

MINISTERIO DE INDUSTRIA

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

I. G. M. E.

MINISTERIO DE AGRICULTURA

INSTITUTO DE REFORMA
Y DESARROLLO AGRARIO

I. R. Y. D. A.

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO ALTO JUCAR - ALTO SEGURA

NOTA TECNICA N° 100

ASPECTOS GEOGRAFICOS DEL TRASVASE
TAJO-SEGURA. (Hidrogeología del -
Sureste de España).

I N D I C E

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. EL TRASVASE TAJO-SEGURA	1
3. LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN EL SURESTE	2
4. GRANDES UNIDADES ESTRUCTURALES E HIDROGEO- LOGICAS EN LAS CORDILLERAS BÉTICAS	4
5. ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE CAZORLA-HELLIN- YECLA	5
5.1. Infraestructura hidrológica.	5
5.2. Los embalses subterráneos.	7
5.3. Explotación experimental propuesta.	9
6. CONSIDERACIONES FINALES	11

ASPECTOS GEOGRAFICOS DEL TRASVASE TAJO-SEGURA:

Hidrogeología del Sureste de España

1. INTRODUCCION

En España, país con fuertes contrastes geográficos y climáticos, los recursos hídricos están desigualmente distribuidos. Mientras que en el N. y N.O. se puede considerar el agua como un bien libre y desperdiciarla, la zona Mediterránea es muy deficitaria. Hay un claro desequilibrio entre la vertiente Atlántica y Mediterránea y ha sido una aspiración ya antigua el paliar este déficit.

La Comisión para el Desarrollo Socioeconómico del Sureste en sus previsiones de consumo de agua en la región, emite tres hipótesis. Aún en la hipótesis más conservadora, la demanda superará los recursos hídricos, incluidos los aportados por el Aprovechamiento Conjunto Tajo-Segura, a partir de 1980.

No entramos en más comentarios. El trasvase Tajo-Segura es imprescindible y cualquier otro recurso adicional debe pasar en el ánimo de los planificadores que tengan por misión corregir el déficit hídrico que se planteará en el año 1980.

2. EL TRASVASE TAJO-SEGURA.

Duración de las obras: 12 años.

Volumen total de agua trasvasada: 1.000 hm³/año.

1^a. fase: 600 hm³/año.

2^a. fase: 400 hm³/año.

Longitud total: 260 km.

141 km. de canal en cielo abierto.

10,5 " de sifones.

52 " de túneles.

Coste total de las inversiones: 30.000 M.P.

Supondrá la puesta en regadío de 200.000 has.

Esquemmatizando el trasvase se puede dividir en cuatro tramos:

- a) Estación de bombeo de Altomira.
- b) Canal Altomira - Alarcón.
- c) Canal Alarcón - La Mancha.
- d) Túnel La Mancha - Talave.

- Diapositivas números 2, 3 y 4.

- El trasvase TAJO-SEGURA, ha sido tratado ampliamente en este ciclo y aquí sólo hemos pretendido extractar una somera visión de la magnitud de la obra.

3. LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN EL SURESTE

Ante la gran demanda y déficit de agua en el Sureste, ¿Qué papel juegan? y ¿Qué papel pueden jugar las Aguas Subterráneas? ¿Están agotados los recursos en - - aguas subterráneas en las cuencas hidrográficas del Guadiana, Júcar y Segura?

A estas interrogantes podemos contestar rotundamente que, en la actualidad, el papel de las aguas subterráneas ha sido ignorado por casi todas las planificaciones (muchas veces éstas han sido realizadas basándose en balances por cuencas hidrográficas, en detrimento de los balances hídricos establecidos en sistemas acuíferos con criterio hidrogeológico). Por otra parte, el Programa de Investigación de Aguas Subterráneas en el marco del Plan Nacional de Minería, realizado por la Dirección General de Minas, ha puesto de manifiesto que la escorrentía que alimenta las aguas subterráneas en el Sureste alcanza los porcentajes más elevados del País, con un porcentaje de escorrentía subterránea sobre la total de un 63% para la cuenca del Júcar y 57% para la del Segura (ver diapositiva núm. 5). Esta escorrentía subterránea, proviene en su mayor parte de grandes sistemas acuíferos, grandes embalses subterráneos, que realizan la interconexión de las cabeceras de las cuencas del Guadiana, Júcar, Tajo y Segura, lo que posibilita su explotación sin ninguna gran obra de ingeniería (ver diapositiva núm. 6), a estas circunstancias se une su privilegiada situación geográfica entre Levante y Sureste español.

