

9. RECOMENDACIONES SOBRE LA EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS SUBTERRÁNEOS DE LA CUENCA DEL DUERO

9.1. Recomendaciones generales

9.2. Zonas con problemas de sobreexplotación

9.3. Zona con problemas de calidad del agua

9.4. Recomendaciones sobre trabajos a realizar a corto plazo

RECOMENDACIONES SOBRE LA EXPLOTACION DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS SUBTERRANEOS DE LA CUENCA DEL DUERO

9.1. RECOMENDACIONES GENERALES

Todo plan para la explotación de los recursos hidráulicos de una región dada, se basa en la adecuación de los recursos a las demandas teniendo en cuenta las características de unos y otras.

Características de las demandas de agua

En la región estudiada, las demandas de agua se pueden clasificar en cuatro tipos homogéneos en cuanto a sus características.

El primer tipo corresponde a la demanda de las capitales de provincia y de los polígonos industriales. Se caracteriza por ser una demanda relativamente constante a lo largo del año, exigente en cuanto a la calidad del agua y garantía en el suministro y poco condicionada por el coste de agua. Los caudales exigidos son altos y están geográficamente concentrados y en el caso concreto que nos ocupa se sitúan siempre junto a ríos de gran caudal (Duero, Esla, Tormes, Pisuegra, Arlanzón).

El segundo tipo corresponde a la demanda de la población rural que se diferencia de la demanda de las capitales de provincia en dos aspectos: los caudales puntuales exigidos son muy pequeños y ofrecen una gran dispersión geográfica.

El tercer tipo corresponde a los planes estatales de riego. Se caracteriza por ser una demanda fuertemente estacional, que requiere caudales concentrados muy altos (generalmente de varios metros cúbicos por segundo) siendo relativamente poco exigente en cuanto a calidad y garantía de suministro. La utilización del agua está muy condicionada a su coste.

El cuarto tipo de demanda se refiere a la de los regadíos privados. Se diferencia de la anterior en la gran dispersión geográfica de los mismos, aunque por efecto aditivo se pueden crear áreas con una gran demanda concentrada.

Características de los recursos hidráulicos

Por otra parte, los recursos de aguas superficiales de la Cuenca del Duero se caracterizan por estar concentrados en unos pocos ríos cuyos caudales medios se miden en decenas o en centenares de metros cúbicos por segundo.

Las aguas subterráneas tienen por el contrario un carácter extensivo, los caudales puntualmente captados se miden en litros o decenas de litros por segundo y aunque teóricamente podrían concentrarse las captaciones para conseguir caudales relativamente altos en áreas reducidas, las características hidrogeológicas de los acuíferos no aconsejan este tipo de explotación.

Adecuación de los recursos a las demandas

A la vista de estos hechos es evidente que, dentro de una ordenación lógica de los recursos, las aguas superficiales deben utilizarse para abastecer a las capitales de provincias, a los polígonos industriales y para satisfacer las necesidades de los planes hidráulicos estatales. Esta norma general no implica que no puedan utilizarse las aguas subterráneas para complementar los abastecimientos existentes, como puede ser, por ejemplo el caso de León capital.

Las aguas subterráneas deben utilizarse para abastecer la multitud de pequeños núcleos urbanos dispersos por toda la cuenca y a una gran parte de los regadíos privados. Siempre que sea posible se utilizarán sondeos profundos para los abastecimientos urbanos, pues los acuíferos superficiales son muy vulnerables a la contaminación y sus caudales pueden disminuir notablemente durante los estiajes. Si el abastecimiento se realiza mediante pozos poco profundos, debe establecerse un perímetro de protección adecuado.

