



SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA NACION
DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA MINERA
DIRECCION DE GEOLOGIA

SIRVASE CITAR Nota N°.....

INFORME SOBRE ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS EN LA ZONA
DE LA QUIACA, JUJUY

Es objeto del presente informe exponer suscintamente los resultados de un viaje de estudios hidrogeológicos a la zona limítrofe argentino-boliviana, efectuado en compañía del Ayudante Geólogo Señor Eduardo J. Methol, durante la segunda mitad del mes de agosto y primera de setiembre de 1945. Los estudios tenían por objeto determinar las posibilidades de esa región en lo referente a aguas subterráneas y establecer los lugares propicios para complementar dichos estudios por medio de perforaciones.

Obvia recalcar la importancia que este problema encierra con respecto a la desolada región puneña, pues el constituye una preocupación permanente de gobernantes y pobladores por igual, y la capacidad de desenvolvimiento económico del Altiplano se halla supe- ditada, casi exclusivamente, a la obtención de este líquido, tanto en su aspecto edilicio como agropecuario. Veremos que, en parte, tal problema es susceptible de una solución que no extraña mayores esfuerzos; ella demandaría una inversión relativamente moderada en relación con los beneficios que reportaría. En algunos casos, empero, la limitación impuesta a determinadas zonas por la topografía y el clima no podrá ser vencida en forma integral y económica.

Pasaremos una rápida revista a los rasgos geológicos más salientes de la región, para ocuparnos enseguida de las consecuencias que de ello derivan con respecto a la hidrogeología.

RASGOS GEOLOGICOS.- La zona abarcada por nuestros estudios se halla representada en el plano adjunto, extraído del trabajo del Ing^o Dr. P. Sgrosso.⁽¹⁾ No es nuestro propósito aportar nuevos datos o modificar los existentes en este renglón. Por ello h

(1) Sgrosso P., "Contribución al conocimiento de la Minería y Geología del Noroeste Argentino", Dirección de Minas y Geología, Boletín n° 53, Buenos Aires, 1943.



SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA NACION
 DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA MINERA
 DIRECCION DE GEOLOGIA

mos de atenernos a lo hecho por los distintos autores hasta el presente.

En la constitución de esta parte del Territorio, comprendida parcialmente dentro de lo que en sentido fisiográfico se conoce como la "Puna", participan elementos de diversa edad y origen. Los elevados cordones orientales, como el de Santa Victoria; el grupo de Escaya-Tafna, al oeste de la Quiaca y, más al occidente aún, el Cordón de Santa Catalina, están constituidos por rocas sedimentarias antiguas, afectadas en mayor o menor grado por fenómenos de metamorfismo. No se ha dicho aún por cierto, la última palabra en cuanto a la edad exacta de cada uno de los grupos que forman estas elevaciones y su delimitación precisa sólo puede hacerse en base a un levantamiento geológico detallado, dada la complejidad producida por movimientos tectónicos, a veces de gran intensidad, que no rara vez han dado como resultado la formación de estructuras de corrimiento, cobijaduras y fallas inversas con planos de inclinación muy variable. Esquistos cuarcíticos verdosos, esquistos cloríticos, pizarras y rocas afines, de edad precámbrica, se encuentran generalmente formando el yacimiento de un complejo cambro-silúrico, integrado especialmente por cuarcitas, areniscas cuarcíticas de grano variable y, en ocasiones, por esquistos arcillosos de tintes oscuros, rojos, borra de vino y azulados. A distintas alturas dentro de los perfiles estudiados de esta serie, se han hallado fósiles que permitieron establecer su edad con toda certeza.

