



GRUPO CONJUNTO CEPAL - C. F. I.
Programa de Recursos Naturales y Energía
Octubre 1964
Santiago, Chile

SOLO PARA CRITICAS Y COMENTARIOS

LOS RECURSOS HIDRAULICOS DE ARGENTINA

Análisis y programación tentativa de su desarrollo *

PARTE IV

METEROLOGIA E HIDROLOGIA

Capítulo VII

RECURSOS DE AGUA SUBTERRANEA

- * Esta es la versión preliminar del Informe, que se circula a objeto únicamente de discutirlo con las autoridades y técnicos argentinos que participaron en la preparación del material, antes de su redacción definitiva. Las cifras y análisis están, pues, sujetos a revisión. Se ruega no citar.

Capítulo 7

LOS RECURSOS DE AGUA SUBTERRANEA

1. Panorama general

Es un hecho que los primeros pobladores de numerosas zonas del país eligieron lugares donde existían aguas superficiales abundantes para sus necesidades. En ciertas partes la utilización de agua superficial ha sido ampliada con obras de regularización, cuando ello se hizo necesario, habiéndose recurrido al agua subterránea en grado menor. No es extraño que más del 80 por ciento del agua utilizada actualmente, en volumen, sea superficial; aunque en algunas zonas, especialmente en Cuyo, exista un pronunciado incremento del agua subterránea que debe representar a la fecha algo más de un 30 por ciento del agua total empleada.^{1/}

Por otra parte conviene anotar que:

- a) Altos porcentajes del módulo de algunos ríos importantes están siendo extraídos directamente del agua de escurrimiento superficial. Ejemplo de ello son el río Santa María en Catamarca y Tucumán, el río Primero en Córdoba, el río Sali-Dulce y el río Abaucán, todos ellos con más del 75 por ciento del módulo ya aprovechado. En Cuyo, esos porcentajes varían desde 33 para el Jachal hasta más de 95 para el Tunuyán y el Atuel.
- b) En casi todos los ríos de las zonas áridas y semi-áridas del noroeste del país, los caudales de estiaje están totalmente comprometidos ya para usos consuntivos, en parte de sus cursos.
- c) Porcentajes menores del 10 por ciento del módulo del río se extraen de las aguas superficiales de ríos como el Paraná, el Uruguay, el de La Plata, el Negro, el Pilcamayo, el Bermejo, el Chubut, el Senguer y el Tercero.
- d) En zonas de alta utilización de aguas subterráneas, como en la llanura tucumana, sólo existe aprovechado un 12 por ciento de las reservas estimadas.

^{1/} Para los distintos ríos esos porcentajes son aproximadamente: Mendoza y Tucumán, 68; San Juan y Jachal, 22; Atuel y Diamante, 4.

Lo que precede conduce a corroborar que, en ciertas zonas del país, el aprovechamiento de los caudales superficiales para usos consuntivos ya no puede realizarse sino en medida menor y aun a costa de obras de regularización de envergadura.

También puede señalarse que, frente a ello, existe en general en esas mismas zonas amplio potencial de aguas subterráneas cuyas características deben ser objeto de una investigación de mayores alcances que la hasta ahora realizada. Una excepción pueden constituir la las zonas de las cuencas de los ríos Mendoza, Tunuyán y San Juan, pero ello no disminuye la urgencia de los estudios a realizar los cuales pueden indicar nuevas posibilidades de alta trascendencia económica. Observando el panorama general de la disponibilidad de las aguas subterráneas conjuntamente con su calidad, a los efectos de su calificación para usos consuntivos, caben ciertas consideraciones de carácter general. Corresponde, sin embargo, puntualizar que lo extenso de las regiones o provincias hidrológicas y la relativamente escasa información en algunas zonas, hace que las generalizaciones sean pasibles de error o de constituir un exceso de simplificación de los problemas. Las características climáticas (régimen pluviométrico, temperaturas y humedad relativa, principalmente) del territorio continental argentino hacen que las aguas de las zonas de alta pluviometría e infiltración en el este del país (región mesopotámica y misionera, este de las provincias de Buenos Aires y Santa Fé) y las de las regiones relativamente cercanas a las zonas de infiltración nivales de los Andes (en el oeste y noroeste) sean predominantemente de calidad aceptable. Excepto en la provincia hidrológica de La Puna, donde el agua freática es escasa incrementándose su salinidad aguas abajo, se puede decir que las mejores posibilidades en cantidad y calidad están en las napas freáticas de los valles de Jujuy, ~~Lerma~~, Calchaquí y San Francisco, en la provincia hidrológica de los bolsones de los llanos occidentales y en la región cuyana en el oeste y noroeste; así como en los acuíferos pliocénicos de la Mesopotamia y Buenos Aires.

