

24 ABR 1967

REPUBLICA



ARGENTINA

MINISTERIO DE ECONOMIA DE LA NACION

SECRETARIA DE INDUSTRIA Y MINERIA

SUBSECRETARIA DE MINERIA

INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

AV. JULIO A. ROCA 651

BOLETIN Nº 105

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO
DEL
VALLE DEL RIO CONLARA

AL SUR DE LA LINEA SANTA ROSA-MERLO (SAN LUIS)

POR

ESTEBAN BOJANICH MARCOVICH



BUENOS AIRES

1964

REPUBLICA ARGENTINA



PODER EJECUTIVO NACIONAL

Presidente de la Nación

Doctor ARTURO U. ILLIA

Vicepresidente de la Nación

Doctor CARLOS H. PERETTE

Ministro de Economía

Doctor JUAN CARLOS PUGLIESE

Secretario de Industria y Minería

Doctor ALFREDO J. CONCEPCION

Subsecretario de Minería

Doctor LUCIANO R. CATALANO

HONORABLE DIRECTORIO DEL INSTITUTO
NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

<i>Presidente</i>	DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO
<i>Vicepresidente</i>	DR. AMÍLCAR O. HERRERA
<i>Director</i>	ING. JULIO R. MILLÁN
<i>Director</i>	DR. LUIS N. SALADO
<i>Director</i>	DR. ROBERTO V. TEZÓN
<i>Director Ejecutivo</i>	DR. JULIÁN A. FERNÁNDEZ

INDICE

RECONOCIMIENTO	7
RESUMEN	9
CAPITULO I	13
Introducción : Propósitos y alcance de esta investigación	
CAPITULO II	15
Ubicación y extensión del área. Investigaciones anteriores. Métodos de investigación empleados	
CAPITULO III	17
Geografía. Orografía e hidrografía del valle. Población. Medios de comunicación. Vegetación. Clima. Recursos minerales. Agricultura y Ganadería	
CAPITULO IV	27
Geología. Estratigrafía. Tectónica. Geomorfología	
CAPITULO V	31
Hidrología. Aguas subterráneas. Escurrimiento de las aguas. Agua en la arena. Agua en la grava. Agua en las arcillas. Permeabilidad de los materiales. Posibilidades de surgencia. Fluctuaciones del nivel freático. Relación del nivel freático con la topografía. Recarga del agua subterránea. Descarga del agua. Descarga por pozos. Pozos cavados a pala y pico. Posibilidades de riego. Calidad del agua. Calidad del agua en relación con las formaciones geológicas donde circulan.	
CAPITULO VI	46
Prospección geofísica. Interpretación de los perfiles geoelectricos	
CAPITULO VII	50
Conclusiones. Recomendaciones	
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	52
TABLAS	
N° 1 : Perforaciones.	
N° 2 : Análisis del agua.	
N° 3 : Precipitaciones.	
N° 4 : Datos Meteorológicos.	
MAPAS	
N° I : Mapa geológico.	
N° II : Recursos de agua.	
N° III : Tipos de rocas desde el punto de vista hidrogeológico.	
PERFILES	
N° I : Formaciones geológicas presentes en el valle.	
N° II : Comportamiento de las capas de agua, libres y confinadas en distintas secciones del valle.	

LÁMINAS

- Nº I: Fotografía 1. Rocas del basamento de la sierra de los Comechingones.
» 2. Restos de umbral cristalino.
- Nº II: » 1. Rodados de cuarcitas y micacitas.
» 2. Nacientes de Arroyo del Tigre.
- Nº III: » 1. Barranca de Los Loros.
» 2. Fijación de suelos por medio de raíces.
- Nº IV: » 1-2. Componentes del cono de deyección. Sierra de los Comechingones.
- Nº V: » 1. Cauce arenoso del río Seco.
» 2. Río Conlara frente a Santa Rosa.
- Nº VI: » 1-2. Efectos de la erosión sobre una planicie en Papagallos.
- Nº VII: » 1-2. Elementos de un dique de captación de aguas en el Arroyo Cortaderas.
- Nº VIII: Ensayos de absorción a distintas cotas. Curvas obtenidas y su relación con la formación de la capa freática.
- Nº IX: Gráfico de las curvas obtenidas por el perfilaje geoelectrico.

RECONOCIMIENTO

Me resulta grato agradecer la cooperación que para realizar este trabajo de tesis doctoral he tenido de quienes me han asesorado acerca de la manera de organizar y programar su realización. Tal es el caso del Dr. Tomás Suero, que actuó como padrino de tesis; los Doctores César R. Vilela, Oscar J. Ruiz Huidobro, Mario Sosic y Mario Klein, integrantes del Servicio Hidrogeológico de la Dirección Nacional de Geología y Minería cuyas sugerencias han sido de mucha utilidad sobre todo en los trabajos de gabinete y de campaña.

De igual modo debo reconocer la valiosa información de quienes han efectuado trabajos anteriores en estas zonas; a las autoridades provinciales, municipales, propietarios de campos, industriales, mineros, etc., por haber facilitado el acceso para la medición de pozos, extracción de muestras de agua para analizar y por haber suministrado datos de toda índole que de una u otra manera han sido de mucha utilidad.

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL VALLE DEL RIO CONLARA AL SUR DE LA LINEA SANTA ROSA-MERLO (SAN LUIS)

RESUMEN

En estudio realizado por encargo de la Dirección Nacional de Geología y Minería se describen las condiciones hidrogeológicas de la parte sur del valle del río Conlara en su porción correspondiente a la provincia de San Luis. La mitad norte, que está ubicada en la provincia de Córdoba, ya fue investigada con anterioridad desde este punto de vista.

Se emplearon como base las hojas topográficas en escala 1:200.000 22 h, Santa Rosa, y 23 h, La Estanzuela, cuya descripción geológica detallada ya fue realizada, carteario en las mismas los diversos tipos de rocas desde el punto de vista de la hidrogeología, vale decir, teniendo presente el tamaño y forma de los granos, textura, estructura, etc., y la aptitud de alojar o no agua en sus intersticios. En base a los perfiles de las perforaciones profundas realizadas en el valle se estudió la circulación del agua en los diversos tipos de sedimentos, recarga y descarga de la cuenca, calidades del agua, etc.

El total del área investigada abarca 4.550 km cuadrados aproximadamente, comprendida entre las sierras de los Comechingones, límite natural de Córdoba al este, y las sierras de San Luis al oeste; por el sur estaría cerrada por las sierras de La Estanzuela, Tilisarao, del Carrizal, Naschel y San Felipe, y por el norte como límite artificial la parte septentrional del valle de Conlara en la provincia de Córdoba.

El río más importante que cruza el valle es el Conlara, que le da su nombre, con varios afluentes de menor importancia y casi siempre temporarios.

La población, distribuida en forma irregular, está establecida en pueblos ubicados a lo largo de la línea del F. C. San Martín y sobre la llamada "Costa de la Sierra", que es la faja adyacente a la sierra de Los Comechingones. Su densidad oscila entre 4,50 y 5,25 habitantes por kilómetro cuadrado. Entre las localidades de mayor importancia se pueden citar: Santa Rosa, Merlo, Concarán, Tilisarao, Naschel, Carpintería, Villa Larca, Papagallos, etc.

Medios de comunicación de importancia son: una línea férrea que va desde Villa Mercedes a Villa Dolores, una Ruta Nacional (nº 145) paralela a ésta y que une las mismas ciudades, además de otras provinciales, caminos y huellas que cruzan el valle en diversos sentidos.

La formación "Patagónica-Jujeña" caracteriza a la vegetación, que es de tipo xerófilo en pisos, de acuerdo a la altura, teniendo así pastos y hierbas en las cumbres y montes en la parte llana del valle. Se cuentan entre los componentes del valle: molles, coco, tala, algarrobo blanco y negro, tabaquillo, cina cina, chañar, atamisqui, etc., que se talan a veces en forma despiadada, con el consiguiente perjuicio, ya que no son reemplazadas por otras especies similares.

El clima es típicamente continental, con escasa humedad y temperaturas que oscilan entre los 42º y 43º C en verano y 4º a 5º C en invierno. Las lluvias tienen promedio de 500 mm anuales y se distribuyen irregularmente.

Desde el punto de vista económico, el poblador del valle se dedica a una explotación reducida de recursos minerales y rocas de aplicación; entre los primeros se cuenta el wolframio, berilo, uranio, fluorita, feldespato, mica, etc., y entre los segundos, mármoles, calizas, granito, etc. Hay además actividades agropecuarias, por contarse con suelos aptos, cultivándose cereales, forrajes de todo tipo, horticultura y fruticultura.

Respecto a la constitución geológica, predominan en la zona afloramientos en buena parte continuos de rocas graníticas y metamórficas de variado tipo que integran el Basamento Cristalino, atravesados por filones mesosilíceos, posiblemente pérmicos; sobre este conjunto se adosan sedimentitas areno-calcareas terciarias y un variado conjunto de depósitos cuaternarios y de edad reciente.

Desde el punto de vista estructural esta zona forma parte integrante de las Sierras Pampeanas, siendo factible reconocer una fracturación del basamento cristalino en grandes bloques limitados por fallas posiblemente inversas. El ascenso de estos bloques, con componentes casi verticales, dio como resultado perfiles serranos casi verticales o con fuerte inclinación, mayor en el lado occidental, formando frentes abruptos visibles a distancia. Los ciclos diastróficos terciarios fueron responsables de esta estructura.

Las fallas principales que se observan en superficie están acompañadas por otras secundarias más o menos continuas y paralelas. Se supone que existen otras similares en el

valle intermontano, cubiertos por el relleno moderno; en algunos casos se puede constatar la presencia de bloques que afloran en la parte central del mismo.

Los caracteres morfológicos son muy sencillos: el valle tiene perfil asimétrico, con caída suave hacia el oeste y norte; el mayor desnivel lo constituyen los afloramientos del basamento cristalino, paralelos entre sí.

La erosión constituyó en principio una peneplanura, rejuvenecida luego por los movimientos terciarios. En la porción meridional participan en el relieve juvenil efusiones basálticas.

La red de drenaje, como consecuencia del diastrofismo terciario, tuvo cambios notables en los ríos actuales, llegando a invertir completamente su sentido, como el caso del mismo río Conlara, que actualmente lo hace de sur a norte como caso excepcional dentro de los ríos del país.

En lo referente a la Hidrología, se describen los diversos tipos de rocas superficiales a profundas por donde circula, se acumula o está ausente el agua. Se toma como base para este fin la relación entre la forma y tamaño de los granos, su acomodación, conexión de los poros, etc., habiéndolos agrupado en:

- Rocas compactas con fisuras estrechas.
- „ porosas y permeables.
- „ con poros chicos e impermeables.
- „ con fisuras largas, profundas y cavernosas.

Para efectuar el cálculo estimativo de la cuenca se tuvo presente la forma como se realiza el escurrimiento superficial y subterráneo del agua. Se efectuaron experimentos "in situ" para determinar la absorción del suelo y su influencia sobre la formación de la capa freática.

En base a un examen detallado de los perfiles de las perforaciones profundas realizadas hasta la fecha se determinó la presencia de los acuíferos en las formaciones arena, grava y arcilla. Se enumeran las causas posibles de la ausencia de nivel piezométrico positivo en todas estas perforaciones, hecho muy singular por cuanto en valles semejantes de otras partes del mundo se presenta esta condición.

Durante el tiempo que duró el trabajo de campaña no se pudieron comprobar, por no existir instrumental, las fluctuaciones de la freática, aunque se supone que existe.

En perfiles longitudinales tomados de las perforaciones profundas y también en base a datos del censo de pozos, se pone en evidencia la falta de relación entre la topografía y la capa freática debido a la presencia de sedimentos muy permeables, sobre todo en los ápices de los conos de deyección, que es por donde se insume el agua superficial.

Se establece la recarga del agua subterránea en esta cuenca y también los medios, naturales o artificiales, mediante los cuales se efectúa la descarga.

Las posibilidades de utilizar el agua de perforaciones para riego, si bien es cierto que son buenas, deben estar sujetas al tipo de cultivo que se efectúe.

Se interpreta la calidad del agua superficial y subterránea mediante sus relaciones con las formaciones geológicas por donde circula o se acumula, llegándose a la conclusión de que en general son de buena calidad desde el punto de vista químico.

Para completar la información en los lugares donde no existían datos para la confección de las curvas isofreáticas y para comprobar la presencia de bloques de basamento en el centro del valle, se llevaron a cabo sondeos geoeléctricos, cuyos detalles y conclusiones se agregan en un capítulo final.

Complementando este estudio se agregan al final tablas de perforaciones, de precipitaciones y de datos meteorológicos.

De los resultados obtenidos en este estudio se desprende que el origen del agua subterránea se debe a:

- Percolación del agua de lluvia.
- Filtración del sistema hidrográfico.
- „ de agua de condensación de vapores.
- „ de agua de nieves.

Los caudales son importantes y suficientes para efectuar obras de riego. La calidad desmejora a medida que nos alejamos de la sierra.

Se recomienda:

- a)** Aumentar el número de tomas de agua superficial y conducción hasta las zonas de cultivo para aplicarla en cultivos nobles y también con fines industriales;
- b)** Forestar la sierra en la parte que se va talando y en las márgenes de los arroyos, para prevenir la erosión;
- c)** Captar por perforaciones horizontales el agua que se acumula en la subcuenca que se forma entre la falla principal y las fallas secundarias en la sierra de los Comechingones;
- d)** Realizar exploraciones geofísicas en la parte central y sur del valle, para conocimiento de la tectónica del basamento, a fin de ubicar futuras perforaciones profundas;
- e)** Instalar instrumental para observaciones meteorológicas en la faja próxima a la sierra de los Comechingones; y
- f)** Efectuar una evaluación de las reservas hídricas basándose en perforaciones profundas.

INTRODUCCION

PROPOSITOS Y ALCANCE DE ESTA INVESTIGACION

La Dirección Nacional de Geología y Minería por intermedio de sus servicios especializados tiene un plan de estudios, tendiente a alcanzar el conocimiento cabal de las distintas cuencas hídricas del país; entre ellas está la del "Valle del río Conlara", donde se han llevado a cabo investigaciones de orden hidrogeológico y geofísico, completándose las con las perforaciones que se vienen realizando.

En la parte norte del valle, vale decir, en la mitad correspondiente a la provincia de Córdoba, las investigaciones han sido más amplias, ya sean geofísicas, utilizando sólo métodos de resistividad del terreno, o por perforaciones previo estudio de las condiciones hidrogeológicas, todas ellas tendientes a tener un conocimiento mayor de la tectónica del basamento.

La parte sur de este valle, o sea la correspondiente a la provincia de San Luis, que abarcaría desde la línea Santa Rosa-Merlo, es la que me propongo describir en este informe, partiendo de datos conocidos y observaciones propias, y deduciendo de éstos la probabilidad de mejorar las condiciones que se presentan en esta zona para el abastecimiento de agua a los pobladores, industria, riego, etc.

Para desarrollar este tema me he valido de todos los trabajos de orden geológico que se han realizado en esta zona desde muchos años atrás, de los perfiles correspondientes a las perforaciones existentes y las que se realizan y de mis propias observaciones en el terreno, las cuales he complementado con sondeos geoelectricos en las porciones carentes de información.

Actualmente el abastecimiento de agua a los pobladores se realiza de maneras diversas: dentro de la parte central del valle extraen agua de las pocas perforaciones profundas existentes o de pozos comunes cavados a pala y pico. También aprovechan el agua de lluvia que almacenan en represas construidas en forma rudimentaria o las que recolectan de los techos y conservan en aljibes o cisternas. En la parte este del valle, vale decir, sobre lo que los pobladores denominan "Costa de la sierra", utilizan el agua de los arroyos temporarios que bajan de la sierra de los Comechingones y que luego es conducida por medio de canales impermeabilizados algunos, otros no, hasta unos cuantos kilómetros dentro del valle. Sobre la parte oeste o sea sobre la sierra de San Luis aprovechan el agua de los arroyos que bajan hacia el río Conlara, utilizando en parte el agua que extraen de pozos cavados a pala o de perforaciones poco profundas, y en mayor proporción el agua que por medio de canales y acequias distribuye Agua y Energía desde el dique San Felipe, llegando actualmente hasta la altura de Santa Rosa.

Los centros poblados en general cuentan en su mayoría con obras que fueron construidas por Obras Sanitarias de la Nación, conjuntamente con la Dirección de Minas en la parte de perforaciones. El agua se distribuye por medio de surtidores públicos previo tratamiento.

El considerable aumento de población ha determinado una subdivisión y ocupación de parcelas que hasta ahora no fueron explotadas, creando de este modo el problema sobre la cantidad de agua a distribuirse y también el de la distribución en sí. Las autoridades se verán a corto plazo ante una situación que sin duda se tornará crítica en épocas de sequías prolongadas. Es imprescindible en consecuencia realizar las obras necesarias para aumentar

el caudal a distribuirse mediante nuevas represas y perforaciones, ya que la capacidad potencial de la cuenca hace abrigar la certeza de que la solución del problema es posible obtenerla sin inversiones desproporcionadas.

Existe un ejemplo notable de la importancia y valor que adquieren los terrenos ubicados dentro del área de influencia de obras realizadas por las autoridades nacionales. En el camino que va de Piedras Blancas a Cañada La Negra, A.N.D.A. realizó cuatro perforaciones profundas y mantiene un servicio reducido muy eficiente. La población se concentró en sus proximidades, de tal modo que contrastan estos grupos de quintas, chacras, etc., con los desolados parajes circundantes donde sólo existen puestos aislados.

Lo mismo ocurrió desde la localidad de Carpintería hacia Los Espinillos, donde se realizan actualmente perforaciones profundas. Igual se puede decir del impulso que se les dio oportunamente, con la ejecución de obras de este tipo, a Los Molles, Cortaderas, Villa Larca, etc.

Es factible ampliar el abastecimiento actual de agua en el valle del río Conlara efectuando obras que aunque no se lleven a cabo en forma inmediata pueden programarse para el futuro mediante planes cuya financiación sería cubierta con el impulso que se le proporcionaría al comercio, agricultura, ganadería y ventas de tierras fiscales. Al mismo tiempo se aumentaría la percepción de impuestos y hasta podría amortizarse, al menos en parte, el costo de las obras, percibiendo derechos de agua.

Así tendríamos que, descontando el impulso que han dado obras de mucha envergadura como la construcción del dique San Felipe con su red de distribución de agua a todo lo largo del cauce del río Conlara, sería necesario aumentar el número de perforaciones profundas en la faja que se extiende desde la ruta provincial nº 1, que une Río Cuarto a Villa Dolores hacia el W, hasta la línea que partiendo de Cañada La Negra al norte, pasaría por La Invernada y Pozo Cavado, terminando al sur a la altura del Km 13 del camino desde Papagayos a Tilisarao. Perforaciones de menor profundidad y que pueden solventar los propietarios deberían efectuarse al W de la línea citada en último término y la zona donde llegan los canales distribuidores del embalse de San Felipe. En esta última faja, si bien la calidad del agua de la capa freática no es muy buena, puede utilizarse y además tiene la ventaja de hallarse a poca profundidad.

Las condiciones hidrogeológicas favorables creadas por la escarpa de falla que corre paralela al borde de la sierra de los Comechingones, desde la localidad de Cortaderas al sur, hasta Yacanto al norte y ya dentro de la provincia de Córdoba, pasando por Cerro de Oro, El Rincón, Piedras Blancas, etc., permitiría efectuar obras de captación y activación de los innumerables manantiales que allí se originan. Tales manantiales y vertientes tienen agua de buena calidad que pueden activarse por poco costo y aumentar en forma considerable el caudal aprovechable para riego, consumo del hombre, animales, etc. Otro tanto se debe hacer con los canales de conducción en uso, ya que contando con los elementos necesarios, en este caso piedra en cantidad, se pueden impermeabilizar en buena parte y conducir el agua hasta mayor distancia. Sería conveniente además aumentar el número de represas en las quebradas para compensar, de ese modo, el escaso volumen de las mismas. De este modo a la vez que se aumentaría el caudal de agua disponible se agrandaría la superficie de evaporación. Con ello habría más posibilidad de crear un micro-clima propicio para la formación de nubes, que darían lugar a precipitaciones pluviales, nivales, etc.

Sería factible en la zona aprovechar todo el volumen de agua de lluvias torrenciales que en pocas horas se desparraman por los campos sin ser aprovechados y que con mucha velocidad escurren hacia el cauce del Conlara. Para ello habría que construir represas orientadas paralelamente a los cursos de los arroyos temporarios aprovechando las condiciones óptimas del suelo arcilloso

para la formación de represas con fondo natural impermeable, como las que se construyen actualmente en forma rudimentaria con sólo pisotear el terreno por medio de ganado. Ello se favorecería tomando en cuenta la suave pendiente existente, ya que sería necesario construir sólo un frente, que puede ser del mismo material. Se formarían depósitos que pueden almacenar y mantener en ese estado estos excesos hasta cinco o seis meses sin que se infiltren, creando si se quiere, nuevas zonas de riego.

Extrayendo el agua de perforaciones profundas, el riego sería factible porque se cuenta con buenos caudales y capas de mucha potencia, pero donde aquél es necesario, o sea en la faja que sigue hacia el W, a la falda de la sierra, las aguas se encuentran a profundidades bastante mayores. Como para esta finalidad se requieren perforaciones de mucho diámetro, resultarían costosas por el alto valor del material, por lo que están fuera del alcance de la iniciativa privada. Sólo sería conveniente realizar perforaciones en la parte central del valle, pero la calidad del agua, sobre todo de las primeras capas, muy mineralizadas, perjudicarían los suelos al cabo de poco tiempo. En definitiva, el más conveniente sería el método aconsejado en el párrafo anterior para poder incrementar los cultivos nobles (hortalizas, frutales, etc.) también para fines industriales.

La región cuenta con todos los elementos necesarios que permitirían acrecentar su economía, ya que se dispone de suelos fértiles y agua en abundancia. Sólo falta la mano del hombre y el apoyo de las autoridades, puesto que se presenta el caso de varias obras, sobre todo de perforaciones profundas, muchas de ellas realizadas hace varios años, que se hallan abandonadas a la espera de que se le instalen los equipos para su explotación.

La zona estudiada presenta variaciones amplias en cuanto a la calidad del agua. A tal efecto puede determinarse regiones de acuerdo también con la profundidad de las capas.

En efecto, la falda de la sierra de Comechingones tiene aguas muy buenas tanto las de poca como las de mucha profundidad, mientras que en la parte central del valle son muy mineralizadas las de poca profundidad, sobre todo con cloruros y sulfatos, y buenas las de mayor profundidad. Sobre el cauce del río Conlara y falda de la sierra de San Luis, las de poca profundidad son excesivamente mineralizadas y las muy profundas en algunos casos resultan aptas, pero siempre con algo de sales. En la parte sur del valle la calidad del agua es muy variable, puesto que dentro de zonas de aguas saladas o amargas suelen hallarse capas de agua dulce o por lo menos que el hombre las soporta. La determinación de la presencia de estas capas aptas deberá ser efectuada por medio de la prospección geoelectrica, método sumamente conveniente en regiones que presentan estas características.

