO-CUATERNARIOS
-  DESCARGAS SUPERIORES A 100 LI./sg.
-  DIVISORIA HIDROGRAFICA
-  LIMITE DE PROVINCIA

FIG-6

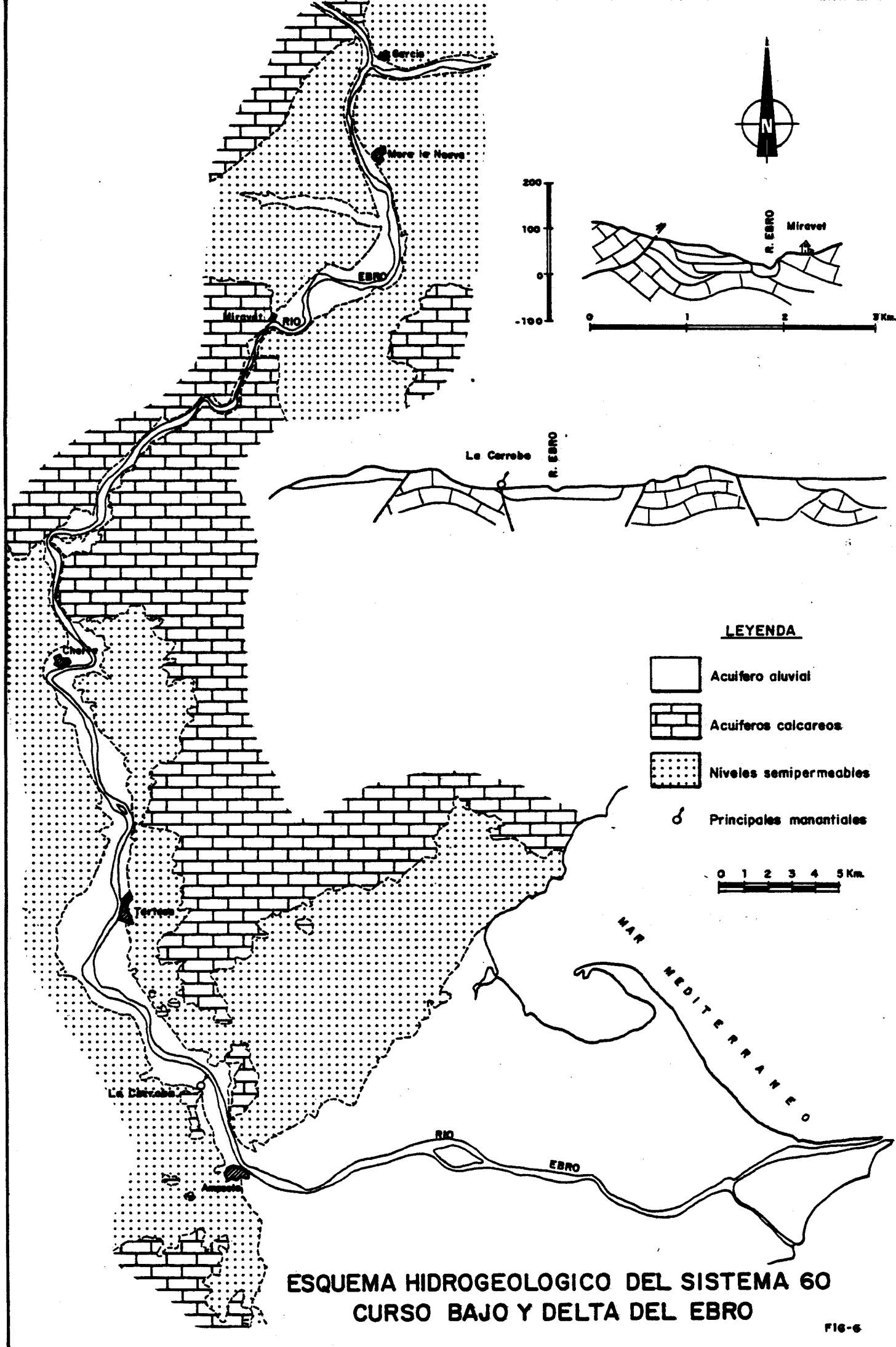
En las zonas Peñarroya de Tastavins - Horta de S. Juan y La Cenia - Pauls podrían instalarse bombeos, a fin de crear nuevos regadíos y suplementar los tradicionales. En particular la regulación del río Matarraña podría incrementarse notablemente y el canal Cherta - Calig podría recibir aportaciones subterráneas en su recorrido por la zona marginal.

SISTEMA 60. CURSO BAJO Y DELTA DEL EBRO

El sistema 60 engloba las terrazas aluviales del río Ebro aguas abajo del embalse de Flix. Al revés de lo que ocurre en el resto del aluvial aquí el zócalo es generalmente permeable y corresponde bien a terrenos detríticos neógenos, bien a formaciones calcáreas del mesozoico. La extensión del propio acuífero aluvial es pequeña pero se halla perfectamente interrelacionada con los sistemas adyacentes, el 59 "Mesozoico de los Puertos de Beceite", y el 61 "Cretácico de Perelló - Vandellós". Las tierras son llanas y bajas pero rodeadas de macizos montañosos, el Monte Caro (1.447 m) al Sur y el Cardó (941 m) al Norte. Sobre éste se sitúa la divisoria hidrográfica con las cuencas del Pirineo Oriental.

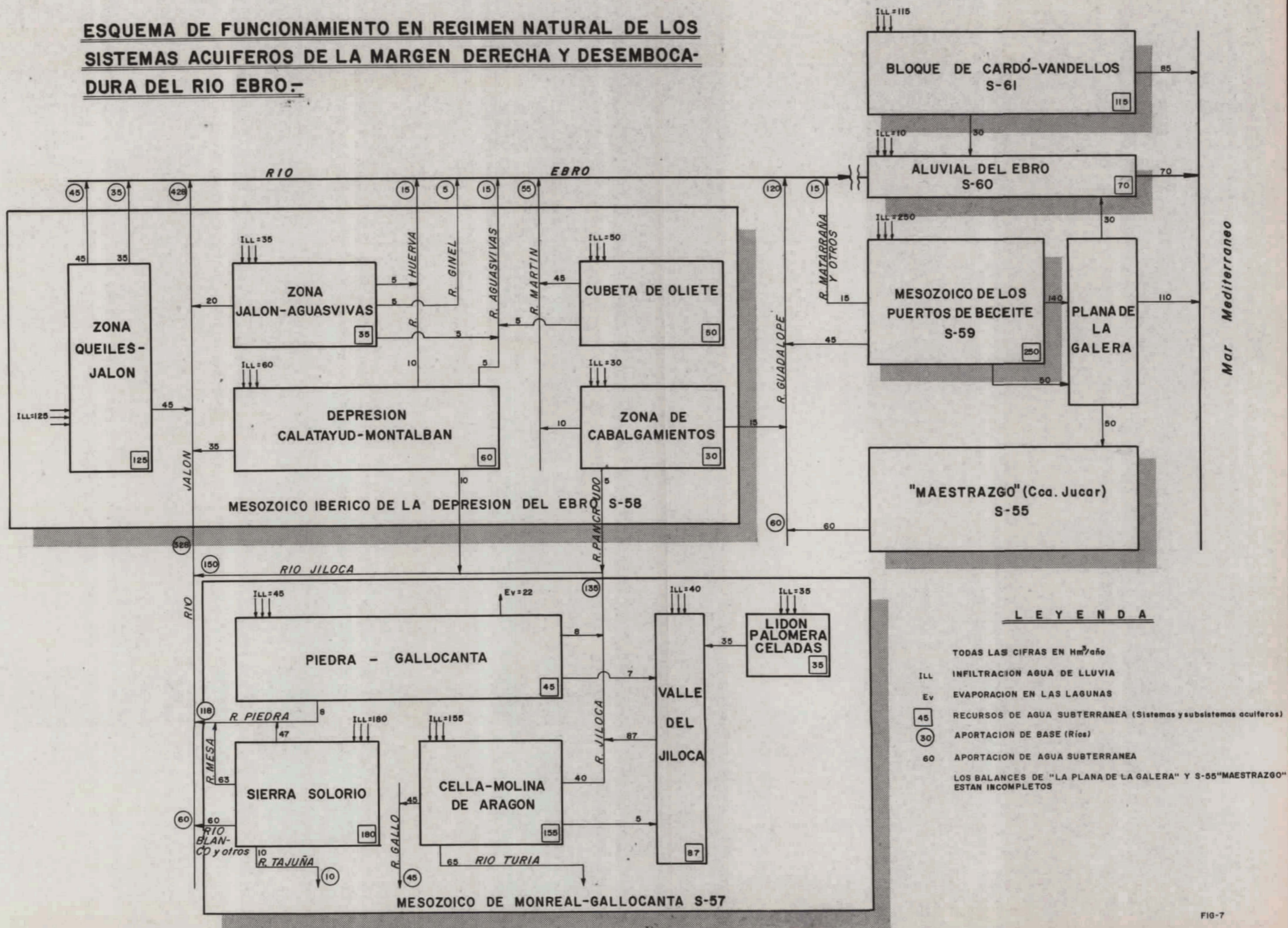
La zona se halla íntegramente en la provincia de Tarragona y comprende a las comarcas de Ribera d'Ebre y Baix Ebre. En ellas el regadío es la actividad económica principal y la densidad de población es de 93 hab/km². En la zona montañosa sólo cabe hablar de ganadería y en la zona intermedia olivos, viñas y almendros típicos del secano mediterráneo y la densidad de población es de unos 25 hab/km².

El clima es mediterráneo de montaña media. La pluviometría media es del orden de 500 mm en la zona baja y crece en los bordes montañosos y también hacia el Delta.



**ESQUEMA HIDROGEOLOGICO DEL SISTEMA 60
CURSO BAJO Y DELTA DEL EBRO**

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO EN REGIMEN NATURAL DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS DE LA MARGEN DERECHA Y DESEMBOCADA DEL RIO EBRO.-



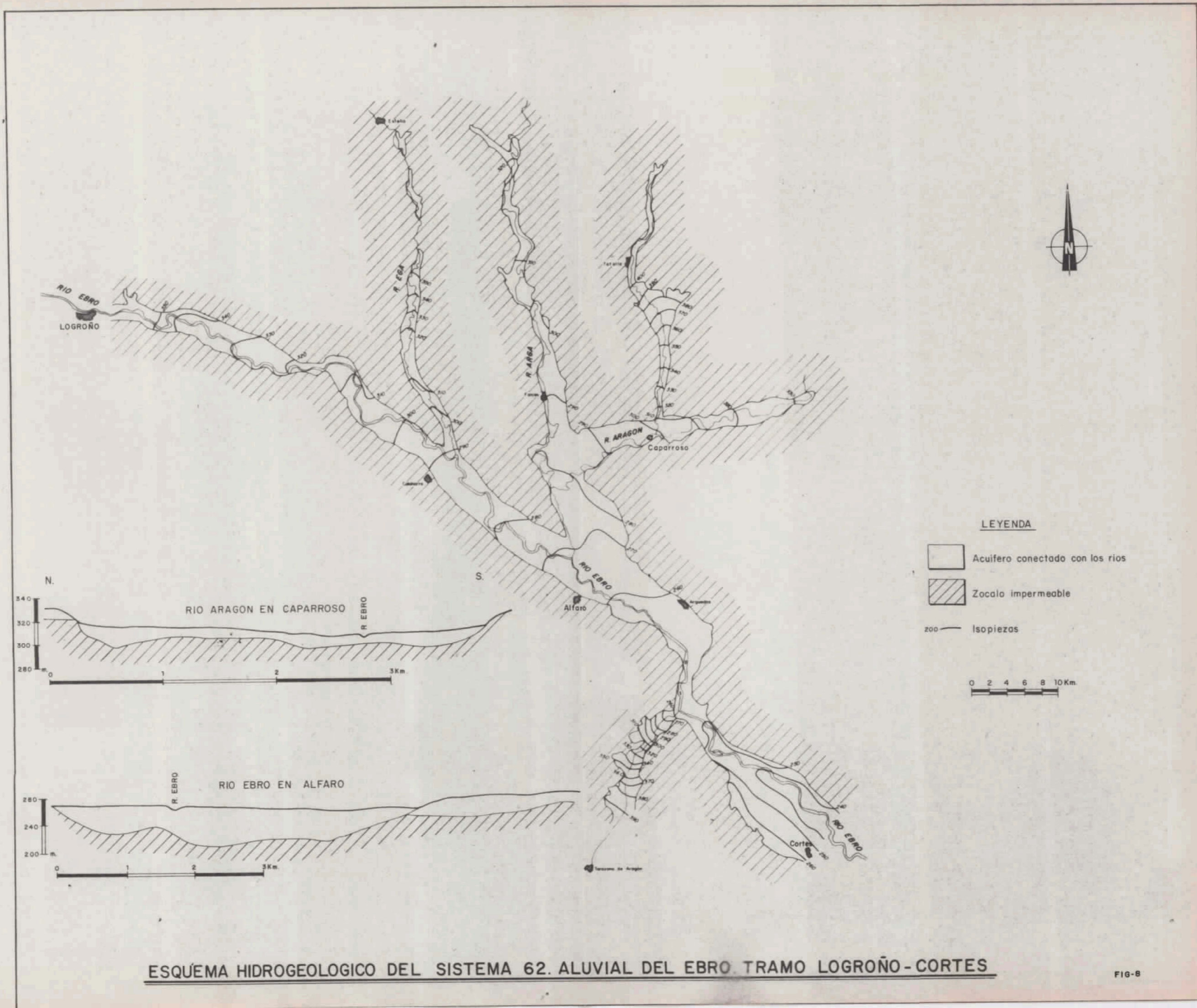
Los recursos propios de este sistema son pequeños, del orden de $10 \text{ hm}^3/\text{año}$ tan solo, pero hacia él convergen buena parte de los recursos de los sistemas adyacentes que totalizan $110 \text{ hm}^3/\text{año}$ por la margen izquierda y un mínimo de $140 \text{ hm}^3/\text{año}$ por la margen derecha. Hay que hacer notar también que la zona lógica para la explotación se halla en las llanuras costeras y en general en las tierras bajas.