Cuando la recarga está más alejada o el recorrido de las aguas es mayor, se obtienen en general aguas de calidad inferior a las mencionadas precedentemente. Tales son las napas freáticas de las regiones chaco-bonaerense y patagónica, y las procedentes de las capas semisurgentes de estas regiones y de las de los bolsones de los llanos occidentales y de la subandina en parte.

Hay, naturalmente, excepciones; como las del acuífero miocénico de Bahía Blanca o el de la zona del río Dulce en la región subandina; pero la tendencia general es la mencionada.

Cabe llamar la atención aquí sobre la necesaria investigación en los acuíferos de agua salobre o de alto contenido iónico, los cuales cubren, como se dijo, amplias regiones como la chaco-bonaerense, la patagónica extraandina y los acuíferos profundos de los llanos occidentales, principalmente.

Si el desarrollo técnico avanza al ritmo que todo hace suponer, es posible que en un futuro no lejano se puedan aprovechar esas aguas para usos consuntivos a un costo razonable, para lo cual será necesario disponer de los datos básicos que permitan caracterizar y cuantificar dichas reservas.

El centro más importante de la extracción de agua subterránea está en Mendoza, siguiéndole San Juan, y se utiliza principalmente en riego. Para otros usos se destaca el aprovechamiento del acuífero pliocénico del Gran Buenos Aires. El empleo del agua subterránea para riego en la región cuyana está relacionado con el ciclo de los cultivos predominantes. Así, para la vid, el máximo está en los meses de noviembre y diciembre, cuando requiere 2.5 veces más agua que en marzo y abril, no necesitándose agua en invierno. Esto se traduce en una baja utilización anual de los equipos que podría corregirse con cultivos invernales. Aparte de ello, el riego en horas de la noche o el uso de almacenamientos está relacionado con el mejor aprovechamiento de energía, lo cual apunta hacia el estudio integral de los recursos hídricos de las cuencas más importantes.

Más de 50 m³/s de agua subterránea se extraen en Mendoza, de los cuales por lo menos el 90 por ciento corresponde a la zona norte, o sea

la de las cuencas de los ríos Mendoza y Tunuyán. Se cree que esta zona norte ya está siendo explotada en exceso y que conviene intensificar la extracción en la zona sur, o sea la cuenca del Atuel y el Diamante. En San Juan la explotación de agua subterránea comenzó en el valle de Tulún, habiendo sido realizados cerca de 3 500 pozos en toda la provincia, de los cuales el 75 por ciento son destinados a irrigación, con un total de agua extraída (supuesto un promedio constante) de unos 15 m³/s. La zona de mayor aprovechamiento es al sudeste de la ciudad de San Juan.

Ya sea que se trate de aguas de bajo o alto contenido iónico, es imperioso, como más adelante se indica, que se proceda a establecer las bases de una investigación de amplios alcances respecto a la cuantificación y caracterización de las reservas de aguas subterráneas.

En el capítulo "Abastecimiento de agua potable e industrial" (Parte V) se examinan las posibilidades de utilización del agua subterránea con alto contenido iónico.

Es evidente que se requiere una reevaluación periódica de las posibilidades del desarrollo convencional de los recursos hídricos (incluido aguas subterráneas) frente a las posibilidades de la desalinización, sobre todo teniendo en cuenta, además de los costos, otros requerimientos básicos como ser:

- i) La necesidad económico-social de los nuevos abastecimientos.
- ii) Las medidas de conservación de los recursos hídricos.
- iii) La provisión de facilidades de investigación.
- iv) El suministro de energía de bajo costo o de ciertos hidrocarburos de aplicación en algunos procesos.
- v) La modificación de leyes y reglamentos existentes.
- vi) La preparación del personal científico y auxiliar necesario.