UBICACION Y EXTENSION DEL AREA

Abarca este valle una amplia zona bien delimitada por dos sierras paralelas, de hasta 1.400 m s. n. m., de rumbo norte-sur. Se trata de la sierra de los Comechingones al naciente, que es el límite natural con la provincia de Córdoba y la sierra de San Luis al oeste. El valle está limitado por el norte por la meseta de Guanaco Pampa y parte oriental de las cuchillas de Lafinur hasta la punta de Las Lomitas, quedando una salida de un ancho de siete a ocho kilómetros por donde el río Conlara vierte sus aguas en su faz final. Al sur aparecen afloramientos de basamento cristalino que forman las sierras de Tilisarao, El Carrizal, La Estanzuela, Naschel y San Felipe, dejando un paso por donde se incorpora al valle el río que le da su nombre una vez que ha orientado su curso al norte.

Las hojas geológicas 22h y 23h, Santa Rosa y La Estanzuela, respectivamente, cubren este valle que podemos encuadrar exactamente entre los meridianos 64°45' al 65°30' y entre los paralelos 32° y 33° latitud sur.

En el sur, en su parte llana o de relleno aluvial, tiene un ancho máximo de treinta kilómetros, llegándose a estrechar en el norte hasta doce kilómetros; el largo total de esta cuenca es de unos ciento diez kilómetros aproximadamente. A los efectos de este trabajo, la parte que nos interesa y que corresponde la provincia de San Luis, tiene veinte kilómetros de ancho entre las localidades de Santa Rosa y Merlo, siendo su largo de unos sesenta y cinco kilómetros.

Debemos sumar a estas cifras la porción de falda correspondiente a los macizos montañosos hasta la divisoria de aguas, que sería de unos 15 kilómetros sobre la de Comechingones y unos 30 a 35 kilómetros sobre la de San Luis. Vale decir, que sumando las superficies parciales se puede discriminar así:

Parte llana del valle.....	1625 Km ²
Parte falda Sierra de Comechingones .	975 »
Parte falda Sierra de San Luis.....	1950 »
Total.....	4550 Km ²

El río más importante es el Conlara, que cruza longitudinalmente el valle desplazado hacia el oeste y de sur a norte, perdiéndose en forma de bañados en las inmediaciones de Los Cajones. Es de señalar que este río es uno de los pocos con rumbo SN dentro del sistema hidrográfico argentino. Sobre su margen izquierda tiene varios afluentes, algunos temporarios y otros permanentes; sobre su margen derecha el único que llega directamente es el río Claro. Como afluentes de curso temporario, vale decir que las aguas llegan al colector principal sólo en épocas de lluvia, están todos los que nacen en las cumbres de los Comechingones y que más adelante se detallarán.

En el mapa I, figura la ubicación del valle y alrededores con respecto a la provincia y sus límites.

Investigaciones anteriores

Vinculados a esta zona se pueden consultar varios trabajos de carácter general. Los más antiguos corresponden a observaciones geológicas y determinaciones petrográficas de Stelzner (1874), Brackebusch (1876-1879) y Romberg (1892). Estos trabajos, si bien fueron ejecutados en el siglo anterior, siguen siendo de considerable interés y de frecuente consulta.

En el siglo actual, Bodenbender (1905) dio a conocer sus descripciones de minerales y rocas de aplicación de las sierras de Córdoba, Gerth (1914) publicó estudios geológicos, hidrogeológicos y mineros de San Luis, Beder (1922) actualizó los conceptos geológicos que de esta región cordobesa se tenían, muchos de los cuales permanecen inamovibles.

Más recientemente, en el año 1928, Franco Pastore comenzó el estudio organizado y metódico de las sierras pampeanas de Córdoba dedicando atención casi exclusiva al aspecto petrológico. A esa labor metódica debemos hoy el conocimiento de las rocas integrantes de las sierras cordobesas.

Además, efectuaron observaciones de esta zona, Kurtz (1895), Fossa Mancini (1940), Frenguelli, Báez y Lanza.

Por otra parte existen trabajos de tipo minero realizados por varios autores, que por ser demasiado especializados, no aportan datos de interés para la geología regional.

El levantamiento de la hoja geológica-económico de Santa Rosa (22h) fue iniciado por Rigal y terminado por Methol en el año 1954. En cuanto a la hoja 23h correspondiente a la parte sur o sea la denominada La Estanzuela, aún se halla en preparación.

Métodos de investigación empleados

Para llevar a cabo este trabajo me he valido de varias líneas de trabajo. En primer lugar se realizó el estudio y comparación de los perfiles de perforaciones existentes en la zona, cuya lista aparece adjunta al final del trabajo y que fueron realizadas desde hace varios años con equipos de percusión y rotación pertenecientes a la Dirección Nacional de Geología y Minería. También la Dirección de Aguas de la provincia de San Luis realizó algunas perforaciones de importancia y otras fueron efectuadas por particulares. En total, dentro de la parte del valle que nos interesa hay alrededor de 35 perforaciones bien terminadas, y de las cuales se han tomado muestras de las rocas atravesadas y de las capas de agua para su análisis y clasificación.

Para los ensayos de absorción del terreno, que se resumen en la lámina VIII, me he valido de una de las llamadas palas australianas, las cuales actúan girando en torno a un eje que le sirve de mango y tienen la ventaja de efectuar hoyos con un diámetro más o menos constante y con mucha rapidez.

Para completar datos, sobre todo en la confección del mapa de recursos de agua, me he valido de un bicomensador con el cual he realizado electrosondeos bajo el asesoramiento del Sr. Mario Klein, técnico de la Dirección de Geología y Minería. Se ha podido así investigar el comportamiento de los sedimentos y capas de agua al paso de una corriente eléctrica. Este método, bastante difundido en el país en la actualidad, tiene mucha aceptación sobre todo en los lugares donde es necesario recurrir a las capas freáticas, o a aquellas confinadas, ubicadas a una profundidad de hasta 160 metros más o menos, que es el límite de exactitud del método.

GEOGRAFIA

Con una extensión de 76.922 kilómetros cuadrados, la provincia de San Luis ocupa la parte central de la República Argentina. Es una provincia de tipo mediterráneo por su posición geográfica, estando ubicada dentro de la zona templada.

El valle del río Conlara, que nos ocupa, está ubicado en la parte noreste, en el límite con la provincia de Córdoba. Su superficie tal como fue indicada anteriormente, alcanza a 4.550 kilómetros cuadrados.

Orografía e Hidrografía del valle

De la Cordillera de los Andes en su parte norte se desprenden con rumbo NW-SE tres cordones divergentes de montañas que constituyen las sierras pampeanas. Son ellos:

- 1º *El Occidental* formado por: Sierras de Famatina, La Huerta, Pie de Palo, Las Quijadas, El Gigante, para terminar en la cerrillada de La Cebra.
- 2º *El Central* formado por: Sierras de Fiambalá, Velasco, Los Llanos, Chepes, Ulápes y San Luis, prolongándose por los cerrillos de La Aguada, El Lince, El Tala, Charlone, Cazador y Varela.
- 3º *El oriental* formado por: Sierras de Aconquija, Ancasti y las sierras de Córdoba, en las cuales se incluyen la sierra de los Comechingones.

Entre la sierra de los Comechingones y la de San Luis, paralelas entre sí y cerrada al sur por los cordones transversales de La Estanzuela, Tilisarao, Carrizal, Naschel y San Felipe, se halla encuadrado el valle del río Conlara.

Como grupo orogénico más importante vinculado a dicho valle, aparece el ya citado cordón de los Comechingones, con alturas que oscilan entre 2.000 y 2.700 metros, orientado de norte a sur. Su pendiente oriental es suave, de una longitud variable entre 15-20 kilómetros. La parte occidental es abrupta y más corta, baja en 5 ó 6 kilómetros, de 2.400 a 1.300 metros sobre el nivel del mar, siendo fácil observar el flanco de la sierra propiamente dicha y el pie de monte. Sobre el flanco la erosión retrocedente cortó quebradas muy profundas, algunas de ellas con típico perfil en V, las cuales llegan a internarse en el filo de la sierra, siendo paralelas entre sí con dirección normal a la gran falla que originó este sistema. Estas quebradas cortan el cono de deyección mediante cauces anchos que dejan entre ellos lomadas alargadas, sobre las que se han formado terrazas fáciles de observar desde Piedras Blancas hasta un poco al sur de Cortaderas; al sur de esta localidad también existen, pero como veremos más adelante, tienen distinta composición litológica. El primer nivel de esas terrazas, estaría entre los 1.000 a 1.300 metros sobre el nivel del mar, siendo su frente una escarpa de falla de rumbo norte-sur, donde se observan, cuando la erosión fluvial ha actuado en forma activa, umbrales cristalinos y cerros puntudos. Estos últimos es fácil observarlos desde Correderas al norte pasando por Cerro de Oro, El Rincón y Piedras Blancas, llegando hasta Yacanto. El segundo nivel de terrazas es más perceptible en la parte cordobesa del valle, siendo también factible observarlo en la parte puntana.

Movimientos del cuaternario serían los responsables de estos niveles de terraza.

La otra mitad serrana, o sea la correspondiente a la sierra de San Luis, es de menor altura, ya que apenas llega a los 1.000 metros hundiéndose hacia el norte hasta desaparecer bajo los sedimentos cuaternarios a la altura de Lafinur, Pozo del Chañar y Lomitas. Su flanco oriental, que es el que nos interesa, es de muy suave pendiente, similar al oriental de los Comechingones. Está surcado por quebradas de diversos tipos, destacándose sobre todo por su importancia paleontológica la de Cautana, ubicada en las proximidades del Bajo de Veliz, a la altura de Santa Rosa; hay además otras quebradas de menor importancia hacia el sur.

Los ya citados afloramientos de basamento cristalino que cierran la parte sur del valle forman un ángulo obtuso con la sierra de los Comechingones y son menos importantes en altura, pero tienen significación desde el punto de vista hidrogeológico porque subterráneamente endicarían las aguas que se infiltran impidiendo su escape hacia el sur.

De su red hidrográfica, el río más importante que surca este valle es el Conlara, que da su nombre a este bolsón, recorriéndolo de sur a norte en un ancho muy variable, ya que circula tanto sobre el basamento como sobre el relleno sedimentario. Los arroyos Chutunza y Luluara, situados fuera del mapa I, inmediatamente al sur, son los que le dan origen; el primero nace cerca de La Esperanza, manteniendo su curso de este a oeste hasta Piedras Coloradas, donde se une con el arroyo Luluara. Este, que es más importante que el anterior por su caudal y recorrido, nace en los alrededores de Sol de Abril, como resultado de afluentes secundarios muy ramificados. La unión de los citados arroyos da origen al río Conlara, cambiando su curso hacia el sur hasta llegar muy cerca de la localidad de Paso Grande. Allí, por la existencia de un sistema de fallas que favorecieron la efusión terciaria de productos volcánicos, originando cerros andesíticos alineados con dirección NW-SE (cerros del Rosario), el curso del río tomó un nuevo rumbo hacia el este y luego directamente hacia el norte. Recibe en su recorrido varios afluentes, entre ellos el Guanaco Pampa y el de Las Cañas, que nacen en zonas vecinas; en su comienzo el primero se dirige hacia el norte hasta Villa Praga, donde cambia de rumbo, dirigiéndose hacia el este hasta unirse al Conlara. El de Las Cañas, afluente máximo en su margen izquierda, está formado por una red de arro-

yitos que bajan del NE de la sierra Gamera y al este de la de Guanaco Pampa: son los arroyos Salado, Guzmán, Chañares y Largo o del Medio. Por último el arroyo de Las Cañas, pasando por la mina "Los Cóndores", se une al Conlara después de Concarán.

Otros afluentes de menor importancia son los arroyos Pantanillo, Pozo Cavado, El Totorito, el de Los Molles, del Carrizal, del Sauce, del Algarrobal, el ya citado de Las Cañas, y más al norte el Lobos, Chilca, Chañares, Corral del Toro, Arroyo del Tigre y de Las Cuevas. Todos ellos están ubicados sobre su margen izquierda.

En la margen derecha el afluente principal es el río Claro, que captando vertientes se le une a la altura de Ojo del Río, 10 kilómetros al sur de la localidad de Santa Rosa.

El río Conlara desaparece como tal al llegar a la altura de Las Lomitas, desviándose al oeste mediante una curva cerrada, para perder sus aguas en los campos de Lafinur, Alegría, Islitas, etc., habiendo recorrido aproximadamente unos 180 kilómetros con un buen régimen de aguas, cuyos caudales son muy bien aprovechados para el riego, luego de ser embalsados en el dique San Felipe. Su cauce es de régimen muy variable, como dijimos, siendo en general poco profundo. En la fotografía 2 de la lámina V se lo observa a la altura de Santa Rosa.

Sobre su margen derecha recibe, en época de lluvias fuertes, toda o parte del agua de los arroyos que nacen en las quebradas de la sierra de los Comechingones y que desembocan en jurisdicción puntana. Si bien es cierto que todos son de carácter temporario, se pueden considerar en tal carácter como afluentes. Comenzando desde el sur podemos citar los siguientes arroyos: De la Aguada, Boca del Río y de los Chañares, los cuales se pierden al sur de La Estanzuela para ir a alimentar con corrientes subterráneas la ciénaga de Los Manantiales y el arroyo El Carrizal; hacia el S está el Cañada del Tala, el grupo de arroyos que nace en La Estanzuela y que se pierden a pocos kilómetros, alcanzando sus filtraciones hasta el sur de Tilisarao.

De los Altos de Uspara baja El Cebollar y Agua del Cerro; del Cerro Pelado nace el arroyo Papagallos, más al N el de Los Husos, Río Seco, de la Sepultura, Benítez, Cortaderas, Los Molles, Carpintería, Cerro de Oro, de la Cuesta, de Los Cocos, del Tigre, del Molino, Juan Pérez y Piedra Blanca, que constituye el límite con la provincia de Córdoba.

Entre los diques y represas que controlan y regulan el drenaje y distribución del agua de estos ríos están en primer término el dique San Felipe, ubicado en el departamento Chacabuco, terminado en el año 1941 y que extiende sus beneficios de riego a unas 15.000 hectáreas. Tiene una altura de 24,5 metros de tipo a contrafuerte y pantalla llana; el embalse en sí tiene una capacidad de 81 hectómetros cúbicos, formando un lago de 1.543 hectáreas.

Sobre el mismo río y a la altura de Ojo del Río, existe un antiguo dique que embalsaba las aguas y del cual salían canales sin revestir, para riego, que fueron de mucha utilidad en otra época; actualmente son reemplazados por los canales impermeabilizados que vienen del dique San Felipe, paralelos al cauce del Conlara y que muy fácilmente llegarán hasta la localidad de Conlara.

Otros diques o represas de menor envergadura se han emplazado en el ambiente de rocas impermeables de la sierra de los Comechingones y que los pobladores utilizan para riego, abastecimiento del hombre y animales y en algunos casos como fuerza electromotriz para centros poblados; tal el caso de la Villa de Merlo. Podemos citar, además de ésta, otras represas como la de Cerro de Oro, Carpintería, Los Molles, Cortaderas, Villa Larca, etc., y las realizadas por particulares, que son de menor capacidad y de las que nos ocuparemos más adelante.

La captación del agua se hace en base a diques de reja derivadores, galerías filtrantes y desarenadores. La conducción del agua, por medio de acequias, es muy común en la zona montañosa.

Población

La población está distribuida de acuerdo con las condiciones climáticas y por ende con los medios de vida que se han desarrollado. Donde las características fisiográficas permiten el establecimiento humano se agrupó la mayor parte de las poblaciones. Así vemos que, por contar con suelos fértiles, aptos para la agricultura, las faldas de las sierras de San Luis y de los Comechingones se presentaron favorables para el desarrollo demográfico.

La obra del hombre ha contribuido también en ese sentido y así vemos que donde se han construido también obras hidráulicas se dio mayor impulso a las actividades agrícola-ganaderas, creándose colonias de pobladores.

Los departamentos Junín y Chacabuco están comprendidos en este valle con una determinada cantidad de centros poblados que se agrupan a lo largo de la línea del F. C. Gral. San Martín entre Villa Mercedes y Villa Dolores, y sobre la ruta provincial n° 1, que se extiende entre Río Cuarto y Villa Dolores.

Entre las primeras se encuentran las localidades de Naschel, Tilisarao, Concarán y Santa Rosa (Rodríguez Sáa) y sobre la ruta n° 1 están Papagayos, Villa Larca, Cortaderas, Los Molles, Carpintería, Cerro de Oro, Villa Merlo y Piedras Blancas, las últimas son localidades de turismo.

Según el censo del año 1947 el departamento Chacabuco, con una superficie de 2.930 kilómetros cuadrados, tenía 15.256 habitantes, con una densidad de 5.25 habitantes por kilómetro cuadrado. El de Junín, con 2.811 kilómetros cuadrados, tenía 12.646 habitantes y una densidad de 4.50.

Medios de comunicación

Existe una línea ferroviaria de mucha importancia regional, empleada para el transporte de la mayoría de los productos que se elaboran en la zona y aun en la llamada "Costa de la sierra", ya que existen muchos caminos transversales que llegan desde el pie mismo de la sierra hasta las estaciones ferroviarias, situadas sobre el lado occidental del valle, y las cuales corresponden al ramal del F. C. Gral. San Martín ya citado, que va desde Villa Dolores a Villa Mercedes y Buenos Aires. Entre los productos que transportan podemos mencionar: minerales como wolfram, berilo, tungsteno, fluorita, etc.; productos agrícolas, forrajes, maderas, leñas, guano, rocas de aplicación, frutos del país, etc.

Paralelamente a esta vía se ha construido la ruta nacional n° 146, que une las mismas ciudades, por donde circulan diversos transportes automotores, compitiendo con el ferrocarril; en Villa Mercedes se une a dos importantísimas rutas nacionales, las nos 7 y 8, que la unen a Mendoza y Buenos Aires respectivamente.

La ruta interprovincial n° 1, que une Río Cuarto con Villa Dolores, sirve a las poblaciones costeras de Villa del Carmen, Papagayos, Villa Larca, Cortaderas, Los Molles, Carpintería, Cerro de Oro, Merlo y Piedras Blancas. A su vez de cada una de estas poblaciones parten huellas o caminos mejorados hacia la parte alta de la sierra, donde se han formado villas de veraneo, ya que se cuenta con arroyos y vegetación suficiente como para crear condiciones adecuadas.

Uniéndolas poblaciones citadas con la ruta nacional n° 146 y la línea férrea, existen caminos transversales en buen estado de tránsito, a lo largo de los cuales se formaron pequeñas poblaciones que lentamente van creciendo,

entre ellos Pozo Cavado, Balcarce, Santa Martina, La Invernada, Colonia Argentina y Los Espinillos; casi todos cuentan con escuelas provinciales o nacionales, estafeta de correos y comercios.

La ruta provincial n° 21 es la que comunica Villa de Merlo con Santa Rosa y continúa hacia Quines. La ruta provincial n° 6 une Villa Larca con Concarán y San Martín, y otra de igual tipo comunica Tilisarao con Papagayos.

Líneas telefónicas y telegráficas existen sobre la zona oeste; en cambio la línea este sólo cuenta en forma parcial con teléfono y telégrafo, existiendo un servicio de correos que traslada la correspondencia por intermedio del ferrocarril y particulares.

Existen sucursales bancarias, ya sean nacionales o provinciales, en Santa Rosa, Concarán y Tilisarao.

Vegetación

Dadas las características del suelo y escasez de lluvias, la vegetación corresponde al tipo de los bosques espinosos, estando encuadrada dentro del cuadro fitogeográfico argentino en la zona del "norte" o formación "Patagónico-jujeña", de tipo xerófilo, en pisos, por influencia de altura. Así tenemos que en la cumbre de la sierra de los Comechingones es de tipo herbáceo, debido al carácter rocoso y por tener un débil manto de sedimentos finos. Por encima de los 2.400 metros sobre el nivel del mar se soportan bajas temperaturas y fuertes temporales en invierno, época en la cual el monte se reduce, quedando sólo simples pajonales y en la cumbre "pastos duros". En las quebradas que bajan de la sierra y desde una altura que no sobrepasa los 1.400 metros s.n.m. se forman "manchones" de bosques constituidos por molles (*Litraea molleoides*), coco (*Fagara coco*), tala (*Celtis tala*) y tabaquillo (*Nicotiana sp.*). En las orillas de los arroyos crece la ruda, berro, peperina, etc.

Ya en el valle propiamente dicho, los ejemplares son arbustos o árboles de tallos no muy gruesos, ramificados desde el suelo, espinosos y de hojas coriáceas, formando un monte abierto; otros, como los cactus, transforman sus hojas en espinas. Podemos citar el espinillo (especie de acacia), caldén (*Prosopis caldenae*), cina-cina (*Parpiconia acubata*), chañar (*Gourliea decoricans*), brea (*Caesalpinia praecox*), atamisqui, piquillín, chilca, jarilla.

Como monte alto, de aspecto triste y monótono, crecen el algarrobo negro y blanco (*Prosopis nigra* y *Prosopis alba*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho*), molle y coco.

En el SW, la vegetación es halófila debido al tipo salino del suelo, estando representada por Attriplex cachiuyuyo, jume (Suaeda), pastos salinos, etc.

Entre las cactáceas tenemos: penca de tuna comestible y tuna blanca.

En asociaciones abiertas o cerradas se encuentran al pie de la sierra, entre Papagayos y La Estanzuela, bosques de palmera (*Tritrinax campestris*) muy hermosos tal como se representan en las fotografías 1 y 2 de la lámina VI, que le dan a la región un marcado parecido con el aspecto del paisaje entrerriano de los alrededores de Concordia o del correntino de Paso de Los Libres. Parte de estos ejemplares deberían ser salvados de la destrucción despiadada del hombre para darle otro destino a esos campos, declarándolos reservas por tratarse de una reliquia florística.

Refiriéndonos a la destrucción de árboles para destinarlos a leña sucede algo semejante con los ejemplares de molle, coco, etc. Su talado se realiza sin control en la falda de la sierra, ya que no se reponen, quitándole la belleza del paisaje y modificando, con el tiempo, las condiciones climáticas, al eliminar a los agentes que producen la tensión de vapor necesaria para que se formen nubes y luego se precipiten en forma de lluvia, rocío, nieve, etc.

Para información sobre las variadas aplicaciones que tienen las plantas de San Luis resulta de mucha utilidad la "Geografía de San Luis" de Gez (t. III, págs. 275 a 283).

Clima

El hecho de que en esta región existe un relieve topográfico muy variado, desde la superficie relativamente llana del centro del valle hasta el relieve accidentado de las cumbres elevadas del este y oeste, explica las variaciones de clima en las diferentes estaciones del año.

El clima, similar al de la región serrana del oeste de Córdoba, es típicamente continental con escasa humedad.

Las temperaturas oscilan entre las estivales, que llegan a 42 ó 43° C, aunque el promedio registre para los meses de diciembre y enero las más elevadas de 33°9 C y 33°8 C, respectivamente. En invierno las mínimas oscilan entre 4° a 5° C; a los meses de junio y julio corresponden las más bajas temperaturas: 5°3 C y 4°6 C, respectivamente. En primavera se producen heladas que dañan la floración de los frutales.

El Servicio Meteorológico Nacional cuenta con estaciones de observación, sobre todo de precipitaciones a lo largo de la línea férrea citada; lamentablemente no cuenta con estos elementos sobre la falda de la sierra, que serían de mucha utilidad para conocer los valores de la recarga de la cuenca subterránea.