La calidad del agua subterránea es aceptable y la utilización actual se cifra en unos $31 \text{ hm}^3/\text{año}$. Los recursos de la margen derecha podrían invertirse coordinadamente con el Canal Cherta - Calig en el regadío de 12.000 ha nuevas. En la margen izquierda las implicaciones de los proyectos de trasvase a Tarragona y Barcelona aconsejan una utilización coordinada de todos los recursos.

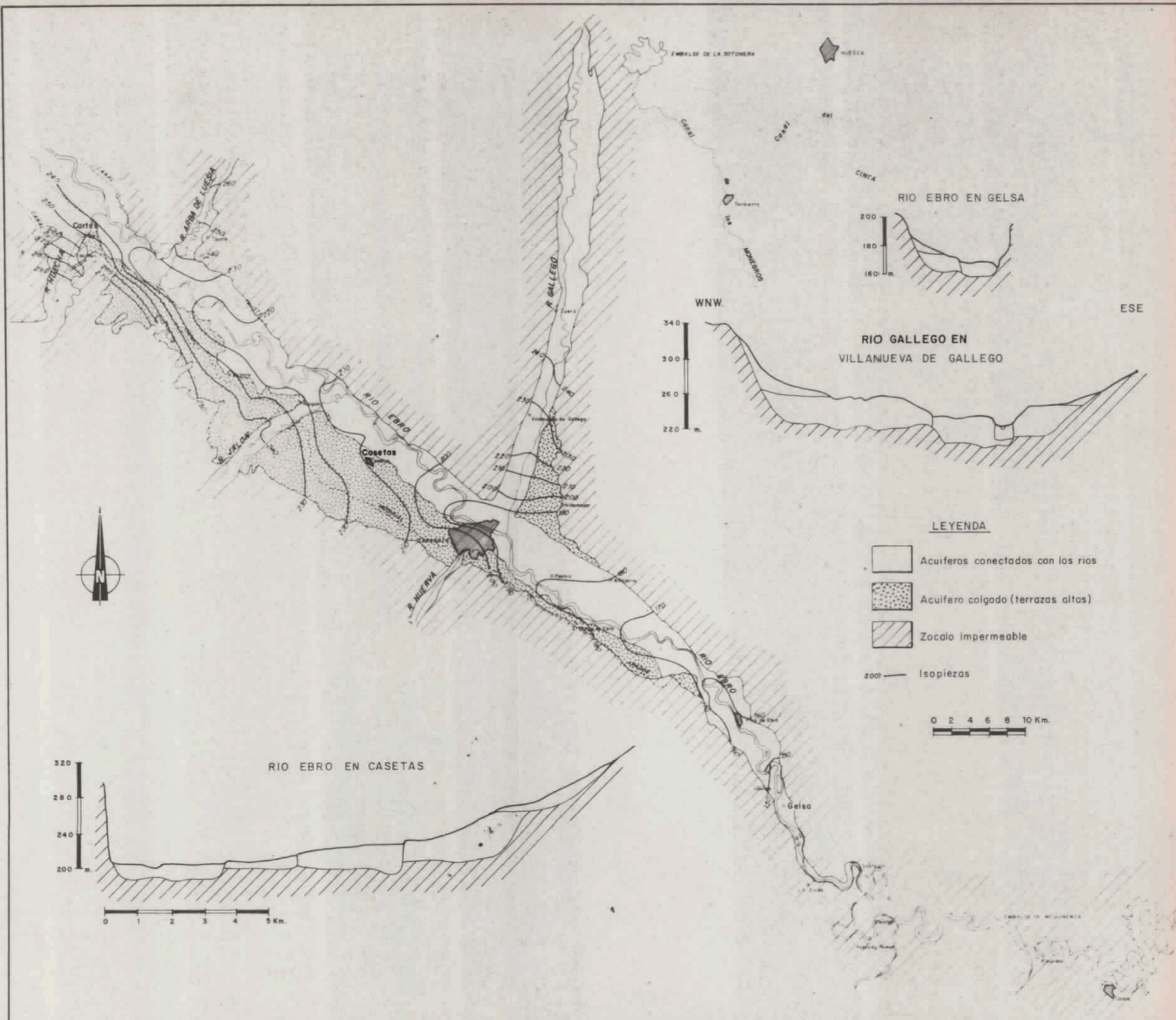
SISTEMA 62. ALUVIAL DEL EBRO Y AFLUENTES

El Sistema 62 engloba las terrazas aluviales del río Ebro y de sus afluentes y tiene por tanto una disposición paralela a los cursos de agua. Se extiende a lo largo de 1.670 km^2 , desde Miranda a Mequinenza, correspondientes a 6 provincias: Burgos, Rioja, Navarra, Huesca, Lérida y Zaragoza. Como es propio de estos terrenos la topografía es llana destacando los escalones entre las terrazas.

Frente a las zonas deprimidas que por la escasez de agua constituyen la mayor parte de la Depresión del Ebro, el valle del río y sus afluentes corresponden a ejes fértiles que canalizan las corrientes económicas y las de la inmigración dentro de la propia región. Los regadíos ocupan la mayor parte de las zonas aluviales próximas a los ríos y en general una amplia zona dominada por los canales de riego. En los alrededores de los núcleos principales: Miranda,



ESQUÉMA HIDROGEOLOGICO DEL SISTEMA 62. ALUVIAL DEL EBRO. TRAMO LOGROÑO-CORTES



ESQUEMA HIDROGEOLOGICO DEL SISTEMA 62. ALUVIAL DEL EBRO. TRAMO CORTES-GELSA

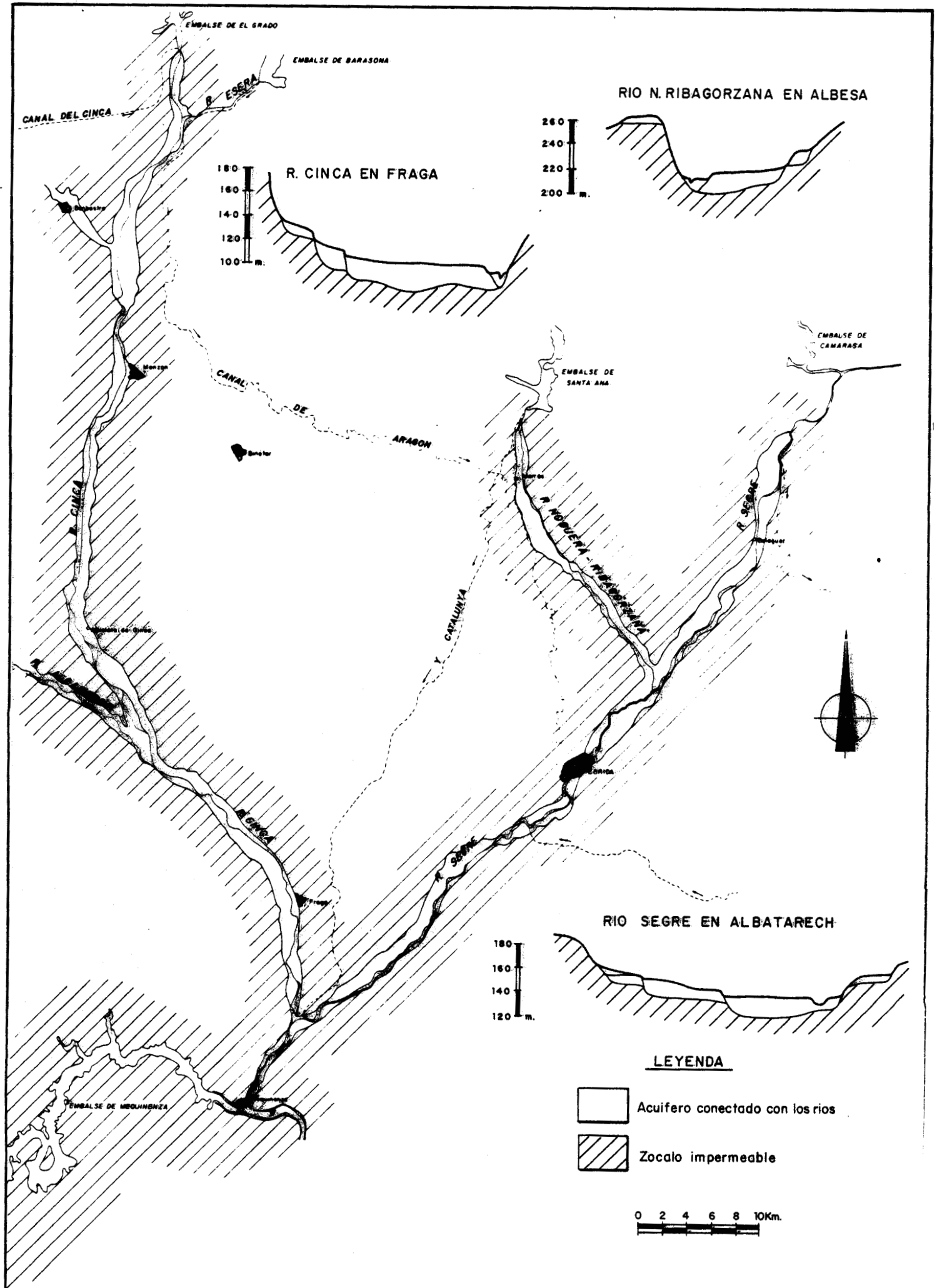


FIG-10

ESQUEMA HIDROGEOLOGICO DEL SISTEMA 62. ALUVIAL DEL CINCA Y SEGRE

Logroño, Tudela, Zaragoza y Lérida se disponen no sólo las industrias de transformación del campo sino verdaderos polos industriales de muy diversa producción.

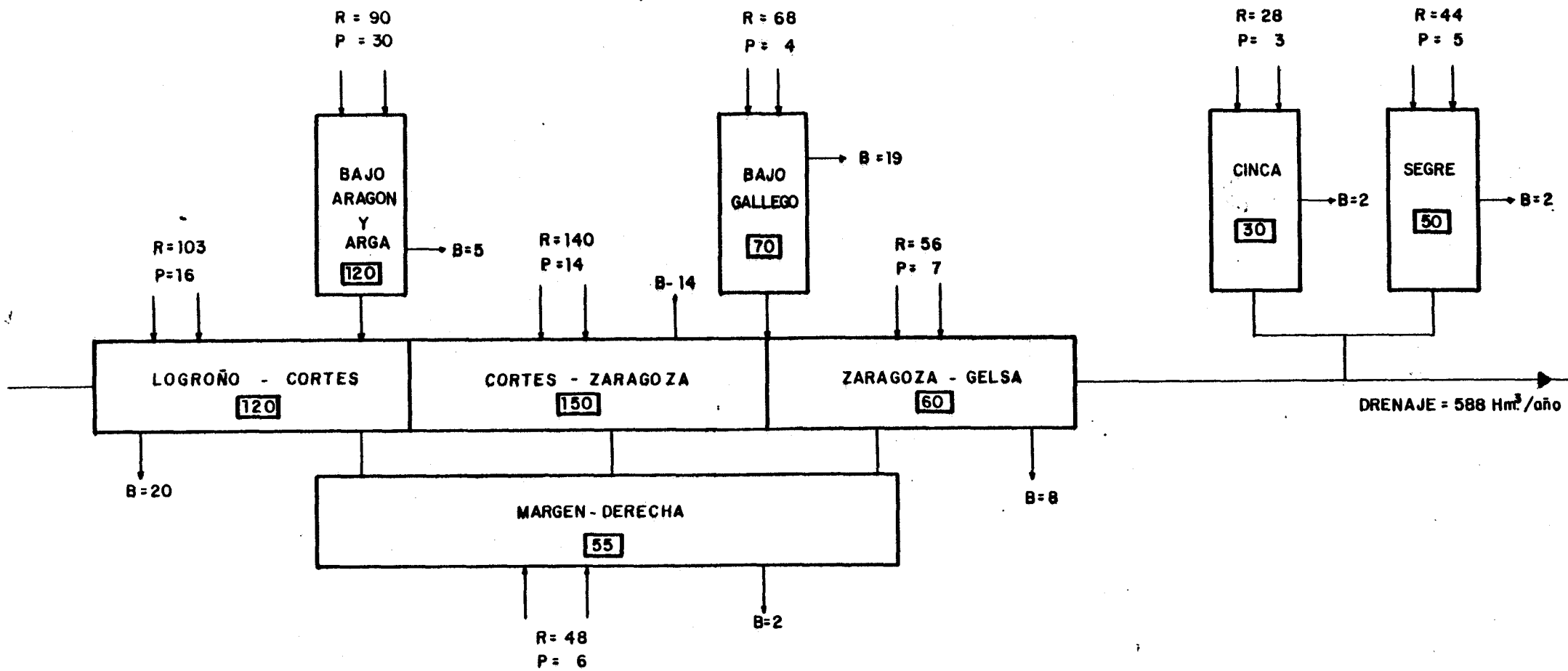
Entre 1.950 y 1.970 el aumento de la población ha sido fiel reflejo de la evolución económica. En la actualidad la densidad de población es del orden de 200 hab/km^2 , frente a la media de 33 hab/km^2 en toda la cuenca del -- Ebro. Los abastecimientos son fundamentalmente en base a las aguas derivadas en los canales superficiales.