Todo lo que precede conduce a pensar que, en grandes zonas del país, la satisfacción de las necesidades de agua no es sino un problema de utilización múltiple del agua y que, frecuentemente en las zonas áridas y semi-áridas, habrá que establecer conceptos más amplios que el de estudio de cuencas para convertirlos en estudios de regiones donde se investiguen las posibilidades conjuntas de agua superficial y de agua subterránea.

2. La importancia de la explotación de las aguas subterráneas en la Argentina y sus problemas

En las zonas áridas y semi-áridas del país existen excelentes suelos y clima apropiados para una gran variedad de cultivos que son ahora regados con agua procedente de presas o manantiales a una escala relativamente pequeña. En Mendoza y San Juan, de un área total de 23 700 000 há. solamente hay 560 000 cultivadas, no obstante ello se produce allí el equivalente a US\$ 300 000 000 al año, lo que podría ser duplicado si hubiera disponible más agua subterránea para irrigación a costo razonable. Esto sucede en grado similar en otras provincias de la zona semi-árida; en consecuencia la economía estacionaria de ellas se debería principalmente a la escasez del alumbramiento de nuevas fuentes.

El éxodo parcial de la población dispersa de esa zona quedaría contenido por la producción de nuevas riquezas y demandas de trabajadores, tanto en agricultura como en ganadería, lo cual tendería indudablemente a aumentar su nivel de vida, y, por ende, de la nación en conjunto.

a) Problemas que deben resolverse a corto plazo

Muchos y urgentes problemas a resolver a corto plazo son conocidos en su alcance por los técnicos locales de los servicios pertinentes. Es indispensable que se provean de más recursos a esos servicios para completar ante todo el cuerpo de científicos y técnicos existente, así como mejorar sus condiciones de trabajo.

Algunos de los principales problemas técnicos son descritos brevemente a continuación; en todos ellos se requieren uno o varios períodos estacionales de trabajos de perforación, clasificación, topografía, geología, etc., por personal competente, para establecer las bases de su solución.

i) Los valles Tulún y Guandacol en las provincias de San Juan y La Rioja están siendo estudiados por un proyecto del Fondo Especial de Naciones Unidas. En el valle del Guandacol (tributario del Bermejo) hay zonas en las cuales el agua subterránea queda cerca de la superficie y el problema es determinar la razón de recarga del acuífero desde los cursos de agua occidentales y la extracción límite. En el Bermejo se tendrá que indagar lo que puede aprovecharse después de desarrollar el valle del Guandacol. En el

valle de Tulún se deberá determinar la cantidad, calidad y control de aguas artesianas, su recarga natural y el efecto de la extracción de agua en esa misma recarga.

El área Aimogasta en La Rioja necesita desarrollar sus recursos de agua subterránea, siendo para ello imprescindible realizar una serie de estudios básicos tales como: uso de tierras, topografía, reconocimiento aéreo y fotointerpretación.

ii) En las provincias andinas y particularmente en Mendoza, la búsqueda y desarrollo de nuevas fuentes de agua subterránea es de urgente necesidad. Pero la falta de personal para conducir los estudios hace que se postergue la solución. Fundamentales para el conocimiento serán las relaciones con el agua subterránea de los cursos de agua superficiales, cuyo caudales desaparecen y aparecen por trechos. Las planicies de los ríos Atuel y Diamante y la recarga de los acuíferos provenientes de las inundaciones de los ríos Mendoza y Tunuyán son otros estudios de alta prioridad de esta zona.

iii) En Sáenz Peña (Chaco) existe un problema de abastecimiento proveniente de la circunstancia que aguas superficiales y subterráneas, aún a considerable distancia, son de alta concentración iónica. Al respecto de aguas subsuperficiales, se ha propuesto desarrollar el valle Bajo Hondo, que ya no lleva flujo superficial, pero ello involucra investigaciones geológicas y geofísicas, perforaciones de ensayo, bombeos, estimaciones de almacenamientos, recargas y extracción límite, etc.

iv) En Santa Rosa (La Pampa) el agua que se extrae de lentes de arena a una profundidad de unos 40 m. es "salina" y su grado de salinidad crece con la profundidad. Además el nivel baja año tras año y por consiguiente hay considerable ansiedad por el futuro del abastecimiento de la población.