Haciendo omisión de actividades anteriores a los últimos años, acciones de ámbito regional que han servido de base a esta síntesis del P.I.A.S., habían sido emprendidas por el I.N.C. y el I.G.M.E., concretadas en el Plan Hidrogeológico de las provincias de Murcia y Alicante, el Estudio Hidrogeológico de la Comarca de CAZORLA - BELLIN - YECLA y la Evaluación Preliminar de los Recursos Hidrogeológicos de la Cuenca del Segura en colaboración con la Empresa N. ADARO (diapositivas núms. 7-C.H.Y. 8-Segura y 9-Almería).

4. GRANDES UNIDADES ESTRUCTURALES E HIDROGEOLOGICAS EN LAS CORDILLERAS BÉTICAS

Los estudios hidrogeológicos realizados en el Sur este constituyen una magnífica transversal de las cordilleras Béticas. Se distinguen en ellas dos dominios bien contrastados; uno septentrional, externo, formado sobre todo por sedimentos mesozoicos y terciarios no metamórficos y, otro, meridional interno, con sedimentos triásicos o más antiguos que han sufrido metamorfismo - en mayor o menos grado.

Dentro del dominio externo se distinguen el Prebético, caracterizado por facies epicontinentales, con episodios salobres, lagunares y continentales, que forman estructuras autóctonas o parautóctonas y el Subbético, en que Jurásico y Cretácico, con facies de mar más profundo, están completamente despegados del Triás. En el Prebético sobre grandes unidades geológicas se asientan sistemas acuíferos de gran envergadura que, sin duda, constituyen los objetivos más interesantes de la región, no sólo por la existencia de grandes embalses subterráneos, sino por la mayor pluviosidad y consiguiente recarga de los mantos acuíferos. En el Subbético, aunque existen buenos almacenes en el Jurásico, tanto la escasa entidad de los embalses como de la lluvia útil, son factores que lo condicionan desde un punto de vista de explotación como objetivo meramente local.

El dominio interno o zona Bética es un país con mantos de gran envergadura, jalonado por un gran número de depresiones interiores que formaron cuencas intramontañosas miocenas: Mar Menor, Murcia, Lorca, Elche,

Campo de Níjar, etc. En este dominio, tanto en el mioceno como en las formaciones carbonatadas existen buenos embalses subterráneos, actualmente con alimentación escasa, pero que cobran interés ante la llegada de nuevos aportes hídricos y la recarga artificial que pueden efectuar éstos.

Mención aparte merecen el Cuaternario del Bajo Segura, que puede jugar un papel regulador importante.

5. ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE CAZORLA-HELLIN-YECLA

Como hemos dicho, la zona más importante sin duda alguna es la del Prebético y sobre ella vamos a hacer unas consideraciones más detalladas de tipo hidrogeológico, obtenidas en el trascurso del Estudio ya mencionado, realizado por el I.G.M.E. y el I.N.C., en la Comarca de CAZORLA-HELLIN-YECLA.

5.1 Infraestructura hidrológica.

Uno de los principales fines de un Estudio Hidrogeológico de carácter regional como el que nos ocupa de 26.000 km² de extensión, es el establecimiento de un balance hídrico, primero global y después según diferentes dominios hidrogeológicos; es lógico por tanto, que se haya tratado de cuantificar los distintos elementos que intervienen en el balance.

Entradas = Salidas + Evapotranspiración + Variación de reservas.

De estos componentes es la escorrentía superficial la que se puede medir con mayor precisión y sobre ella se ha puesto especial atención en un Estudio minucioso de la zona, donde se han llegado a establecer 29 estaciones de aforo que complementan la red básica, de 14 estaciones del M.O.P. (parte de las cuencas del Segura, Júcar y Guadalquivir). Asimismo, las cuatro centrales hidroeléctricas existentes nos proporcionan también un orden de valor de los caudales turbinados.

El tratamiento de datos hidrométricos es por el momento manual, pero se estudia la posibilidad de tratarlos en ordenador. En la última fase del Estudio se inició la realización de aforos químicos, que se presenta como la gran solución en las cabeceras de cuencas, dado el régimen turbulento de sus aguas (ver diapositiva núm. 10).

Otro término del balance que puede calcularse con buena precisión, es sin duda el valor de la precipitación caída sobre el conjunto de la zona de estudio, como la infraestructura para tal medición es económica, se completó la red pluviométrica existente del Servicio Meteorológico Nacional, cuya densidad era muy heterogénea, según las distintas cuencas. Así de 1 estación por cada 400 km² en la cuenca del Júcar, 1 por cada 140 km² en la del Segura y 1 por cada 70 km² en la del Guadalquivir, se ha llegado a una densidad media de 1 estación por 95 km², lo que representó la implantación de 70 nuevas estaciones (ver diapositiva núm. 11).