Explotación coordinada de las aguas superficiales y subterráneas

En los futuros planes de riegos con aguas superficiales deberá tenerse en cuenta el efecto beneficioso que pueden producir en las aguas subterráneas, los sobrantes de riego que se infiltran en el terreno. Actualmente, los regadíos con aguas superficiales se encuentran sobre los cuaternarios de los ríos o muy próximos a ellos, coincidiendo con las zonas en las que el flujo subterráneo del Mioceno Detrítico es ascendente. Por esta razón los sobrantes de riegos son directamente drenados por los ríos sin recargar los acuíferos profundos. Por el contrario, situando los regadíos con aguas de ríos en las zonas de recarga de los acuíferos profundos se originará una importante recarga inducida en los mismos que, en primera aproximación, se puede suponer comprendida entre el 10 y el 30 por ciento de agua aplicada para riego según sea el sistema utilizado y su eficacia. De acuerdo con estas ideas sería aconsejable, como norma general, intensificar los regadíos con aguas subterráneas en las proximidades de los ríos (en general zonas de descarga) y ubicar los regadíos con aguas superficiales en los interfluvios y hacia los bordes de la Cuenca Terciaria (generalmente zonas de recarga). La distribución actual de los regadíos es justamente la contraria, y por eso comienzan a observarse algunos problemas de sobreexplotación.

Densidad de explotación de las aguas subterráneas

Ya hemos dicho anteriormente que las características hidrogeológicas de los acuíferos de la Cuenca Terciaria del Duero no aconsejan concentrar los bombeos en áreas reducidas (excepto en las proximidades de los ríos) pues en la generalidad de los casos se producirá una sobreexplotación local del acuífero, aun cuando en el conjunto no haya sobreexplotación. O dicho con otras palabras, para que no haya sobreexplotación no es

suficiente con que los bombeos sean inferiores a los recursos, es preciso además que la densidad de explotación de los recursos sea adecuada. El problema que se plantea es definir el límite superior a partir del cual comienza la sobreexplotación.

Mediante el modelo matemático tridimensional mencionado en el apartado 2.4 se ha podido verificar que, para las áreas de recarga de la zona situada al S del Duero (zona de Los Arenales) no se debe sobrepasar una densidad de explotación del orden de 60.000 m³/año y km² como media.

9.2. ZONAS CON PROBLEMAS DE SOBREEXPLOTACION

A lo largo del desarrollo del Proyecto se han identificado tres zonas con problemas de sobreexplotación de aguas subterráneas (ver Gráfico n^o 20):

- Zona de La Moraña
- Valle del Esgueva
- Zona de Olmedo

A estas se puede añadir la zona de Villafáfila, con problemas de calidad de agua, aunque no se trate de un problema de sobreexplotación propiamente dicho.

Zona de La Moraña

La zona sobreexplotada incluye el N de la provincia de Avila y la parte colindante de la provincia de Salamanca. La sobreexplotación se ha producido por una excesiva densidad de las extracciones de agua subterránea, que oscila en la actualidad entre 2 y 3,5 l/s x km², manifestándose por progresivo descenso de los niveles pizométricos y un aumento en la amplitud de las oscilaciones estacionales de los mismos.

Actualmente, los niveles descienden al ritmo de 1 a 2 m por año desde 1972. Con la ayuda de un modelo matemático tridimensional ajustado en régimen transitorio se ha estimado que, aun en la hipótesis de mantener la explotación actual, los niveles seguirán descendiendo en los próximos años hasta cotas inaceptables para el regadío (más de 30 m en 15 años). Si aumentaran las extracciones, los descensos serían lógicamente mayores. Este fenómeno afectará a unas 15.000 ha regadas con aguas subterráneas, que verán disminuida su rentabilidad al aumentar progresivamente las alturas de bombeo.

El problema es grave por afectar a la principal actividad económica de la región de La Moraña, limitando sus posibilidades de desarrollo futuro y poniendo en peligro los logros alcanzados en las pasadas décadas por sus habitantes.