Parece ser que tanto al norte como al sur existen favorables perspectivas, de otros acuíferos, pero la falta de fondos obligó a los técnicos a posponer las investigaciones. En varias partes de la provincia, las aguas subterráneas contienen elementos inconvenientes en altas concentraciones (flúor, vanadio, arsénico) y un estudio de su origen y características sería de gran valor para La Pampa, Córdoba y provincias adyacentes.

v) En la provincia de Buenos Aires un estudio sistemático de aguas subterráneas es de impostergable necesidad. Aparentemente la zona oeste es relativamente pobre en acuíferos y ellos adolecen de alta concentración iónica, pero además debe señalarse que poco se conoce de los sedimentos terciarios y cuaternarios.

Es frecuente que problemas como el incremento de salinidad con la profundidad, niveles de descenso, corrosión de entubados y contaminación, sean concomitantes y aún cuando se estudien soluciones de conjunto a base de acueductos, el problema a corto plazo demanda urgente consideración.

En los alrededores de la Capital Federal, la industrialización y otros requerimientos conducen progresivamente a la exigencia de mayores caudales. Como cada extracción de agua subterránea no está controlada sino por las necesidades del consumidor, no existe posibilidad de saber si el volumen total usado está o no por debajo de las posibilidades de reposición de caudales.

Un estudio digno de destacarse es el que se está llevando a cabo en Zárate y Campana, a unos 90 km. al noroeste de la capital, por intermedio de la División Hidrogeológica de la Secretaría de Minas, en cooperación con autoridades provinciales. Incluye investigaciones geológicas a hidrológicas, fluctuaciones del nivel freático, variaciones de calidad del agua, ensayos geofísicos, de bombeo y estimaciones de recarga; con miras a establecer normas de extracción de agua y control de acuíferos.

Merece citarse también otro estudio similar en Bahía Blanca.

b) Problemas a más largo plazo

i) Catamarca, La Rioja, San Juan y Mendoza

En estas provincias andinas, los cursos de agua superficiales disponibles ya están utilizados al máximo en su escurrimiento natural, de modo que mientras no se realicen obras de regularización, la expansión de los cultivos deberá basarse en la utilización de aguas subterráneas.

ii) Jujuy y Salta

En los valles profundos y conos aluviales así como en los sedimentos terciarios es necesaria la búsqueda de aguas subterráneas. Se recomienda elegir los sitios más promisorios con la ayuda de métodos geofísicos sobre todo de resistividad, especialmente en el terciario.

iii) Chaco y Formosa

La geología subsuperficial de las grandes llanuras de esta zona, es poco conocida. Es indispensable su investigación, en especial sobre las estructuras de los sedimentos terciarios y cuaternarios.

iv) San Luis

Esta provincia merece atención especial, por sus posibilidades. Problemas dignos de inmediato estudio serían:

- 1) En razón de la alta precipitación y posible infiltración, los valles de Conlara al este y Quines-Candelaria al norte. Ellos deberían ser considerados como unidades económicas, por lo que el estudio hidrológico se complementaría con planes para utilización del agua, colonización e introducción de nuevos cultivos.
- 2) La exploración por perforaciones del acuífero artesiano de El Balde (San Jerónimo) para determinar los lugares apropiados para su explotación y características.
- 3) La búsqueda de aguas subterráneas en el valle tectónico del río Salado y el examen de los valles Chorrillos y Los Araditos.
- 4) La ocurrencia de agua adecuada en las dunas de la parte occidental de la provincia.

v) Santa Fé

La solución de algunos problemas de hidrología subterránea de esta provincia sería una valiosa contribución a la economía agrícola. Entre ellos están:

- 1) La investigación geológica en las formaciones "Puelchense", "Entrerriana" o "Mesopotámica", que comprenden arenas de aluvión y arcillas, a los efectos de determinar correlaciones, estructuras y capacidades de acuíferos.
- 2) La exploración por métodos geofísicos y por perforaciones de la gran falla que se extiende desde el este del lago Mar Chiquita hacia el sur, paralela al límite provincial, tendría gran importancia en el conocimiento de la circulación del agua subterránea.