En las planillas correspondientes que figuran anexas a este texto se indica la distribución de lluvias por mes, correspondientes al período 1955-58, con datos tomados de los pluviómetros instalados en las estaciones ferroviarias; también se han utilizado algunos datos extraídos de observaciones realizadas por la Dirección Provincial de Hidráulica de Córdoba sobre poblaciones que están ubicadas en la falda oriental de la sierra de los Comechingones.

Se agrega además una planilla con los valores de presión atmosférica, temperatura media, tensión de vapor, humedad, nubosidad, vientos, etc., promedio del año 1941 al 1950, tomados de la estación meteorológica más próxima (Villa Dolores, Córdoba).

Es de mucha importancia, por la índole de este trabajo, tener en cuenta la evaporación, la cual, como veremos, depende de varios factores tales como temperatura, vientos, cubierta vegetal, duración del día, etc. En el dique de San Felipe, que ya dijimos embalsa las aguas del río Conlara al pasar por las sierras de este nombre, la Dirección de Agua y Energía ha registrado valores de evaporación tomados en tanque australiano, dando un promedio de 1481 mm por año entre los años 1943-48. Estos valores son para una masa constante de agua correspondiente a un lago artificial de 1543 hectáreas. Distinto es el caso de aguas que circulan por arroyos o que luego de una lluvia escurren por distintos tipos de terrenos; interviene en estas circunstancias una mayor superficie de contacto con el aire o viento, ya que por los desniveles propios del terreno esa superficie se hace rugosa y presenta mayor contacto con el aire por unidad de superficie.

La evaporación puede considerarse como el proceso físico indispensable y originador del ciclo por el cual la lluvia que cae a la tierra es transformada de nuevo en vapor. En un clima, como el de la provincia de San Luis, ese proceso y otros tienen mucha importancia, pues la cantidad de lluvias que cae anualmente bastarían para los cultivos locales si se pudiera almacenar gran parte del agua. Si tenemos en cuenta que 1 mm de lluvia representa 1 litro de agua en 1 metro cuadrado de superficie y tomando como promedio 500 mm al año, tendremos que 1 metro cuadrado recibe 500 litros anuales. Multiplicando este valor a su vez por la cantidad de metros cuadrados que tiene este valle tendremos una cantidad apreciable de millones de litros que

no se aprovechan en su totalidad, ya que una buena parte se pierde en los arroyos que se insumen, otra por evaporación, transpiración, etc.

La *humedad relativa* para esta zona tiene un valor medio que no se puede considerar bajo, como se podría suponer, pues llega al 62 %; las máximas ocurren en los meses de marzo a julio y las mínimas durante los períodos primaveral y estival. Sigue una marcha inversa con respecto a las precipitaciones y a la temperatura. Gez publica en su trabajo de Geografía de San Luis observaciones higrométricas que se han realizado en la capital de esa provincia a distintas horas del día y promediadas mensualmente. Se deduce de estas observaciones que las cantidades mínimas ocurren en las primeras horas de la tarde y las máximas en las horas de la madrugada, debido al mayor o menor grado de capacidad del aire de cargarse de vapor acuoso de acuerdo con un aumento o disminución de la temperatura ambiente. Con respecto a la marca media anual, la máxima ocurre en los meses de otoño a causa de que el descenso gradual de la temperatura trae aparejado el decrecimiento de la capacidad del aire para contener vapor acuoso; la mínima ocurre en la primavera, por cuanto el aumento de temperatura ocasiona una mayor capacidad de vapor de agua en el aire.

Es bien conocida la fundamental importancia que tienen las montañas sobre la distribución de las precipitaciones y, en consecuencia, sobre el control del agua subterránea. El bloque emergente de la sierra de Los Comechingones actúa como una barrera geográfica condensando la humedad del NE y modificando por ende la distribución del clima. Los vientos húmedos del océano descargan sobre esta barrera una buena parte de su humedad, al condensar por enfriamiento el que se eleva por sobre las sierras a las regiones superiores de la atmósfera. De no ocurrir esto sería mayor la sequedad del ambiente.

Como veremos más adelante, los bloques de basamento que constituyen las dos sierras importantes de nuestra zona de trabajo, tienen una inclinación general hacia el E, combinada con una suave pendiente hacia el N en la sierra de Los Comechingones y hacia el S en la de San Luis. Estas inclinaciones diferentes, originan un aumento pluvial en la parte que mira al viento y lo contrario en el lado opuesto. Como los vientos del S son los dominantes se benefician de esta manera las faldas orientales de las sierras.

La precipitación anual es de 600 a 700 mm en época de mucha lluvia, pero desciende a 400 y 300 mm en época de sequía. Las precipitaciones guardan correspondencia con la temperatura, de manera que los máximos y mínimos coinciden en ambas. Las nevadas, salvo años excepcionales, son frecuentes en el invierno en la parte alta de ambas sierras. Se puede decir con respecto a este punto que el promedio de lluvia anual no es tan escaso en esta zona y, por el contrario corresponde al de las zonas favorecidas. Lo desfavorable es su distribución, pues sobre el total, un 83 % corresponde a la primavera y verano y sólo el 17 % al otoño e invierno. Se crean así dos estaciones, una húmeda y otra seca. En la primavera las lluvias llegan a 400 mm, mientras que de abril a septiembre su promedio es de 100 mm. La lluvia invernal es pues insignificante, limitándose a ligeras lloviznas; en parte sólo remedia esto la abundante caída de nieve que mantiene el suelo húmedo.

La dirección predominante de los vientos es de N a S y viceversa, siendo muy frecuentes; sobre 100 días sólo 10 son de calma absoluta.

El grado de nubosidad es relativamente bajo y conserva su marcada uniformidad durante todo el año, acentuándose sobre la cumbre.

Recursos minerales

La sierra de Los Comechingones, así como la de San Luis, ofrecen una variedad considerable de minerales y rocas de aplicación que han sido y siguen siendo explotados con alguna intensidad; en algunos casos se han realizado labores de importancia. A veces el aprovechamiento de estos recursos está supeditado al interés del mercado que en oportunidades trae una rápida desvalorización, tal como ocurre con los minerales de wolframio. Por esta causa sólo son explotados en forma lenta y reducida, desarrollando actividad continua la explotación de las rocas de aplicación.

Es posible agrupar los yacimientos de minerales y rocas de aplicación de la manera siguiente:

1º) Yacimientos de minerales metalíferos y no metalíferos.

- a) Yacimiento de wolframio: scheelita y wolframita.
- b) „ „ berilo en pegmatitas.
- c) „ „ uranio.
- d) „ „ fluorita.
- e) „ „ feldespatos, mica y cuarzo en pegmatitas.

2º) Canteras de rocas de aplicación.

- a) Canteras de mármol, travertino y aragonita.
- b) „ „ caliza cristalina.
- c) „ „ granito.

El yacimiento más importante de wolframio en la provincia es la mina "Los Cóndores" ubicada a unos 5 km al oeste del pueblo Concarán (estación Dolores) sobre el arroyo de Las Cañas. Estaría ubicada por consiguiente dentro de la zona del valle a que hacemos referencia.

Explotaciones de berilo se efectúan sobre la cumbre de Los Comechingones y de la sierra de San Luis por medio de minas de poca importancia, que no trabajan en forma continuada sino de acuerdo con el precio y demanda; igual ocurre con las de fluorita, siendo la más importante "La Marquesa", ubicada a pocos kilómetros de Villa Larca sobre el cauce del río Seco.

Moliendas de feldespatos y cuarzo se hallan instaladas próximas a las estaciones ferroviarias de Santa Rosa y de Dolores. El material extraído se transporta hasta ellas por medio de camiones, carros, etc.

En las proximidades de El Rincón, en Cortaderas y en Concarán hay también canteras de caliza blanca y gris que se emplea en la fabricación de cal.

Dado el carácter de este trabajo no se estima conveniente consignar los datos de cada una de las canteras y minas, cuyos detalles pueden consultarse en las hojas geológico-económicas o en trabajos especializados. De cualquier modo se puede decir que esta zona cuenta con buenos recursos minerales, que crean una buena fuente de trabajo a los pobladores ya sea en la explotación, transporte y todo lo concerniente a su comercialización. Prueba de ello es que se puede considerar que un buen porcentaje de la población está relacionada a la industria minera.

No cuenta este valle con recursos hidrocarburos.

Los recursos de agua subterránea son muy buenos y se tratarán en el capítulo correspondiente.

Agricultura y Ganadería

Por considerarlo de interés y utilidad se darán previamente algunas ideas acerca de las características de los suelos que cubren la región del valle, siguiendo luego con algunas referencias sobre los principales cultivos.

Los suelos en esta zona están distribuidos sobre una extensa superficie, correspondiente al relleno aluvial de los valles y al loess arenoso, depósitos éstos ubicados cronológicamente en el cuartario.

Podemos generalizar diciendo que la zona más apta y que permite cultivos variados, por la calidad de su suelo, es la vecina a la sierra. A medida que nos alejamos del pie de monte la fertilidad es menor, concorde a la disminución de la humedad y de las precipitaciones y, en consecuencia, con el aumento de las heladas y de la acidez.

Desde el punto de vista agrológico se puede decir que en esta provincia las tierras, muy variadas por cierto, son livianas, arenosas y areno-arcillosas, encontrándose las de mayor consistencia en las altiplanicies, bajos y hondonadas de la llanura.

El subsuelo tiene composición semejante, con pocas variantes, siendo arenoso y permeable.

La cohesión de las tierras se debe a la presencia de arcillas y de humus. Desprovisto de estos elementos, se convierten en arenas y polvo más o menos fino, sin consistencia, muy movable y como el aire circula fácilmente por entre sus poros, el agua se evapora rápidamente, exponiendo la vegetación a la sequía. Un exceso de arcilla la convierte en tierras fuertes porque su cohesión dificulta el laboreo.

Suelos con cierta proporción de sales, que se notan por la eflorescencia superficial, existen en varias partes del valle sobre todo en las proximidades de Ojo del Río, Santa Rosa y Concarán. Ello no obstante, no siempre son totalmente inútiles para los cultivos. Las eflorescencias se producen al ascender a superficie las aguas infiltradas en los horizontes A, B y a veces C del perfil de suelos (nomenclatura agrológica más comúnmente empleada por los edafólogos). Dichas aguas cargadas de sales, ascienden por capilaridad en épocas de sequía; al alcanzar la superficie, se evapora el agua y quedan las sales. Lógicamente el fenómeno es marcado en suelos con un contenido salino alto y donde las sales contenidas son solubles a temperaturas discretas.

Comúnmente a estas eflorescencias se las conoce con el nombre de "salitre", que puede ser "negro" cuando es de reacción alcalina y compuesto por cloruro y sulfato de calcio en menor proporción, a veces con sales de magnesio o potasio, llevando también carbonato de sodio, componente este último, que lo distingue del "salitre blanco". La eflorescencia del "salitre negro" es de color gris pardusca y como dijimos no es tan perjudicial, ya que a veces puede ser beneficiosa por ser un elemento reconstituyente de la vegetación.

Pueden haber contribuido en otras épocas a aumentar la cantidad de sales en esa zona los desbordes del río Conlara, ya que sus aguas contienen un porcentaje elevado de sales, los cuales al evaporarse el agua quedaron incorporados con los elementos constituyentes del suelo. Igual fenómeno ocurre en la zona que abarca el río Claro, donde existen innumerables vertientes que originan este río y que por su menor profundidad presentan mayor superficie de evaporación.

Esta mezcla de sales hace que los suelos sean muy higroscópicos; la observación detenida permite diferenciarlos de los terrenos que no las poseen, sobre todo a la mañana, antes de que la temperatura producida por los rayos solares actúen sobre ellos. La humedad del aire es retenida por estas sales, quedando los suelos húmedos como si hubiera caído una llovizna. La Direc-

ción Nacional de Vialidad, para conservar los caminos naturales del valle del Río Negro, utiliza una mezcla de sales con características semejantes.

En la ya citada Geografía de San Luis, Gez distingue tres grupos de suelos:

- 1) Suelos de llanuras desprovistos de montes continuos, con vegetación arbustiva o herbácea en matas, dejando entre sí claros más o menos importantes.
- 2) Suelos de montes parecidos a los anteriores, pero conteniendo más detritus orgánico y humus.
- 3) Suelos de la parte montañosa, variables en su constitución física y con frecuencia bien provistos de humus.

De la misma obra fueron tomados los resultados de análisis de tierras correspondientes a Concarán y Merlo, del suelo y subsuelo.

		Arena			Arcilla	Humus	Nitrog.	Cal (OCa)	Potasa	P ₂ O ₅
		Gruesa	Fina	Total						
Concarán ..	S	31,40	53,60	85,00	8,9	9,25	0,86	9,68	6,69	1,84
	S'	37,30	50,60	83,90	7,7	8,25	0,96	10,27	6,74	1,90
Merlo.....	S	43,36	35,17	78,53	10,0	15,50	1,40	28,16	6,68	2,04
	S'	39,12	37,86	76,98	9,57	12,25	0,75	23,94	6,81	1,77

Entre los cultivos que se efectúan en esta parte del valle, podemos citar: maíz, alfalfa, centeno, cebada, gramillas, avena, tabaco, papa, patatas, zapallo, melón, etc.

Entre los frutales: nogales, higueras, duraznos, ciruelas, peras, membrillos, etc.

Como plantas de adorno podemos citar: eucaliptus, sauce llorón, álamo, mimbre, morera, laurel, ombú, ligustro, etc.

En lo referente a la ganadería en sí, podemos decir que constituyó siempre la principal riqueza de esta parte de la provincia hasta los últimos tiempos en que se inició la agricultura extensiva, dado que los campos eran abiertos y de poco precio, agregado a los buenos pastos naturales y ausencia de enfermedades.

Así sabemos que tuvo mucho auge la cría del ganado vacuno, siendo abastecedor con sus carnes del mercado de Cuyo y Chile. Al vacuno le sigue actualmente en importancia el yeguarizo, luego el mular y asnal, el cabrío, lanar y por último el porcino.

Refiriéndonos a la industria, ya sea fabril o manufacturada, podemos decir que está poco desarrollada a pesar de existir materia prima abundante y variada y tener el combustible (leña), cerca y barato.

Muy poco está desarrollada y adelantada la industria relacionada con la alimentación como la lechería, de la carne y derivados, de la harina, frutas conservadas y secas, miel, etc.

La industria del tejido, cuero y maderas, también tienen cierta importancia, pero no el desarrollo que merecerían a efectos de obtener el máximo rendimiento.

ESTRATIGRAFIA

En el valle de Conlara y su zona de influencia se pueden observar los siguientes complejos estratigráficos, tal como han sido diferenciados por Methol en la Hoja 22h (Santa Rosa).

1) *Basamento cristalino*: Formado por rocas metamórficas e intrusivas que integran el área montañosa adyacente al valle. Litológicamente está compuesto por gneisses, micacitas, anfibolitas, calizas cristalinas, etc., consideradas del Precámbrico.

2) *Filonos mesosilícicos*: (Kersantitas), que intruyen las rocas del basamento cristalino. Constituidas por granitos, dioritas, aplitas, pegmatitas y cuarzo hidrotermal mineralizado. Muy posiblemente corresponden al Pérmico, estando así vinculadas con la tectónica hercínica.

3) *Sedimentitas areno-calcareas terciarias*: Homologables con los "Estratos de los Llanos", e integrados por areniscas y conglomerados micáceos, rojizos y areniscas silíceas con cemento calcáreo. Se observan como relictos sobre la sierra de San Luis, al oeste de Santa Rosa y pueden atribuirse al Mioceno.

4) *Sedimentitas conglomerádicas*: de color pardo rojizo y que pueden observarse en los cauces de los arroyos profundos por debajo de la cubierta cuartaria y que pueden asignarse al Plioceno.

Los complejos 3 y 4 no han sido representados en el plano geológico adjunto por razones de escala.

5) *Acumulaciones gruesas o fanglomerados*: Cubren el pie de monte de la sierra de los Comechingones y han sido carteados como "*Abanicos aluviales*". Se trata de sedimentos cólicos, loessoides, aluviales y eluviales. Por su edad son referibles al Cuartario viejo (Pleistoceno).

6) *Sedimentos de edad reciente*: Integrados por sedimentos de variados tipos y que han sido diferenciados en el Mapa Geológico adjunto como *Loess con rodados grandes hasta bloques y pedregullo*, *Loess arenoso fino*, *Loess muy fino salino y palustre* y *Loess muy fino*.

Como por la índole de este trabajo sólo nos interesan las rocas desde el punto de vista de su permeabilidad, se prestará más atención a aquellos complejos en cuyo interior circula el agua o son capaces de almacenarla.

Por ello daremos importancia a la cubierta sedimentaria que abarca prácticamente todo el valle y que es donde se presentan los problemas de abastecimiento de agua. Además se considerará la facultad que tienen las rocas del basamento de poder alojar agua en su interior.

Como se ha consignado precedentemente, los sedimentos areno-calcareos que asignamos al Mioceno y Plioceno afloran en reducidos afloramientos en las sierras que flanquean el valle. Se apoyan sobre las rocas del basamento y aumentan su espesor hacia el centro del valle de acuerdo a los datos que aportan las perforaciones.

Según Rigal existiría una sedimentita arenosa parda con cemento calcáreo y clastos silíceos de tamaño y forma regular que se puede homologar a los "Estratos de Los Llanos". Afloramientos de este tipo se observan al SW de Santa Rosa, en el lecho del río Conlara, con estratificación irregular, apoyándose en discordancia erosiva sobre el Basamento Cristalino.

Los sedimentos y sedimentitas cuartarias presentan amplia distribución en la parte central del valle, con marcadas variaciones en composición, granulometría y textura. Su origen es variado; así tenemos desde los típicos limos lacustres del Conlara hasta fanglomerados y detritus de falda que cubren el

pie de monte de la sierra de los Comechingones. También hay sedimentos y sedimentitas de composición y granulometría intermedia.

A la altura de la localidad de Santa Rosa, en las barrancas del río Conlara, es fácil observar la sucesión de sedimentitas cuartarias lacustres que por los fósiles que contienen pueden equipararse al Platense continental. Contienen gasterópodos, diatomeas, materia orgánica en mucha cantidad, hierro y cal. Los fósiles se pueden relacionar con ambientes característicos de lagunas y pantanos salobres.

Los depósitos gruesos que cubren la falda occidental de la sierra de los Comechingones pueden atribuirse al Pleistoceno. Están integradas por fanglomerados compuestos por rodados de tamaño y forma diversa, unidos por matrix arenoarcillosa y cemento calcáreo que le da cierta solidez. Estos depósitos con clastos mayores engranan en forma insensible con los conos de deyección y detritos de falda, correspondiendo sus términos más altos al Reciente. Sobre los conds se hallan elaboradas las actuales terrazas, originadas por ascensos del Cuartario bajo.

Los conos de deyección fueron recortados por la erosión fluvial dando formas alargadas y paralelas hacia el centro del valle. Allí hay sedimentos arenosos que engranan a su vez con los fanglomerados y limos lacustres del río Conlara.

En los cauces de las regiones montañosas hay depósitos loessoides, los cuales aparecen asimismo en la parte alta de las sierras. Este dato permite extraer conclusiones interesantes ya que se trataría de ascensos recientes.

Tectónica

Según Pastore los cordones de las sierras de los Comechingones y de San Luis están constituidos por un grupo complejo de esquistos cristalinos (gneises, micacitas, cuarcitas, micáceas, rocas de mezclas, calizas cristalinas, granulosas, filitas, etc.), intruidas antes de su metamorfismo por rocas básicas que también fueron metamorfizadas dando origen a diversas ortorocas (serpentinás, rocas talcíticas, etc.).

El ciclo diastrófico caledónico deformó dicho complejo. Con posterioridad, durante el Devónico, según el autor citado, se produjeron grandes intrusiones de rocas graníticas que cambiaron sensiblemente el carácter químico de las rocas precámbricas.

Como consecuencia se originó la mayoría de los yacimientos minerales. Tienen lugar luego una activa erosión que niveló la antigua sierra hasta una extensa peniplanicie sobre la que se depositaron sedimentos más modernos.

Otros movimientos durante el Terciario fracturaron este complejo de esquistos cristalinos y filones mesosilícicos, perfilando la estructura en bloques que se observa actualmente en la sierra. Consecuencia de esta fracturación fue el vulcanismo de apreciable intensidad, con erupciones de andesitas y traquianandesitas en numerosos lugares: cerro del Morro, del Rosario, de la Carolina, etc. Como efecto secundario de estas erupciones se produjo la surgencias de agua caliente que elevaba carbonatos en disolución, dejando como productos de evaporación los mantos calcáreos de "Onix" verde y travertino de las inmediaciones de La Toma.

Esta marcada e intensa fracturación del Basamento Cristalino, de la cual participó todo el conjunto de las sierras pampeanas, determinó la formación de grandes bloques que se elevaron a lo largo de los planos de falla longitudinales de tipo inverso.

El ascenso de los bloques se debió a fuerzas o empujes de compresión, resultando una componente aproximadamente vertical en superficie, que co-

responde al plano de falla. De este modo los planos de dislocación adquieren una posición casi vertical o de fuerte inclinación.

La elevación de los bloques fue siempre mayor del lado occidental que del oriental, como puede verse en la pendiente abrupta de la ladera oeste y en la suave inclinación que presenta la falda este en las sierras de San Luis y de los Comechingones.

La falla principal nunca se presenta sola, sino que va acompañada de otras secundarias más o menos continuas y aproximadamente paralelas a ella. Se presenta en esos casos una sucesión de escalones, que se denominan escalones de falla, frecuentemente observables por sus rasgos acentuados. La arista comprendida entre ambos planos, se transformó en la cresta del tronco de montaña. Ambos flancos sufrieron activos procesos gliptogénicos que los labraron en forma pronunciada.

En este caso podemos distinguir estos elementos. La falla principal que se supone fue inversa, apenas ofrece remanentes ya destruidos por la erosión. Luego vendría una pequeña escarpa de falla donde se alinean umbrales cristalinolinos ocultos por la sedimentación moderna, que a veces se dejan ver como cerros puntudos (lám. I, fotografía 2) y que constituirían la serie de cerros que arrancando al S de Cortaderas se continúa en forma paralela a la falla principal por Cerro de Oro, El Rincón, Piedras Blancas, etc., hasta la altura de Yacanto. Como veremos en la parte de aguas subterráneas estos umbrales de falla tendrían mucha importancia por el hecho de endicar las aguas que al bajar de la sierra se insumen en el relleno sedimentario.