La precipitación en la zona es baja descendiendo desde 600 mm en Mi randa hasta menos de 400 en Zaragoza y Lérida.

Los materiales acuíferos son las típicas sucesiones de arenas y gra vas con intercalaciones de limos y arcillas, más o menos potentes. El espe-- sor total del acuífero varía en los distintos ríos según los tramos. La media es del orden de 15 m, si bien los extremos varían entre unos pocos metros y más de 50 m.

Los recursos propios del sistema se han calculado en 660 hm^3 de los que casi el 90 % proceden del retorno de los regadíos. El drenaje se establece a través de los diferentes ríos. La conexión perfecta entre el acuífero y - los distintos ríos permite la afección de éstos con lo que los recursos reales son mucho mayores.

La calidad de las aguas subterráneas es el principal problema que - plantea la explotación. La contaminación procede de los yesos del zócalo y - en menor medida de los abonos, herbicidas y pesticidas de las superficies regadas e incluso algunos vertidos urbanos e industriales y líquidos. Los tra-- mos aluviales de mejor calidad son los más próximos a los ríos, pero en gene ral la conductividad supera los 1.500 micromhos/cm. En los tramos bajos de



LEYENDA

P = Infiltración de la precipitación
 R = Retorno de riego
 B = Bombeos

APORTACION SUBTERRANEA DEL ACUIFERO ALUVIAL	660 Hm ³ /año
EXPLOTACION ACTUAL	72 Hm ³ /año
DISPONIBILIDADES DE AGUA SUBTERRANEA MINIMAS	588 Hm ³ /año

los afluentes de la margen izquierda: Gállego, Aragón, Cinca, Segre, la ca lidad mejora notablemente.

En la actualidad la utilización del agua subterránea aunque es muy in ferior a los recursos está en proceso de rápido crecimiento, fundamentalmente en el sector industrial. La extracción total se ha calculado en $72 \text{ hm}^3/\text{año}$. Existe por tanto una oferta de agua repartida a lo largo del aluvial de otros - $590 \text{ hm}^3/\text{año}$ que permitirían la puesta en riego de más de 50.000 has, cifras - que como hemos dicho se consideran un mínimo, pues la recarga inducida de - los cursos de agua produciría unos recursos considerablemente superiores. Las líneas de actuación que se proponen contando con la infraestructura actual y los planes previstos pasan primero por el reforzamiento de las dotaciones -- cuando sean insuficientes, la extensión del regadío a zonas no dominadas por - los canales actuales y la progresiva sustitución de las derivaciones con agua subterránea cuando no exista suficiente regulación previa.

SISTEMA 63 " SIERRAS DE LA DEMANDA Y CAMEROS "

Se extiende a lo largo de 1.660 km^2 que coinciden con las cuencas de los ríos Najerilla e Iregua.

Está constituido por materiales de naturaleza carbonatada (Lías y Dogger) que conforman el borde norte de las Sierras de la Demanda y Cameros.

La economía regional fundamentalmente es ganadera y forestal.

Los recursos subterráneos se han estimado en unos $100 \text{ hm}^3/\text{año}$ dre

nados fundamentalmente por el río Najerilla y en menor proporción por el Iregua. La explotación de estos recursos es prácticamente nulo.

SISTEMA 64 " CRETACICO DE LA LORA Y DEL SINCLINAL DE VILLARCAYO "

Se extiende a lo largo de 5.481 km^2 que coinciden con la cuenca de cabecera del río Ebro hasta Miranda. Comprende una pequeña parte del Sur de la provincia de Santander, el tercio norte de la provincia de Burgos y el sector occidental de la de Alava.

Se trata de una región montañosa escasamente poblada, 107.516 habitantes en 1.980 lo que representa algo menos de 20 habitantes por km^2 , muy dispersados en pueblos y aldeas que muy raramente sobrepasan los 500 habitantes. En la mayor parte de ellos se observa una disminución progresiva del poblamiento que tiende a concentrarse en los centros comarcales.

La economía regional se basa en la agricultura y ganadería y en menor medida la explotación forestal. La industria se concentra únicamente en Miranda y Reinosa. Los regadíos abarcan únicamente el 2% de las tierras labradas.

La pluviometría anual media es del orden de 800 mm, si bien merecen destacarse los fuertes gradientes del sector montañoso septentrional y el espaciamiento progresivo en sentido Sur, desde 1.400 mm en Santa María de Aguayo a 500 mm en Miranda.

Los materiales acuíferos cubren alrededor de 3.000 km^2 y corresponden fundamentalmente a las calizas dolomíticas y calcarenitas del cretácico su

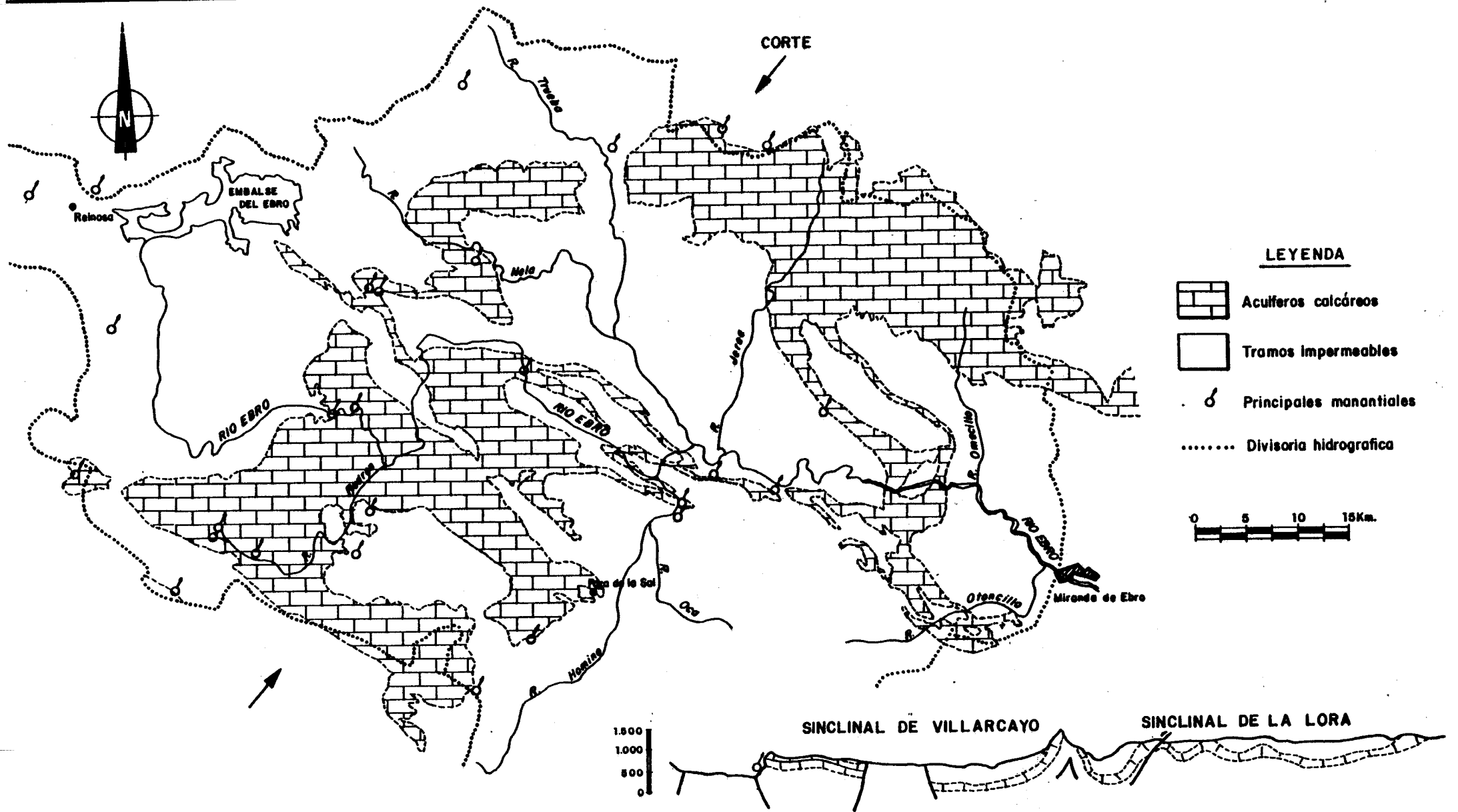


FIG-12

ESQUEMA HIDROGEOLOGICO DEL SISTEMA 64. "VILLARCAYO-LA LORA"

perior. En la unidad de Fontibre el acuífero corresponde al Lías inferior dolomítico.

Los recursos subterráneos del sistema se ha cifrado en un mínimo de $327 \text{ hm}^3/\text{año}$ de los que 17 drenan hacia la cuenca Norte y 2 hacia la Cuenca - Duero. La aportación subterránea a la Cuenca del Ebro corresponde a 3 subsistemas: Fontibre ($22 \text{ hm}^3/\text{año}$), Villarcayo ($147 \text{ hm}^3/\text{año}$) y Sedano - La Lora ($139 \text{ hm}^3/\text{año}$).

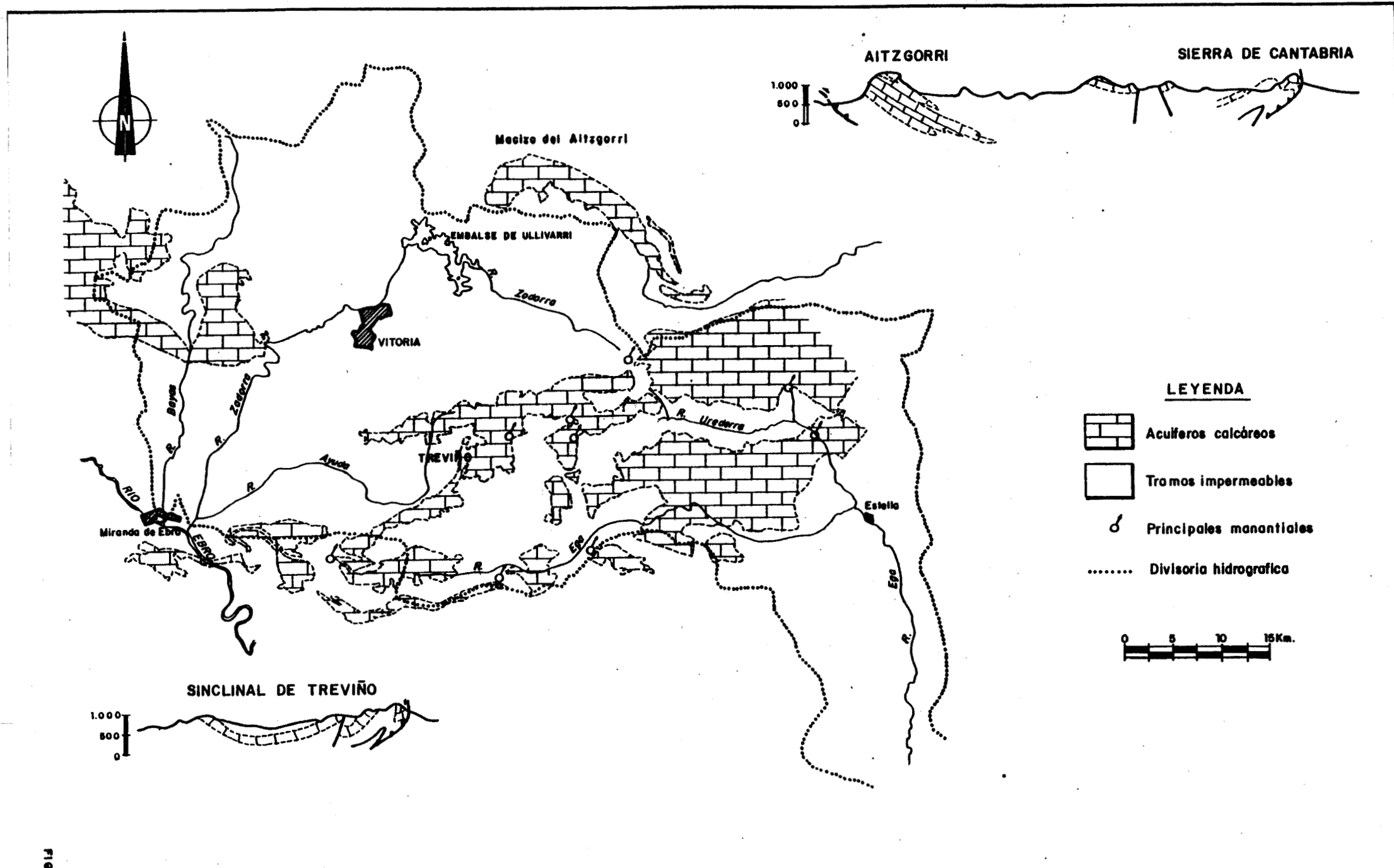
La calidad de las aguas subterráneas es muy buena, con residuo seco inferior a los 400 mg/l . a excepción de las aguas de las terrazas aluviales - del Ebro, aguas arriba de Miranda que son de calidad inferior. La dureza es generalmente inferior a 20° F y no existen otros contenidos significativos de iones.

La utilización del agua subterránea es actualmente escasa. No existen prácticamente sondeos ni pozos y la explotación se centra en el aprovechamiento de manantiales en la mayor parte de los abastecimientos y pequeños regadíos familiares.

Existe por tanto una apreciable cantidad de recursos sin explotar que podría incidir en un desarrollo agrícola de la región y en garantizar totalmente el suministro urbano - industrial a cualquier plazo, tanto en cantidad como en calidad.