3) Los límites de las aguas de baja y alta concentración que se encuentran a escasa profundidad en el norte de la provincia. Se recomendó la investigación geológica por perforaciones hasta 300 m. de profundidad.

4) La investigación de los métodos de extracción y de protección de contaminación de acuíferos en la margen derecha del Paraná por empresas industriales, entre San Nicolás y San Lorenzo.

vi) La Pampa - Buenos Aires

En grandes áreas de la llanura pampeana, los depósitos cuaternarios descansan sobre formaciones cuyas estructuras no se conocen sino someramente. Estas pueden incluir sedimentos permeables afectados por fracturas y pliegues que formen importantes cuerpos de aguas subterráneas. Una gran falla que tiene dirección norte-sur en el este de la provincia de La Pampa afecta los sedimentos terciarios y tiene, sin duda, una considerable influencia en la distribución y el carácter de las aguas subterráneas. Ellos puede extenderse a otras fallas hacia el oeste y algunos valles de origen tectónico del oeste de la provincia.

vii) Investigación hidrológica en el país

Varias fases de estudios a largo plazo, tomando el país en su conjunto pueden ser mencionadas:

- 1) La centralización de datos en la División Hidrológica para la producción del mapa hidrológico requerido por la ley.
- 2) La clasificación de las provincias de aguas subterráneas, tal como se indican en la publicación del CFI, (I - La Puna; II - Subandina; III - Bolsones de los Llanos Occidentales; IV - Chaco Bonaerense; V - Mesopotámica; VI - Misionera; VII - Mesetas Patagónicas; VIII - Antártida) es útil en una etapa preliminar, pudiendo ser modificada con ulteriores estudios. Por ejemplo, la provincia IV comprende formaciones que van desde el Precámbrico al Cuaternario y amplia variedad de clima, que pudiera dar lugar a distinguir zonas tan disímiles como el área artesiana de Bahía Blanca, el área semi-árida y a menudo salina del oeste de Buenos Aires, las áreas

volcánicas del norte de Santa Rosa, las áreas húmedas del sur de Santa Fé y las del Chaco-Formosa diferenciadas por la calidad de sus aguas, etc.

Sería deseable incluir la llamada provincia Cuyana, comprendiendo San Juan y Mendoza, como formada a expensas de las provincias II, IV y VII; así como diferenciar en otro grupo el norte de San Luis y oeste de Córdoba, que parecen ser de naturaleza geológica, topográfica y climática semejante.

- 3) Las relaciones y delimitación de aguas subterráneas de bajo y alto contenido iónico, en zonas costeras y en tierra adentro, así como el estudio de las intrusiones de agua salina o de aguas que contengan elementos inconvenientes en elevadas concentraciones relativas.
- 4) Las modificaciones de leyes sobre el desarrollo, control y conservación de aguas subterráneas.

Evidentemente el resumen anterior no es un análisis exhaustivo de los problemas a corto y largo plazo de la Argentina en aguas subterráneas, como tampoco puede serlo dada la complejidad y extensión de los mismos. Sólo se pretende llamar la atención sobre los problemas más significativos, para que ellos sirvan de modelo en los aspectos y el alcance de las investigaciones a efectuar.

3. Investigación y desarrollo

La investigación hidrológica debe basarse en estudios topográficos, geológicos, geomorfológicos, ecológicos y de fotointerpretación, aún geofísicos, y geoquímicos, algunos de los cuales deben preceder y otros continuarse durante el estudio de la hidrología subterránea en sí. Pozos de ensayo y observación suministran información valiosa y a menudo esencial para que, conjuntamente con el acopio de los datos anteriores, se proceda a la confección preliminar de un mapa de acuíferos o, como a veces impropriamente se llama, de un mapa hidrogeológico.

En un mapa de esa índole deberían figurar las zonas de recarga y descarga, las condiciones de contorno o borde de los acuíferos, calidad de aguas, localización de pozos, niveles generales de la piezométrica, etc.