En la zona que comprende el Estudio, la precipitación media anual, calculada para un período de 20 años, es de 485 mm.

Para el cálculo de la evapotranspiración se han utilizado las fórmulas empíricas de TURC y THORNTHWAITTE.

Con el resultado de estos cálculos se ha establecido un balance hídrico global, cuyas cifras más significativas destacamos a continuación:

6.800	∠	Precipitaciones	∠	9.200	hm ³ /año
53	∠	Entradas	∠	105	"
1.183	∠	Salidas	∠	1.424	"
4.800	∠	E T R	∠	7.200	"

La diferencia entre las entradas y las salidas calculadas, que representa la salida de aguas subterráneas, varía entre 680 y 870 hm³/año.

Recursos TOTALES

1.860	hm ³ /año	∠	R.T.	∠	2.290	hm ³ /año
-------	----------------------	---	------	---	-------	----------------------

5.2. Los embalses subterráneos.

Según el tipo de estructuras hemos dividido el Prebético en tres unidades tectónicas que condicionan la morfología de los embalses subterráneos (ver diapositivas núms. 12, 13 y 14).

LA UNIDAD DE LA PLATAFORMA O NORTE, en ella predominan los suaves pliegues y fallas normales de gran longitud y salto. Es en esta zona donde precisamente se une a los máximos espesores de la formación CHORRO (400 m.), la estructuración más simple que da origen a un impresionante embalse subterráneo que está siendo objeto de un minucioso Estudio.

Las características hidráulicas de la formación CHORRO se resumen en una transmisividad del orden de $400 \text{ m}^2/\text{h.}$, un coeficiente de almacenamiento del 10% y rendimientos específicos que pueden superar los $700 \text{ m}^3/\text{h/m.}$

El drenaje de esta unidad se hace parte en el contacto con el cierre triásico del Sur y, el resto, por las cuencas del Júcar y Guadiana.

En un primer balance global se ha calculado en $15 \text{ m}^3/\text{s}$ el caudal de agua que sale de esta unidad hacia el Norte.

Justificado el interés de esta unidad, una intensa campaña de sondeos piezométricos y de preexplotación permitirá su puesta en explotación.

En la UNIDAD DE LAS ESCAMAS Y DIAPIRICA, la compleja tectónica ha individualizado infinidad de pequeños sistemas acuíferos, cuyos límites son costosos de definir, por lo que su interés hidrogeológico a escala regional no es muy grande.

LA UNIDAD DE LOS PLIEGUES EN CHAMPIÑÓN, posee una extraordinaria capacidad de embalse vital para la economía del Sureste español; pero tanto la definición como la realización de balances se presenta particularmente difícil y por ello se ha propuesto el control de la explotación como único medio para una gestión aceptable de los recursos hídricos. El almacén más importante implicado en estas estructuras es la formación QUESADA, dolomías del Cretáceo Superior, con características hidráulicas similares a las de CHORRO.

Aunque en la parte oriental los distintos sistemas hidrogeológicos están preexplotados (los aforos oficiales superan la pluviometría), en la parte occidental estructuras tales como el Sinclinal de Calasparra y el Anticlinal de Socovos, están prácticamente sin utilizar.

5.3. Explotación experimental propuesta.

Como resultados de los trabajos realizados se han propuesto distintas zonas donde efectuar explotaciones experimentales como:

1º. Zona de explotación experimental al Norte de TOBARRA.

Caudal experimental propuesto: 200 hm³/año.

Formación acuífera: Dolomías del Dogger o CHORRO.

2º. Zona de explotación experimental Llanos de AL
BACETE.

Caudal experimental propuesto: 80 hm³/año.

Formación acuífera: Dolomías del Dogger: CHO
RRO.

3º. Zona de explotación experimental, La Herrera-
Barrax-La Roda-Villarrobledo.

Caudal experimental propuesto: 150 hm³/año.

Formación acuífera: Dolomías del Lías Inf. o
CARRETAS.

4º. Zona de explotación experimental, Anticlinal
de Socovos.

Caudal experimental propuesto: 50 hm³/año.

Formación acuífera: Dolomías del Cenomanense
o QUESADA.

5º. Zona de explotación experimental, Sinclinal -
de Calasparra.

Caudal experimental propuesto: 60 hm³/año.

Formación acuífera: Dolomías del Cenomanense
o QUESADA.