SISTEMA 65 " PALEOCENO DEL CONDADO DE TREVIÑO Y MESOZOICO DE LA SIERRA DE CANTABRIA "

Engloba una serie de unidades hidrogeológicas de entidad reducida y



ESQUEMA HIDROGEOLOGICO DEL SISTEMA 65. "TREVIÑO Y SIERRA DE CANTABRIA"

FIG-13

características heterogéneas. Sin embargo reviste interés porque si bien la potencialidad es baja, constituyen las únicas posibilidades de extracción de - aguas subterráneas en una amplia zona de las provincias de Alava y Burgos en que dominan los terrenos impermeables.

La extensión es de algo menos de 2.000 km^2 de los que tan solo 500 km^2 corresponden al área de recarga de los acuífero.

La zona se halla escasamente poblada, -excluyendo la capital Vitoria, la densidad de población es de tan solo 14 hab/km^2 - lo que ya indica que el -- marco económico está poco desarrollado. La agricultura y ganadería, junto a la explotación forestal son las actividades económicas principales en la región y la industria se localiza en Vitoria. La utilización del agua es muy reducida puesto que los cultivos son de secano. El abastecimiento de Vitoria y su entorno industrial es a base de aguas superficiales del Zadorra, regulado en los embalses de Ullivari y Urrunaga. Por el contrario los abastecimientos de los pueblos son en base a manantiales, pozos y sondeos generalmente de muy escaso - caudal.

La pluviometría anual media es del orden de 800 mm a excepción de las zonas montañosas donde se superan los 900 mm (Sierra de Cantabria) o los -- 1,100 mm (Sierra de Urbasa). Por el contrario en el valle del Ebro las precipitaciones son inferiores a los 500 mm.

Los niveles acuíferos son de 3 tipos: en la Sierra de Cantabria calizas, dolomías y calcarenitas del cretácico superior, en el Aitzgorri las facies arrecifales urgonianas y en Treviño la serie carbonatada -calizas y dolomías- de la base del Terciario marino. Estos últimos materiales se sumergen por debajo del terciario continental de la Cuenca de Miranda dando lugar a una cuenca artesiana.

Los recursos del Sistema ascienden a $187 \text{ hm}^3/\text{año}$ correspondientes a los siguientes subsistemas. La Unidad del Aitzgorri ($20 \text{ hm}^3/\text{año}$) se drena por el río Arakil, afluente del Arga. La Unidad de Nanclares ($12 \text{ hm}^3/\text{año}$) vierte al río Bayas, afluente del Ebro. El drenaje de la unidad de Treviño --- ($62 \text{ hm}^3/\text{año}$) tiene 3 direcciones: el Zadorra ($10 \text{ hm}^3/\text{año}$) al río Ayuda ($29 \text{ hm}^3/\text{año}$) y al Ega ($23 \text{ hm}^3/\text{año}$). La Unidad de Santiago Lóquiz ($77 \text{ hm}^3/\text{año}$) vierte directamente al río Ega ($23 \text{ hm}^3/\text{año}$) a través del Urederra ($30 \text{ hm}^3/\text{año}$) y del Arroyo de Sabando ($22 \text{ hm}^3/\text{año}$). La Unidad de Peñacerrada ($4 \text{ hm}^3/\text{año}$) es drenada hacia el río Inglares. El resto de unidades se drenan directamente por el río Ega y son las siguientes: Lagrán ($5 \text{ hm}^3/\text{año}$), Cantabria ($3 \text{ hm}^3/\text{año}$), Angostina ($2 \text{ hm}^3/\text{año}$) y Genevilla ($2 \text{ hm}^3/\text{año}$).

Las aguas son de buena calidad, bicarbonatadas cálcicas y con residuo seco inferior a 400 mg/l .

El grado de explotación actual de las aguas subterráneas es muy pequeño reduciéndose a los abastecimientos urbanos y en muy escasa proporción a los regadíos. Por ello quedan importantes recursos sin explotar que podrían incidir en el desarrollo de las zonas regadas y en garantizar el suministro a los abastecimientos urbanos todavía deficitarios.

La regulación de los recursos superficiales es muy escasa en la zona y en la cuenca del Ega su aportación de $527 \text{ hm}^3/\text{año}$ no está regulada en absoluto. Por ello tiene interés una actuación sobre los cerca de $200 \text{ hm}^3/\text{año}$ que constituyen la aportación subterránea de esta cuenca.

El desarrollo de los regadíos podría intensificarse en la zona del Condado de Treviño (agua surgente), Valle del Ega y Tierra de Estella. La ya antigua aspiración de trasvasar agua salvando la sierra de Cantabria, hasta las zonas deficitarias de la Rioja podría también acometerse.

En principio las zonas más favorables para la implantación de los son deos serían pues, el Condado de Treviño y el Valle del río Ega, tanto desde - el punto de vista de las mejores probabilidades como del de su puesta en explo tación a más corto plazo.

SISTEMA 66 " PALEOCENO DE LA SIERRA DE URBASA "

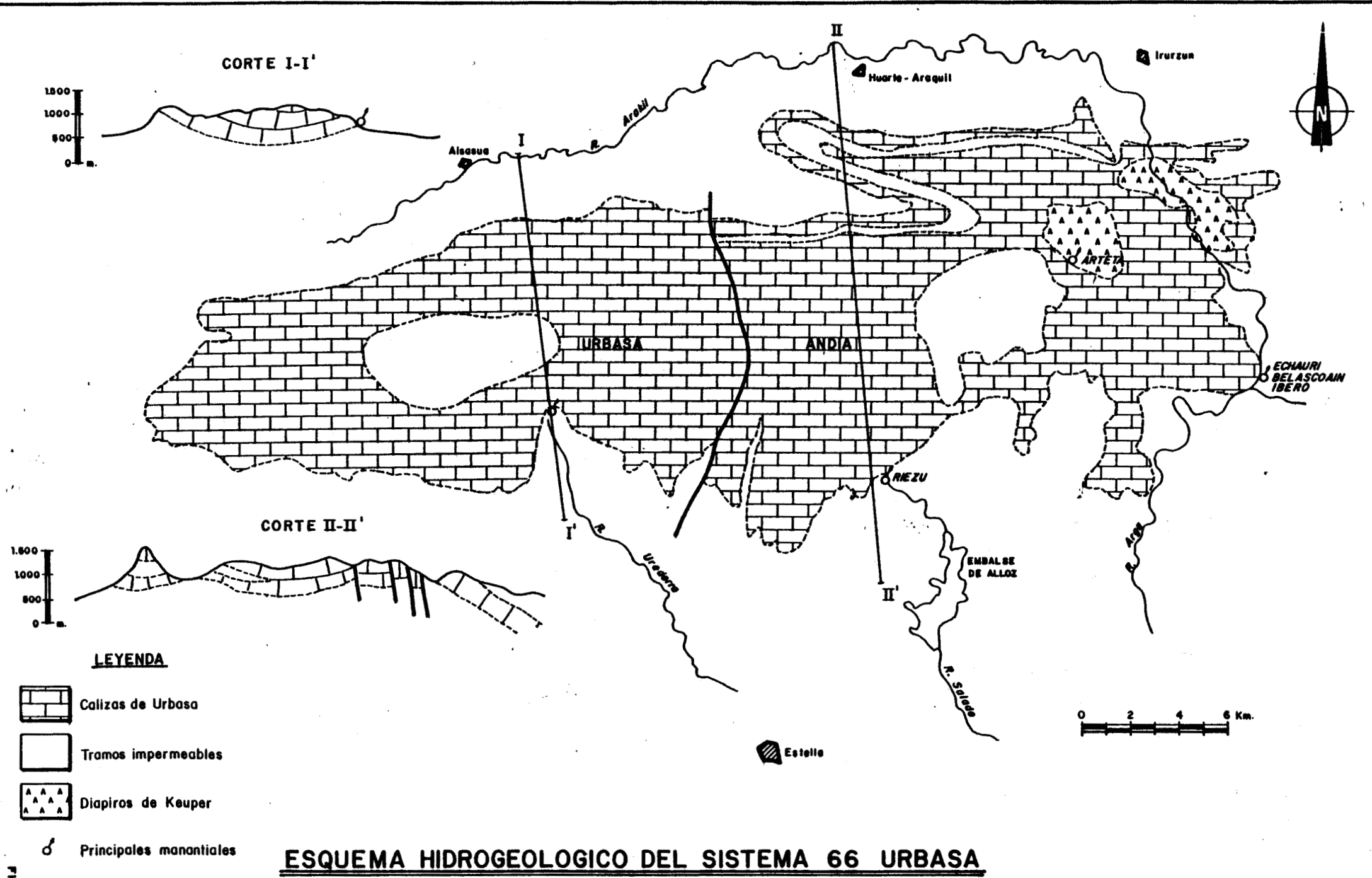
El Sistema Acuífero nº 66 URBASA - ANDIA se extiende a lo largo de 420 km² a caballo entre las provincias de Alava y Navarra y comprende una se rie de sierras elevadas entre las que destacan las de Urbasa, Andía y Peña -- Echaurre.

La población es muy escasa y dispersa. Los abastecimientos son a - base de manantiales más o menos acondicionados y existen algunos casos defici - tarios. Cabe citar los 15 hm³/año que se derivan del manantial de Arteta para el abastecimiento de Pamplona.

La precipitación en la zona es muy alta e incluso de carácter nival. La media oscila entre 1.100 y 1.600 mm.

Los materiales acuíferos son dolomías, calizas y calcarenitas del Pa - leoceno y Eoceno con algunos tramos margosos. La disposición es aparente-- mente subhorizontal y viene rota por la intrusión de una serie de diapiros de - Keuper.

Desde el punto de vista hidrogeológico y en función del drenaje se pue - den establecer dos subunidades separadas por la falla de Lizárraga, que coin - ciden con las sierras de Urbasa al Oeste y de Andía - Peña Echaurre al Este.



ESQUEMA HIDROGEOLOGICO DEL SISTEMA 66 URBASA

FIG-14

La descarga de la subunidad de Urbasa tiene lugar preferentemente -- por el manantial de Baquedano ($90 \text{ hm}^3/\text{año}$) que da origen al Urederra, afluente del Ega.

El sector oriental (Andía) se drena por los manantiales de Arteta -- ($90 \text{ hm}^3/\text{año}$), Riezu ($30 \text{ hm}^3/\text{año}$) y el conjunto de Belascoain, Ibero, Echauri y otros ($40 \text{ hm}^3/\text{año}$), todos ellos vertientes a la cuenca del río Arga --- (afluente del Aragón).

Según estas descargas los recursos del Sistema ascienden a $250 \text{ hm}^3/\text{año}$ y las reservas se han estimado entre 1.100 y 1.650 hm^3 .

Las aguas del sistema son generalmente de muy buena calidad, pota-- bles y aptas para el riego. Son bicarbonatadas cálcicas de dureza media y mineralización ligera. Sin embargo las aguas que de alguna forma han estado en contacto con el Keuper (zona oriental) son duras y con mineralización nota-- ble: bicarbonatadas. cloruradas sódico - cálcico - magnésicas. A veces son aguas termominerales y se usan como tales aunque químicamente sobrepasen - los límites de potabilidad.

La utilización actual es escasa a excepción de los $16 \text{ hm}^3/\text{año}$ derivados para abastecimientos y de algunos saltos de producción de energía electrica ($60 \text{ hm}^3/\text{año}$ de uso no consuntivo). En consecuencia existe una importante oferta de agua subterránea no regulada que representa una alternativa im-- portante para el abastecimiento de las comarcas de Pamplona y de la Tierra de Estella.

SISTEMA 07 "CALIZAS MESOZOICAS DE LA SIERRA DE ARALAR"