Estimaciones preliminares de volúmenes almacenados, movimiento del agua y magnitud de la recarga pueden entonces ser hechas con cierta aproximación.

Una estimación más precisa de los acuíferos localizados, requiere en general una profundización de las informaciones e investigaciones pertinentes.

Todos estos estudios exigen, no solamente personal altamente entrenado y experimentado, sino también un lapso suficiente para ser llevados a cabo.

En la selección de áreas para el desarrollo de aguas subterráneas, las relaciones con los aprovechamientos de agua superficial son de primordial importancia, a los efectos de comparar soluciones y estimar el conjunto de mayor beneficio neto. Asimismo el conocimiento de los usos potenciales del agua (incluyendo los requerimientos de autoridades agrícolas, sanitarias y administrativas de otros órdenes) establecerán cierto orden de prioridad para un esquema tentativo de desarrollo de recursos hidráulicos; donde se tomen en cuenta cantidades y calidades. Basados en el conocimiento preliminar así adquirido, y en los resultados de la investigación tal cual ha sido esbozada, es posible pasar a los trabajos de campo que confirmen o modifiquen las hipótesis.

Si bien en ciertas zonas del país, centenares de pozos de diversos tipos arrojan luz sobre las características de un posible desarrollo, en otras donde el conocimiento es menos avanzado, la ejecución de pozos sin la información básica previa ha conducido a pérdidas considerables.

Por último debe señalarse que los análisis de las posibilidades económico-financieras, fundadas en el conocimiento anteriormente reseñado, constituyen el instrumento de decisión para los distintos niveles ejecutivos que intervienen en el desarrollo de aguas subterráneas.

De lo que antecede, parece indicado puntualizar que proceder al desarrollo sin la investigación previa necesaria (tal cual ahora se hace en ciertas zonas contra la opinión de algunos capacitados técnicos nacionales), es inadecuado e inconveniente en la mayoría de los casos.

El conocimiento de los términos de la ecuación del balance hidrológico, en las zonas donde interesa la explotación de las aguas subterráneas es a lo que tienden en último análisis las investigaciones.

Ese conocimiento permite determinar la extracción límite, o sea la máxima cantidad de agua que puede sacarse económicamente de una cuenca sin producir resultados indeseables en su relación con la recarga y los escurrimientos superficiales en la misma cuenca. Pueden señalarse varias zonas en la Argentina en que tal determinación ya es urgente. Tanto los datos básicos como el análisis de gabinete que conducen a la caracterización de los acuíferos y a la determinación del balance hidrológico de los mismos, representan una labor, esfuerzo y costo que, en muchas ocasiones, se cree desproporcionada con los resultados a alcanzar.

En consecuencia la tarea de investigación es inmensa y su costo es alto, pero también los beneficios económicos a lograr representan una impostergable necesidad en extensas áreas. Es indiscutible que habrá que tener mayores datos sobre precipitación y evapo-transpiración; que será necesario montar una red más extensa y prolija de estaciones medidoras de caudales superficiales; que habrá que efectuar relevamientos de condiciones existentes, investigaciones geofísicas y geoquímicas de mayor alcance, realizar sondeos y perforaciones de exploración, estudios geológicos localizados, determinación de coeficientes elásticos por pruebas de bombeo y reconocer condiciones de borde de los acuíferos.

La organización de un programa de investigación de esta naturaleza requiere no sólo, como se ha propuesto, el fortalecimiento de los recursos de la División Hidrogeológica de la nueva Secretaría de Minas, sino también la colaboración de organizaciones provinciales y municipales así como de otras de carácter nacional.

Pero es conveniente volver a puntualizar que existen razones para que la entidad de carácter nacional fije la pauta de las investigaciones por las economías de escala que pueden lograrse y por el hecho fundamental de que las unidades económicas hídricas no respetan, en general, los límites políticos o administrativos establecidos. Es evidente que un impulso de carácter nacional es necesario y que, a la luz de las informaciones actuales, no existiría mayor dificultad en establecer un orden de prioridades en los estudios que teniendo en cuenta sus beneficios y costos, sea el que mejor responda a los intereses nacionales.

a) Información básica

El plan general de mapas topográficos y geológicos de la Argentina, que preparó en 1962 el Servicio Geológico de la Dirección de Minas y Geología, establece un total de 827 hojas a escala 1:200 000. De ellas han sido impresas, como mapas topográficos, alrededor del 80 y existen datos para más de 60 adicionales. Han sido impresas 24 hojas geológicas (alrededor del 3 por ciento previsto) y 88 estudiadas.