Para nuestros fines no reviste mayor importancia el aspecto estratigráfico en sí; pero debemos tomar en cuenta la particular estructura que estas rocas presentan allí donde afloran y su alineamiento general. Una ojeada al plano permite comprobar que los cordones integrados por ellas presentan un rumbo predominantemente meridional, delimitando entre ellos unas áreas deprimidas, rellenas por materiales modernos que al oeste del sistema Cochino-Escaya constituyen cuencas de drenaje



SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA NACION
DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA MINERA
DIRECCION DE GEOLOGIA

centrípeto. En este caso particular, el núcleo de la sierra se halla ocupado por una masa intrusiva granodiorítica y, más al sur, macizos intrusivos y efusiones dacíticas, probablemente del Terciario medio y superior, componen la Sierra de Cochinooca hasta más al sur de la latitud de Rinconada.

Especialmente interesa, para nuestro estudio, la estructura interna de estas elevaciones. Ella se manifiesta por pliegues, de abertura variable, pero en general pequeña, que afectan en forma más pronunciada a las rocas precámbricas que a las paleozóicas. Su rumbo predominante es N-S, con desviación ligera al E. Las rocas interesadas por estas deformaciones presentan siempre uno o varios sistemas de diaclasas, a menudo rellenas por cuarzo o calcita secundaria. Cuando no se observa mineralización, se ve que los espacios producidos alcanzan a varios centímetros, lo que da una idea sobre la magnitud de las fuerzas que las determinaron. No hay muchos elementos de juicio para establecer cuántas etapas tectónicas son responsables de estos fenómenos; pero seguramente más de una ha actuado desde el tiempo transcurrido desde la deposición de sus estratos. Puesto que la mineralización, derivada de la actividad ígnea que afectó a la región en épocas diversas, no interesa a todos los espacios existentes, es dado suponer que, por lo menos un sistema de diaclasas es posterior a las intrusiones magmáticas, esto es, francamente cenozoico.

Otro complejo sedimentario que aparece con frecuencia, situado a veces marginalmente con respecto a los más antiguos, y, en ocasiones, encima y hasta debajo de ellos por complicación tectónica, es el llamado "Sistema de Salta" o "Formación Petrolífera". En su composición entran elementos de diverso origen y edad, aceptándose generalmente su asignación al Mesozoico, en gran parte, y al Terciario en sus términos superiores. El ambiente marino ha predominado, como



SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA NACION
DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA MINERA
DIRECCION DE GEOLOGIA

seguridad, durante la deposición de su sección inferior y el terrestre al formarse la más moderna. "Areniscas Inferiores", "Horizonte Cácareo-Dolomítico", "Margas Multicolores" y "Areniscas Superiores" son las divisiones corrientemente usadas para distinguir los distintos niveles, con características litológicas propias, que integran la primera parte de este conjunto. Sus diversas coloraciones, espesores y otros caracteres, imprimen a cada término un sello particular que permite individualizarlos dentro de la serie. Por encima de éste se halla el "Terciario Subandino", a menudo inseparable de las "Areniscas Superiores" estratigráficamente, pues sigue a éste en transición gradual y no rara vez, manteniendo coloraciones muy semejantes. Más fácilmente visible se presenta la discontinuidad que separa al "Terciario Subandino" de los llamados "Estratos Jujenos", constituidos por depósitos fluviales, a menudo con gran participación de conglomerados y, en cantidad menor, margas y areniscas de color variado, aunque predominan los tonos amarillentos y parduscos. Ellos han sido alcanzados por los movimientos de discolación ocurridos durante el Eoceno superior y frecuentemente guardan con las formaciones más antiguas una relación tectónica, encontrándose anormalmente apoyados contra o sobre los términos anteriores y correspondiendo el plano de separación a una fractura.