El sistema acuífero 07 ARALAR se extiende a lo largo de 800 km^2 en

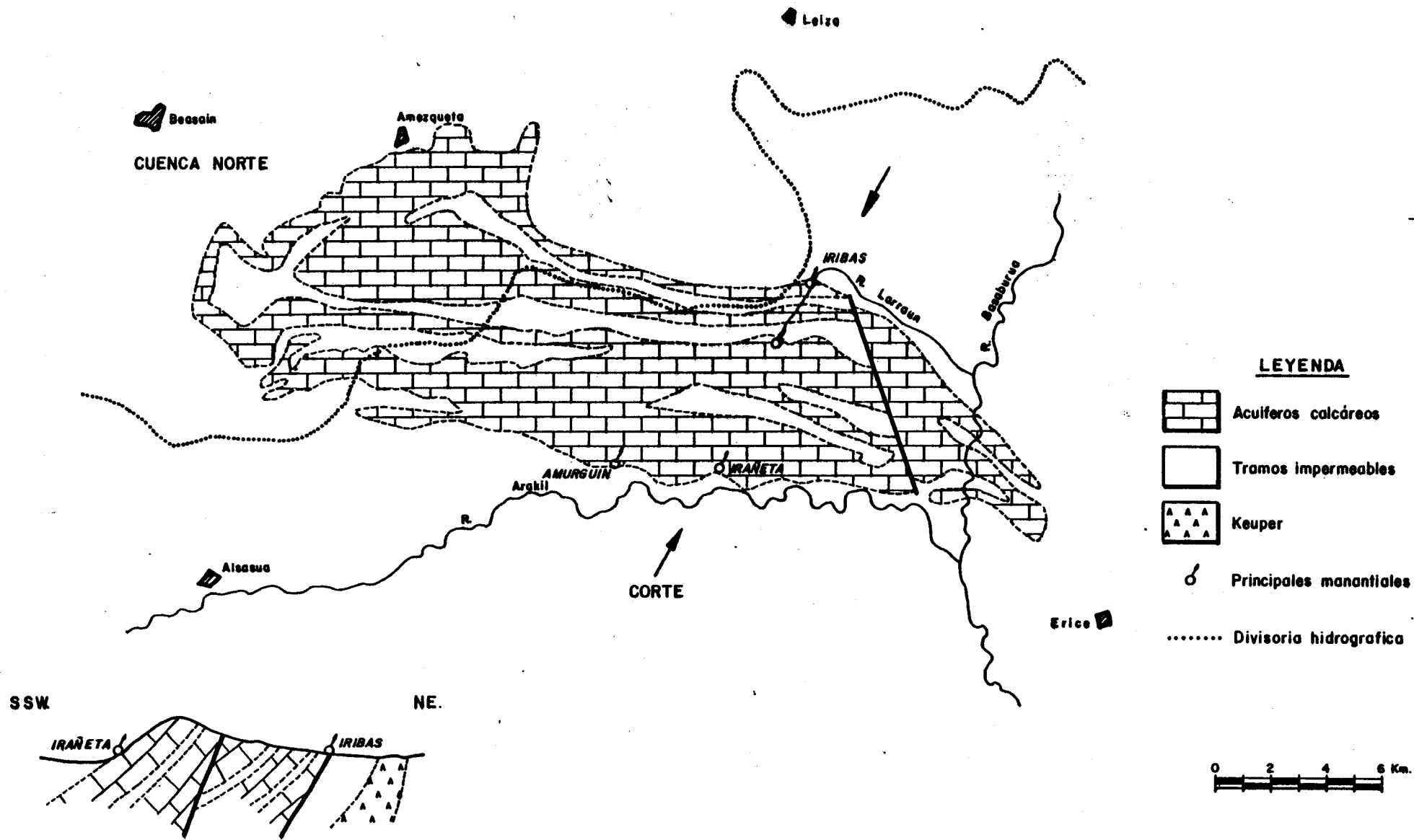


FIG-16

ESQUEMA HIDROGEOLOGICO DEL SUBSISTEMA 07a. ARALAR-ULZAMA

la parte septentrional de la provincia de Navarra. La mitad norte se drena hacia el Cantábrico mientras que la parte sur, el subsistema ARALAR - ULZAMA descarga en su mayor parte a la Cuenca del Ebro y es la que únicamente consideraremos.

La población de este subsistema es inferior a los 20.000 habitantes - que se concentran en el Valle del río Arakil (Barranca - Burunda) y en Leiza, coincidiendo con la progresiva instalación del sector industrial, mientras se encuentran en regresión la agricultura, la ganadería y la explotación forestal que en su día fueron la base de la riqueza de la zona.

El abastecimiento a las poblaciones es en base a manantiales, salvo Alsasua que lo complementa con aguas del río Alzaina.

La precipitación en la zona es muy alta siendo la media del orden de 1.500 mm.

Los acuíferos importantes están formados por calizas y dolomías jurásicas y por calizas arrecifales del cretácico. Los afloramientos permeables - cubren alrededor de 164 km².

Los recursos del Subsistema se han cifrado en 116 hm³/año de los que 13 vierten a la cuenca norte en la zona de Amezqueta. El drenaje hacia el Ebro (103 hm³/año) se efectúa a base de los ríos Larraun (83 hm³/año) y Arakil - (20 hm³/año), que pasan a engrosar los recursos del río Arga, aguas abajo de Pamplona. Las reservas se han estimado en un mínimo de 500 hm³.

Las aguas son perfectamente potables y aptas para el riego. La mineralización es ligera y la dureza media en base al contenido mayoritario de bicarbonatos.

Los recursos evaluados son muy superiores a las demandas actuales y a los de su previsible futuro. Como consecuencia cabe la posibilidad de -- abastecer no sólo el Valle el Arakil sino otras zonas próximas deficitarias.

La topografía abrupta es un factor limitante a la hora de emplazar -- las posibles captaciones. Estas deberán pues ubicarse en las proximidades de los manantiales con el fin último de ejercer una regulación de los caudales sujetos en régimen natural a muy fuertes oscilaciones.

SISTEMA 67 " SINCLINAL DE JACA "

El Sistema 67 se corresponde con el denominado genéricamente "SINCLINAL DE JACA" aunque incluya estructuras mucho más complejas. Se extiende a lo largo de una vasta extensión de más de 6.000 km² pero en la que los afloramientos permeables se distribuyen en dos bandas que coinciden con las - sierras Interiores y Exteriores Pirenaicas. La mayor parte corresponde a la provincia de Huesca y en menor medida a las de Navarra y Zaragoza.

A excepción de la capital Huesca la evolución de la población es ininterumpidamente regresiva a partir de 1.930. La densidad es de 11'5 hab/km² en la Depresión de Jaca y el Somontano de Huesca y de tan solo 6 hab/km² en las comarcas pirenaicas. La economía es fundamentalmente agraria predominando los cereales de secano y la explotación forestal y ganadera. Los abastecimientos son fundamentalmente a base de manantiales sin regular y en las vegas se - deriva directamente agua de los ríos para el regadío de huertas familiares.

La precipitación es decreciente en sentido Sur desde los 1.854 mm. - de Candanchú a los 451 mm del Embalse de la Sotenera.

Los niveles acuíferos corresponden a las facies arrecifales del cretácico medio, las calcarenitas y calizas arenosas del cretácico inferior, las facies carbonatadas del complejo Eoceno y en menor medida los conglomerados miocenos del borde de la Depresión del Ebro. Los afloramientos permeables cubren alrededor de 1.000 km^2 es decir tan solo una sexta parte de la extensión del Sistema.

Los recursos del Sistema se han cifrado en $667 \text{ hm}^3/\text{año}$ de los que $240 \text{ hm}^3/\text{año}$ vierten al Atlántico y $427 \text{ hm}^3/\text{año}$ a la Cuenca del Ebro. Desde el punto de vista hidrogeológico se pueden establecer 5 subsistemas alguno de los cuales englobando varias unidades diferenciadas. El subsistema de Larra se drena íntegramente hacia la cuenca atlántica exclusivamente a través de manantiales ($240 \text{ hm}^3/\text{año}$). El subsistema Peña Ezkauri - Ordesa engloba dos unidades. La Unidad del Alto Gallego y Alto Aragón es drenada por estos ríos y sus afluentes ($75 \text{ hm}^3/\text{año}$) y por manantiales ($25 \text{ hm}^3/\text{año}$). La Unidad de Ordesa - Monte Perdido ($160 \text{ hm}^3/\text{año}$) drena por el río Cinca. El subsistema de Leyre se drena por los ríos Irati, Salazar y Eska ($28 \text{ hm}^3/\text{año}$), afluentes del río Aragón. El subsistema del Alto Sobrarbe ($18 \text{ hm}^3/\text{año}$) vierte al río Ara, afluente del Cinca. En el subsistema de las Sierras Exteriores se han definido dos unidades. El sector occidental, Sierras de Santo Domingo y Loarre se drena por los ríos Gállego ($1 \text{ hm}^3/\text{año}$), Isuela ($1'5 \text{ hm}^3/\text{año}$), Flumen ($15 \text{ hm}^3/\text{año}$) y Guatizalema ($9'5 \text{ hm}^3/\text{año}$). El sector oriental "Sierra de Guara" constituye la unidad con mejores posibilidades dada su situación en una zona de demanda potencial. El drenaje se establece a través de manantiales ($15 \text{ hm}^3/\text{año}$) y por los ríos Alcanadre ($55 \text{ hm}^3/\text{año}$) y Vero ($24 \text{ hm}^3/\text{año}$), ambos afluentes de la margen derecha del Cinca. Las reservas estimadas para la totalidad de los sistemas acuíferos drenados por el Ebro son del orden de 2.100 hm^3 .

No existen problemas de calidad en toda el área estudiada. Son bicar

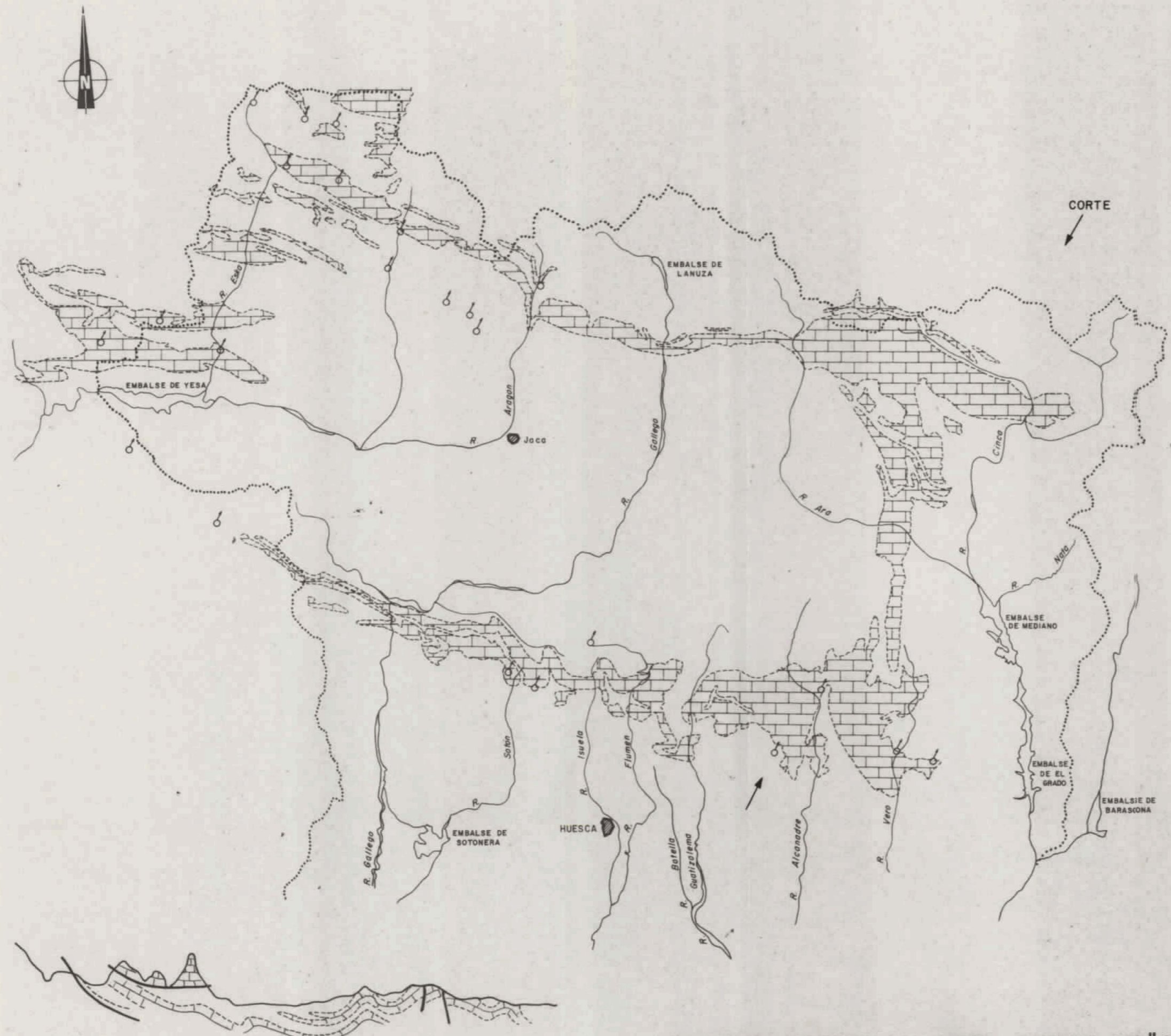
bonatadas cálcicas o cálcico - magnésicas, con mineralización débil y dureza media.





La descarga por bombeo es nula o insignificante. Los abastecimientos y pequeños regadíos en los cursos fluviales se surten bien de manantiales, bien de la esorrentía básica de los ríos. Por ello queda una importante cantidad - de recursos sin regular. La explotación debería iniciarse en la zona de Sierras Exteriores donde existe una demanda potencial de agua en las zonas no domina-- das por el Plan de Riegos del Alto Aragón. La principal dificultad estriba en -- que se trata de una zona completamente nueva por lo que no se tienen datos del rendimiento que se puede esperar de los sondeos y que el emplazamiento de és-- tos tiene importantes limitaciones tanto desde el punto de vista topográfico como geológico.

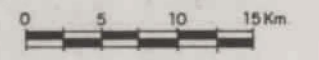
SISTEMA 68 " SINCLINAL DE TREMP "

Corresponden a las Sierras Pirenaicas Mesoterciarias adosadas al Pa leozoico de la zona axial. Abarca las cuencas de cabecera de los afluentes del Ebro: Segre, Noguera - Pallaresa, Noguera - Ribagorzana, Isábena, Esera - y en parte el Cinca. Administrativamente comprende parte de las provincias de Huesca y Lérida.