En esta zona la explotación se haría dada la rela-
ción directa que existe entre el río Segura y el -
Sinclinal de Calasparra como embalse subterráneo ,
susceptible de recargarse, bien de forma inducida
o artificial, a partir del agua del río en perío -
dos de crecida.

El caudal de explotación experimental propuesto para toda la zona es de $540 \text{ hm}^3/\text{año}$.

6. CONSIDERACIONES FINALES

La Unidad de la Plataforma es sin duda alguna la más interesante del Sureste. Tiene una posición geográfica - privilegiada, posee una capacidad de almacenamiento muy superior a cualquiera de los embalses superficiales construidos en España y puede actuar como volante regulador - en cualquier planificación hídrica que interese al Sureste.

Veamos las posibles utilizaciones:

- Trasvase hidrogeológico.

Ya hemos visto en las anteriores diapositivas cómo el cierre Triásico de AYORA-ALMANSA-MONTEALEGRE-ONTUR-HELLIN-LIETOR-AYNA-ALCARAZ, impidiendo, a priori, toda circulación subterránea hacia el Sur, funciona como una divisoria que ninguna escorrentía subterránea atraviesa, definiendo el límite Sur de una gran cuenca hidrogeológica.

Tenemos pues, un claro ejemplo donde los límites de cuenca hidrográfica y cuenca hidrogeológica no coinciden.

Por otra parte, la precipitación sobre el sector Norte de la cuenca hidrográfica del Segura es alta, respecto

a la media de la cuenca. La naturaleza no ha sido generosa con las tierras situadas en la cuenca del Segura, ya que las priva de toda escorrentía subterránea que existe en su sector Norte.

Es en una situación como la expuesta, donde los conocimientos adquiridos en un Estudio Hidrogeológico pueden ser muy útiles; en efecto, dentro del sector Norte de la cuenca del Segura y aprovechando las mejores condiciones desde un punto de vista topográfico, pueden ser implantadas obras de captación que mediante bombeo recuperen para su cuenca hidrográfica no sólo la escorrentía subterránea que le pertenecería si hidrogeológicamente estuviese conectada con ésta, sino también escorrentías que por causas naturales son drenadas hacia otras cuencas hidrográficas.

Podemos afirmar esta posibilidad por tener dentro de la Unidad Norte de nuestro Estudio formaciones acuíferas karstificadas y fracturadas, con una superficie piezométrica de gradiente hidráulico típico de zonas de acumulación donde el efecto de la propagación de la influencia de unos bombeos se pueden transmitir muy lejos dentro del sistema acuífero, cambiando el sentido de circulación de las aguas gracias a la depresión causada en la superficie piezométrica por el bombeo.

No está de más dejar constancia que, utilizando la misma formación acuífera, como medio de transporte, se podrán transferir caudales de una cuenca hidrográfica a otra distinta sin tener necesidad de construir canales para transportarlos.

Una explotación e incluso sobreexplotación de este sistema permitiría adelantar el aporte de los 400 - hm³/año previstos en la 2^a. fase del trasvase TAJO-SEGURA.

- Daría una inmediata rentabilidad de la red de distribución secundaria proyectada en el Sureste y beneficiaría a las provincias de Almería y Albacete - receptoras de los caudales de la 2^a. fase del trasvase, evitando así acentuar la ya notable diferencia de renta entre las provincias receptoras de la 1^a. y 2^a. fase.
- En el caso de realizarse el trasvase Ebro-Segura, será más beneficioso la explotación intensiva de esta Unidad aún en detrimento del caudal de base del río Júcar, que podría ser compensado con aportes - del Ebro a la zona de Levante. Se evitará así costosos gastos de bombeo y canalizaciones. Es hora de estudiar esta posibilidad antes de iniciar cualquier Anteproyecto.
- Para terminar, una última consideración:

Las aguas subterráneas son, no sólo para la opinión pública sino también para algunos planificadores, - un tema tan misterioso como las figuras de Belmez o la cama de Lebrija. Es llegado el momento de desmitificarlas. La hidrogeología moderna permite definir unos embalses, cuantificar el volumen de agua - almacenada y estudiar la circulación en ellos. A - partir de los conceptos de hidrodinámica subterrá--

nea de THEIS y del régimen transitorio, hoy día los modelos matemáticos permiten evaluar y optimizar los recursos hídricos subterráneos.

La gran ventaja de las aguas subterráneas sobre las superficiales es que los embalses los ha construido la naturaleza, sólo hay que planificar su explotación. Hemos visto cómo en zonas semiáridas precipitadamente condenadas se podrán explotar en el futuro algunas centenas de hm^3 / año, con inversiones fuera de competencia para caudales análogos provenientes de aguas superficiales o de desalinización de agua del mar.