Para resolverlo, se recomienda un plan de explotación conjunta de las aguas superficiales y subterráneas que, en síntesis, consiste en (Gráfico n^o 21):

- a) Establecer en La Moraña 11.500 ha de regadío con aguas superficiales procedentes de los ríos Adaja y Voltoya (o alternativamente del Almar) con un doble objetivo. En primer lugar, provocar una recarga inducida en los acuíferos de unos 16 hm³/año. En segundo lugar, reducir las extracciones actuales de agua subterránea en unos 6 hm³/año sustituyendo parte de los actuales regadíos con sondeos por los nuevos regadíos con aguas superficiales.
- b) Establecer plantas de recarga artificial para inyectar en los acuíferos un caudal de 6 hm³/año. En principio, debe preverse que la recarga se efectuará mediante pozos, utilizando los caudales de invierno de los ríos de la región.

El plan propuesto, además de resolver (o paliar) el problema de la sobreexplotación en La Moraña, tendría otras ventajas adicionales como son la posibilidad de producir energía hidroeléctrica instalando una central en el Adaja y resolver el problema del abastecimiento de agua en Avila capital.

Dada la magnitud del proyecto habría que desarrollarlo en tres fases sucesivas. En la primera fase se llevarían a cabo los estudios básicos, que en síntesis consistirían en:

- Modelo detallado del acuífero, tomando como base el modelo tridimensional existente, pero reduciendo el tamaño de la malla, a fin de conocer mejor la hidrogeología de la región y poder controlar en el futuro la eficacia del plan propuesto.
- Establecimiento de plantas piloto para el estudio de la recarga artificial mediante balsas de recarga y pozos de inyección.
- Estudio hidrológico detallado de los principales ríos de la región para conocer caudales disponibles y características físicas y químicas de sus aguas.
- Estudio agronómico preliminar para determinar aptitud de suelos para regadío, distribución y dotación de riego.

La segunda y tercera fase consistirían en la realización de los estudios de viabilidad técnico-económica y la redacción del proyecto elegido.

Valle del Esgueva

El Valle del río Esgueva (afluente del Pisuerga por su margen izquierda) es una de las zonas con mayor tradición de riegos de toda la Cuenca del Duero, obteniéndose las más altas producciones de remolacha y alfalfa.

Actualmente se riegan 2.800 ha a lo largo del valle correspondiendo 2.130 a regadíos con aguas superficiales complementadas con pozos excavados cuando hay escasez de agua en el río, regándose el resto con sondeos profundos.