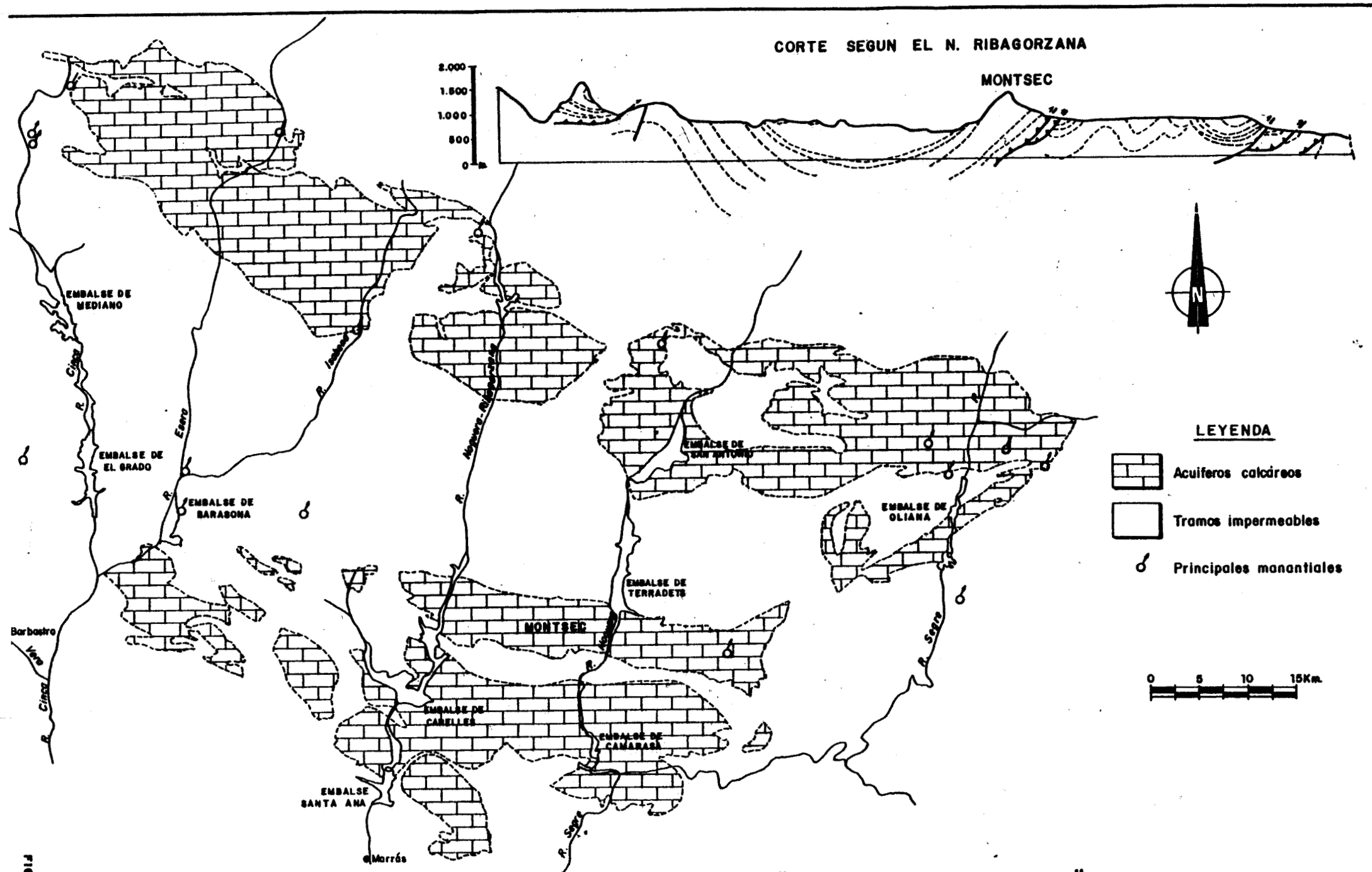
La economía es fundamentalmente agraria y propia de la montaña media: cereales de secano, ganadería y explotación forestal. Hay que citar asimismo - los aprovechamientos hidroeléctricos que han hecho que se hallen en regresión los regadíos de los cursos fluviales. El resultado es una densidad de población muy baja y creciente desde los Pirineos (menos de 10 hab/km^2) hasta las comar cas llanas de la Noguera y la Litera con alrededor de 26 hab/km^2 .



- LEYENDA**
-  Acuíferos calcáreos
 -  Tramos impermeables
 -  Principales manantiales
 -  Divisoria hidrográfica






ESQUEMA HIDROGEOLOGICO DEL SISTEMA 67. "SINCLINAL DE JACA"



CORTE SEGUN EL N. RIBAGORZANA

MONTSEC

LEYENDA

-  Acuíferos calcáreos
-  Tramos impermeables
-  Principales manantiales

0 5 10 15Km.

ESQUEMA HIDROGEOLOGICO DEL SISTEMA 68. "SINCLINAL DE TREMP"

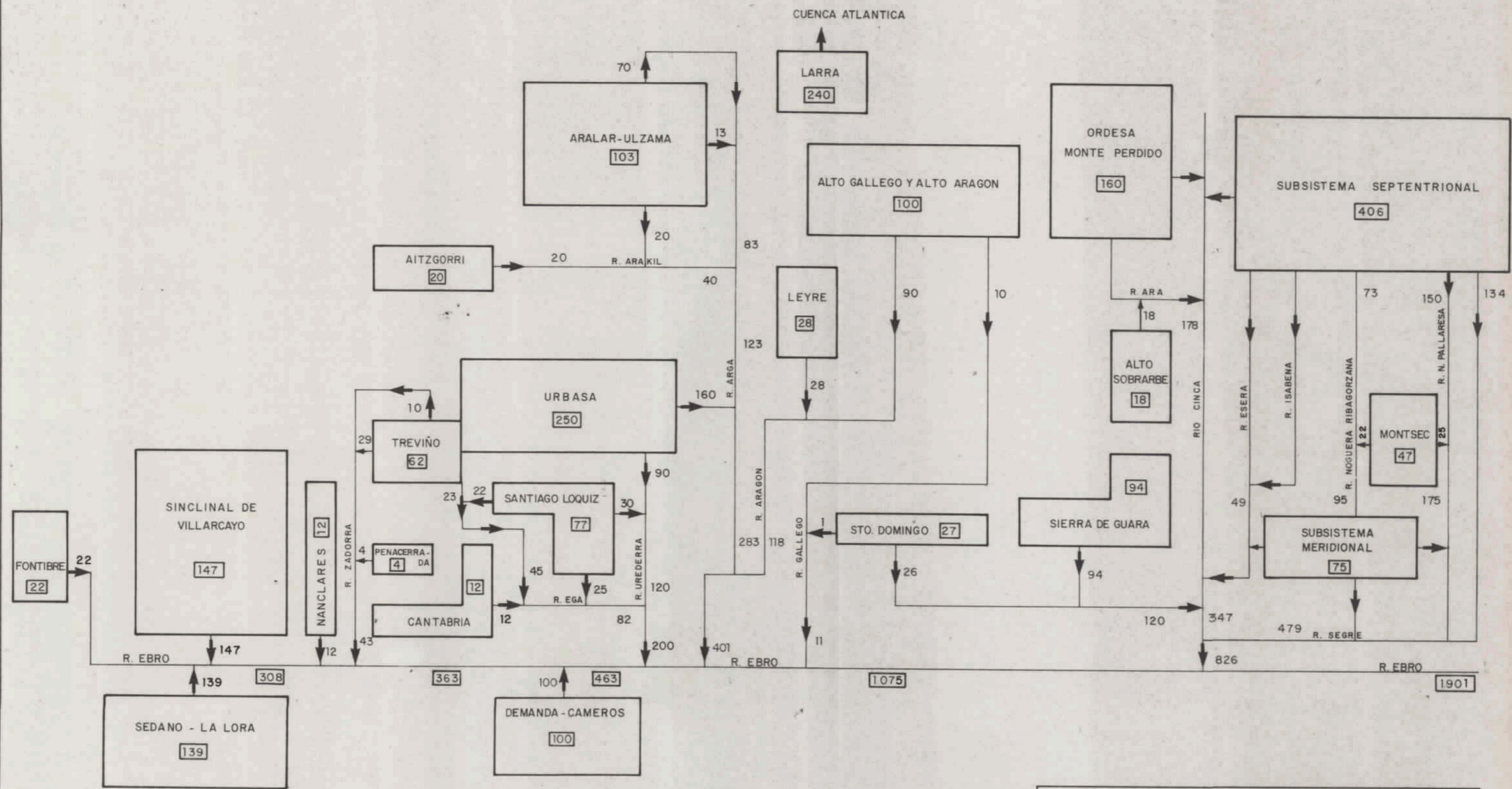
Los abastecimientos de los núcleos de población son casi exclusivamente a base de manantiales y los regadíos aprovechan la escorrentía básica de los ríos.

La pluviometría aumenta hacia el norte en función de la topografía. En las zonas montañosas se superan los 1.000 mm, se llega a los 1.500 en las altas cimas, mientras en la Depresión Terciaria se desciende a menos de 500 mm.

Los niveles acuíferos son bastante heterogéneos teniendo en cuenta los 5.000 km² del sistema. El más interesante lo constituyen las facies arrecifales "urgonianas" del cretácico medio. Asimismo el resto de facies carbonatadas -- del Cretácico Superior (Coniaciense y Campaniense), del Cretácico Inferior - Neocomiense a Albiense) y del Jurásico (Lías Inferior). Hay que citar también a las facies de "calizas de alveolinas" del Paleoceno y en menor medida los conglomerados postectónicos del Eoceno superior - Oligoceno. La extensión de los afloramientos permeables es del orden de 2.400 km² repartidos en 3 grandes alineaciones o subsistemas.

Los recursos del Subsistema Septentrional son de 406 - 915 hm³/año. Está drenado por los ríos Esera (0 - 60 hm³/año) y su afluente el Isábena (49 hm³/año). El drenaje del Noguera - Ribagorzana se ha cifrado entre 73 y 160 hm³/año y el del Noguera Pallaresa entre 150 y 335 hm³/año. Por fin el Segre drena directamente entre 134 y 310 hm³/año. El Subsistema del Montsec está drenado por ambos Nogueras en un total de 47 - 78 hm³/año. El drenaje del Subsistema Meridional (75 - 126 hm³/año) se establece al río Esera en la zona de Barasona y a los Nogueras.

En principio no existe ningún problema en cuanto a la calidad. Se trata de aguas bicarbonatadas cálcicas o magnésicas de mineralización débil y dureza media.



APORTACIONES SUBTERRANEAS DE LOS ACUIFEROS DE LA CABECERA Y MARGEN IZQUIERDA 1.901 Hm³/año.

La descarga por bombeos es prácticamente nula. Existe una aportación subterránea sin explotar que podría incidir en garantizar totalmente el suministro urbano en los núcleos todavía deficitarios y en un desarrollo de las zonas regadas fundamentalmente en la Conca de Tremp, Clotada de Areny y Cuenca del Isábena, así como al sur del Subsistema Meridional. Al igual que ocurre en los otros sistemas el emplazamiento de los sondeos viene dificultado por la estructura geológica, la topografía y lo incierto de los resultados en una zona en que no ha actuado previamente ni la iniciativa privada ni los organismos públicos.

5. PROPUESTAS DE UTILIZACION DE LAS AGUAS
SUBTERRANEAS

- Generalidades
- Adecuación de los recursos subterráneos a las demandas
- Esquemas de explotación

5. PROPUESTAS DE UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

GENERALIDADES

Las bases para la explotación de los recursos hidráulicos en una cuenca o en una región corresponden a una adecuación entre los recursos y las demandas que se tratan de satisfacer. Las soluciones más idóneas se escogerán en base a la viabilidad técnica, económica y socio-política de las distintas alternativas.

La primera dificultad que uno se encuentra en la Cuenca del Ebro es que no existe una proyección clara de la Demanda de Agua. La extrapolación clásica de las condiciones actuales está claro que no puede satisfacer a los habitantes de una región de bajo grado de desarrollo. Pero la creación de una demanda artificial, lógicamente a muy largo plazo, y con un techo dado por los

caudales circundantes en sucesivos tramos del río, no nos parece que tenga - la necesaria validez. Más lógico sería preveer la evolución de la demanda en base a una planificación más general y en función de una decisiones políticas de ordenación del territorio en las que los recursos hidráulicos constituyen - una variable más, aunque importante, del contexto socioeconómico regional y de la política económica del Estado.

En este contexto y aprovechando situaciones en que las aguas sub--- terráneas puedan representar ventaja económica en su más amplio sentido (de tiempo o de coste) se ofrece una serie de realizaciones a corto y medio plazo que no interfieren en los Grandes Planes Hidráulicos de la Cuenca pero que - pueden ser alternativos a otros de menor entidad, se extienden a zonas dese- chadas en los proyectos actuales y en suma contribuyen a una utilización más completa y racional de todos los Recursos Hidráulicos.

ADECUACION DE LOS RECURSOS SUBTERRANEOS A LAS DEMANDAS

Los recursos hídricos superficiales de la Cuenca del Ebro se carac- terizan por estar distribuidos linealmente y concentrados en unos pocos ríos cuyo caudal medio es muy importante (hasta miles de m^3/s). La desigual re- partición de las obras de regulación hace que sin embargo existan muchos cur- sos de agua en los que los estiajes se dejan notar excesivamente.

Las aguas subterráneas si bien representan tan solo un 20% de la -- aportación total representa una cantidad considerable de recursos $3.850 \text{ hm}^3/$ años repartidos en una serie de zonas concretas en las cabeceras del Ebro, - sus afluentes y a lo largo de los valles aluviales. Los caudales captados pun- tualmente se miden en litros, decenas e incluso centenares de litros por se-- gundo y se pueden concentrar las captaciones en áreas reducidas con el fin de

conseguir caudales mucho mayores en determinados casos. Por otro lado el hecho de que la regulación superficial se halle próxima a su techo económico aconseja intensificar las explotaciones de aguas subterráneas en la cuenca, lo cual no representa sino una regulación adicional:

En la Cuenca del Ebro el tipo de demandas que se puede satisfacer con aguas subterráneas corresponde a tipos de características homogéneas.

Abastecimiento de los grandes núcleos urbanos

Las especificaciones de calidad de este tipo de abastecimientos y la garantía del suministro que debe ser completa, aconsejan que se tengan previstas soluciones de emergencia en los años particularmente secos para los abastecimientos en base a embalses superficiales. En muchas poblaciones de tipo medio se puede garantizar el abastecimiento a lo largo de todo el año.

Abastecimiento de los núcleos rurales.