Quizá aún dentro del Eoceno o, en todo caso, en el cuaternario inferior, tuvo lugar una acentuada actividad volcánica que determinó la acumulación de una potente capa de tobas cineríticas en las concavidades del relieve preformado. Siendo este tipo de acumulación en depresiones una característica peculiar de los "Estratos Jujenos", parecería que tales tobas pudieran atribuirse a ese período. Cierta apoyo a esta suposición presta la ausencia de sedimentos "Juje



SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA NACION
DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA MINERA
DIRECCION DE GEOLOGIA

ños"típicos en la parte comprendida entre el Cordón de Santa Victoria y Santa Catalina. El estaría representado, más bien, por el relleno tobáceo que ocupa las concavidades del relieve en esa zona, diferencia litológica explicable si se tiene presente que ya durante la última parte del Plioceno algunas estructuras positivas han debido constituir barreras que aislaron parcialmente las cuencas. El relieve anterior a esta deposición formado a expensas de las rocas antiguas, es muy desigual y se efectuó en un ambiente totalmente distinto del actual, climática y topográficamente hablando, pues el área por él abarcada se hallaba a un nivel mucho más bajo que el ocupado hoy por sus relictos visibles. Con esto queda establecido que la elevación del bloque puneño a la altura en que se encuentra actualmente es un acontecimiento relativamente reciente, aunque es probable que se iniciara ya durante las distintas etapas del llamado "Segundo Movimiento Terciario" (Groeker). El hecho concreto es, sin embargo, que las tobas blancas, a menudo caolinizadas, observables en la zona de La Quiaca, se adosan lateralmente contra las elevaciones constituidas por rocas antiguas no existiendo, entre ambas, viejos conos de deyección provenientes de tales elevaciones.

Las tobas blancas acumuladas en las depresiones intermontáneas fueron cubiertas, previo un período de erosión no muy prolongado, por aluviones más modernos que ahogaron casi completamente las líneas de drenaje establecidas posteriormente a la deposición de aquellas y, posiblemente, dependientes de un sistema colector atlántico. Un carácter notable de estos depósitos aluvionales es que en su composición participan areniscas deleznales, con abundante coloración rojo-parda, a veces algo calcáreas y con cantidades considerables del material tobáceo preexistente. La súbita aparición de estos componentes, netamente separados de las tobas blancas del yacimiento



SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA NACION
 DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA MINERA
 DIRECCION DE GEOLOGIA

llevan a la conclusión de que sólo a raíz de movimientos muy tardíos quedaron expuestos a la erosión los bancos de areniscas, margas y calcáreos del "Sistema de Salta". Se afloraron con anterioridad dentro del área ocupada por las tobas, no podemos determinar con certeza pues, como hemos dicho, entre dichas tobas y los términos más antiguos no quedan hoy expuestas acumulaciones de pie de sierra que permitan reconocer elementos litológicos de otras formaciones. El "Sistema de Salta" se hallaba ya, sin duda, fuertemente perturbado al hacer su aparición, por movimientos radiales modernos. Testigos de tal diastrofismo se hallan en los afloramientos que componen "Siete Hermanos", en las cercanías de Yaví y, en general, en toda la zona hasta Tres Cruces. No menos evidentes se hacen estos acontecimientos en los girones de ese complejo conservados en el Cordón de Escaya-Cochinoca y muchas otras localidades.

El relleno aluvional moderno corresponde a una época en que la zona carecía de drenaje al mar; su deposición sólo fue interrumpida allí donde la erosión retrogresiva incorporó las partes marginales de esta gran meseta a la cuenca atlántica, como sucedió en el área drenada por las Quebradas de Yavi, Sansana, Toro Ara y, al occidente de la Quiaca, hasta las cabeceras de la Quebrada de Toquero, hoy definitivamente reunidas por un colector común, el río de La Quiaca, tributario del San Juan.

En las secciones aún no alcanzadas por la erosión dependiente de este sistema, la deposición continuó, provocando el rellamamiento de los bolsones intermontáneos mediante drenaje centrípeto y, en cierta medida, por el transporte eólico. Tenemos así, pues, que aún a varios miles de metros sobre el nivel marino la sedimentación ha tenido y tiene lugar hasta el presente, en virtud de un marcado equilibrio entre la magnitud de los movimientos ascendentes, que af



SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA NACION
DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA MINERA
DIRECCION DE GEOLOGIA

taron a los cordones limitantes de esas cuencas, y la baja capacidad erosiva de los cursos de agua, alimentados por precipitaciones insuficientes para rebajar con rapidez las barreras formadas.