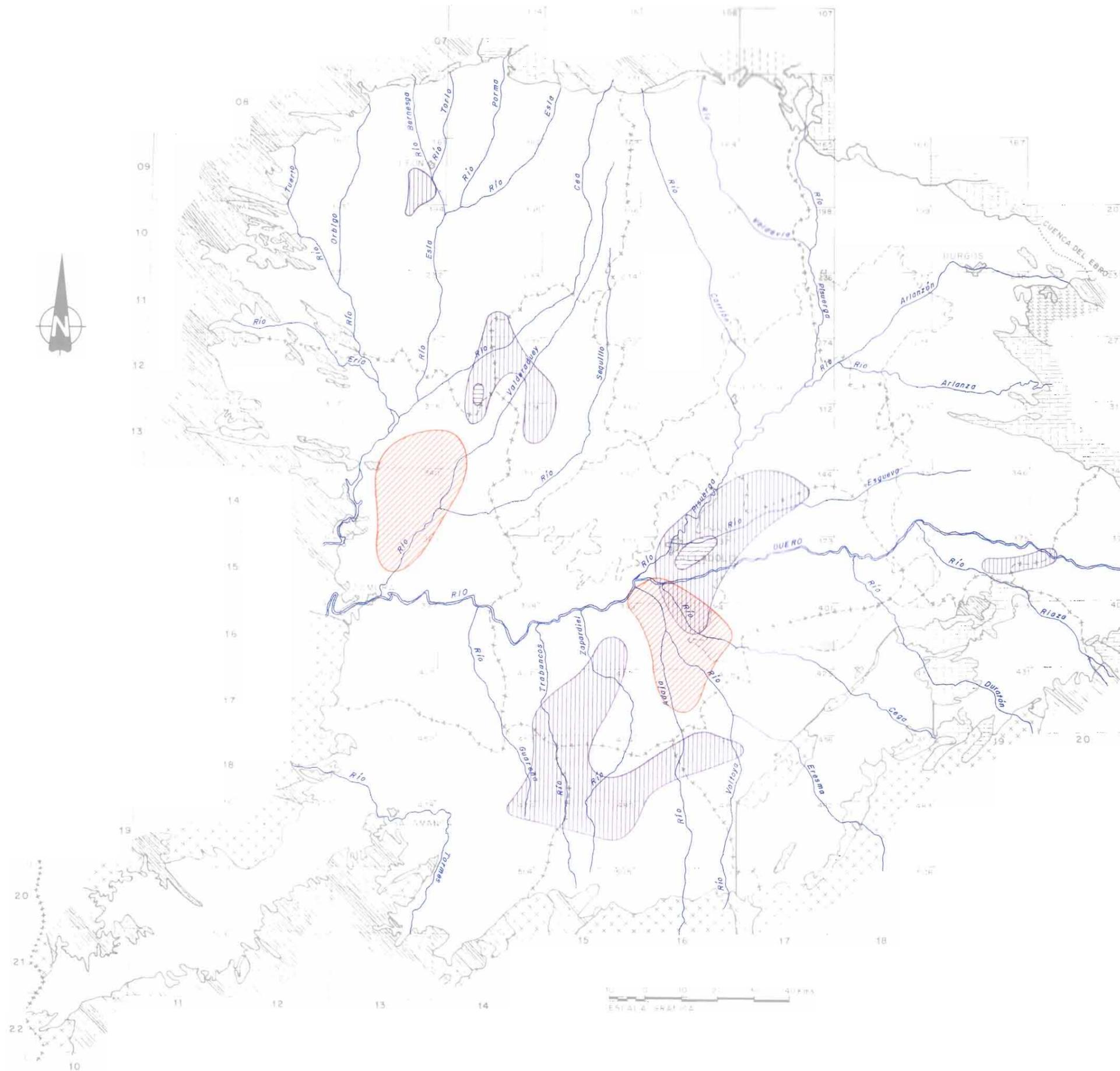
En valles próximos se riegan unas 125 ha con sondeos profundos.

El agricultor de esta región muestra una excelente actitud frente al regadío y es de prever que en el futuro se incremente la superficie regada. Este incremento no podrá realizarse a partir de aguas superficiales a no ser que se llevara a cabo el embalse de Torresandino, cuyo proyecto se redactó en 1972, pero que está en suspenso por diversos motivos. Tampoco podrá incrementarse la explotación del acuífero cuaternario, pobre en general y explotado por numerosos pozos cuya principal misión consiste en paliar las escasez del agua superficial durante los estiajes de los años secos. Así pues, es previsible que se incremente la explotación del acuífero profundo en los próximos años.

Por otra parte, las medidas de niveles piezométricos realizadas periódicamente por el IGME desde 1972, revelan que los niveles del acuífero profundo están descendiendo de un modo progresivo y generalizado a lo largo del Valle del Esgueva, al ritmo de 2 m por año, constituyendo un problema que se agravará en el futuro si no se adoptan las medidas oportunas.

Para analizar con detalle este problema se elaboró un modelo matemático que permitiera evaluar los recursos anuales del acuífero y prever la evolución futura de los niveles piezométricos con distintas hipótesis de explotación.