Existe otro escalón que se puede considerar oculto en su mayor parte, salvo en los afloramientos que se hallan presentes en forma de lomadas en el campo ubicado en el ángulo formado por el camino que va desde La Paz a Capilla del Romero y el que va desde el primer lugar a Villa Dolores (en la parte cordobesa del valle) y que es propiedad del Sr. Epifanio Arregui; según el Dr. Methol en la descripción del trabajo ya citado corresponderían a un remanente superficial de un bloque hundido que presupuestamente dividiría todo el centro de esta enorme cuenca. En la misma dirección y ubicado inmediatamente al N del plano geológico I, a unos 300 metros al S del camino que va desde Merlo a Santa Rosa en una huella que parte de la perforación Merlo n° 1 hacia la estancia El Hinojo, he podido observar un afloramiento de igual composición litológica que el anteriormente citado y que asoma en la superficie del terreno debido a las huellas muy profundas. Se trataría del vértice de un bloque hundido inclinado hacia el SE. Confirma su existencia en profundidad el electrosondeo que se realizó sobre él, cuyo resultado figura en la lámina IX en el perfil *b*. Es fácil suponer que este sea continuación del citado anteriormente, no habiendo sido posible observarlo como tal en otro lugar; solamente sobre el arroyo Piedras Blancas a esa misma altura se encuentran rocas de tamaño muy grande que no muestran conexión en su composición litológica con las que las rodean, a más de no presentar signos de haber rodado ya que presentan bordes angulosos. Vale decir que suponiendo que éstas provienen de profundidad formarían parte de este escalón de falla. Hacia el sur tampoco se ha podido observar indicios de éstos por tratarse de superficies cubiertas por monte espinoso con pocas huellas o caminos por donde internarse. Más observaciones geofísicas podrían determinar el valor de las fallas dentro del valle.

Se puede arriesgar una opinión en el sentido de que la sierra de Tilisarao o del Carrizal, si bien es cierto que tienen otra orientación, pueden tener alguna conexión con estos umbrales.

Las perforaciones que hasta la fecha se han llevado a cabo en distintas partes del centro del valle han hallado basamento cristalino a poca profundidad como en la de Cañada Grande (n° 5, tabla I), donde se lo alcanzó cerca de los 50 metros de profundidad. Si continuáramos una línea imaginaria hacia

el sur de la citada perforación, se notan diferencias bruscas en los niveles de la capa freática que denotarían la existencia de otro umbral, más desplazado hacia la sierra de San Luis, y que intervendría en la elevación de los niveles de la capa de agua. Así vemos que en pozos de balde que sobre el lado oriental tienen un nivel de 25 metros, éste asciende hacia el occidente a los 13 metros en un tramo inferior a los 800 metros; esta diferencia se presenta a todo lo largo del valle siguiendo la dirección de la perforación de Cañada Grande. Es de importancia señalar que se observan cambios en la composición química de las aguas a ambos lados de la supuesta fractura posiblemente debidos a que las aguas en su recorrido en dirección E-W se enfrentarían con una barrera impermeable que motivó su ascenso a lo largo de la falla y su posterior drenaje a través de otras capas permeables de distinta salinidad. Serían fallas producidas en otros tiempos y reactivadas en épocas recientes ya que afectaron el complejo sedimentario del relleno del valle.

Hacia el oeste del valle y ya sobre la sierra de San Luis, próximo a la estación Rodríguez Saá (Santa Rosa) se observa un afloramiento granítico de unos 300 metros de ancho por unos 3000 metros de largo, que partiendo desde el paso nivel sur de la citada estación se dirige hacia el SE hasta casi aflorar en la propiedad del Sr. Ramón Godoy. Los pozos cavados a pala y pico en la parte norte por encima de dicho afloramiento en las porciones cubiertas por sedimentos modernos, detectaron el basamento a 2.15 metros, circulando agua por encima; si este umbral se prolongara hacia el sur, lo que no he podido observar porque no existen pozos o perforaciones en esa línea, podría ser el responsable de las vertientes que dan nacimiento al río Claro.

Geomorfología

La zona presenta caracteres morfológicos muy sencillos. El valle del río Conlara posee un perfil asimétrico y mantiene en toda su extensión una caída suave y uniforme hacia el oeste y norte. Los afloramientos del basamento cristalino paralelos entre sí constituyen el mayor desnivel.

Al parecer se elaboró sobre el basamento cristalino una antigua penellanura, fácil de observar en las sierras que constituyen el valle, la cual luego fue rejuvenecida por movimientos del Terciario. Contrastando con este relieve preterciario tendríamos otro relieve juvenil que es el formado por las efusiones volcánicas ocurridas durante el Terciario, a través de líneas de fracturación NW-SE y que se ubican en la parte meridional de esta zona; me refiero a los cerros del Rosario, del Morro y de la Carolina. Existen además otras efusiones de menor intensidad, diseminadas en varias localidades, y que no llegan a formar conos; a las que se ha asignado edad más reciente, pliocena y pleistocena, por estar intercaladas entre depósitos de esta época.

El basamento cristalino estuvo sujeto a una erosión intensa que barrió toda la cubierta sedimentaria (carbonífero-permo-triásico), quedando sólo remanentes de ella en muy pocas partes (Bajo de Veliz y quebrada de Cautana, p. ej.). Esta erosión continuó durante el Mesozoico hasta que el relieve del basamento cristalino adquirió un aparente estado de madurez. En los sectores orientales de las sierras de los Comechingones y de San Luis se pueden observar estas lomadas y colinas bajas y redondeadas ocasionadas por este proceso.

El ciclo tectónico terciario originó un esbozo de relieve actual al fracturar, desmembrar, ascender e inclinar a esta antigua penellanura mesozoica. Quedó así en ambas sierras un flanco abrupto al oeste que muestra la escarpa de falla y hacia el este una suave pendiente que conserva aún en forma amplia restos de esa antigua penellanura.

Este diastrofismo terciario hizo que la red de drenaje cambiara de rumbo en muchas partes, lo que es fácil observar en algunos ríos, como por ejemplo el mismo Conlara. Dicho río antes corría de N a S y actualmente lo hace en

sentido opuesto debido a que al ser interrumpido su paso por la aparición de los cerros volcánicos del Rosario, debió seguir nuevas líneas de fracturación, cortando en su recorrido actual profundas barrancas dentro de los depósitos arenosos, loésicos y lacustres, cuya altura desciende gradualmente hacia el N hasta perderse completamente en los depósitos aluviales del NE. También se observan como consecuencia de estos movimientos pequeñas capturas debido a la acción regresiva de la erosión.

Los labios emergentes de las fallas principales, por donde se elevaron las sierras de los Comechingones y de San Luis fueron atacados por la erosión fluvial, trasladando hacia el E la línea de cumbres, sobre todo en la parte más elevada de estos macizos y con mayor acción hacia el N. Los arroyos que surcan estas profundas quebradas corren entre numerosos saltos que denuncian la juventud del perfil longitudinal de sus valles. Si bien la mayoría de las quebradas son normales al rumbo de la sierra, unas pocas se disponen casi paralelas a dicho rumbo, como la del arroyo Piedras Blancas y la del Aguilucho, frente a Los Molles, pudiéndose atribuir estos fenómenos a la esquistosidad de los gneisses que coincide con una supuesta falla.

Las posibles fallas existentes en el relleno del valle que podemos atribuir al Cuartario y que serían debidas a la influencia de movimientos recientes comprobados por sus efectos sobre las partes pobladas (ej. el sismo que destruyó parte de la localidad cordobesa de Sampacho y otros ocurridos en la provincia de San Luis), no dejaron indicios en la superficie, pero es posible que en profundidad se manifiesten en forma de agrietamientos que se deben tener presente sobre todo en lo que concierne a las aguas subterráneas, ya que como dijimos antes, hacían cambiar de estratos al circular agua en busca de su descarga.

Resumiendo pueden establecerse los siguientes acontecimientos como consecuencia de los movimientos ocurridos en nuestra zona de trabajo:

- 1) Modelamiento de la antigua planicie.
- 2) Fuerte elevación de la parte occidental de la sierra e inclinación de la oriental.
- 3) Aparición de cerros volcánicos del Terciario.
- 4) Cambio de la red de drenaje y formación de nuevos cursos de agua.

HIDROLOGIA. AGUAS SUBTERRANEAS

El término *Hidrología* alude a la ciencia del agua, sus propiedades, leyes, fenómenos, etc.; fue empleado por la Academia de Ciencias de Wáshington en su recopilación *Physics of the Earth*, IX (año 1942) en sentido restringido, ya que no incluye las aguas oceánicas.

Comúnmente se denomina *Hidrogeología* a la parte de la Hidrología que se refiere al agua subterránea. C. E. Meinzer en el Congreso Mundial de Hidrología realizado en Wáshington en el año 1939 propuso utilizar también el término *Geohidrología* en lugar de aquél, que como veremos más adelante tiene otro significado etimológico.

La Geología nos suministra para cada zona la base sobre la cual se apoya la Geohidrología de esa misma zona, porque conociendo sus detalles estructurales y estatigráficos conocemos el sistema de drenaje natural, circulación y almacenamiento de las aguas subterráneas.

Por la índole de este trabajo, es de suma importancia conocer el tipo de rocas que constituyen el valle, como así también la disposición estructural y textura, factores primordiales para efectuar consideraciones de orden geohidrológico.

Debemos aclarar a fin de evitar errores lo que se entiende por textura desde el punto de vista petrográfico, es decir establecer las relaciones entre forma, tamaño y distribución de las partículas que constituyen las rocas y las relaciones entre esas partículas. De este modo tendremos conocimiento de intersticios rocosos, poros, que es la base de este tema. Estos intersticios varían en sus tamaños, desde espacios macroscópicos o grandes cavernas hasta microespacios. Así conocemos en primer lugar rocas cuyos intersticios están conectados de tal modo que el líquido, en ese caso agua, puede moverse en el interior de la roca (*rocas permeables*) y luego aquellas cuyos intersticios están aislados o son tan pequeños que la fuerza molecular no permite la circulación (*rocas impermeables*). Así es que, como dijimos al principio, es posible separar la Geología que se ocupa de la parte sólida (material mineral) de las rocas, y la Geohidrología que se ocupa de los intersticios o espacios de ellas.

Otros términos que conviene aclarar son: el de *porosidad*, que involucra la relación existente entre el volumen de espacios vacíos (poros) y el volumen total de la roca (expresada en por ciento) y el término *permeabilidad*, que es la capacidad de permitir el paso de un fluido a través de los poros o espacios de una roca. La primera depende de la textura, tamaño y disposición de los minerales que constituyen la roca. En la segunda influye la porosidad y el tiempo.

De acuerdo con estos conceptos se pueden agrupar las rocas que integran este valle de la siguiente manera, observándose su distribución en el mapa III.

a) Rocas compactas con fisuras estrechas

Ubicamos en este grupo las rocas cristalinas (granitos), gneisses, cuarcitas, micacitas, basaltos, esquistos, etc. Los intersticios que poseen son consecuencia de efectos mecánicos que originaron grietas y fisuras en sentido horizontal y perpendicular a la superficie; estas últimas son las que más nos interesan mientras las primeras sólo llegan a tener importancia hasta los 50 ó 60 metros, las fisuras llegan a mayor profundidad, posiblemente hasta los 300 o más metros en algunos casos. En la lámina I, foto I, se observan los sistemas horizontal y vertical de grietas y fisuras en una micacita gnéissica del basamento.

En lo referente al espesor de estas grietas, van de capilares o filiformes hasta de varios centímetros; las primeras impiden, por la tensión superficial el pasaje del agua.

Frente a rocas del basamento meteorizadas no es posible observar definidos sistemas de diaclasas; ello hace riesgosa la búsqueda de agua e imposibilita la presencia de zonas surgentes por falta de un techo impermeable que suministre la presión necesaria.

Si las fisuras son de origen mecánico y guardan entre sí una dirección regular forman sistemas definidos. Un caso muy interesante se presentó sobre la falda oriental de la sierra de San Luis, que como sabemos está constituida por rocas compactas, existiendo problemas de aguas potables, sobre todo donde la cubierta sedimentaria fue devastada por la erosión. En la mina de wolfram de "Los Cóndores", con el fin de solucionar este problema, se efectuaron perforaciones en roca dura hasta una profundidad aproximada a los 220 metros, donde se preveía el entrecruzamiento de grietas portadoras de agua, en base a los cálculos hechos en superficie por la inclinación de las mismas. Se tuvo éxito ya que se detectó una acuífera, que si bien es cierto no es de muy buena calidad, se puede consumir. Esta capa, como es lógico suponer, carece de nivel piezométrico y para elevarla se recurre al bombeo por medio de la inyección de aire.

Sobre la superficie de las rocas compactas, y entre sus grietas circula agua que aunque de poco caudal presta servicios; casi siempre sobre estas rocas hay capas de terrenos permeables por donde percola el agua proveniente de precipitaciones pluviales o nivales constituyendo una capa freática que es explotada en la zona del valle por medio de pozos de 1 a 2 metros de diámetro, y de una profundidad de 4 a 5 metros, cavados a pico y pala, a veces con la ayuda de explosivos.

Las perforaciones de Pisco Yacú I, II y III al igual que la de Rodríguez Saá n° 1 fueron efectuadas sobre rocas compactas alcanzando profundidades de hasta 118 metros con capas de aguas aptas y con un buen nivel piezométrico, acumuladas en zonas donde el granito se presenta muy alterado.

En la perforación realizada últimamente en Los Espinillos n° 1 por la Dirección Nacional de Geología y Minería, al llegar a los 198 metros se encontró un granito gris muy alterado y por debajo de éste hasta los 210 metros igual material pero más firme y con vetas de cuarzo. La perforación fue realizada por el sistema de percusión y se efectuaron aislaciones de todas las capas de agua que se detectaron. Al cabo de dos o tres días se notó la presencia de agua en la perforación, con muy poco nivel piezométrico, y que se agotaba al extraer un centenar de litros, volviendo a llenarse al cabo de uno a dos días. Es fácil suponer que el agua que se almacenaba allí proviene de la que circula por encima del basamento cristalino y entre sus grietas, careciendo de presión por no hallar una capa impermeable que le sirva de techo y por tener escaso caudal.

b) Rocas porosas y permeables

Intervienen en este tipo las rocas sedimentarias con granos sueltos o poco cementados, más o menos homogéneos, que dejan entre sí intersticios grandes que permiten el pasaje del agua, hablándose en este caso de *percolación* o *infiltración* a través del material rocoso. Tendríamos como ejemplos los mantos de rodados, gravas y arenas gruesas y finas de todo tipo y tamaño. La velocidad con que percolan las aguas dependerá de la forma y tamaño de los componentes y también cómo fueron ellos acomodados uno junto a otro y por consiguiente del espacio que dejan entre sí. También se debe tener presente el material que los constituye, ya que si son solubles intervienen fenómenos de solubilidad y también de diagénesis, vale decir que nos podemos hallar en presencia de rocas que al depositarse fueron muy permeables, y que con el tiempo, debido a los fenómenos citados, pueden dejar de serlo.

Asimismo tienen mucha importancia los elementos que el agua lleva en disolución, ya que pueden precipitar, adhiriéndose y engrosando los granos de las arenas, terminando, por cerrar así los intersticios porales.

Rocas de este tipo se hallan presentes en gran cantidad en esta zona, sobre todo en los grandes abanicos aluviales sobre la sierra de los Comechingones, donde es notable la facilidad con que percolan las aguas de lluvia y también las de los cursos superficiales. Los últimos, al abandonar la zona de basamento cristalino se insumen; de este modo y como lo comprueban las perforaciones profundas realizadas, al no hallar capas impermeables que los retengan, descienden y circulan en profundidades que superan los 100 metros, p. ej. en la de Merlo n° 2 que recién se pudo alumbrar a los 139 metros.

c) Rocas con poros muy chicos e impermeables

Las arcillas, limos, etc., poseen granos de muy poco diámetro, y dejan espacios o poros capilares que permiten el paso del agua hasta que se impregnan. A continuación, debido a la tensión superficial o adhesiva que se opone al pasaje, o por lo menos lo retarda, vuelven a comportarse, prácticamente

como impermeables. Igual fenómeno ocurre en algunas arenas muy finas y redondeadas donde la acomodación es tal que se convierten en acuífugas.

En la zona que va desde el fin del primer nivel de terraza de la sierra de los Comechingones hasta unos 8 kilómetros a todo lo largo de la misma, existe una pequeña capa de tierra negra muy arcillosa que cuando se moja, al caer una lluvia, se vuelve completamente impermeable y resulta perjudicial porque el agua de escurrimiento, favorecida por la fuerte pendiente hacia el oeste, corre por la superficie con gran velocidad, sin penetrar. Prueba de ello es que no existe una capa freática propiamente dicha, ya que la primera que se alumbra en esa faja está a profundidades que van desde 50 hasta 150 o más metros.

d) Rocas con fisuras largas, profundas y cavernosas

Nos quedaría por último considerar un grupo de rocas que, aunque están poco representadas en este valle, debemos mencionarlas por ser de importancia en el almacenamiento del agua en otras comarcas.

Se trata de rocas sedimentarias, calcáreas, dolomíticas, yesosas, etc., que conservan cierto paralelismo en sus grietas o fisuras siendo fácilmente alteradas por desintegración por circulación de aguas, formándose cavernas, cuyo tamaño puede incrementarse por solución de las calizas mediante la acción del CO₂ del aire. El sistema de fallas producidas por el diastrofismo y las cavernas, permiten encontrar capas superpuestas en varias formaciones y a variada altura. Es muy difícil hablar de porosidad en este tipo de rocas y por consiguiente el aporte de agua se realiza por filtraciones entre las grietas en épocas de mucha lluvia o por donde corren arroyos o ríos.

Como dijimos, rocas de este tipo son poco frecuentes en esta zona. Existen bancos de caliza del basamento cristalino que desde lejos se ven sobre el flanco de la sierra, algunos explotables, de mucha consistencia y por ende poco atacables. De cerca se observan muy diaclasados y plegados, pero desde el punto de vista hidrogeológico no son de utilidad. No han sido representados en el mapa III por ser de poca importancia para nuestra finalidad.

Escurrimiento de las aguas

Sabido es que las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales, nivales, etc., tienen diferentes destinos. Unas caen sobre superficies planas cerradas formando lagunas o charcos hasta que se evaporan o infiltran lentamente, otras caen en áreas abiertas que pueden tener mucha o poca pendiente y corren por las mismas con velocidades distintas. Cuando no existe cubierta vegetal, el escurrimiento es más fácil y actúan erosionando y arrastrando los materiales sueltos del terreno hacia los cauces de arroyos o ríos cuyos caudales van a aumentar.

Cuando existe una cubierta vegetal, y si ella es suficientemente abundante, frena ese escurrimiento o por lo menos lo retarda contribuyendo a que el agua tenga mayor tiempo para infiltrarse. En esa infiltración intervienen las raíces, que cuando numerosas favorecen la acción, formando suelos esponjosos y por ende absorbentes con gran capacidad de retención de agua.

Si los componentes de esas capas superficiales tienen mucha proporción de arcillas, una vez que se han embebido se convierten en impermeables y el agua debe seguir su trayectoria. Ello perjudica el área, ya que no existe infiltración de agua para formar las capas de agua aprovechables.

Cuando la pendiente es muy grande, aún contando con una cubierta vegetal que frene el movimiento del agua, el escurrimiento va adquiriendo mayor velocidad y al aumentar su caudal arrastra rodados de diversos tamaños, erosionando la cubierta vegetal hasta hacerla desaparecer. En la fotografía

nº 2 de la lámina III se puede observar este efecto, producido por las lluvias en las partes altas de la sierra, que al escurrir van formando pequeños cursos de carácter temporario.

Para determinar en forma práctica la absorción del terreno, su influencia sobre el escurrimiento y la profundidad a que se formaba la capa freática, efectué observaciones a distintos niveles. Tuve en cuenta la velocidad con que se infiltraba una cantidad conocida de agua en pozos de igual diámetro, cavados generalmente en terrenos que nunca fueron trabajados por el hombre, vale decir con preferencia debajo de alambrados a orillas de caminos. Estas fueron realizadas a lo largo del camino que partiendo de El Rincón, pasa por la Villa de Merlo, Santa Rosa, y llega a las primeras elevaciones de las sierras de San Luis.

He obtenido con este método distintos tipos de curvas, como se puede observar en la lámina VIII, donde se indica además la altura sobre el nivel del mar (ya que tiene influencia la presión atmosférica), el nivel freático en ese punto y el porcentaje de pendiente.

Observando la primera curva o sea la correspondiente a El Rincón, donde el suelo y subsuelo está formado por una mezcla de arenas gruesas y finas y rodados de rocas del basamento, es decir componentes muy porosos que dejan entre sus granos muchos espacios vacíos. En un tiempo menor a 10 minutos fue absorbido todo el volumen de agua depositado. La capa freática en ese sitio está muy próxima a la superficie del terreno, lo que se debe atribuir a que el basamento se halla apenas tapado por una delgada cubierta sedimentaria. Existen en este sitio varios manantiales que, como veremos más adelante, son originados en la escarpa de falla que endica las aguas que bajan de la sierra y se infiltran en el relleno formado por rodados de tamaños variados, arenas, etc.

En el otro extremo de la zona de ensayo o sea unos 5 kilómetros al oeste de Santa Rosa se realizó otra prueba sobre un suelo sumamente arcilloso y compacto, con concreciones calcáreas, siendo el tiempo de insumisión superior a los 180 minutos. En este sitio la pendiente hacia el río Conlara también es elevada, lo que permite concluir que debido a la velocidad del escurrimiento la cantidad de agua que se filtra de las precipitaciones es muy poca, más aún debido a que las lluvias son de tipo torrencial y desaparecen en pocos minutos. El nivel freático, al igual que en el primer caso, se halla próximo a la superficie por tener el basamento muy cerca por debajo de una delgada cubierta sedimentaria. Esta capa de agua circula sobre el basamento y se ha formado en las partes más elevadas de la sierra por infiltración en la zona de carga de la cuenca.

El ensayo realizado en la Villa de Merlo dio una lentitud en la absorción debido al elemento arcilloso interviniente en el suelo, lo que sumado también a una pendiente algo elevada hace que la infiltración sea menor. En consecuencia no se forma una capa freática en el sentido verdadero de la palabra, puesto que el primer acuífero se encuentra recién a los 139 metros. En puntos intermedios los ensayos dieron diversos resultados, coincidiendo el hecho que donde el suelo y subsuelo son más o menos permeables la freática se encuentra a menor profundidad.

Agua en la arena

Si observamos con detenimiento todos los perfiles de las perforaciones profundas realizadas en la zona del valle, podemos notar que en su mayoría el agua se halla almacenada, o mejor dicho circula por capas compuestas en su mayor parte por arenas provenientes de la destrucción de dos tipos de rocas: metamórficas, que componen la sierra de los Comechingones al norte de Cortaderas y graníticas que constituyen el mismo cordón orográfico desde

la localidad mencionada hacia el sur. En ambos casos los productos de destrucción de la fracción arena aparecen mezclados con material grueso (rodados) sobre todo en las perforaciones ubicadas en la llamada "Costa de la sierra" de los Comechingones y parte central del valle; podemos citar entre ellas las de Piedras Blancas Centro n^{os} 1 y 2, Merlo n^o 1, Carpintería n^o 1, Los Molles, Papagayos, Piedras Blancas Abajo n^{os} 1 y 2, Santa Rosa n^{os} 1, 2 y 3, Cañada La Negra, Colonias Argentinas, Los Espinillos n^{os} 1 y 2, etc. Estos perfiles han sido publicados en su mayoría por la Dirección Nacional de Minería.