Una ilustración típica de este fenómeno proporciona la región que se extiende entre el límite argentino-boliviano, por el norte; la Sierra de Quichagua por el sur; las sierras de Bincona da, San José, Altos de Yocaba y Santa Catalina por el oeste, y su doeste y, por el oriente, la Sierra de Cochinoa y su prolongación tentrional, los Cerros de Escaya. Dentro de este marco de cierre queda comprendida la depresión cuyo drenaje concurre a la laguna de Puzuelos, alimentada por el Río Cincel desde el sur y el Grande desde el norte.

Importante es recalcar en este caso la presencia de amplias lentes de rodados en el relleno de valle; ellos no pudieron hallar salida hacia las líneas de drenaje atlántico; al faltar gradientes pronunciados por la colmatación paulatina de la cuenca, fueron expandidos en los bajos durante las épocas de creciente que afectan al régimen de estos ríos.

El último aporte recibido consiste en sedimentos eólicos, frecuentemente removidos y redepositados, que hoy forman la cubierta común de todos los términos anteriores. Dado el ambiente eólico actual, árido, esta cubierta se halla sometida a continuo cambio en su composición por efecto del viento, que transporta y selecciona sus materiales durante los períodos de estiaje. En tales épocas, las áreas de baja presión que se instalan en la zona, provocan campos isobáricos con fuerte gradiente de tendencia general NE-SW, produciéndose entonces los vientos portadores de humedad, provenientes de los cuadrantes NE y SE, que determinan la estación lluviosa. Las condiciones cambian radicalmente con el paso hacia el otoño e invierno, notándose una inversión total en las trayectorias de vi-



SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA NACION
DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA MINERA
DIRECCION DE GEOLOGIA

tos, con origen en los cuadrantes NW y SW, en general secos.

Esta flucturación acarrea como consecuencia un vaivén de los sedimentos finos dentro de las cuencas intermontañas mencionadas, la que se manifiesta claramente en el paisaje. En efecto, basta observar la posición ocupada por los productos del transporte eólico entre Tres Cruces y La Quiaca para comprobar su exactitud: al este de la localidad mencionada y de Abra Pampa, se los ve sobrepuestos a los cordones montañosos, a menudo a gran altura y hasta cerca de las cumbres, mientras que hacia el oeste se repite el fenómeno sobre la fald oriental de las elevaciones adyacentes a Abra Pampa. Ejemplos de esta índole abundan en la región puna.

RASGOS HIDROGEOLOGICOS.- Desde el punto de vista hidrogeológico nos encontramos aquí en presencia de dos ambientes netamente opuestos: uno, correspondiente al área abarcada por los tributarios del Río La Quiaca y de drenaje atlántico; otro, típicamente de "bolso" que comprende toda la zona cuyo drenaje converge a la Laguna de Foz de los Andes. La diferencia esencial entre ambos reside en que, mientras en el primer caso los colectores del río drenan su zona de influencia, en el segundo, en cambio, los cursos de agua apertan a la cuenca cerrada.