Los caudales exigidos son pequeños y existe una gran dispersión geográfica. La distribución espacial de los recursos subterráneos permite asegurar la práctica totalidad de este tipo de abastecimientos.

Regadíos

Aparte de los grandes planes de riego que sólo pueden acometerse con muy costosas obras hidráulicas, existen otro tipo de acciones de menor envergadura que contribuyen a la extensión de las zonas regadas, al mejor aprovechamiento de la infraestructura actual e incluso al complemento de los grandes planes. Se trata de una demanda fuertemente estacional, relativamente dispersa y con caudales puntuales muy altos, por lo que puede satisfacerse únicamente en las proximidades de los grandes embalses subterráneos.

Abastecimiento Industrial

Es una demanda que precisa caudales de tipo medio, uniforme a lo largo del año, sin excesivas especificaciones de calidad y concentrada en determinadas zona. Cada vez tiende más a satisfacerse en base a las aguas subterráneas.

Otras demandas

Existe un amplio abanico de demandas que debe tener en cuenta el planificador y en las que las relaciones entre los ríos y los acuíferos aconsejan tener en cuenta la explotación de los recursos subterráneos y sus repercusiones positivas o negativas. Se trata de la regulación de las aportaciones de cara a disponer de los necesarios caudales fluyentes: energía hidroeléctrica, refrigeración de centrales térmicas convencionales o nucleares, bombeo en las centrales reversibles, laminación de inundaciones, eliminación de desechos, lucha contra la sequía, caudal mínimo ecológico, deportes y esparcimiento, navegación, etc.

ESQUEMAS DE EXPLOTACION

Si bien en abastecimiento e industria se utilizan ya de forma mayoritaria y creciente las aguas subterráneas, con destino a regadíos la explotación se circunscribe a zonas muy localizadas. En las líneas que siguen se trata de establecer, a partir de la infraestructura actual, el mayor número posible de alternativas de utilización de las aportaciones subterráneas, sin entrar en su análisis y valoración dado que ello requeriría una investigación más detallada que la realizada hasta ahora. De la misma forma cuando se habla de la regulación de las aportaciones de un acuífero para atender a una demanda genérica no se está prejuzgando la idoneidad de la solución frente a otras pudiera haber,

sino que implícitamente se está proporcionando el estudio de todas las alternativas para dilucidar cuál de ellas o de sus combinaciones resulta más ventajosa.

En este sentido, y en base a que una de las ventajas más evidentes - de la utilización de las aguas subterráneas es la puesta en marcha escalonada con repercusiones inmediatas en la rentabilidad, se propone el siguiente plan de acciones a corto, medio y largo plazo, una vez comprobada su viabilidad - por las instancias correspondientes.

A. ABASTECIMIENTOS URBANOS E INDUSTRIALES

Salvo casos particulares de poblaciones situadas en la parte central de la Depresión del Ebro se podría garantizar el suministro de agua, en cantidad y calidad, y a cualquier plazo, para los abastecimientos de la población rural y los núcleos urbanos de tamaño pequeño y medio.

En el caso de las grandes poblaciones se podrían establecer planes - para garantizar el suministro en años particularmente secos o en el caso de -- que, por las circunstancias que fuesen, fallasen los suministros actuales.

En el caso de la demanda industrial y en la mayor parte de las zonas en donde se ubican los centros de demanda, ésta puede satisfacerse a partir de aguas subterráneas generalmente con ventaja económica. Ello es particularmente cierto a lo largo del Valle del Ebro y de sus afluentes principales y en las comarcas del Bajo Ebro.

B. REGADIOS

Acciones a corto plazo

Existen actualmente en la cuenca del Ebro una serie de regadíos in--

fradotados, bien por su carácter eventual, bien porque el agua aplicada resulta insuficiente. Este hecho se produce en los regadíos tradicionales de ambos márgenes del Ebro y de sus principales afluentes incluida parte de la zona dominada por canales importantes como los de Tauste, Lodosa y Canal Imperial.

Frente a este problema existen proyectos de revestimiento de los canales y/o prolongación de los mismos, pero en la mayor parte de los casos se pueden conseguir los mismos objetivos, con menor coste y sin necesidad de alterar la situación actual, en base a la explotación de los recursos subterráneos. Los recursos estimados en los aluviales con los que se podría hacer frente a esta demanda potencial ascienden a más de 600 millones de m³ por año, muchos de los cuales provienen de la infiltración del agua de los mismos regadíos.

En el mismo sentido se podrían ir desplazando regadíos tradicionales que toman agua de los ríos durante los estiajes a suministros en base a explotación de las aguas subterráneas de los acuíferos aluviales en conexión con los ríos. El desfase entre el comienzo de las explotaciones y el inicio de la afección al río contribuiría a mantener los caudales circulantes un mayor lapso de tiempo.

En conclusión debería analizarse la explotación de aguas subterráneas como alternativa a los siguientes planes concretos previstos actualmente a lo largo de los acuíferos aluviales del Ebro y afluentes:

- Acequia Viana - Mendavia	1.244 has	nuevas
- Prolongación Canal de Lodosa	1.080 has	nuevas
- Mejora Canal de Lodosa	21.600 has	mejoradas
- Ampliación Canal Imperial	8.000 has	nuevas
	1.200 has	mejoradas
- Mejora Canal Imperial	33.523 has	mejoradas
- Elevación de Gelsa	852 has	nuevas

y en los siguientes regadíos tradicionales de la margen derecha:

- Alto Jiloca	2.000 has	mejoradas
- Bajo Jiloca	3.000 has	mejoradas
- Zona del Queiles y Huecha	8.000 has	mejoradas

con lo que se podrían conseguir en total:

11.000 has	nuevas
69.000 has	mejoradas

Acciones a medio plazo

Los estudios hidrogeológicos han permitido asimismo cuantificar unos recursos en los sistemas y una serie de zonas, actualmente sin regar, donde podrían establecerse nuevos regadíos a partir del bombeo de aguas subterráneas. La viabilidad de estas propuestas deberá ser objeto de análisis detallados en cada caso concreto y en función de otras variables de tipo agronómico y económico.

Las acciones que se proponen se resumen en el cuadro siguiente:

NUEVOS REGADIOS A MEDIO PLAZO:

- Valle del Jiloca	11.500 has
- Sierra del Solorio	1.500 "
- Piedra - Gallocanta	1.500 "
- Queiles - Jalón	4.000 "
- Alfamén	3.700 "
- Muel - Belchite	1.300 "
- Cubeta de Oliete	1.000 "

- Plana de La Galera	5.000	has
- Bajo Ebro	5.000	"
- Valle del Ebro (Zaragoza)	15.000	"
- Bajo Gállego	5.500	"
- Norte Provincia de Burgos	8.000	"
- Condado de Treviño.....	5.000	"
- Tierra de Estella.....	10.000	"
- Hoya de Huesca	2.000	"
- Sierra de Guara.....	10.000	"
- Conca de Tremp	2.500	"
- Clotada de Areny	2.500	"
- Cuenca del Isábena	3.000	"

T O T A L 98.000 has

Acciones a largo plazo

Una vez comprobada la viabilidad de las acciones propuestas existen recursos subterráneos suficientes para la puesta en regadío de otras 200.000 has repartidas en diversas zonas a todo lo ancho de la Cuenca del Ebro. Estas acciones supondrán en suma un aumento de las disponibilidades actuales de agua ya que los recursos subterráneos considerados son principalmente los -- drenados por ríos con escasa regulación superficial.

C. REGULACION

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos últimos de la planificación hidráulica es disponer de una completa regulación de caudales, muchos de los -- embalses subterráneos pueden utilizarse para la regulación en cabecera de los principales cursos de agua con el fin de mantener el máximo caudal durante los prolongados estiajes que la modulación de la demanda para riego introduce con

REGADIOS PROPUESTOS CON AGUAS SUBTERRANEAS



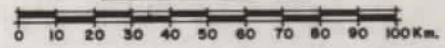
MEJORA Y AMPLIACION DE REGADIOS	
	Has.
ALTO JILOCA.....	2.000
BAJO JILOCA.....	3.000
QUEILES Y HUECHA.....	8.000
ALUVIAL DEL EBRO.....	67.000
Total.....	80.000

NUEVOS REGADIOS	
	Has.
1: VALLE DEL JILOCA.....	11.500
2: SIERRA DE SOLORIO.....	1.500
3: PIEDRA-GALLOCANTA.....	1.500
4: QUEILES-JALON.....	4.000
5: ALFAMEN.....	3.700
6: BELCHITE.....	1.300
7: OLIETE.....	1.000
8: PLANA GALERA.....	5.000
9: BAJO EBRO.....	5.000
10: ALUVIAL EBRO.....	15.000
11: BAJO GALLEGO.....	5.500
12: NORTE PROV. BURGOS.....	8.000
13: CONDADO DE TREVIÑO.....	5.000
14: TIERRA DE ESTELLA.....	10.000
15: HOYA DE HUESCA.....	2.000
16: SIERRA DE GUARA.....	10.000
17: CUENCA DE TREMP.....	2.500
18: CLOTADA DE ARENY.....	2.500
19: CUENCA DEL ISABENA.....	3.000
Total.....	98.000

LEYENDA

- Mejora y ampliación de regadíos
- Nuevos regadíos
- Límite de nación
- Límite de provincia
- Límite de cuenca hidrográfica

ESCALA GRAFICA



los actuales esquemas de regulación.

En muchos casos estas actuaciones serán complementarias o incluso alternativas de los embalses de superficie actualmente proyectados. La ventaja económica de la solución planteada unido a la viabilidad socio-política deberán decidir la solución más conveniente.

La regulación mediante bombeo en los acuíferos durante los estiajes, se podría acometer en los siguientes ríos y sistemas:

En el sistema 57 se podrían regular las fuentes de Cella y Monreal -- (Jiloca) y los ríos Gallo y Guadalaviar. Se podría aumentar la regulación del embalse de la Tranquera mediante bombeos en la zona de Jaraba y Cimballa (1 m³/s).

Asimismo se podría regular las descargas localizadas del río Jalón -- (manantiales de Lumpiaque y Rueda de Jalón).

En el sistema 58 se podría regular el caudal de estiaje de los ríos -- Queiles, Huecha, Huerva, Martín y los manantiales de Muel y Mediana entre -- otros.

En los sistemas acuíferos de la cabecera del Ebro la regulación podría ser importante sobre todo en el Sistema 64 (328 hm³/año) entre el Pantano del Ebro y Miranda y en el Sistema 66 y 07 donde los ríos, Ega, Urederra y Argase hallan prácticamente sin regular.

En el Sistema 67 los acuíferos de las Sierras Exteriores permitirían la regulación en cabecera de los afluentes del Cinca: Flumen, Alcanadre y -- Guatizalema como actuación fundamental en una zona muy poco regulada y donde por diversas causas algunos de los embalses de superficie han resultado fallidos.

En los acuíferos pirenaicos no parece lógico actuar por estar alejados de los núcleos de la demanda. Sin embargo, sí se pueden ofrecer alternativas para algunas de las centrales hidroeléctricas previstas con utilización reversible (bombeo en horas de valle). En algunos casos puede resultar más conveniente el bombeo directamente de los acuíferos sin necesidad de construir contraembalses ni ninguna otra obra.

En este caso se encuentran algunas centrales en el río Flamisell, la de Certescans en el río Lladorre y la de Moralets en el río Llauset, todas para entrar en servicio antes de 1.985 y muchas otras en proyecto.

D. OTRAS ACTUACIONES

La utilización de los bombeos para mantener el caudal mínimo ecológico en los ríos es una de las acciones que pueden acometerse.

Asimismo, el mantenimiento de las condiciones en algunos ecosistemas de gran interés ecológico como es el caso de la laguna de Gallocanta.

Otro tipo de actuaciones se refieren al mantenimiento del drenaje en algunas zonas encharcadas por diversas causas tal como sucede ya en la zona de la Almunia.

Finalmente, la utilización de las reservas de los acuíferos en los periodos de sequía suministrando un caudal suplementario que aumentaría las disponibilidades en estas épocas, con la garantía de que en cortos periodos húmedos se recargarían nuevamente.