Los resultados del modelo (aunque provisionales por la relativa escasez de los datos disponibles) indican que los recursos del acuífero son muy pequeños (del orden de 5 hm³/año) y que aun en el caso de que se mantuviera la explotación actual, los niveles seguirían descendiendo, tardando más de 30 años en alcanzar el equilibrio; si se duplicara

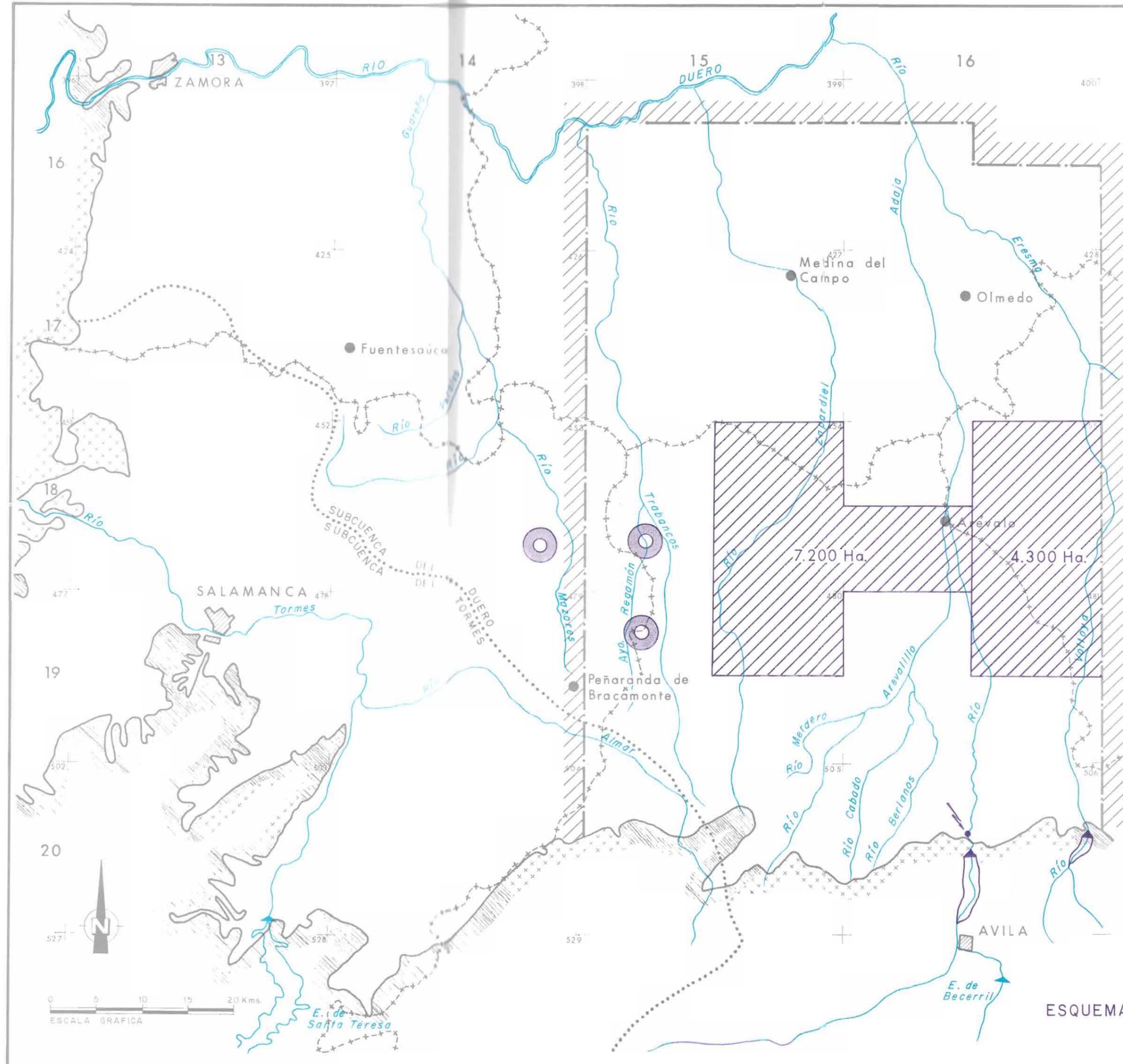


LEYENDA

- DIVISORIA HIDROGRAFICA
- +++++ LIMITE CON PORTUGAL
- 274 HOJAS TOPOGRAFICAS 1:50000 CON SU NUMERO
- LIMITE DEL TERCARIO MARGO-YESIFERO
- +--+ LIMITE DE PROVINCIA
- [Symbol] CALIZAS
- [Symbol] ARENAS Y ARENISCAS
- [Symbol] COLOMIAS
- [Symbol] PALEOZOICO INDEFERENCIADO
- [Symbol] ROCAS ERUPTIVAS
- [Symbol] ZONAS CON DESCENSO MEDIO ANUAL SUPERIOR A 1m.
- [Symbol] ZONAS CON DESCENSO MEDIO ANUAL SUPERIOR A 2m.
- [Symbol] ZONAS CON PROBLEMAS DE CALIDAD DE AGUA

Gráfico nº 20

ZONAS CON PROBLEMAS DE EXPLOTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS



LEYENDA

- 454+ División en hojas 1:50.000 y su número.
- [Hatched box] Paleozóico indiferenciado.
- [Cross-hatched box] Rocas eruptivas.
- [Dashed line] Limite de la zona estudiada.
- [Diagonal hatched box] Zona preseleccionada para establecer regadios con aguas superficiales.
- [Circle with dot] Plantas de recarga artificial.
- [Loop] Embalse previsto.
- [Arrow with dot] Central hidroeléctrica prevista.

Gráfico nº 21

ESQUEMA DE EXPLOTACION PROPUESTO

el bombeo, en pocos años se producirían descensos excesivos para la explotación del acuífero con fines de riego.

Para resolver el problema planteado, se propone proceder a la recarga artificial del acuífero profundo utilizando los caudales de invierno del río Esgueva y del Arroyo de Los Madrazo, que no son objeto de ningún aprovechamiento. Como posible solución alternativa a la recarga artificial se propone estudiar la posibilidad de proceder a la regulación del Esgueva mediante pozos que explotaran los acuíferos cretácicos situados en su cabecera.