Aclaremos este concepto fundamental cuando se estudian los caracteres de las aguas subterráneas en relación con los cursos superficiales-tomando como ejemplo cualquiera de los tributarios del Río La Quiaca. Lo que descienden del sistema de Escaya-Tafna, como en la Quebrada del Toquero, posee, aún en estiaje, una pequeña corriente que satisface las necesidades de la escasa población allí radicada. La procedencia de esta agua -que fluye de manantiales a menudo observables en las rocas antiguas y, otras veces, aflorando en el contacto entre las tobas blancas, caolinizadas, y la cubierta de aluvión más reciente-



SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA NACION
 DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA MINERA
 DIRECCION DE GEOLOGIA

dermo -es bien clara. En efecto, los pliegues y diaclasas de las formaciones paleozoicas y precámbricas, citados más arriba, forman un reservorio natural de las precipitaciones estivales y de la condensación de nieblas que frecuentemente cubre los altos cordones constituidos, como sabemos, por tales rocas. En apoyo de esta afirmación podemos citar el mismo ejemplo de la Quebrada del Toquero: los manantiales abundan precisamente allí donde la quebrada corta la sierra casi normalmente al rumbo de los pliegues y, por ende, donde más activa ha sido la remoción del material tobáceo que los recubre. Es muy raro, en cambio, hallar dichas emanaciones lejos de los flancos de sierra, salvo en las partes en que la erosión retrogresiva ha elaborado gargantas que, en sus cabeceras, se hallan ya cerca de los contactos entre las rocas pligadas y los materiales modernos.

Gran parte del agua que concurre a la Quebrada del Toquero se insume rápidamente en el rolleno de rodados del lecho para reaparecer, en cantidad decreciente, aguas abajo. El caudal que en este je llega a la altura del puente internacional entre la Quiaca y Villazón es exíguo, sin que podamos precisar cifras por no existir aforos convenientes.

Idénticas características poseen los cursos que descienden por las quebradas de Yavi-Sansana y Toro-Ara. En el primer caso, la zona de infiltración, sin duda importante, es el flanco occidental del Cordón de Santa Victoria. El valle de Sansana parece hallarse alimentado, más bien, por el agua infiltrada en el acarreo moderno que rodea a las elevaciones situadas al este de Pumahuasi. Esta suposición puede hallar cierto apoyo en el hecho de que los niveles inferiores de algunas minas explotadas en esa zona sufren una rápida inundación, especialmente en el período estival y precisamente cuando tales niveles se hallan dentro de las rocas antiguas siendo su drenaje natural muy lento; el contacto entre el aluvión más moderno y las tobas ha de ser, en este caso, la vía de más activo escurrimiento, aunque insuficient



SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA NACION
DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA MINERA
DIRECCION DE GEOLOGIA

si se tiene en cuenta la poca duración de la corriente superficial en esa Quebrada.

Condiciones diametralmente opuestas presenta el "bolson" de Santa Catalina-Pozuelos. El Río Grande, importante arteria de desagüe de las serranías adyacentes a Santa Catalina, tiene el régimen usual de los cursos de agua puneños: gran caudal durante e inmediatamente despues de las precipitaciones estivales, para reducirse hasta desaparecer en los meses de estiaje (Abril-October). Gran parte del agua pasa a saturar las acumulaciones de rodados debidas al mismo río y la que, en algunos casos, tienen un desarrollo lateral considerable. La capa acuífera así originada tiene una vida efímera, no obstante debido a la evaporación elevada, al escurrimiento (hacia la Laguna de Pozuelos y, en medida mucho menor, a la exploración. Su base se halla entre cuatro y seis metros debajo de la planicie; ella aflora en una serie de manantiales alrededor de la Laguna de Pozuelos y explica, en parte, la presencia de agua en dicha laguna durante todo el año. Su salinización sólo se opera en las inmediaciones de la Laguna y ya dentro de la batida donde se han concentrado las sales aportadas por el drenaje y el relleno del yacimiento. Una segunda capa acuífera, que se halla entre ocho y doce metros, converge con cierto gradiente hacia el centro de la cuenca hallándose a alrededor de los diez metros en Puesto Grande y a algo menos de ocho en Cieneguilla. Su riqueza hídrica es bien manifiesta, pues allí donde se la explota, como en la Aduana de Cieneguilla, que hasta hace poco tiempo proveía de agua a la población, no se ha observado hasta la fecha la menor depresión, pese a que de ella se explotan no menos de ocho metros cúbicos horarios.