Existe un mapa geológico a escala 1:2 000 000 y está próximo a imprimirse un mapa hidrogeológico a escala 1:2 500 000. Grandes áreas de la República no poseen mapas, ya sean topográficos o geológicos, a las escalas necesarias del orden de 1:200 000.

Fotografías aéreas cubren aproximadamente la mitad del país, lo cual indudablemente asiste en la preparación de los mapas citados aparte de que son usados por el Servicio mencionado con fines de interpretación.

Los mapas a escala 1:200 000 que se han indicado son de buena calidad y están acompañados de boletines ilustrativos. Existe una urgente necesidad de ampliar su ritmo de producción pues con el actual personal de campo, tomaría alrededor de 100 años. alcanzar la meta fijada.

b) Personal y organización de las investigaciones

La investigación geohidrológica está a cargo en la Argentina, a nivel federal, de la División Hidrogeológica de la ex-Dirección de Minas y Geología, (actual Secretaría de Minería) la cual colabora a nivel provincial con departamentos de las administraciones locales, que se ocupan de estudios especiales, y también con los departamentos correspondientes de las Universidades.

Otros importantes institutos como Obras Sanitarias de la Nación y Yacimientos Petrolíferos Fiscales proporcionan valiosos datos como resultados de sus propios estudios.

En 1963 la División citada tenía para todo el país un plantel de 10 hidrologistas, quienes eran secundados por el Servicio Geológico, aunque se esperaba reclutar personal adicional. También poseía personal y equipo para trabajos geofísicos, técnicos de ensayos de bombeo, estudios de fotogeología y esperaba tener en breve sus equipos propios de perforación para investigaciones.

En razón de sus grandes responsabilidades, las que crecerán con la expansión económica, tanto la magnitud del plantel como sus equipos y oficinas, son en extremo modestos. La ampliación de su personal y recursos es indispensable.

En las provincias son aun más escasos los medios disponibles. Hay una de ellas que sólo dispone de un hombre para llevar a cabo las tareas en Minas, Geología e Hidrología. En otros casos, llegan hasta cuatro técnicos, pero en general, debido a la presión de problemas urgentes de desarrollo, no les es posible llevar a cabo investigaciones sistemáticas.

Las relaciones entre todas las instituciones y departamentos que se ocupan de la materia son esporádicas y es deseable que las mismas se intensifiquen para lo cual serán una ayuda las Oficinas Regionales que la División Hidrogeológica citada, proyecta establecer.

c) Bibliografía y estadística

El Consejo Federal de Inversiones (CFI) ha editado dos volúmenes sobre Aguas Subterráneas,^{1/} los cuales son una buena contribución al conocimiento de la hidrología subterránea y constituyen ya una base para estudios posteriores. En ellos se encuentran buenos sumarios de las condiciones existentes en varias provincias. Presentan 576 páginas de datos de perforaciones y una lista de 348 publicaciones sobre la hidrología subterránea, incluyendo investigaciones geofísicas, geoquímicas y técnicas de perforación, en diversas zonas. Hay, en consecuencia, bastante información de investigaciones hidro-lógicas y geológicas efectuadas en el país.

d) Organizaciones que intervienen en el desarrollo

Una lista, quizás no completa, es la siguiente:

- i) División Hidrogeológica de la Secretaría de Minería;
- ii) Obras Sanitarias de la Nación;
- iii) Programas de perforación por organizaciones provinciales;
- iv) Programa de perforación por entidades privadas;
- v) Pan American Sanitary Bureau y Ministerio de Salud Pública;
- vi) Fondo Especial de Naciones Unidas.