Puesto que en esta zona el Terciario Detrítico está confinado por un potente paquete de margas impermeables, la recarga artificial deberá efectuarse mediante sondeos de inyección.

Podrían utilizarse en una primera fase experimental los sondeos perforados por el IRYDA y que no son utilizados, perforando después otros expresos si la experiencia diera resultados positivos.

Simultáneamente a la realización de los trabajos sería necesario concienciar a los usuarios del acuífero de los problemas existentes, informarles periódicamente sobre los trabajos realizados y los resultados obtenidos y, finalmente, recabar su colaboración para que participen en la gestión de los recursos hidráulicos subterráneos de la región.

9.3. ZONA CON PROBLEMAS DE CALIDAD DEL AGUA

En una gran zona centro-occidental de la Cuenca comprendida entre Olmedo, Valladolid, Valderas y Villafáfila se han detectado aguas con alto contenido en sales disueltas (conductividades entre 2.000 y 6.000 μ mhos/cm).

Todavía no se conoce bien el origen de las sales, aunque se supone que es debido al largo recorrido del agua subterránea o a la existencia de depósitos salinos englobados en el Terciario Detrítico.

El problema es especialmente agudo en la zona de Villafáfila donde se han tenido que abandonar numerosas parcelas antes regadas con sondeos o pozos por la salinización del suelo. Coincide esta zona con un área de descarga de aguas subterráneas como lo demuestra la existencia de lagunas y el drenaje por el río Salado.

En el resto, aunque el problema no es tan agudo como en Villafáfila se ha encontrado aguas salinas a profundidades variables (100 m en Olmedo y Tordesillas, 200 m en Villalpando, etc.), que han obligado al abandono de las perforaciones más profundas y a reducir la de las nuevas.