Entre estas dos capas se coloca un estrato muy poco uniforme de arcilla arenosa roja, correspondiente al acarreo que rellena tanto esta cuenca como la anteriormente descripta de La Quiaca.



SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA NACION
DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA MINERA
DIRECCION DE GEOLOGIA

Por debajo de la segunda capa se continúa este tipo de depósito con espesores variables, hallándose su yacimiento constituido por las tobas blanquecinas arriba mencionadas. Dentro de ellas toda búsqueda de acuíferos ha resultado infructuosa; de existir estos, sin embargo, no podrían presentar condiciones ventajosas de explotabilidad, dada la extrema salinidad de estos sedimentos.

CONCLUSIONES. - 1ª) La provisión de agua potable al pueblo de La Quiaca no podrá solucionarse por medio de perforaciones en busca de capas acuíferas subterráneas, debido a que las tobas blancas se apoyan sobre las rocas antiguas, sin mediar entre ambas formaciones estratos suficientemente permeables o conos de deyección que puedan actuar como acuíferos. El espesor de las tobas, acumuladas en depresiones según se ha dicho, es muy variable. Hacia arriba, el contacto entre dichas tobas y el acarreo moderno, así como las intercalaciones arenosas dentro de éste tampoco ofrecen perspectivas, fuera de las infiltraciones que concurren hacia las líneas de drenaje y provenientes del almacenamiento hídrico operado por el complejo más antiguo.

Será necesario estudiar las posibilidades que presenta el sistema del Río La Quiaca, especialmente en el tramo comprendido entre la confluencia de la Quebrada de Tafna (o la de Cieneguilla) con el colector principal, a fin de establecer tomas de tipo subálvico. La topografía, en conjunto, parece ser favorable a esta solución, debiendo completarse, en primer lugar una nivelación que indicará el camino de conducción más adecuado.

2ª) En la zona de Cieneguilla-Puesto Grande-Santa Catalina, la solución al problema del agua potable ha de circunscribirse a la explotación de las dos capas acuíferas conocidas. Ninguna experiencia se ha efectuado allí para extraer el agua por medio del molino a viento. Esto parecería inexplicable si se tiene en cuenta el ó



SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA NACION
DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA MINERA
DIRECCION DE GEOLOGIA

timo resultado obtenido por ese medio en la localidad de Abra Pampa. Tampoco se observa tendencia alguna a crear reparos, con vegetación, a fin de evitar el transporte eólico del suelo útil, cuya extensión es cada vez más reducida; agrava esta situación el pastaje sin método. A estar por la calidad del suelo y el régimen de vientos imperante (según datos estadísticos suministrados por la Oficina Meteorológica de La Quiaca) podemos suponer que las condiciones se presentan favorables para un ensayo de plantaciones de tamarisco y álamo, este último acilitado satisfactoriamente en la zona de Yavi.

No podemos establecer con certeza la capacidad de las capas acuíferas en la zona de Puesto Grande por falta de datos sobre los pozos existentes, por lo menos en lo que respecta a la segunda de ellas, que parece ser la más constante. La colaboración de los propietarios de fincas en ese sector sería de ^{suma} utilidad en tal sentido y se justificaría al esfuerzo que se efectuara para conseguirla.

La población de Yoscabasa se encuentra ubicada sobre una delgada capa aluvional encontrándose la roca antigua a muy poca profundidad. Sólo más al este del pueblo es posible esperar condiciones semejantes a las de Puesto Grande y Cieneguilla, siendo la distancia a salidas de unos 2 km. Los pozos para extracción de agua a mano, existentes en la plazuela, acusan un aporte muy exiguo por parte de las rocas antiguas.

Enero 4 de 1946

PDO) C.S. PETERSEN

M.S.

ES COPIA DEL INFORME N° 176
(numeración corriente en esta Dirección).