Al parecer existe escasa coordinación entre estas entidades, lo cual conduce inevitablemente a la duplicación de esfuerzos. Además, ello implica que sea cada vez más difícil la centralización de los resultados en la División Hidrogeológica, como manda la ley.

El establecimiento de una Comisión Nacional de Recursos Hidráulicos que asuma, inter-alia, la coordinación del trabajo de las organizaciones a las que concierne el desarrollo de esos recursos, se propone más adelante.

Con el fin de asegurar el desarrollo racional de un área, no es suficiente estudiar la hidrología subterránea, sino que ello debe ser parte de una investigación que cubra disciplinas o tópicos tales como hidrología superficial, suelos, cultivos, población, usos industriales y otros, factores económicos y financieros, por ejemplo, como en los estudios conjuntos emprendidos por INTA y la División Hidrogeológica en diversas zonas del país.

e) Control de agua subterránea

En muchas partes de Argentina la ausencia de medidas para el adecuado desarrollo, uso y control de agua subterránea conduce al desperdicio de ella, duplicación de esfuerzos, extracción excesiva, intrusión de agua salina, demoras en la explotación necesaria y el retardo en el desarrollo agrícola. Una revisión de la ley para remediar estos asuntos y suministrar regulaciones apropiadas para el control es urgentemente necesaria.

4. Conclusiones y recomendaciones

En los párrafos anteriores se ha tratado de dar una impresión sobre los problemas de hidrología subterránea de la Argentina y se han puntualizado las diversas dificultades existentes para su solución, en una forma genérica. En general se prefirió omitir detalles en beneficio de la apreciación del orden de magnitud de dichos problemas y se ha ensayado de proponer algunas sugerencias para su resolución.

Sin perjuicio de que el desarrollo de los recursos de agua subterránea del país ha sido incrementado progresivamente, puede inferirse de lo que precede que grandes reservas quedan disponibles para su explotación, que mucho necesita conocerse aún sobre el origen y movimiento de las aguas subterráneas, que la contaminación por intrusión de aguas de alto contenido iónico en aguas menos concentradas es de alto interés en diversos usos y que la coordinación de éstos con el aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas es materia que exige urgente atención.

Las recomendaciones que siguen, aún no siendo un exhaustivo análisis de lo aconsejable, pretenden ser las de mayor alcance y las que se cree producirían, en plazo razonable, los mayores beneficios.

a) Que se den los pasos necesarios para centralizar la información de datos hidrológicos y de las ciencias y disciplinas auxiliares en la Secretaría de Minas así como que se encare a la brevedad posible la producción de los mapas hidrológicos a escalas apropiadas. La información incluirá los mapas y datos básicos (topográficos, geológicos, hidrológicos, ecológicos y de uso de tierras) así como las fotografías aéreas, y se exhorta a la provisión de tales informaciones con la más alta prioridad.

b) Que la delimitación de las provincias de agua subterránea como lo indica el informe correspondiente del CFI sea revisado con el fin de subdividirlo en zonas menores de mayor conveniencia para el estudio de dichas provincias. Asimismo, en ciertos casos convendría producir mapas hidrogeológicos de zonas que abarquen zonas mayores que los límites provinciales (ejemplo de la región semiárida andina norte) donde la consideración en conjunto facilitaría el análisis de problemas de investigación a largo plazo.



c) Que en zonas donde existen indicaciones de amplias reservas de aguas subterráneas y aun no se ha realizado investigación sistemática, así como en aquellas áreas donde existen problemas de escasez de recursos o competencia en usos, bien conocidos, se provean facilidades adecuadas para iniciar o continuar los estudios al ritmo que es aparentemente aconsejable.

d) Que se efectúe una investigación oficial de los recursos en personal técnico, equipos, locales, y elementos auxiliares de la División Hidrológica de la Secretaría de Minas, en relación con sus cometidos, especialmente los relativos a investigación, para que se aumenten dichos recursos en la medida que resulte necesaria.

Impreso en Argentina - Printed in Argentine
Hecho el Depósito que previene la ley 11.723
(c) by "Consejo Federal de Inversiones"
Alsina 1401 Buenos Aires República Argentina

El presente trabajo se terminó de imprimir en los
talleres del CFI en la primera quincena de julio de 1966.