En casi toda la zona, la agricultura es floreciente y se prevé un aumento de las extracciones de aguas subterráneas por iniciativa privada, lo que puede provocar un ascenso de la interfase agua dulce-agua salobre.

Teniendo en cuenta que la salinización de un acuífero es un proceso prácticamente irreversible, es preciso estudiar el problema sin demora para buscar la solución adecuada. Mientras tanto se recomienda no promover el establecimiento de nuevos regadíos en la zona, o al menos limitar las profundidades de los nuevos sondeos a 100 m máximo.

El establecimiento de regadíos con aguas superficiales de buena calidad química, aguas arriba de la zona, tendría muy probablemente efectos beneficiosos.

9.4. RECOMENDACIONES SOBRE TRABAJOS A REALIZAR A CORTO PLAZO

Es un deseo explícito del IGME mantener su presencia física en todas aquellas regiones en las que ha desarrollado proyectos de investigación hidrogeológica, pues es el único método eficaz de dar continuidad a la labor iniciada y controlar la mejor gestión de sus recursos en aguas subterráneas, mediante la permanente actualización del balance hídrico.

La realización del actual Proyecto ha supuesto un gran avance en el conocimiento de los recursos hidráulicos subterráneos y de la problemática general del agua en la región estudiada, pero es natural que todavía queden lagunas en los conocimientos hidrogeológicos y cuestiones por resolver.

De acuerdo con la política general del IGME y teniendo en cuenta los resultados hasta ahora obtenidos, será necesario desarrollar en un futuro inmediato una serie de actividades hidrogeológicas, que aparte de las que se deducen de los apartados anteriores, podrán resumirse en las siguientes:

– **Investigación del pasillo de Ciudad Rodrigo**

Aunque al parecer los recursos hidrogeológicos de esta zona son limitados, tiene interés su investigación ya que son los únicos disponibles para satisfacer las demandas de los núcleos urbanos existentes que con frecuencia tienen problemas de agua.

– **Investigación de los sistemas periféricos (números 9 y 10)**

Estos sistemas tienen una estrecha relación con el Terciario Detrítico y además existe la posibilidad de su utilización como embalses subterráneos para regular alguno de los ríos que los cruzan.

– **Investigación del páramo del Duratón**

En el momento actual se sabe que el páramo del Duratón cuenta con recursos hidráulicos subterráneos importantes debido en parte a la infiltración de la lluvia y en parte a una alimentación subterránea lateral procedente del Cretácico que conviene investigar. En la actualidad sólo se utilizan en parte los manantiales existentes, ya que no hay pozos que exploten el acuífero.

– **Modelo matemático de la Cuenca del Esla**

Durante el desarrollo del proyecto se intentó realizar un modelo matemático parcial de la Cuenca del Esla, que no tuvo éxito, porque no se eligió adecuadamente la zona a simular, y además se introdujeron hipótesis simplificadoras que con los conocimientos actuales se consideran inaceptables. Sin embargo, con el número de datos y conocimientos que se tienen en la actualidad, se considera muy importante la elaboración de dicho modelo para avanzar en el conocimiento hidrogeológico de la Cuenca, así como para el estudio del abastecimiento de agua a León.

– **Establecimiento de zonas piloto**

Se considera de sumo interés continuar las gestiones iniciadas para establecer zonas piloto de regadío con aguas subterráneas en las que las obras de captación, equipos de bombeo, etc., sean utilizadas en común por varios agricultores.

— **Cursillos de divulgación hidrogeológica**

Los cursillos de divulgación hidrogeológica, impartidos a los Agentes del Servicio de Extensión Agraria durante la realización del proyecto, han constituido un éxito y marcan una actividad que debe proseguir en el futuro.

Estos cursillos deben ampliarse con otros dirigidos a los sondistas locales que operan habitualmente en la Cuenca y otros impartidos a los Ingenieros Técnicos que redactan proyectos de captaciones.