Casi siempre están formados estos acuíferos por arenas pardas claras a rojizas, grava fina a gruesa y rodados con muy poca arcilla y laminillas de mica, sirviéndole de lecho o parte impermeable otra capa de arena parda, muy fina y con mucho porcentaje de arcilla; otras veces este lecho está formado por areniscas pardo amarillentas, micáceas, con concreciones calcáreas y rodados de rocas graníticas y metamórficas, tal como en los pozos Merlo n^o 1, Piedras Blancas Abajo, Santa Rosa n^o 1, etc.

En la mayoría de estas perforaciones, la primera capa carece de nivel piezométrico o es muy pobre, como en el caso de Merlo n^o 2, donde se encuentra a los 133 metros y su nivel sólo llega a 135 metros. En cambio las capas restantes, segunda, tercera, etc., tienen un techo impermeable que las mantiene con cierta presión haciendo que en la mayoría el nivel piezométrico llegue a la altura del nivel de la freática o lo sobrepase.

Es de hacer notar también que donde la primera capa de agua se halla a mucha profundidad no existen capas impermeables por encima de ella, solamente cuenta con poca cantidad de elementos arcillosos y arenas muy finas que podrían convertirse en impermeable si con el tiempo se diagenizaran por presiones elevadas o por circulación de agua con elementos disueltos en su seno y que cementen esos granos.

Agua en la grava

Hay perforaciones profundas como la de Cortaderas, Villa Larca, Merlo n^o 2, Villa del Carmen y otros donde el acuífero está constituido por gravas, gravillas y arenas de grano grueso provenientes de rocas graníticas y metamórficas y donde el lecho impermeable lo constituyen arenas finas a gruesas con gravas muy arcillosas, calcáreas y a veces yesíferas.

Se puede decir que estarían comprendidas en este tipo, todas las perforaciones que se realizaron cerca de la sierra de los Comechingones y que afectan a las capas constituidas por la facie arenosa gruesa de las acumulaciones resultantes de la destrucción erosiva de ese cordón orográfico. No debe esperarse allí la presencia de fracciones arcillosas o arenosas.

En las perforaciones de Rodríguez Saá n^o 1, Pisco Yacú n^{os} 1, 2 y 3 el acuífero se detectó en un conglomerado grueso cementado por calcáreo. También en estas perforaciones las capas más profundas se encuentran en rocas graníticas o metamórficas muy alteradas y diaclasadas.

Sobre el área próxima a la sierra de San Luis y hasta la altura de las perforaciones de Santa Rosa n^{os} 1, 2 y 3 y en igual dirección hacia el sur, existen capas superiores de sedimentos gruesos muy yesíferos, bastante permeables y al percolarse el agua disuelve sus sales hasta formar la freática, que en la mayoría de los casos es inapta por su elevado tenor de sulfatos. Por suerte las capas de agua más profundas están aisladas por algún estrato impermeable de esta contaminación y en su mayoría son aptas para el consumo.

Agua en las arcillas

El hecho de que se utilice agua en las perforaciones, como medio para elevar el "cutting" o material triturado por los trépanos, a la cual se agregan elementos de distinto tipo, entre ellos bentonita, impide que las muestras sean en muchos casos todo lo representativas que serían de desear. En especial es difícil obtener aquellas de material pelítico (arcillas), ya que la acción del agua y del trépano deshace toda muestra aciliosa. Por esta razón no es posible decir con certeza si se aloja o no agua en las capas arcillosas de la zona estudiada.

Se puede verificar, eso sí, un movimiento vertical de percolación en las capas sedimentarias superiores donde el componente arcilloso es elevado. Esa percolación que conduce a la formación de las capas freáticas, se puede comprobar en los pozos cavados a pico y pala, donde los estratos pelíticos no aparecen alterados por el agregado de agua como en el caso anterior.

Permeabilidad de los materiales

Ya nos referimos al principio de este capítulo al significado del término permeabilidad y su relación con la porosidad.

Los grandes abanicos aluviales que la erosión formó al pie de la sierra de los Comechingones han permitido una separación gradual de los componentes que integran estos sedimentos, actuando sobre ellos fuerzas de arrastre representadas por una graduación paulatina de los granos. Así vemos que pasando de las sierras al eje del valle, encontramos gradualmente rodados grandes, como los de la fotografía 1 de la lámina II, más chico luego, gravas, arenas gruesas y finas y loess, para empalmar por último con terrenos palustres, arcillosos y salitrosos que rellenan el bajo de Concarán, Santa Rosa y el mismo valle del río Conlara con sus afluentes.

Según la disposición y la forma de acomodación que adoptan en los sedimentos los rodados, arenas y granos de menor tamaño, se forman capas con distinto grado de permeabilidad.

Así sobre el pie de la sierra hay además de gravas y arenas, grandes bloques de rocas del basamento de forma irregular, que dejan en sí espacios que permiten el pasaje del agua en forma fácil, tanto en sentido horizontal como vertical, fácil de observar en las fotografías 1 y 2 de la lámina IV. Constituye esta faja la zona de carga de la cuenca subterránea, ya se trate de las aguas meteóricas que se infiltran rápidamente, como las superficiales de los numerosos arroyos, que al abandonar el basamento se insumen a los pocos metros en estos sedimentos para descender a mayor profundidad. Ocurre a veces que soluciones carbonatadas han cementado estos clastos constituyendo una capa impermeable por sobre la cual circula el agua proveniente de la zona de carga hacia el centro del valle. En ocasiones esos mantos adquieren un aspecto estratificado, tal como se puede observar en la fotografía 1 de la lámina III. En el capítulo Geofísica se describen con mayor amplitud los detalles correspondientes a electrosondeos realizados para comprobar este fenómeno en la zona próxima a la sierra de los Comechingones. Se detectó una capa de agua a los 11 metros de profundidad que circula por encima de un manto de rodados cementados por material calcáreo. Los vecinos de este lugar al tratar de profundizar esos pozos provocaron la rotura de esta capa y el consiguiente escurrimiento hacia los estratos inferiores, sin poder utilizarlos. En los perfiles de los electrosondeos e y g vecinos al f (lám. IX) que comentamos, no se detectó esa capa. Se presume que la marcada anomalía a 16 metros puede corresponder al cauce de un arroyo que facilitó la circulación de dichas soluciones hidrotermales y que posteriormente por movimientos epirogénicos fue sepultado y abandonado.

A medida que nos alejamos de esa faja hacia el oeste, la permeabilidad disminuye debido a la acomodación y disminución de los granos hacia la fracción "arcilla", formando así capas impermeables que constituyen un lecho y un techo que obligan al agua a circular por entre las capas porosas. Luego, la pendiente les proporciona una presión dinámica que hace que al perforar esas capas se conviertan en artesianas, ya sean semisurgentes, como la mayoría de los casos en esa zona, o surgentes cuando sobrepasan el nivel del terreno.

En muchos casos se forman lentes de materiales impermeables que van engranando con otros vecinos, obligando al agua a elevarse hacia las capas superiores. Cuanto más finos y arcillosos sean los materiales constituyentes de esos lentes, más impermeables son, tal como la zona próxima a la vaguada del río Conlara y bajos inmediatos, donde el acuífero se halla a pocos centímetros de la superficie.

Posibilidades de surgencia

En general al realizarse una perforación o pozo común que llegue a un acuífero puede ocurrir:

- 1º Que se mantenga en su nivel, como en el caso de la mayoría de las capas freáticas.
- 2º Que por la presión hidrostática el nivel se eleve hasta alcanzar una cierta altura, llamándose *semisurgente* cuando no alcanza la superficie del terreno y *surgente* cuando pasa ese límite; así se habla de capas con nivel piezométrico negativo en el primer caso y positivo en el segundo.

En todas las perforaciones profundas que se realizaron en el valle hasta la fecha, ninguna ha suministrado capas surgentes. Si bien la razón de esta ausencia es un poco difícil de explicar, puede atribuirse:

- 1º A la poca distancia existente entre la zona de carga de la cuenca subterránea y la zona de pérdida o descarga, que en este caso sería el río Conlara. Es de señalar que en otras partes del mundo existen conos de deyección con iguales características, que han dado surgencia a distancia semejante.
- 2º Al describir la tectónica en el capítulo V mencionamos la presencia de bloques de fallas, observables a veces en superficie y otras veces detectadas mediante sondeos, ubicados en la porción central del valle. Tales fallas podrían ser responsables de pérdidas en sentido vertical a lo largo de todo el valle, haciendo perder al agua la presión hidrostática necesaria para surgir. Es necesario destacar la posibilidad de que el agua se infiltre hacia grandes profundidades por las brechas correspondientes a los planos de fallas que pertenecen al sistema de estructura en escalón que se presenta desde el faldeo occidental de la sierra de los Comechingones y que se prolonga hacia el centro del valle por debajo de la acumulación moderna. En este caso habría posibilidad de surgencia en la zona intermedia entre Villa Dolores y Pozo del Chañar siempre que las condiciones de permeabilidad presentes en los estratos le impriman cierta presión. Sería conveniente efectuar alguna perforación en ese lugar. Si se cumpliera esta suposición la zona de pérdida de estas aguas subterráneas sería las Salinas Grandes que se encuentran ubicadas al oeste de dicha estructura y fuera de la zona de estudio.
- 3º Otra causa de la falta de surgencia sería la no continuidad de las capas areno-arcillosas, que forman lentes que a veces se unen para conducir el agua en busca de salida a la superficie.

- 4º Puede haber ocurrido que por los ascensos producidos en el Terciario y Cuartario se hubieran roto los paquetes sedimentarios y la continuidad de los estratos impermeables, perdiéndose el agua en el sentido vertical o lateral hacia otras capas.
- 5º En ciertos lugares las capas acuíferas carecen de la permeabilidad necesaria, prueba de ello es que los caudales obtenidos en casi todas las perforaciones son muy bajos.

De todas las perforaciones realizadas hasta la fecha, la que está más próxima a la surgencia es la de Pisco Yacú nº 1, en la cual una capa entre los 40 y 60 metros tiene un nivel piezométrico negativo de 1m88. En el centro del valle, en una perforación recientemente realizada en Los Espinillos nº 2, la capa nº 5 a los 115 metros tuvo un nivel negativo de 12m40 sobrepasando a las anteriores que sólo llegaban a 23,10 m como máximo.

Fluctuaciones del nivel freático

No es posible comprobar o determinar, aunque sea por poco espacio de tiempo, las fluctuaciones del nivel freático que como sabemos está influenciado por las variaciones en las precipitaciones, presión atmosférica, tipo de vegetación, grado de humedad existente en la atmósfera, etc.

Sin duda existen fluctuaciones, ya que es común escuchar a los pobladores que han tenido que profundizar pozos cavados a pala o perforados porque el agua ha descendido mucho. Donde es fácil observar estas fluctuaciones es en ambos márgenes del río Conlara, el cual en algunos tramos es *influyente*, es decir que alimenta la freática. En pozos comunes ubicados a pocos metros de la orilla dentro de los tramos influentes es notable la fluctuación según la cantidad de agua que desde el dique San Felipe se vierte a su caudal.

Tampoco existen en la zona del valle quien pueda suministrar esta información por carecer de instalaciones adecuadas.

Relación del nivel freático con la topografía

La capa freática, es normalmente un reflejo atenuado de los desniveles topográficos, relación que se cumple en nuestra zona de trabajo. Ello no obstante hay casos en los cuales el comportamiento de la capa libre es completamente distinto. Los tres casos presentados en la figura III son ilustrativos para dicha excepción, sobre todo en la parte correspondiente a la zona próxima a la sierra de los Comechingones (Perfil Piedras Blancas- Cda. Grande), compuesta por elementos muy permeables que hacen que el agua recién encuentre capas que le sirvan de lecho a profundidades muy grandes. Al circular hacia el río Conlara adquieren menor altura respecto al nivel topográfico.

En el segundo perfil (Perfil Merlo - Santa Rosa) ocurre algo semejante, con algunas elevaciones del nivel freático, probablemente debido al endicamiento que producen los afloramientos que existen en esa zona, cuya ubicación se observa en el perfil geológico del mapa I coincidiendo con las citadas elevaciones. Es de lamentar que sean pocos los pozos y perforaciones para efectuar mayores correlaciones.

Recarga del agua subterránea

El agua que se insume, ya sea de lluvia, nieve, etc., se almacena en forma subterránea en este valle constituyendo una cuenca. Trataremos de describir la manera como es alimentada la misma. Si esa masa de agua almacenada tiene o no movimiento en alguna dirección determinada no se puede afirmar, por

cuanto para comprobarlo se debería recurrir al método de coloración del agua o a métodos eléctricos con el agregado de electrolitos. El inconveniente que impidió realizar esta comprobación estribó en que son necesarias varias perforaciones distribuidas en forma radial a corta distancia, que no existen, por lo menos bien realizadas como para justificar el desembolso que se debe efectuar.

Por la inclinación de los bloques cristalinos del macizo puntano, sería lógico que la circulación se produzca de S a N, más aún, teniendo en cuenta que por el S la cuenca estaría prácticamente cerrada por las sierras de La Estanzuela, Tilisarao, Naschel, del Carrizal y San Felipe.

La recarga de esta cuenca se debería a factores meteóricos tales como: precipitaciones pluviales, nieve, granizo, rocío, etc. y por el aporte de los ríos y arroyos que se insumen aumentando de esa manera el caudal de la cuenca.

Los datos correspondientes a precipitaciones pluviales no se pudieron obtener en su totalidad, por no disponerse en la parte serrana de pluviómetros, ya que todos se hallan sobre la línea férrea de Villa Dolores a Villa Mercedes.

Se puede tomar como promedio para todo el valle, incluida la precipitación nival, la cantidad de 500 m al año, y teniendo en cuenta que 1 mm de lluvia representa un litro por metro cuadrado, se tendrían 500 litros/año por cada metro cuadrado. Si a esta cifra la multiplicamos por el total de metros que ocupa el valle, nos daría la cantidad de litros de agua que caen sobre la superficie. Sobre la parte permeable o zona de recarga, que en este caso estaría representada por los ápices de los conos de deyección se calcula que se puede insumir un 10 % de esa cantidad de agua. A medida que nos alejamos, como hemos dicho anteriormente, entramos en una zona que es menos permeable por el tipo de granos, acomodación, etc., calculando que sólo insumiría un 7 % y por último llegaríamos a los sedimentos lacustres del bajo de Concarán, río Claro y Santa Rosa, donde a consecuencia de hallarse la freática a pocos centímetros del suelo, actuando como una cubierta impermeable que ya no tiene mayor capacidad de absorción, se le puede atribuir un 2 a 3 %.

Todo este cálculo es teórico y de llevarlo a cabo en detalles nos conduciría a errores, más aún teniendo en cuenta que la distribución e intensidad de las lluvias es anormal, ya que en ocasiones en pocos minutos caen muchos milímetros y se escurren con mayor velocidad que cuando las lluvias son lentas. Para valorar esta cuenca debemos efectuar una cantidad mayor de perforaciones de las que se obtendrán luego los valores de caudales, depresión, tiempo de recuperación, etc., necesarios.

Contribuyen a engrosar el aporte del agua de las precipitaciones pluviales las precipitaciones nivales y la condensación del vapor acuoso sobre las superficies rugosas de la escarpa de falla principal de la falda occidental, que actuarían como un enorme condensador. Otro aporte de importancia es el que efectúa el río Conlara que, como sabemos, es en partes influente y en otras efluente.

En definitiva, habría muchos otros valores que pueden intervenir en la recarga de la cuenca, como ser el aporte de los manantiales, lloraderos, etc., pero sólo tendríamos una apreciación teórica del valor que siempre es aproximada. Sería necesario, como dijimos, la realización de mayor cantidad de perforaciones piloto profundas.

La experiencia de valores o intervención de factores que se deben tener en cuenta para que una cuenca sea importante y que en principio estarían presentes en este valle, como ser:

- 1) Hay acuíferos de mucho caudal.
- 2) Son de carácter artesiano, vale decir, con buen nivel piezométrico que facilita su explotación.

- 3) Existen acuíferos constituidos por material arenoso con buen rendimiento y fácil recuperación del agua extraída.
- 4) El agua que se obtiene es de buena calidad, con poco exceso de minerales, lo que la hace apta para el consumo y riego.
- 5) Hay buenas fuentes de recarga de la cuenca y de carácter permanente en su mayoría.

Descarga del agua

Sabemos que la descarga de nuestra cuenca se puede realizar:

- a) *por medios naturales*, o sea los que se llevan a cabo por medio de la evaporación, transpiración, manantiales, lloraderos, etc., y
- b) *por medios artificiales*, como ser pozos o perforaciones profundas donde el hombre bombea el agua para sus necesidades.

La *transpiración* por medio de la cubierta vegetal es de mucha importancia dado que esta última es casi continua, tanto en la parte serrana como en la llana, ya sea en forma de praderas naturales, árboles, arbustos de todo tamaño y también la que realiza el hombre por medio de sus cultivos. Se conocen valores de evaporación de vegetales cultivados, sobre todo en su período vegetativo, entre ellos el maíz, trigo, alfalfa, etc. Por ejemplo corresponde una evaporación media diaria de 3,4 a 7,0 mm para el alfalfa; 2,7 a 2,8 mm para el trigo; 0,74 a 1,40 mm para las papas y un promedio de 3.1 a 7.3 para praderas o extensiones cubiertas de pastos que abarcan gran parte de esta zona. Estos datos citados por Stappenbeck fueron elaborados en base a ensayos efectuados por Rister en Suiza; posiblemente las condiciones climáticas y edafológicas no sean iguales en ambas zonas, pero de cualquier manera revelan la importancia de la vegetación con respecto al nivel de la capa freática.

Claro está que estos valores tendrían diferencias si se los toma en la parte donde la freática está muy próxima a la superficie, o en los lugares donde está a decenas de metros. En este último caso las raíces adquieren una longitud extraordinaria para poder aprovechar al máximo el agua que se condensa de los vapores acuosos y que circulan a través de los poros de los sedimentos sin llegar a formar una verdadera capa freática.

La *evaporación* es otro de los factores de mucho valor que intervienen en la descarga y que debemos tener presente, sobre todo la que se realiza en la superficie libre de los arroyos, ríos, represas, etc.

En los ríos que bajan de la parte alta de la sierra, por tener alta pendiente y lechos con muchas asperezas que le imponen gran movimiento al agua, el porcentaje de evaporación es mayor que en las aguas del río Conlara, donde la velocidad es menor y el lecho más homogéneo. Los valores de evaporación tomados en el lago del dique San Felipe, son de 1.481 mm al año, pero no se han tomado en otra parte del valle por no contar con instrumental e instalaciones adecuados.

En terrenos completamente saturados de agua donde la freática está a pocos centímetros de la superficie, es notable la evaporación que se produce por *capilaridad*, notándose que juntamente con el agua se elevan las sales disueltas en forma de un complejo que constituye las llamadas eflorencias salinas, las cuales tienen distinta composición en verano que en invierno por las combinaciones que ciertas sales producen en frío o en caliente.

En terrenos que no están saturados y carentes de sales, también se produce evaporación sin dejar rastros visibles como en el caso anterior. Sólo se observan las consecuencias de esta evaporación cuando es excesiva y sobre todo en terrenos que tienen poca cohesión entre sus granos, ya que entre sus espacios circula aire que favorece marcadamente la erosión de esos sedimentos.

La descarga que se produce por medio de *manantiales* es fácil de observar sobre todo en las proximidades del río Claro, ya que éste está formado por vertientes producidas por una elevación brusca de la capa freática debido a algún endicamiento de los ya citados bloques o dorsales que se elevan hasta aflorar en algunas partes. También puede ser causa de esta elevación el entrecruzamiento de lentes arcillosos, a los cuales se les opondrían otros lentes similares que provienen de la parte occidental de la sierra de San Luis.

Sobre la margen derecha del río Conlara se puede apreciar que el trabajo erosivo ha producido el afloramiento de las capas freáticas, dando lugar a verdaderas "vertientes de talweg".

Descargas por medio de manantiales también son factibles de observar en la parte correspondiente al basamento cristalino, sobre la sierra de los Comechingones, donde hay bloques grandes de rocas metamórficas y graníticas, muy diaclasadas y alteradas. Dichos bloques se oponen al descenso de la aguas que circulan entre la cubierta sedimentaria que los recubren, las cuales poseen presión elevada por la fuerte pendiente hacia la quebrada donde corren los arroyos. A lo largo de los cerros puntudos de basamento se observa una cantidad apreciable de manantiales que no son aprovechados convenientemente en su totalidad por falta de obras hidráulicas para activarlos, perdiéndose en los "mallines" a corta distancia.

La *temperatura* tiene importancia juntamente con la *tensión de vapor* y la *velocidad del viento* en el equilibrio del medio ambiente con el líquido.

Descarga por pozos

El agua en esta zona es utilizada para uso doméstico, para abrevar el ganado, muy poco porcentaje para riego y poco o nada para uso industrial. En los centros más o menos poblados o en lugares donde sólo existe una escuela como única edificación, el agua es extraída por medio de pozos profundos que fueron realizados en su mayoría por la Dirección de Minas, Obras Sanitarias de la Nación o el organismo provincial correspondiente. Podemos contar aproximadamente unas treinta y cinco perforaciones en explotación, cuyos detalles técnicos se pueden consultar en la tabla I del capítulo IX. Los caudales que de ellos se extraen varían desde 1.550 litros-hora hasta un máximo de 34.300 litros-hora, correspondiendo las de menor caudal a las más próximas a las sierras, y las de mayor a las ubicadas desde la parte central del valle hasta el cauce del río Conlara.

Las depresiones obtenidas para distintos caudales tienen valores desde depresión total para caudales de 180 l/hora, hasta de 5m60 para 54.000 litros l hora. No se han tomado los valores correspondientes al tiempo de recuperación del agua de los acuíferos, que como sabemos depende de factores como la porosidad, temperatura, viscosidad del agua, tipo de filtro colocado, etc.

Pozos cavados a pala y pico

Existen pozos cavados a pala y pico, algunos con profundidades superiores a los 90 metros, sobre todo en la llamada costa de la sierra de los Comechingones, encontrándose en mayor cantidad donde el acuífero se alumbra a menor profundidad. Los caudales que se extraen son muy pobres, ya que se utilizan medios de explotación muy rudimentarios y en contados casos se cuenta con molinos y bombas a motor. Por otra parte, del acuífero se explota la parte superior, rara vez más de 2 metros, por cuanto al excavarlos una vez que se alumbra el agua se profundizan sólo unos pocos centímetros adicionales. La razón de este procedimiento es que al no contar con equipos de bombeo que extraigan el agua con la rapidez que surge, deben interrumpir el trabajo.

La mayoría de estos pozos son revestidos en su interior por mampostería, chapas de zinc, troncos de algarrobo, etc., para evitar desmoronamientos. Muchos de ellos han quedado abandonados por haberse desviado de su línea vertical, o por no haber encontrado agua a esa profundidad y resultar dificultosa la extracción de la tierra.

El diámetro de estos pozos varía entre 1m50 como mínimo, sobre todo en los más profundos, hasta de 5 metros en los de menor profundidad.

Posibilidades de riego

Para estimar debidamente las posibilidades de aumentar las áreas de riego o de ampliar las existentes, es necesario llevar a cabo un estudio más detallado sobre todo desde el punto de vista práctico, es decir, efectuando un número suficiente de perforaciones de investigación en las zonas más adecuadas, a efectos de conocer el caudal real, la depresión, recuperación, interferencias entre pozos, calidades del agua, etc.