ANEJO

INFORMES Y NOTAS GENERADAS DURANTE EL PROYECTO

Asesoría hidrogeológica para abastecimiento de agua al municipio de Camañas (Teruel). Septiembre 1.976

Programa de geofísica para el reconocimiento preliminar del Valle del Jiloca. Julio 1.977

Programa de sondeos mecánicos en el Valle del río Jiloca. Julio 1.977

Proyecto preliminar de investigación hidrogeológica en el Valle del río Jiloca y acuíferos adyacentes. Noviembre 1.977

Campana de sondeos mecánicos en el Valle del río Jiloca. Febrero 1.978

Campana de sondeos mecánicos de investigación hidrogeológica del Valle del río Jiloca. Febrero 1.78

Programa de investigación geofísica del Valle del río Jiloca. 2ª fase. Marzo 1.978

Informe del sondeo TE - 11. Marzo 1.978

Investigación geofísica preliminar en el Valle del Jiloca. Marzo 1.978

Informe del sondeo TE - 13. Abril 1.978

Informe del sondeo TE - 12. Abril 1.978

Sistema acuífero 62. Aluvial del Ebro (tramo Cortes - Alfamén). Marco geológico. Mayo 1.978

Informe final del sondeo para abastecimiento a Camañas (Teruel). Mayo 1.978

Inventario de puntos acuíferos del sistema 62 (tramo Cortes - Alfamén).
Julio 1.978

Climatología e Hidrología del sistema 62 (tramo Cortes - Alfamén). Julio 1.978

Usos actuales y futuros del agua. Balance Hídrico del sistema 62 (tramo Cortes - Alfamén). Septiembre 1.978

Hidrogeología del Valle del Jiloca y acuíferos adyacentes. Estado de los conocimientos. Septiembre 1.978

Características hidráulicas y balance del acuífero detrítico del Valle del Jiloca.
Septiembre 1.978

Piezometría del sistema 62 (tramo Cortes - Alfajarín). Octubre 1.978

Marco geológico del sistema 62 (tramo Alfajarín - Gelsa). Octubre 1.978

Investigación geofísica (2ª fase) en el Valle del Jiloca. Octubre 1.978

Sistema acuífero 64. Marco geológico. Noviembre 1.978

Sistema acuífero 64. Climatología, hidrología y usos del agua. Diciembre 1.978

Hidrogeología, Inventario y red de aforos del sistema 64. Diciembre 1.978

Informe del inventario de puntos acuíferos del sistema 57. Diciembre 1.978

Redes de control en el sistema 57. Diciembre 1.978

Sistema acuífero 65: Marco geológico. Diciembre 1.978

Climatología, hidrología y usos del agua en el sistema 65. Diciembre 1.978

Hidrogeología, inventario y red de aforos del sistema 65. Diciembre 1.978

Análisis de los planes de riego actuales, en ejecución y en estudio en la Cuenca del Ebro. Diciembre 1.978

Prospección eléctrica sobre los ríos Ebro, Gállego, Jalón y Arba.
Diciembre 1.978

Sistema acuífero (tramo Alfajarín - Gelsa): Inventario de puntos acuíferos.
Piezometría. Diciembre 1.978

Sistema acuífero 62 (tramo Alfajarín - Gelsa): Climatología, hidrología y --
usos del agua. Diciembre 1.978

Informe sobre el sondeo TE - 14, "Monreal del Campo". Enero 1.979

Hidrogeología del Sistema 58. Enero 1.979

Campaña de sondeos mecánicos en los Sistemas 57, 58 y 62. Enero 1.979

Informe sobre el sondeo TE - 15, "Fuentes Claras". Febrero 1.979

Estudio hidrológico del Sistema 58. Febrero 1.979

Nota técnica para el abastecimiento de agua a Teza de Losa (Burgos).
Febrero 1.979

Investigación geofísica en la Laguna de Gallocanta. Febrero 1.979

Usos del agua en el Sistema 58. Marzo 1.979

Investigación geofísica en la Almunia de Doña Godina (Zaragoza).
Marzo 1.979

Nota Técnica para el abastecimiento de agua a Bárboles (Zaragoza).
Abril 1.979

Nota sobre el inventario y los ensayos de bombeo realizados en la zona de la
Almunia de Doña Godina. Mayo 1.979

Proyecto de investigación de la Cuenca del Ebro: Síntesis de resultados.
Mayo 1.979

Piezometría del acuífero aluvial del Ebro en el tramo Cortes - Gelsa (campa-
ña 1.979). Julio 1.979

Nota Técnica para el abastecimiento de agua a Valluercanes (Burgos).
Julio 1.979

Estudio hidrogeológico de la Laguna de Gallocanta y acuíferos adyacentes.
Julio 1.979

Estudio hidrogeológico de los cursos bajos del Cinca, Segre y Noguera Riba-
gorzana (Sistema 62). Julio 1.979

Planteamiento de la campaña de geofísica eléctrica resistiva en la zona de la
Laguna de Gallocanta. Julio 1.979

Estudio preliminar para el abastecimiento de agua a la General Motors.

Aforos realizados en la acequia de La Almunia (Acequia Nueva o de Michen).
Agosto 1.979

Informe sobre el sondeo TE - 16 "Fuentes Claras". Agosto 1.979

Piezometría del acuífero aluvial del Ebro en el tramo Cortes - Gelsa (camp
ña Septiembre 1979). Septiembre 1.979

Hidrogeología del Sistema 57 (Resumen). Septiembre 1.979

Hidrogeología de la Laguna de Gallocanta (Resumen). Septiembre 1.979

Distribución, selección y mantenimiento de las redes de control del sistema 57
(Resumen). Septiembre 1.979

El acuífero aluvial del Ebro y afluentes entre Logroño y Mequinenza (Resumen).
Septiembre 1.979

Los embalses subterráneos de la cabecera del Ebro. Su integración en la regu
lación del río (Resumen). Septiembre 1.979

Informe sobre el sondeo TE - 17 "Fuentes Claras". Octubre 1.979

Nota Técnica sobre los sondeos realizados en el aluvial del río Gállego

Red de aforos en el sistema 58. Noviembre 1.979

Estudio del abastecimiento de aguas a la factoría de la General Motors de Zara
goza. Noviembre 1.979

Hidrogeología del sistema 59. Diciembre 1.979

Inventario del sistema 59. Diciembre 1.979

Estudio hidrológico del sistema 59. Diciembre 1.979

Estudio hidrogeológico del Sistema 68 "Sinclinal de Tremp". Diciembre 1.979

Control piezométrico en el sistema 57. Diciembre 1.979

Controles superficiales en el sistema 57. Diciembre 1.979

Estudio hidrogeológico de la zona Jalón - Aguasvivas. Diciembre 1.979

Informe sobre el sondeo TE - 18, "Monreal del Campo". Enero 1.980

Informe sobre las zonas encharcadas de La Almunia de Doña Godina (Zaragoza). Enero 1.980

Piezometría de acuífero aluvial del Ebro en el tramo Cortes - Gelsa (Campaña Febrero 1.980). Febrero 1.980

Informe sobre el sondeo TE - 20. "Fuentes Claras". Marzo 1.980

Informe sobre el sondeo TE - 19, "Torrijos". Marzo 1.980

Piezometría del acuífero aluvial del Ebro en el tramo Cortes - Gelsa (Campaña Marzo 1.980). Marzo 1.980

Nota sobre la perforación del sondeo TE - 21. "Torrijos". Marzo 1.980

Investigación geofísica en los aluviales de los ríos Cinca, Segrr y Noguera Ribagorzana. Marzo 1.980

Datos sobre los recursos hidráulicos del Ebro. Marzo 1.980

Nota Técnica sobre: los recursos hidráulicos del Valle del Jiloca y su utiliza
ción. Mayo 1.980

Nota sobre el abastecimiento de agua a 37 municipios de la provincia de Teruel.
Mayo 1.980

Red de calidad del acuífero aluvial (tramo Cortes - Gelsa). Junio 1.980

Informe sobre los bombeos de ensayo realizados en los sondeos de Figuruelas
y Cabañas para el abastecimiento de la General Motors (Zaragoza).
Julio 1.980

Nota acerca de las posibles actividades a desarrollar en la Cuenca del Ebro.
Septiembre 1.980

Informe Nº 1 del IGME para la Planificación Hidrológica del Ebro: Informe Ge
neral. Septiembre 1.980

Informe Nº 2 del IGME para la Planificación Hidrológica del Ebro: Consumo
de aguas subterráneas para usos industriales. Septiembre 1.980

Informe Nº 3 del IGME para la Planificación Hidrológica del Ebro: Descripción
y síntesis del funcionamiento de los sistemas acuíferos de la Cuenca del Ebro.
Septiembre 1.980

Nota Técnica sobre los bombeos de ensayo realizados en los sondeos del aluvial
del río Gállego (Zaragoza). Octubre 1.980

Informe hidrogeológico del subsistema acuífero Sierra de Solorio.

Octubre 1.980

Estudio hidrogeológico para el abastecimiento de Muniesa. Noviembre 1.980

Informe hidrogeológico de la zona Queiles - Jalón. Diciembre 1.980

Piezometría del acuífero aluvial del Ebro en el tramo Coetes - Gelsa (Campaña Septiembre 1.980). Diciembre 1.980

Segundo informe sobre el abastecimiento a Camañas (Teruel).

Diciembre 1.980

Informe hidrogeológico del subsistema Cubeta de Oliete. Diciembre 1.980

Estudio hidrogeológico de la depresión Calatayud - Montalbán.

Diciembre 1.980

Aforos realizados en los sistemas acuíferos 64 y 65 durante los años 1.979 y 1.980. Diciembre 1.980

Piezometría del acuífero 62 "Aluvial del Ebro y Afluentes" en el tramo Cortes - Gelsa durante 1.980. Diciembre 1.980

Controles piezométricos de la margen derecha de la Cuenca del Ebro.

Diciembre 1.980

Redes de control superficial de los sistemas acuíferos 57, 58 y 59.

Diciembre 1.980

Estudio hidrogeológico del sistema 67 "Sinclinal de Jaca". Diciembre 1.980

Inventario de puntos de agua del sistema 67. Diciembre 1.980

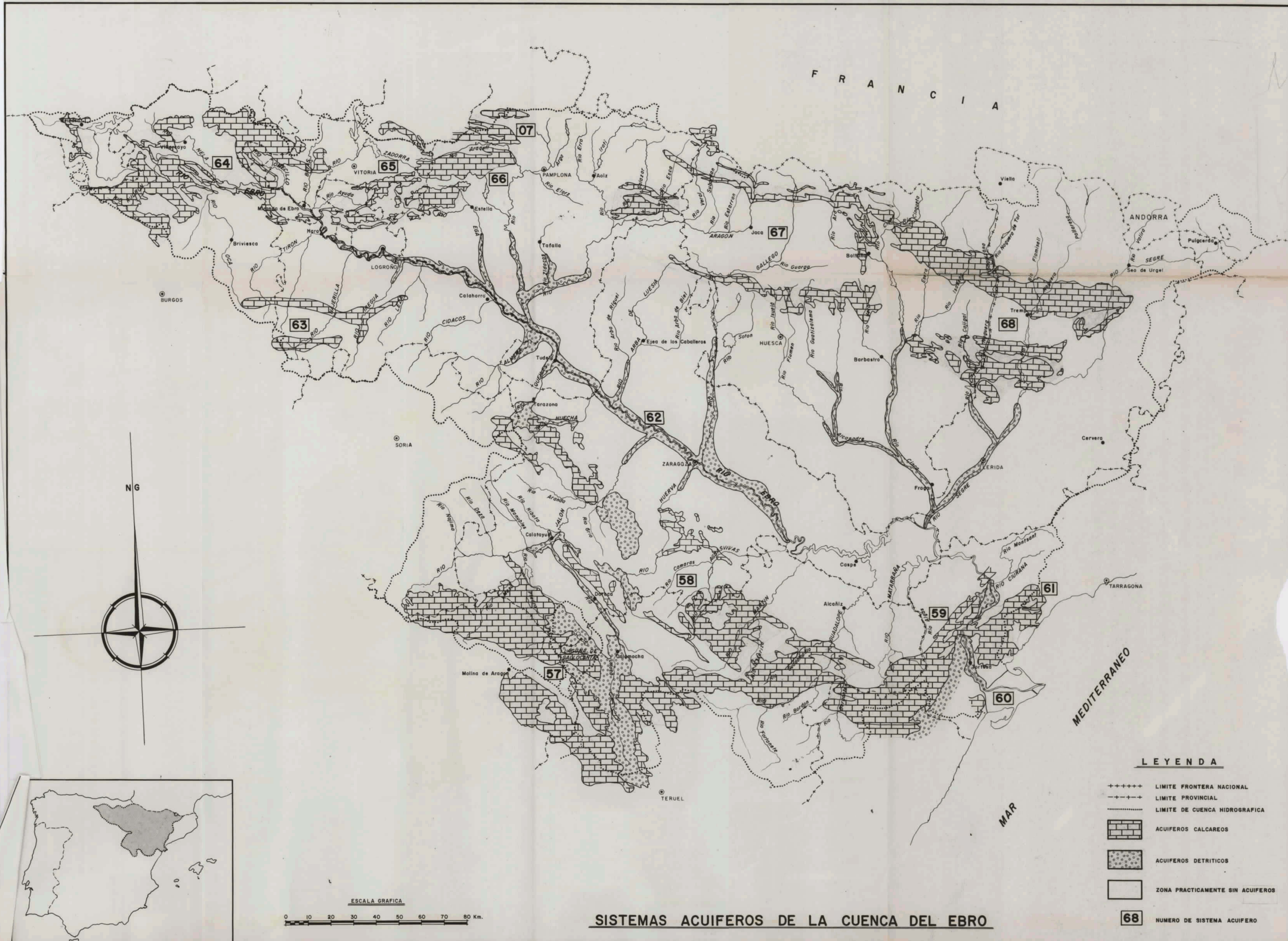
Estudio hidrogeológico del sistema 60, "Curso Bajo y Delta del Ebro".
Diciembre 1.980

Climatología e hidrología del sistema 60. Diciembre 1.980

Inventario de puntos de agua del sistema 60. Diciembre 1.980

Informe Nº 4 del IGME para la Planificación Hidrológica del Ebro. Planteamiento
de la utilización de las aguas subterráneas. Diciembre 1.980

Continuación de prospección eléctrica sobre el río Ebro (zonas de Puebla
de Alfindén, Villafranca, Osera, Quinte, Gelsa y Velilla). Julio 1.980



F R A N C I A

ANDORRA

MEDITERRANEO

MAR

NG

LEYENDA

- +++++ LIMITE FRONTERA NACIONAL
- - - - - LIMITE PROVINCIAL
- LIMITE DE CUENCA HIDROGRAFICA
- [Brick pattern box] ACUIFEROS CALCAREOS
- [Dotted pattern box] ACUIFEROS DETRITICOS
- [Empty box] ZONA PRACTICAMENTE SIN ACUIFEROS
- [Numbered box 68] NUMERO DE SISTEMA ACUIFERO

ESCALA GRAFICA
0 10 20 30 40 50 60 70 80 Km.

SISTEMAS ACUIFEROS DE LA CUENCA DEL EBRO