Previamente se deberá conocer el tipo de cultivo que se desea establecer y la forma de riego, ya sea por aspersión, sumergido, inundación, etc., y también los medios con que se contará para la explotación del agua, ya se trate de bombeo, energía para accionarlas, etc.

Es factible aumentar el riego que se inicia desde el dique San Felipe, por medio de canales impermeabilizados, sobre todo en aquellas zonas próximas al curso del río Claro, donde la capa freática se encuentra a pocos centímetros de profundidad. Para lograr esto se deben realizar perforaciones poco profundas que viertan sus caudales a los canales que aportan al dique, con el objeto de reforzarlos, pero para que esto sea conveniente y justificable, se deberá contar con energía abundante y barata. Esto será posible una vez que se concluyan las instalaciones de los grupos generadores de corriente en los diques La Viña y San Felipe.

En la sierra de los Comechingones es factible aumentar la cantidad de agua utilizable para riego, efectuando obras de captación de los innumerables manantiales antes citados, que se insumen a los pocos metros de aparecer, conduciéndolas luego hasta zonas más alejadas por medio de cañerías o canales impermeabilizados.

El agua que baja de la parte alta de la sierra de los Comechingones y se insume rápidamente en el relleno cuaternario que cubre el espacio existente entre la falla principal y el umbral cristalino que asoma en la línea que pasa por El Rincón, Cerro de Oro, etc., ya descrita, constituye una pequeña sub-cuenca.

Si por medio de perforaciones en ese relleno se pudiera conocer el espesor, nivel piezométrico, etc., sería de mucha utilidad, si fuera posible efectuar con los equipos adecuados perforaciones horizontales que atraviesan los umbrales ubicados en la parte más baja, y que actúan como diques subterráneos. Si bien es cierto que el costo de la realización sería elevado, el mismo se compensaría, por cuanto al actuar la gravedad se evitaría el gasto que ocasiona el bombeo y conservación de sus instalaciones.

De igual modo, ya dentro de realizaciones muy costosas, estaría la de prolongar la zona de insumisión de los arroyos ya citados por métodos de impermeabilización de los lechos existentes, o por medio de desviaciones de los cauces sobre el basamento cristalino. Una vez tomada el agua, ésta sería conducida por cañerías hasta pasar la zona de insumisión, volcando esos caudales nuevamente en los lechos secos que son más o menos impermeables. Tendríamos de ese modo la posibilidad de que esas aguas, al circular subterráneamente, se encaucen en otras capas impermeables que estarían en posición más alta de las que ahora lo hacen. Las perforaciones que se encuentran sobre la llamada costa de la sierra señalan esas capas, las cuales si bien es cierto

actualmente no conducen aguas, estarían en condiciones de hacerlo de acuerdo con su composición litológica, su textura y estructura. En este último caso, si así no sucediera, se recargarían por otro lado las capas existentes aumentando su caudal y elevando su nivel piezométrico.

Calidad del agua

Se acompaña a este informe una tabla de los análisis de agua correspondientes a 15 muestras obtenidas en los lugares del valle señalados con la letra "M" y su número correspondiente en el Mapa 11 de ubicación, habiendo sido realizados por personal especializado de los laboratorios de la Dirección Nacional de Geología y Minería.

El residuo seco a los 180° nos da valores que van desde 0,064 g/l. muestras obtenidas en manantiales ubicados sobre la parte alta de la sierra de los Comechingones, hasta otros de 2,80 g/l tomados de capas freáticas que circulan por terrenos muy salitrosos próximos al río Conlara.

Se señalan en la Tabla n° 2, las aguas inaptas para el consumo por su elevada dureza de carbonatos y bicarbonatos, sobre todo de calcio, y por los sulfatos de sodio y calcio respectivamente; en contados casos son de mala calidad debido al exceso de flúor y en casos como el de la muestra n° 10 (que fue tomada de una de las represas rudimentarias que se utilizan para almacenar el agua de lluvia para consumo del hombre y animales), se debe a la presencia de amoníaco y nitritos proveniente de su contaminación con materia orgánica.

Las aguas que bajan de la sierra de los Comechingones tienen poca cantidad de sólidos disueltos, como se puede observar en los análisis números 1, 5, 6 y 9; por consiguiente están en condiciones de aceptar mayor cantidad de sales, lo que se consigue al llegar a la zona del río Claro o del Conlara luego de atravesar todo tipo de terrenos, algunos de los cuales tienen cloruros, sulfatos, carbonatos, etc.

No obstante ser un poco incierto el origen del flúor en el agua, merece destacarse el aumento que ha tenido en dos muestras tomadas, una antes de la mina de fluorita "La Marquesa" y la otra luego de haber pasado la misma a unos 4 kilómetros; se observa (muestras 5 y 6) un aumento que va desde 1 mg/l a 2.50 mg/l. Parecería que la presencia de este elemento guarda relación por el tipo de roca por donde circula el agua, es así más notable la presencia de este elemento en todas las aguas que provienen de la parte sur de la sierra de los Comechingones y que se inicia en la quebrada de Cortaderas que, como dijimos, está formada por granito de color rosado. Siguiendo la supuesta dirección subterránea de esas aguas hacia el noroeste tendríamos, de acuerdo a los resultados de las muestras números 9, 12, 13, 14 y 15, que existe alguna relación, ya que se nota la presencia de este elemento. En cambio, al norte de dicha zona y donde las aguas provienen de rocas metamórficas, no se nota la presencia de flúor.

El análisis de la muestra n° 7 correspondiente al lago del Dique San Felipe y la n° 3 correspondiente al embalse del mismo río, pero a la altura de Ojo del Río, nos muestra el aumento considerable de sales que ha tenido el agua al circular por diversos tipos de terrenos, sumándose las recargas laterales por manantiales y arroyos que vierten sus aguas en este trecho. El total de sólidos de 0.258 g/l en la primera muestra alcanza a 1,324 g/l en la segunda; la misma relación existe considerando cada uno de los componentes de este residuo, de tal modo que la primera es considerada apta para el consumo y la segunda inapta por el exceso de sales sobre todo sulfatos y por su dureza que excede los límites admisibles de 0.30 g/l de sulfatos y 0.250 g/l de carbonatos.

Existe también diferencia entre la muestra n° 4 tomada en el río Claro con la ya citada n° 3, ya que de 0,892 g/l se eleva a 1,324 g/l el residuo sólido,

por lo que se deduce que el agua del río Conlara al salir del dique San Felipe es muy ávido de sales y en su trayecto las toma, ya sea directamente de los suelos por donde circula o de las recargas laterales que se le suman. Las aguas que afloran y forman el río Claro deben posiblemente su cantidad de sales al hecho de que por ser de poca profundidad y tener una superficie muy amplia, la evaporación actúa concentrando sus sales.

Generalizando, podemos decir que referente a calidades de agua se pueden separar dos zonas, una que sería la correspondiente a la faja que va desde la sierra de los Comechingones hasta más o menos el trazado de la ruta Nacional n° 146, con muy buenas aguas en la parte más elevada disminuyendo su calidad hacia el oeste hasta llegar a la citada ruta. La otra zona abarcaría desde la faja citada hasta la parte alta de la sierra de San Luis, con calidades mediocres sobre todo por su contenido de carbonatos y sulfatos de las capas de menor profundidad (freática). Las de profundidad son en su mayoría de buena calidad o por lo menos soportables.

En lo referente a calidad de las aguas superficiales debemos agregar que está supeditada a la composición mineralógica y textura de las rocas dentro de las cuales circula. Aquéllas que corren sobre rocas metamórficas y plutónicas (granitos, aplitas y rocas de mezcla), muestras números 1, 5, 6 y 7 son aptas para el consumo y riego, vale decir, que el relieve montañoso cuenta con aguas superficiales de buena calidad desde el punto de vista químico.

Por el contrario, cuando las aguas de la región serrana se ponen en contacto y circulan sobre los depósitos sedimentarios de pie de monte y del terciario, ricos en sales solubles, se contaminan de tal manera que su potabilidad disminuye a medida que se alejan de la sierra. Los sedimentos margosos, areniscas calcáreas, etc., del Terciario, que forman el substratum del cono de deyección, son los que contienen mayor cantidad de sales solubles. Las aguas superficiales, después de cortar los depósitos más modernos circulan sobre los sedimentos terciarios, adquiriendo en su recorrido una gradual y creciente concentración de sales que por lo general sobrepasa los límites admisibles para bebida y riego. Tal es el caso de las muestras números 3 y 4.

Como complemento y a fin de ilustración se agregan datos obtenidos de la Revista de la Administración Nacional del Agua, n° 114 del mes de diciembre del año 1946, referentes a las fuentes de provisión de agua para las localidades de la provincia de San Luis, habiendo extractado las correspondientes a la parte del valle en estudio.

Localidad	Departamento	Población	Calidad del agua	Provisión por	Estado sanitario	Observaciones
Carpintería	Junín	1.800	Buena	Acequias	Bueno	Amebiasis
Concarán	Chacabuco	4.000	Mala	Pozos y aljibes	Bueno	Agua con exc. sulf.
Cortaderas	»	1.000	Regular	Acequias y vertientes	Bueno	Afecc. gastrointest.
La Chilca	Junín	200	Salobre	Pozos	Bueno	
Los Molles	»	400	Buena	Acequias	Bueno	Amebiasis
Merlo	»	2.200	Buena	Vert. arroy.	Bueno	»
Papagallos	Chacabuco	60	Buena	Arroyos	Bueno	
Renca	»	500	Buena	Ríos, pozos, aljibes	Bueno	
San Pablo	»	700	Regular	Pozos, acequias	Bueno	
Santa Rosa	Junín	3.500	Regular	Pozos, acequias, alj.	Regular	Tifoidea Disenteria Parasitosis
Tilisarao	Chacabuco	1.400	Buena	Pozos	Bueno	
Villa del Carmen	»	175	Buena	Vertientes	Bueno	
Villa Larca	»	900	Mala	Vertientes	Bueno	Exc., flúor

Calidad del agua en relación con las formaciones geológicas donde circulan

Como entre las formaciones del Terciario y Cuaternario no existe separación litológica por medio de capas impermeables, las aguas se mezclan y no es posible conocer separadamente las calidades y atribuir a una u otra la responsabilidad de la contaminación. Aparte de esto, como existe en todo acuífero un movimiento en sentido horizontal, es factible que por recarga lateral también se modifique el contenido salino de cada capa.

Hay lugares donde los depósitos no reflejan los fuertes movimientos tectónicos que fracturaron y elevaron las sierras, pues aún descansan sobre el basamento en posición sub-horizontal, si bien acompañándolo mediante inflexiones suaves.

Dicha relación estructural se refleja, en la mayor parte del faldeo occidental de la sierra de San Luis. Allí los sedimentos terciarios son portadores de abundantes sales que contaminan en forma considerable el agua potable circulante sobre el basamento. Así vemos que en las localidades de Santa Rosa, Concarán, Tilisarao, Naschel, etc., situadas sobre el faldeo citado, como así mismo las aguas que circulan por el río Conlara y los de los arroyos que bajan de la sierra, presentan esta característica tal como se puede observar en la Tabla nº 2. Lo mismo se puede decir con respecto a las aguas que se encuentran en la parte sur, correspondiente a las sierras de La Estanzuela, Tilisarao, Naschel y San Felipe.

Como dijimos más arriba, no hay posibilidad de establecer una regla general para determinar la ubicación de los estratos que de acuerdo a su naturaleza puedan contener agua de buena o de mala calidad, por cuanto las variaciones locales se manifiestan en lugares próximos sobre todo desde la zona central del valle hacia el río Conlara. Podría indicarse que las aguas contenidas en las areniscas calcáreas y arcillosas son de mala calidad, como en general las que se encuentran en sedimentos terciarios, que a menudo son yesosos. La calidad del agua mejora y llega a resultar apta cuando los depósitos terciarios están constituidos por areniscas conglomerádicas poco arcillosas.

En cuanto a los depósitos pleistocenos suelen generalmente contener aguas confinadas de buena calidad, siempre y cuando no se trate de depósitos palustres o salinos.

Vale decir que para la parte distal del cono de deyección donde se entra en la fracción "arcilla" es posible encontrar capas de agua de buena calidad, pero su ubicación no es previsible con seguridad, salvo el empleo de métodos geofísicos, por cuanto ello depende pura y exclusivamente de la distribución de los sedimentos capaces de contenerlas.

PROSPECCION GEOFISICA

Existen varios métodos geofísicos, pero el más apto para detectar la posición y características de los acuíferos es el que mide la resistividad aparente del suelo y subsuelo a diferentes profundidades. Entre las ventajas que ofrece sobre otro tipo de determinaciones se destaca la de permitir la fácil distinción de la salinidad de los acuíferos, puesto que existe en todo electrolito, que en este caso serían las aguas mineralizadas, una relación entre el total de sólidos y la conductividad eléctrica.

El método usado en esta oportunidad (sistema Wenner) consiste en la colocación de cuatro puntos de contacto a tierra, dispuestos equidistantemente sobre una línea recta. Se hace pasar una corriente entre los electrodos más separados (exteriores), produciendo esta corriente un campo potencial cuya caída se mide entre los electrodos interiores.

Una vez medida la intensidad de la corriente que circula entre los electrodos exteriores y la diferencia de potencial que ésta produce entre las dos restantes, se reúnen estos valores según la siguiente fórmula:

$$f = 2\pi d \frac{\Delta V}{I}, \text{ donde}$$

f = resistividad aparente (en ohm metros).

d = distancia entre electrodos exteriores (*profundidad del sondeo*).

ΔV = diferencia de potencial entre los mismos.

I = intensidad de la corriente enviada a tierra.

Aumentando progresivamente la distancia d se obtienen las resistividades del subsuelo a distintas profundidades para un punto situado en el centro geométrico de los electrodos que se mantiene invariable durante la realización del perfil.

La representación gráfica de estos puntos en un eje de coordenadas (resistividad en función de profundidad) es lo que llamaremos *perfil geoléctrico o electrosondeo de ese lugar*.

Existe una pronunciada tendencia a modificar las fórmulas clásicas o a idear nuevas disposiciones de los electrodos de contacto a tierra, que a nuestro entender no se justifican. Admitiendo tal cual lo hacen la mayor parte de los autores, que los métodos geoléctricos brindan datos de conjuntos totalmente empíricos y útiles en cuanto se comparen unos con otros tomados en las mismas condiciones, poco progreso puede resultar de combinar guarismos idénticos en funciones de distinta forma.

A lo sumo podrá conseguirse que la forma de las curvas obtenidas se acerquen algo a la curva teórica correspondiente a una disposición similar de estratos de idénticas propiedades eléctricas.

Como la finalidad que persigue el perfilaje resistivimétrico es esencialmente práctica, nos apartaríamos de ella si variáramos las fórmulas de trabajo, imposibilitando las comparaciones en perfilajes realizados en otros lugares.

En la lámina de valores obtenidos con este método se designa a cada electrosondeo con una letra mayúscula, cuya ubicación puede consultarse en el mapa III, donde se indican además los recursos de agua.

Interpretación de los perfiles eléctricos

A) — Ubicado 50 metros al sur de la perforación Merlo n° 1 sobre el camino a estancia "El Hinojo".

En este perfil se observa durante los primeros metros un aumento en los valores de la resistividad correspondiente a terrenos secos y poco coherentes; luego (a partir de 16 metros) la curva desciende con regularidad hasta alcanzar la profundidad máxima. Ahora bien, a partir de los 80 metros adquiere un cierto paralelismo con el eje de las ordenadas lo cual indicaría la finalización de una zona de menor resistividad. Podría interpretarse como el fondo de una primera capa. En la práctica vemos que esa primera capa fue detectada entre los 57,10 y 60,10 metros de profundidad. Podemos atribuir la diferencia entre el valor real de profundidad de capa y el teórico dado por el perfil (electrosondeo) a la dificultad en conseguir buenos contactos, ya que los niveles altos están constituidos por material arenoso grueso. A esta misma causa podemos atribuir la existencia de algunos puntos (32 m y 60 m) que se apartan bruscamente de la lineación general de la curva, alcanzando valores teóricamente imposibles. Pueden atribuirse o bien a la existencia de falsos contactos o a influencias laterales. Un segundo crecimiento del valor $f=0$ se observaría a los 108 metros de profundidad.

La perforación nos indica una segunda capa entre 93.50 y 96.20 metros. El error en este caso está ya dentro de los límites conocidos del método. Por debajo de estas cifras no se intentó interpretar el perfil por cuanto la sensibilidad del equipo quedó visiblemente disminuida por las circunstancias arriba enumeradas.

B) — Ubicado a 300 metros al sur de *A)*, sobre un afloramiento de basamento cristalino.

La interpretación de este perfil coincide plenamente con los datos obtenidos por observación directa en el lugar y sus alrededores. Los altos valores obtenidos (en general por encima de la ordenada de los 50 ohm/metro) indican la presencia de un subsuelo de alta resistividad. La irregularidad de la curva, con valores de máxima y mínima netamente definidos, expresarían variaciones bruscas que geológicamente podemos interpretar como grietas con circulación de agua, ya que se trata de material de basamento cristalino. En este caso sería de esperar la presencia de dos acuíferos bien definidos, cuyas profundidades calculadas corresponderían respectivamente a los 28 y 72 metros. Podemos presumir también la existencia de un tercero a los 104 metros. Hablamos sólo de presumir por cuanto a esas profundidades y frente a terrenos discontinuos como en este caso, al aumentar la profundidad del sondeo y por ende la separación de los electrodos, aumentaría también considerablemente la posibilidad de error. Estamos en condiciones de afirmar sin embargo que por debajo de estos guarismos existe un basamento masivo poco o nada diaclasado.

C) — Ubicado a 500 metros del *B)*, frente a estancia "El Hinojo".

Esta curva sigue una lineación regular que es consecuencia de haberse obtenido en general buenos contactos cuando se realizó el estudio. Siguiendo el razonamiento de los casos anteriores llegamos a la posibilidad de encontrar una primera capa a los 40-44 metros de profundidad, una segunda a los 76 metros, no observándose desviaciones interpretables más abajo. En cuanto a la primera capa, podemos considerar confirmada su existencia dado que a unos 800 metros al SE del electrosondeo hay un pozo cavado a pala, cuya profundidad de freática es 50 metros. No podemos confirmar el resto de las presunciones por cuanto dicho pozo se dio por terminado a pocos metros de esa profundidad. Por lo menos hasta los 140 metros de profundidad no se observan indicios de la existencia de basamento cristalino, objeto principal de este electrosondeo.

D) — Ubicado a unos 10 km al oeste de la población de Los Molles.

Este electrosondeo es por sus características netamente distinto a los descritos anteriormente. Corresponde en su parte superior, a estratos muy poco conductores, disminuyendo la resistividad gradualmente hacia abajo. Podemos distinguir netamente el final de un paquete de alta resistividad a los 64 metros (presumiblemente fondo del freatóforo). Por debajo de esta indicación la resistividad disminuye continuamente hasta el límite de exploración del instrumento utilizado. Como dato complementario podríamos indicar la posible existencia de un "lloradero" a los 16 metros de profundidad.

E), F) y *G)* — Ubicados sobre el camino de Villa de Merlo a Cerro de Oro, con 100 metros de separación uno de otro.

Dadas sus características similares y la corta distancia a la que han sido tomados, describiremos conjuntamente estos tres perfiles.

Corresponden a un sistema de dos estratos, uno de ellos de muy alta resistividad (basamento cristalino) cubierto por otro de resistividad baja (sedimentos modernos). En el primero de ellos *E)* el basamento se encontraría

a los 36 metros de profundidad; en el segundo *F*), a los 44 metros y en el tercero *G*) a los 52 metros de profundidad.

El único que ofrece una discontinuidad notable y posible de ser interpretada es el *F*), en el que encontramos, a los 16 metros de profundidad, una desviación de la curva (aumento de valores) que nos indican la presencia de un estado conductor intercalado entre relleno moderno. Efectivamente, al E de ese sondeo existe un pozo cavado a pala donde a los 11 metros de profundidad hay una capa de rodados muy cementada por carbonato de calcio, encima de la cual circula una débil capa de agua.

H) — Ubicado entre Cortaderas y estancia "La Gramilla".

Se observa en este electrosondeo una disminución constante y armónica de la resistividad a medida que aumenta la profundidad de estudio. Sólo a los 28 metros aparece una deformación de la curva que indicaría la presencia de un estrato poco conductor (piso de la capa freática). La curva tiende a estabilizarse a los 72 metros y suponiendo que esa estabilización continuase por debajo de los 80 metros, punto en que se dió por terminado el trabajo, daría pie para suponer la existencia de una segunda capa a esa profundidad.

I) — Ubicado entre Balcarce y Santa Martina.

Este perfil presenta una cierta similitud básica con el anterior, con la diferencia de no tener indicación clara de acuífero a poca profundidad. La curva se estabiliza a partir de los 54 metros, punto o profundidad en que es presumible la existencia de una primera capa.

J) y *K*) — Ubicados entre Tilisarao y Papagayos.

Consideraremos en conjunto estos perfiles por haber sido registrados en una misma zona. Ambos son típicamente representantes de sedimentación horizontal o subhorizontal (sedimentos cuaternarios), similares a los que se obtienen en la provincia de Buenos Aires y en general en zonas de sedimentación moderno y poco dislocada. Los perfiles descienden desde un valor más o menos alto, que depende de la porosidad y humedad de los estratos superiores, disminuyendo luego hasta alcanzar un valor que ha de mantenerse fijo hasta profundidades a veces considerables y que depende de la ionización (salinización) de los acuíferos y estratos húmedos que atraviesa. En el primer caso *J*), este valor sería de aproximadamente 15 ohm/metros a los 40 metros de profundidad. En el segundo *K*), sería de 32 ohm/metros a los 36 metros de profundidad.

Estos valores de resistividad nos indican que en el caso *J*) hemos de encontrarnos con aguas hipersalinas a diferencia del caso *K*) en el que hemos de encontrarnos con aguas poco conductoras o sea de mejor calidad. El valor cuantitativo de estas determinaciones depende de la relación resistividad-salinidad que puede efectuarse en cada lugar, realizando un número lo más alto posible de sondeos al lado de pozos de cuyas aguas se posean datos analíticos.

En este caso, siendo pocas numerosas las perforaciones existentes, debemos dar un valor sólo cuantitativo a los datos obtenidos en el campo, pudiéndose afirmar por comparación que evidentemente los acuíferos del lugar *K*) han de ser de calidad superior a los del lugar *J*), sin que esto signifique que los primeros han de ser excelentes o bien los últimos ineptos.

Sólo complementando estos datos con consideraciones geológicas podrá preverse la calidad de las aguas subyacentes con mayor exactitud.

CONCLUSIONES

Del estudio realizado en el valle del río Conlara se desprende que nos hallamos frente a una zona muy favorecida desde el punto de vista hidrogeológico en comparación con otras de la misma provincia, por la cantidad y calidad del agua superficial y subterránea.

Las conclusiones respecto al *agua subterránea* son:

1º Se originan por:

- a) Percolación de las aguas de lluvia.
- b) Filtraciones de su sistema hidrográfico.
- c) Filtración de las aguas provenientes de la condensación de los vapores acuosos, que se efectúa con preferencia sobre la parte alta de la sierra de los Comechingones.
- d) Filtración de las aguas provenientes del derretimiento de las nieves.

2º Los caudales de las aguas subterráneas son importantes, siendo factible programar y realizar perforaciones para extraer por bombeo cantidades suficientes, en condiciones económicas, para determinados tipos de cultivos y uso doméstico.

3º La calidad de las aguas subterráneas en la mayor parte del valle las hace aptas para todo consumo, notándose una progresiva mineralización hacia el sur y oeste.

Respecto a las *aguas superficiales* podemos decir lo siguiente:

1º En la faja ubicada al oeste de la sierra de los Comechingones, en un ancho aproximado de diez km se cuenta con abundante agua de buena calidad, apta para el consumo del hombre, animales y riego. Constituye actualmente la fuente obligada de abastecimiento en esta zona utilizando los arroyos permanentes y temporarios que son captados y conducidos por obras hidráulicas que evitan que se insuman y no lleguen a mayor distancia.

La Dirección Provincial de Aguas de San Luis ha realizado con buen criterio, sobre todo en la parte correspondiente a la sierra de los Comechingones, innumerables captaciones en los cursos labrados sobre el basamento, p. ej. la efectuada sobre el arroyo Cortaderas observables en las fotografías 1 y 2 de la lámina VII, cuyas aguas se conducen hasta los centros poblados por medio de acequias construidas con materiales que las impermeabilizan. La distribución dentro de los centros poblados se hace por acequias sin revestir y esto hace que se pierda buena parte de su caudal a lo largo de su recorrido por insumición o por desbordes al taparse. Es fácil observar, sobre todo en los lugares donde hay poca población aquellas acequias desbordan por las huellas formando pantanos; a mi juicio creo que organizando consorcios de vecinos se podría tener un mayor aprovechamiento de estas aguas que tan lamentablemente se pierden y que serían de tanta utilidad si llegaran unos kilómetros más hacia el centro del valle.

2º La faja ubicada a lo largo de la sierra de San Luis tiene distinto comportamiento por tener una pendiente suave hacia el este. Corren allí las aguas a través de lechos labrados sobre rocas terciarias subhorizontales o sobre la superficie del basamento, llegando así a mayor distancia sin insumirse. Casi todos los arroyos llegan al río Conlara, pero tienen

el inconveniente de que al contener los sedimentos terciarios mucha cantidad de sales solubles, contaminan las aguas de tal manera que las convierten en inaptas.

- 3º La faja próxima hacia el naciente, o sea la que bordea al río Conlara presenta mejores condiciones. Tienen la ventaja de poseer una cantidad apreciable de canales impermeabilizados que conducen las aguas del dique de San Felipe y que son bien aprovechadas para riego y consumo del hombre.
- 4º La faja siguiente yendo hacia el este, o sea la correspondiente al centro del valle, no cuenta con aguas superficiales de carácter permanente, salvo en épocas de mucha lluvia. Los cursos de agua son generalmente de carácter torrentoso y de corta duración; sus aguas son poco aprovechadas, salvo en los casos donde se han construido represas rudimentarias que las almacenan, al menos en parte.

Recomendaciones

Resumiendo, para el mejor aprovechamiento de las aguas, se aconseja:

- 1) Aumentar la construcción de tomas superficiales o de subalveo para captación del agua de los ríos, arroyos y manantiales.
- 2) Conducir el agua por canales impermeabilizados hasta las zonas de aprovechamiento, con lo que se incrementarían los cultivos nobles (forestales, hortalizas, etc.) y su aprovechamiento con fines industriales.
- 3) Propender a la forestación de la sierra utilizando las terrazas aluvionales para la plantación de álamos, sauces, etc., como recurso forestal futuro y como defensa y preservación contra los efectos destructivos de la erosión, aumentando además el volumen de aguas subterráneas.
- 4) Captar por medio de perforaciones horizontales el agua subterránea que se acumula en la subcuenca ya citada en la sierra de los Comechingones, con el fin de abastecer a las poblaciones.
- 5) Realizar en la parte central y sur del valle una exploración geofísica detallada a fin de ubicar en forma conveniente las futuras perforaciones para el aprovechamiento de las capas aptas.
- 6) Interesar al Servicio Meteorológico Nacional para que instale estaciones meteorológicas en la faja próxima a la sierra de los Comechingones con el objeto de conocer una mayor cantidad de datos, como ser la cantidad de precipitaciones, temperaturas, vientos, etc.
- 7) Realizar un mayor número de perforaciones profundas en la parte central del valle, con el objeto de evaluar sus reservas hídricas. Al mismo tiempo explotarlas para uso colectivo por medio de consorcios vecinales.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- A.N.D.A. 1946. *Revista de la Administración Nacional del Agua*, n° 114, pp. 438-439, Bs. As.
- Bado, A. A. 1939. *La composición de las aguas y la interpretación de sus análisis*. — Bol. O.S.N. Año III, n° 25, pp. 13-24, Buenos Aires.
- Beder, R. 1916. *Estudios geológicos e hidrogeológicos en los alrededores de Villa Dolores (Prov. de Córdoba)*. — Bol. de la Dir. Gen. de Minas, Geología e Hidrología, n° 14. Buenos Aires.
- Fox, C. S. 1953. *El agua. Estudio de sus propiedades, su constitución, su circulación sobre la tierra y su utilización por el hombre*. — Ediciones Omega S. A., Barcelona.
- Gerth, E. 1914. *Constitución geológica, hidrogeológica y minerales de aplicación de la provincia de San Luis*. — An. del Ministerio de Agricultura de la Nación, Secc. Geología, Mineralogía y Minería. Tomo X, n° 2, p. 1 a 64, 1 perfil, 1 mapa, 4 láminas, Bs. Aires.
- Gez, J. W. 1938. *Geografía de la provincia de San Luis*. — Tomo I (1938), p. 1-604; *ibid* II (1939), p. 1-628; *ibid* III (1939), p. 1-698, Buenos Aires.
- González Bonorino, F. 1950. *Algunos problemas geológicos de las sierras pampeanas*. — Revista de la Asociación Geológica Argentina, tomo V, n° 3, Buenos Aires.
- González, R. R. L. 1957. *Descripción geológica de la hoja 22 g. Quines (Prov. de San Luis)*. — Boletín de la Dirección Nacional de Minería, n° 87. Buenos Aires.
- Guiñazú, J. R. 1939. *Breve información sobre las condiciones geológicas del río Las Cañas para provisión de agua a la mina "Los Cóndores", en Concarán, Prov. de San Luis*. — Carpeta n° 38, (inédita), D. N. de Minas. Buenos Aires.
- 1939. *Planeamiento general del estudio de las zonas de riego a crearse con aprovechamiento integral de las aguas subterráneas del río Conlara, San Luis*. — Carpeta n° 109 (inédita), D. N. Minas Buenos Aires.
- Meinzer, O. E. 1942. *Hydrology-Physics of the Earth. IX*.—Ed. Dover Publications. N. York.
- Methol, E. J. *Descripción geológica de la Hoja 22 h, Santa Rosa, Pcias. de Córdoba y San Luis*. — D. N. G. y M. (inédita). Buenos Aires.
- More, Raymond C. 1946. *State Geological Survey of Kansas*. — Bulletins 61-62-63-64. University of Kansas Publications.
- Pastore, F. 1915. *Estudio geológico y petrográfico de la sierra del Morro (Prov. de San Luis)*. — An. del Min. de Agricultura de la Nación, tomo XI, n° 2.
- Pastore, F. y Ruiz Huidobro, O. 1952. *Descripción geológica de la Hoja 24 g, Saladillo (San Luis)*. — Bol. Direc. Nac. de Minería n° 78.
- Pastore, F. y González, R. R. L. 1954. *Descripción geológica de la Hoja 23 g, San Francisco (San Luis)*. — Bol. Direc. Nac. de Minería n° 80. Buenos Aires.
- Stappenbeck, Ricardo. 1926. *Geologie und Grund wasser kunde der Pampa*. — Stuttgart.
- Tolman, C. 1937. *Ground Water*. — Msc Graw-Hill Book Co. New York.
- Tschapek, N. W. 1959. *El agua en el suelo*. — I.N.T.A. Buenos Aires.

TABLAS

TABLA N° 1
Perforaciones

N° de orden	Nombre y número del pozo	Fecha		N° de capas	Profundidad		Naturaleza	Nivel piezométrico	Caudal l/h	Depresión en m	Calidad	Profundidad total	Realizada por	Ubicación	Observaciones	
		inic.	term.		desde	hasta										
1....	Piedra Blanca Centro n° 1	17-7 1943	31-10 1943	1	136,90	139,45	asc.	135,45	1500	2,55	apta	155,90	D. N. Minas	Junín	En explotación la 2ª capa	
2....	Piedra Blanca Centro n° 2	20-12 1943	26-5 1944	2	151,60	154,70	»	130,90	3100	5,30	»	165,05	»	»	En explotación la 3ª capa	
3....	Piedra Blanca Abajo n° 1	9-12 1942	19-5 1943	3	161,30	163,40	»	94,60	4800	0,60	»	117,00	»	»	En explotación la 2ª capa	
4....	Cañada La Negra n° 1	17-11 1948	26-3 1949	2	111,50	116,55	»	84,80	5050	0,20	»	66,30	»	»	En explotación la 2ª capa	
5....	Cañada Grande	25-1 1945	31-5 1945	1	42,45	43,70	»	77,30	5400	1,30	mediocre	50,00	»	»	En explotación la 2ª capa	
6....	Merlo n° 2	21-7 1944	21-7 1944	2	60,10	63,40	»	49,50	6600	1,30	»	305,60	A. N. D. A.	»	Sin explotar	
7....	Merlo n° 1	27-3 1948	11-11 1948	1	21,30	22,80	»	34,85	4500	4,20	apta	230,10	D. N. Minas	»	Sin explotar, rellenado hasta los 142,00	
8....	Santa Rosa n° 1	27-3 1948	11-11 1948	3	124,40	127,10	»	40,85	3000	5,00	»	99,20	O. S. N.	»	En explot. 2ª y 3ª capa; rellenado hasta 130,54 m	
9....	Santa Rosa n° 2	21-7 1944	21-7 1944	2	46,75	48,20	»	17,15	12000	2,70	»	75,90	D. N. Minas	»	Se explota la 2ª capa rellenando hasta los 55,00	
10....	Santa Rosa n° 3	10-2 1912	6-7 1912	1	13,70	20,15	»	10,20	34000	8,45	»	52,50	»	»	Sin explotar, rellenado hasta los 142,00	
11....	Pisco Yacú I Perforación n° 17	1912	1912	2	46,45	50,70	»	54,55	5400	0,75	»	64,60	»	»	En explot. 2ª y 3ª capa; rellenado hasta 130,54 m	
12....	Pisco Yacú II Perforación n° 23	29-8 1912	28-1 1913	1	14,25	20,50	»	46,25	6350	1,15	»	118,81	»	»	Se explota la 2ª capa rellenando hasta los 55,00	
13....	Pisco Yacú III Perforación n° 31	2-2 1913	20-5 1913	2	58,30	63,75	»	15,00	10600	2,85	»	111,60	»	»	»	
14....	Rodriguez Saá n° 1	27-5 1944	21-7 1944	3	2,00	4,00	»	10,80	34000	20,20	»	38,50	»	»	»	Abandonada
15....	Carpintería n° 1	28-2 1943	11-5 1943	2	81,80	84,30	»	11,80	180	total	inapta	110,85	»	»	»	En explotación 2ª capa
				2	104,40	106,50	»	5,00	500	total	»		»	»	»	En explotación 2ª capa

Lugar	Arroyo Piedras Blancas	Ojo del Rio	Rio Conlara en Ojo del Rio	Rio Claro en Ojo del Rio	Rio Seco antes minas de fluorita	Rio Seco 4 km a. abajo fluor	Dique San Felipe
N° de muestras y naturaleza	1 manantial	2 freática	3 superficial	4 superficial	5 manantial	6 superficial	7 superficial
Fecha de análisis	30-5-1958	30-5-1958	30-5-1958	30-5-1958	30-5-1958	30-5-1958	27-6-1958
aspecto { directo.....	límpida	límpida	límpida	límpida	límpida	límpida	límpida
{ decantada.....	»	»	»	»	»	»	»
{ filtrada.....	»	»	»	»	»	»	»
Color.....	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora
Olor.....	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora
Reacción al tornasol.....	—	—	—	—	—	—	—
Reacc. a la fenolftaleína { en frío	ácida	alc. muy débil	alc. muy débil	alcalina	ácida	ácida	ácida
{ en caliente	alcalina	alc. débil	alcalina	alcalina	alc. débil	alc. débil	alc. débil
Materia en suspensión total..	no cont.	no cont.	no cont.	no cont.	no cont.	no cont.	no cont.
Residuo seco a 110°.....	0,096	1,160	1,324	0,892	0,064	0,076	0,258
Dureza en { total.....	0,040	0,490	0,445	0,350	0,030	0,040	0,080
{ CO ₂ Ca } permanente....	—	—	—	—	—	—	—
Alcalinidad { de bicarbonatos	0,050	0,220	0,210	0,140	0,030	0,040	0,104
{ en CO ₃ Ca } de carbonatos..	—	—	—	—	—	—	—
Bicarbonatos (CO ₃ H).....	0,061	0,268	0,256	0,170	0,036	0,048	0,126
Carbonatos.....	—	—	—	—	—	—	—
Cloruros.....	0,007	0,148	0,127	0,131	0,003	0,003	0,010
Sulfatos.....	0,022	0,458	0,577	0,357	0,018	0,017	0,084
Nitratos.....	vest.	vest.	vest.	0	vest.	vest.	vest.
Nitritos.....	0	0	0	0	0	0	0
Amoniaco.....	0	0	0	0	0	0	0
Calcio.....	0,012	0,158	0,122	0,106	0,008	0,012	0,015
Magnesio.....	0,003	0,023	0,034	0,020	0,003	0,003	0,010
Sodio.....	0,018	0,192	0,253	0,159	0,010	0,009	0,057
Potasio.....	—	—	—	—	—	—	—
Hierro.....	—	—	—	—	—	—	—
Aluminio.....	—	—	—	—	—	—	—
Fluor.....	0	1 mg/l	1,25 mg/l	1,5 mg/l	1,5 mg/l	2,5 mg/l	0,75 mg/l
Arsénico.....	0	0	0	vest.	0	0	0
Vanadio.....	0	vest.	0	vest.	0	0	0
Silice.....	—	—	—	—	—	—	—
Aptitud.....	potable	inapta	inapta	medriocre	potable	inapta	apta

v. 2

del agua

Santa Rosa Mol. Sicana	Papagayos (La aguada)	Pozo de las Raíces Conlara	Los Espinillos Abajo	Pozo Cavado Esc. n° 217	Tilisarao (Sismondi)	Tilisarao (Morla)	Concarán Pozo Cavado
8 superficial	9 manantial	10 superficial	11 freática	12 freática	13 freática	14 freática	15 freática
27-6-1958	27-6-1958	27-6-1958	27-6-1958	27-6-1958	10-7-1958	10-7-1958	10-7-1958
límpida	límpida	turbia	límpida	límpida	límpida	límpida	límpida
»	»	límpida	»	»	—	»	»
»	»	»	»	»	—	»	»
incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora
inodora	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora
—	»	—	—	—	—	—	—
alc. débil	ácida	ácida	ácida	alc. débil	alc. débil	alc. débil	alc. débil
»	alc. débil	alc. débil	alc. débil	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina
no cont.	no cont.	reg. cant.	no cont.	poca cant.	poca cant.	poca cant.	poca cant.
2,35	0,208	0,116	1,180	1,840	2,80	1,170	1,150
—	0,110	0,062	0,490	0,300	0,860	0,440	0,210
—	—	—	—	—	—	—	—
0,177	0,151	0,083	0,124	0,187	0,187	0,406	0,167
—	—	—	—	—	—	—	—
0,215	0,184	0,101	0,151	0,229	0,229	0,496	0,203
—	—	—	—	—	—	—	—
0,177	0,003	0,003	0,124	0,562	0,887	0,078	0,184
0,315	0,012	0,005	0,579	0,500	0,823	0,448	0,433
vest.	0	vest.	vest.	0	0	0	0,003
0	0	vest.	reac. posit.	0	0	0	0
0	vest.	reac. positiva	0	0	0	vest.	0
0,361	0,003	0,015	0,168	0,086	0,184	0,066	0,058
0,066	0,006	0,004	0,017	0,021	0,097	0,065	0,016
0,284	0,027	0,017	0,188	0,533	0,667	0,252	0,309
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
0	2,5 mg/l	0	0	1,5 mg/l	1 mg/l	0,75 mg/l	3 mg/l
0	0	0	0	vest.	vest.	vest.	vest.
0	0	0	0	0	0	0	0
—	—	—	—	—	—	—	—
inapta	inapta	apta previo tratamiento	inapta	inapta	inapta	inapta	inapta

TABLA N° 3
Precipitaciones

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
------	-------	---------	-------	-------	------	-------	-------	--------	------------	---------	-----------	-----------	----------

RODRIGUEZ SÁA

1955.....	96	96	19	21	49					99	62	66	458
1956.....	125	17	71	32	32					98	58	64	487
1957.....	18	77	111	58		20			9		66	128	467
1958.....	65	134	62	38	3	27	11	3	36	36	52	107	622

CONCARÁN

1955.....		85	21	25	43	15				77	78	142	486
1956.....	71	71	56	62	27		6	6	69	100	99	107	672
1957.....	77	66	92	47		10			31		66	125	514
1958.....	46	105	97	34	3	25	32	6	29	39	39	143	509

TILISARAO

1955.....		91	29		49	8	4			85	65	82	413
1956.....	114	45	51	68	24		19	3	17	124	75	94	594
1957.....	30	155	96	55		17			28	4	67	140	592
1958.....	31	110	54	10	4	18	20	2	22	43	44	132	490

VILLA DEL CARMEN

1955.....		110	23	23	23	11				125	135	50	480
1956.....	129	101	32	52	3		25	7	17	42	98	115	621
1957.....	71	72	65	55	21	17			30	5	82	113	531
1958.....	84	74	19			31		23	5	40	107	125	508

Datos obtenidos de Dirección General Hidráulica (Prov. de Córdoba)

	Años	Promedio (mm)
La Cumbre.....	1947-50	750
Las Tapias.....	»	728
Las Colecitas.....	1942-50	808
Los Vallecitos.....	»	861
Santa Dolores.....	»	846
Las Albahacas.....	»	763

TABLA N.º 4

Datos obtenidos en la Estación meteorológica en Villa Dolores (Prov. de Córdoba). Promedio año 1941-1950

LATITUD 31°57'5. — LONG. 65°12' W DE G — ELEVACIÓN 533 M

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
Presión atmosférica media mb.....	711,5	711,8	713,3	714,3	714,7	715,7	716,3	715,5	714,8	713,6	711,0	710,7	713,6
Temperatura media °C.....	24,8	23,4	20,8	17,6	14,0	10,5	10,1	12,2	15,3	19,1	21,3	21,5	19,7
» máxima media.....	33,8	32,7	29,2	25,7	21,4	18,2	18,0	21,2	24,9	28,3	31,1	33,9	26,5
» mínima media.....	18,1	17,1	15,1	12,2	8,8	5,3	4,6	6,1	9,0	12,2	15,1	17,0	11,8
Tensión del vapor media mb.....	18,7	18,7	16,8	13,9	11,9	9,1	3,0	8,3	9,3	12,1	14,5	16,5	13,2
Humedad relativa media %.....	60	65	69	68	73	71	64	58	52	55	55	54	62
Nubosidad media. Escala 0-10.....	3,1	3	2,5	3,5	4,2	3,9	3,8	2,8	3,3	3,0	2,2	2,7	3,3
Velocidad media del viento Km/h.....	10	10	10	10	9	8	9	10	12	12	10	10	10
Precipitación media.....	67,5	61,8	69,5	30,8	22,4	10,7	13,0	5,7	10,7	45,1	59,9	70,1	467,2
Frecuencia media de días con heladas..	11,4	11,2	11,7	12,3	0,3	3,1	4,6	2,8	1,1	0,1	11,7	14,0	12,1
Frecuencia media de días con cielo claro	2,0	2,4	4,8	5,2	6,2	5,7	4,9	3,5	4,1	4,1	2,5	1,5	46,9

VIENTO. — FRECUENCIA DE LAS DIRECCIONES A ESCALA DE 1000

Direcciones

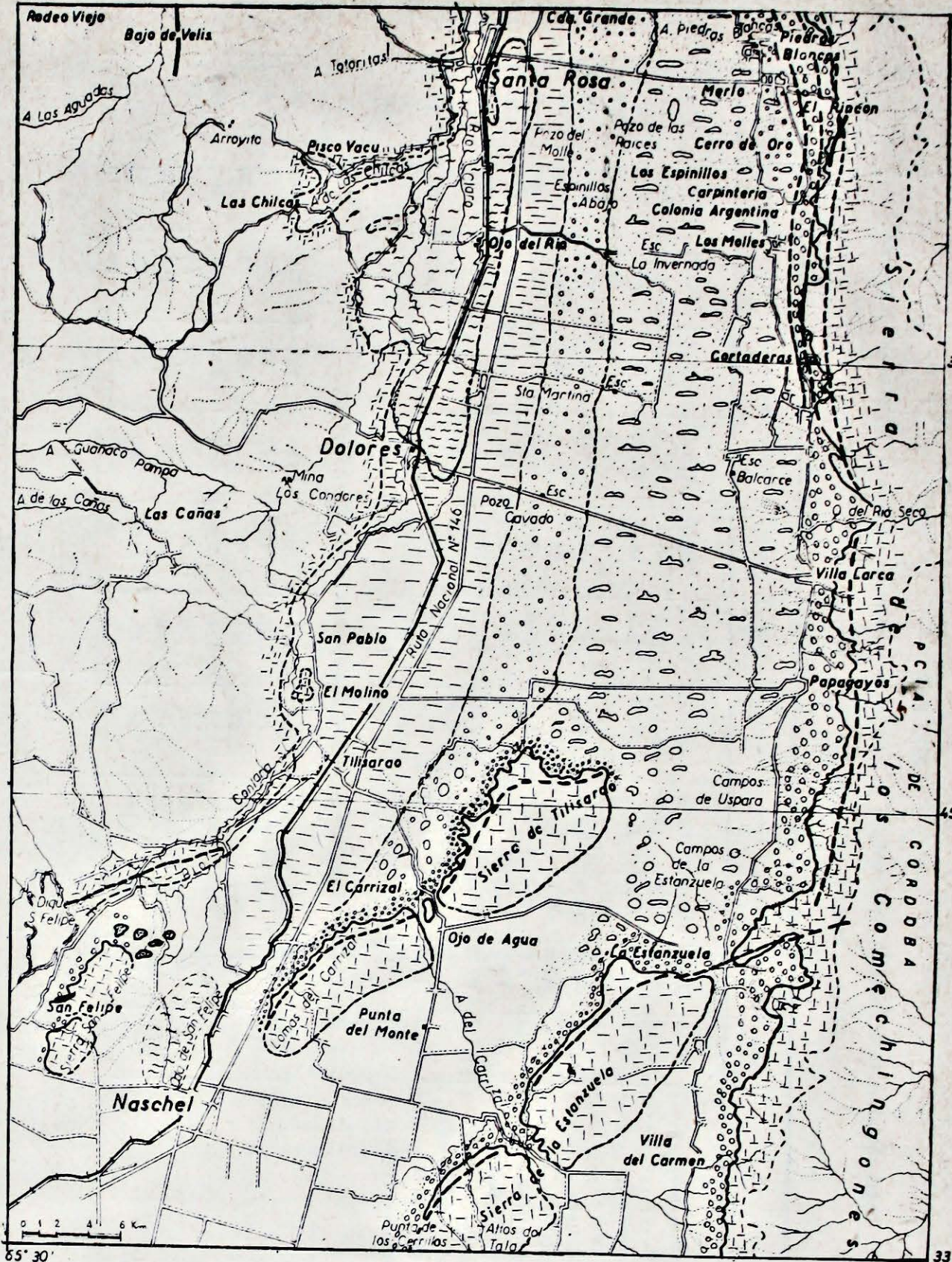
N.	187	195	198	210	163	147	161	152	204	222	268	265	198
N.E.	77	58	45	52	44	57	43	57	39	53	72	65	55
S.E.	68	63	68	74	87	84	73	74	63	37	36	37	63
S.	286	273	273	218	239	224	233	266	213	288	308	285	267
S.O.	50	44	44	69	49	56	62	52	68	50	52	54	54
O.	145	176	199	212	210	212	194	199	161	188	131	123	179
N.O.	74	82	77	75	64	95	110	105	81	73	47	73	75
Calma	16	5	4	—	7	5	2	21	10	20	18	45	15

65°30'

32°30'

45°

33°

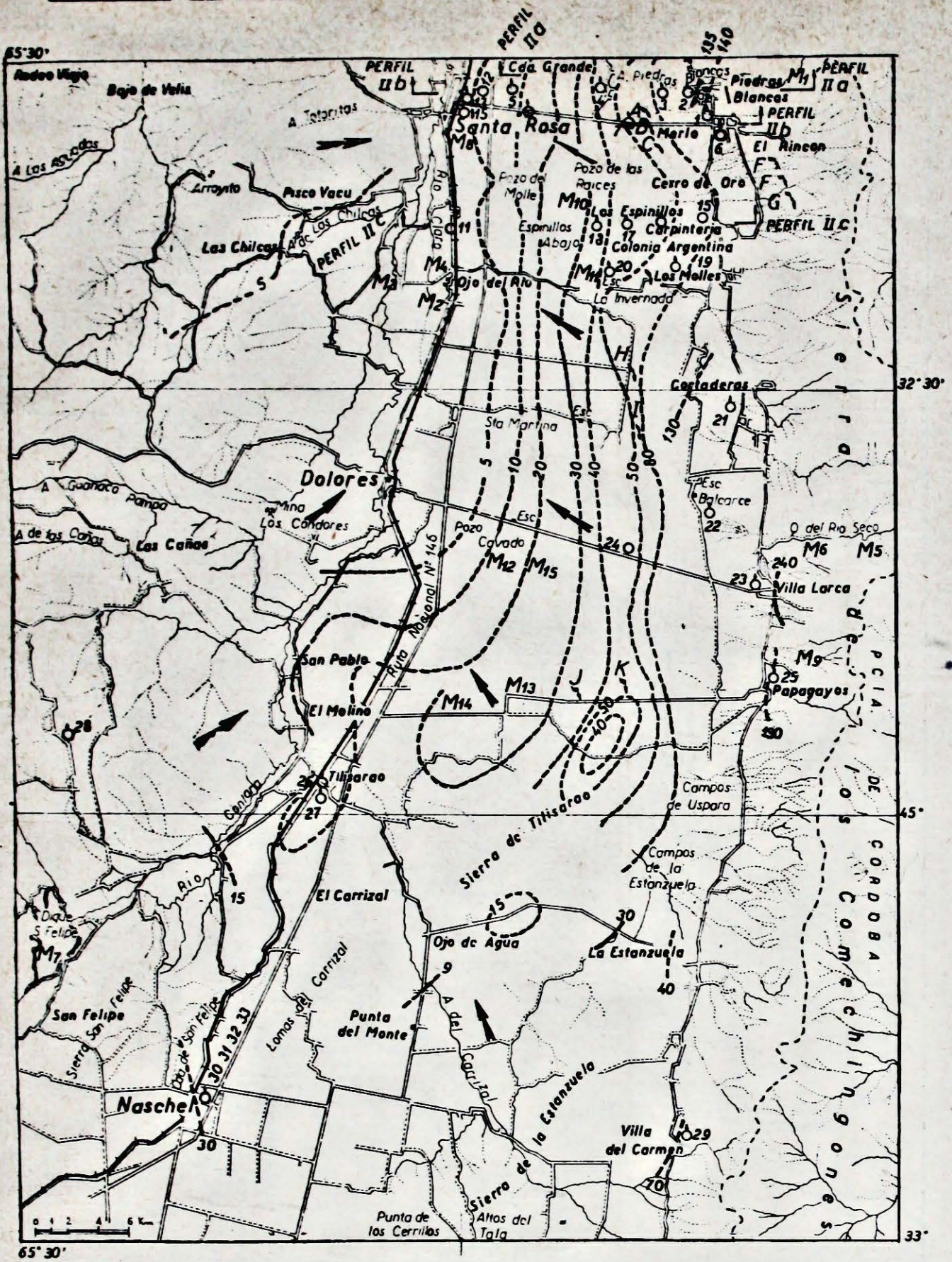


— Referencias —

- Loes muy fino
- Loes muy fino salino y palustre
- Loes arenoso fino
- Loes con rodado: grandes hasta bloques y pedregullo

Pre-sambriico y Permico

- Abanicos aluviales
- Falla { Comprobadas / Supuestas
- Rocas graníticas y metamórficas (a) Basamento Cristalino y filonas mesosilíceos (Kersantitas) c) Permico indiferenciadas

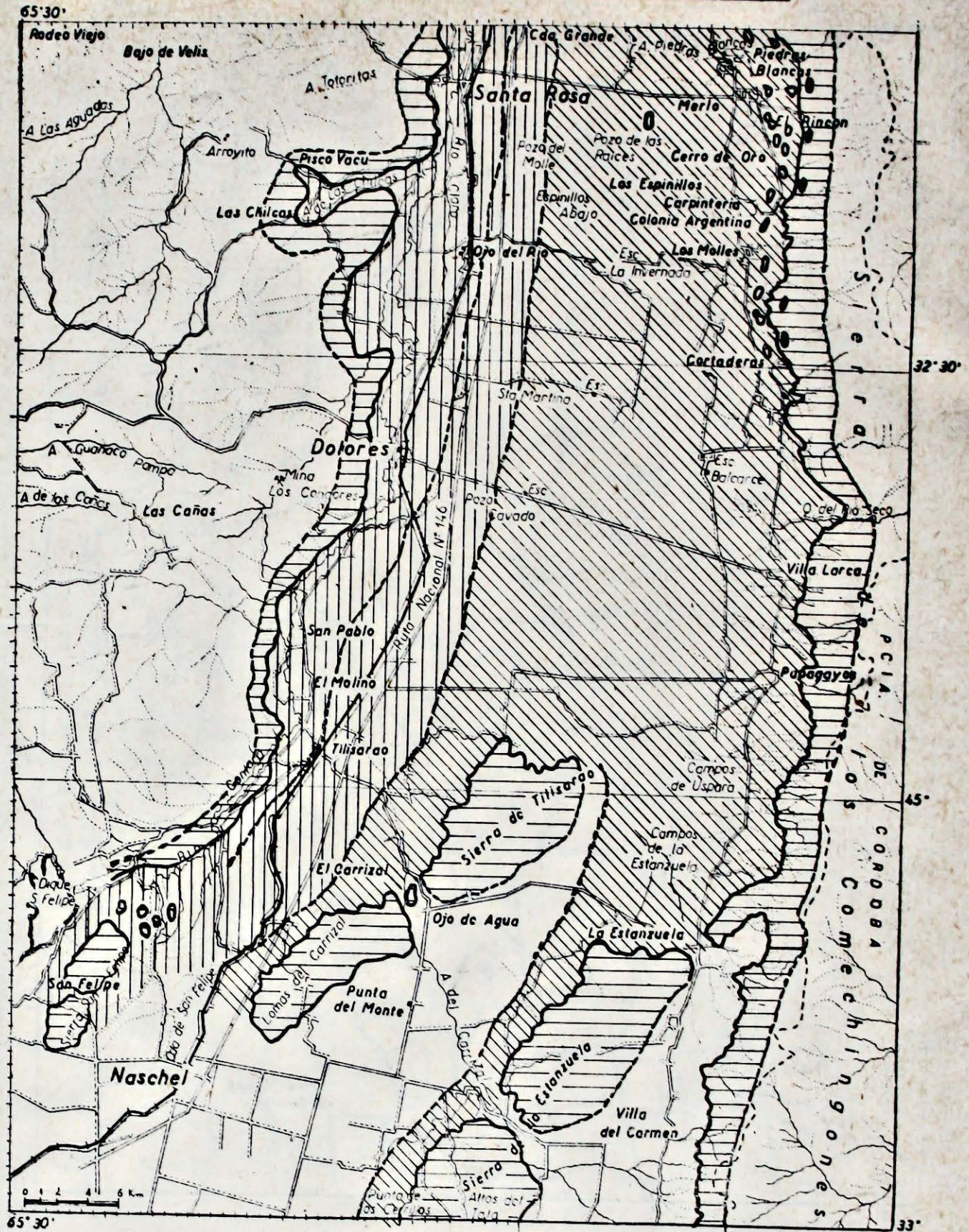


- ⊙ Perforaciones profundas
- ↑ Ascendente
- ↓ Freatica
- M₁ N° de Analisis Quimico

- 40— Nivel Freatico
- Probable direccion del agua
- B\ Sondaje Geoelectrico

TIPOS DE ROCAS DESDE EL PUNTO DE VISTA HIDROGEOLOGICO

MAPA III



- Referencias -

a) Rocas compactas con fisuras estrechas

b) Rocas porosas y permeable

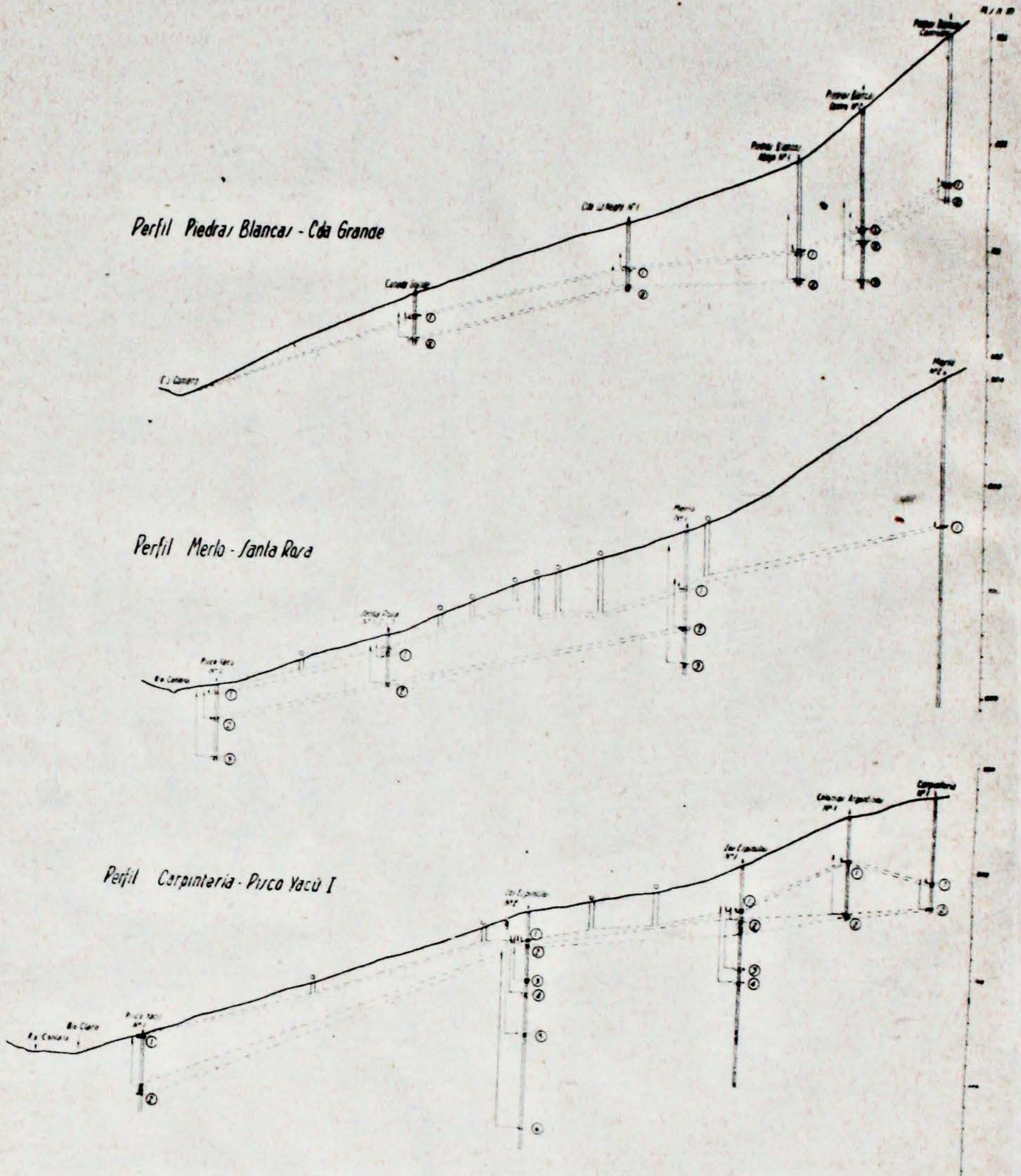
c) Rocas con poros muy chicos e impermeables

d) Rocas con fisuras largas profundas y cavernosas

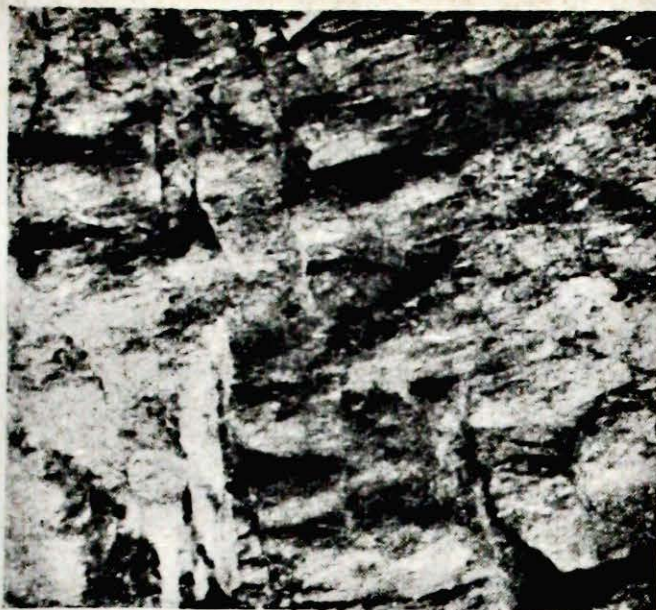
Dib. 32

PERFIL II

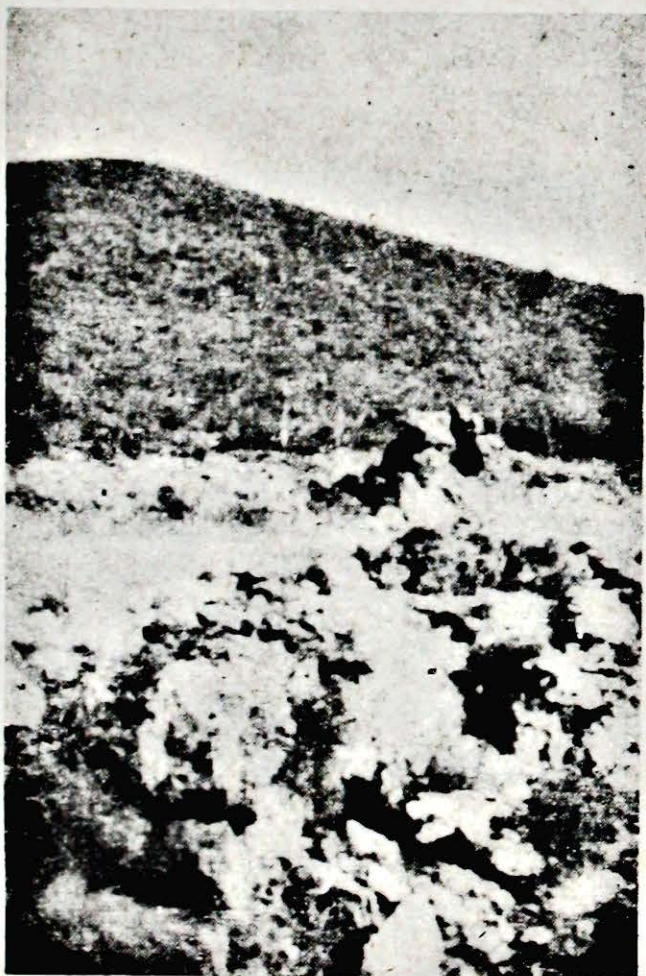
Estudio hidrogeológico del valle del río Conlara, al sur de la línea Santa Rosa-Merlo (Prov. San Luis)



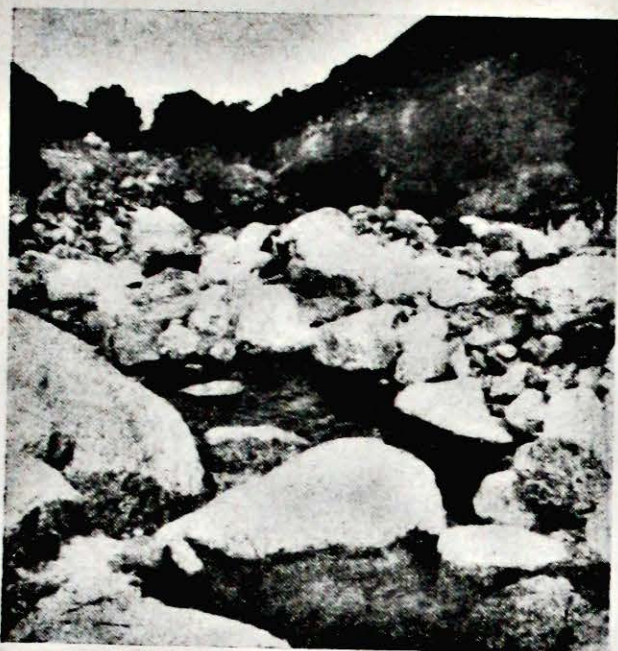
Comportamiento de las capas de agua libres y confinadas, en distintas secciones del valle
Escala: horizontales: 1 : 50.000 ; verticales: 1 : 2.000



Fot. nº 1. — Rocas del basamento de la sierra de los Conechingones



Fot. nº 2. — Restos de umbral cristalino



Fot. nº 1. -- Rodados de cuarcitas y micacitas



Fot. nº 2. -- Nacientes de Arroyo del Tigre



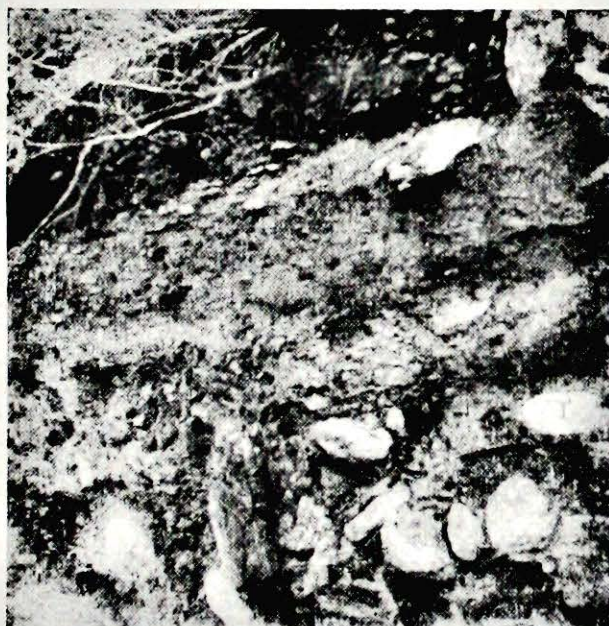
Fot. nº 1. — Barranca de Los Loros



Fot. nº 2. — Fijación de suelos por medio de raíces



Fot. nº 1. -- Componentes del cono de deyección. Sierra de los Comechingones



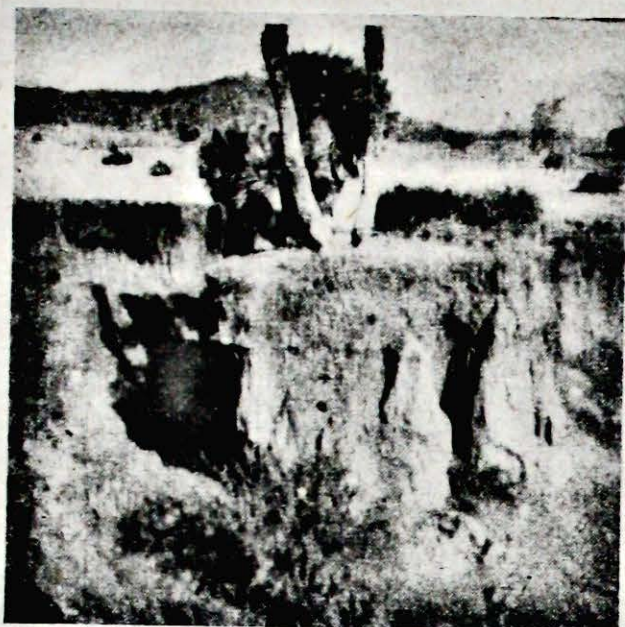
Fot. nº 2. -- Componentes del cono de deyección. Sierra de los Comechingones



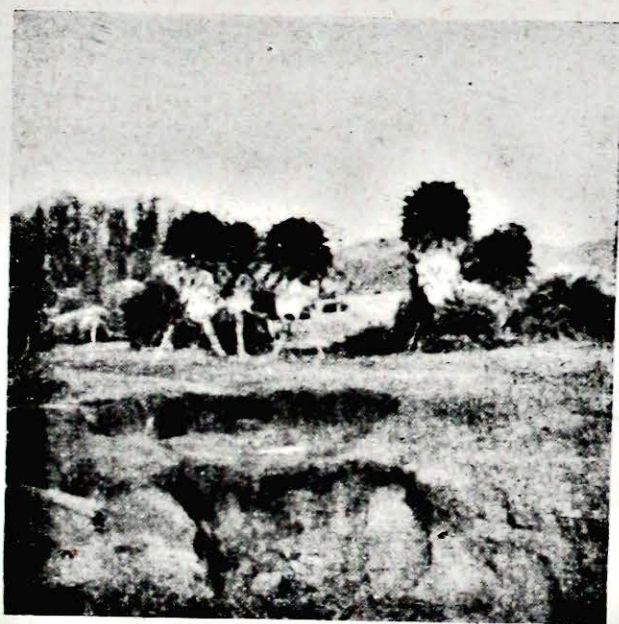
Fot. nº 1. -- Cauce arenoso del río Seco



Fot. 2. -- Río Conlara frente a Santa Rosa



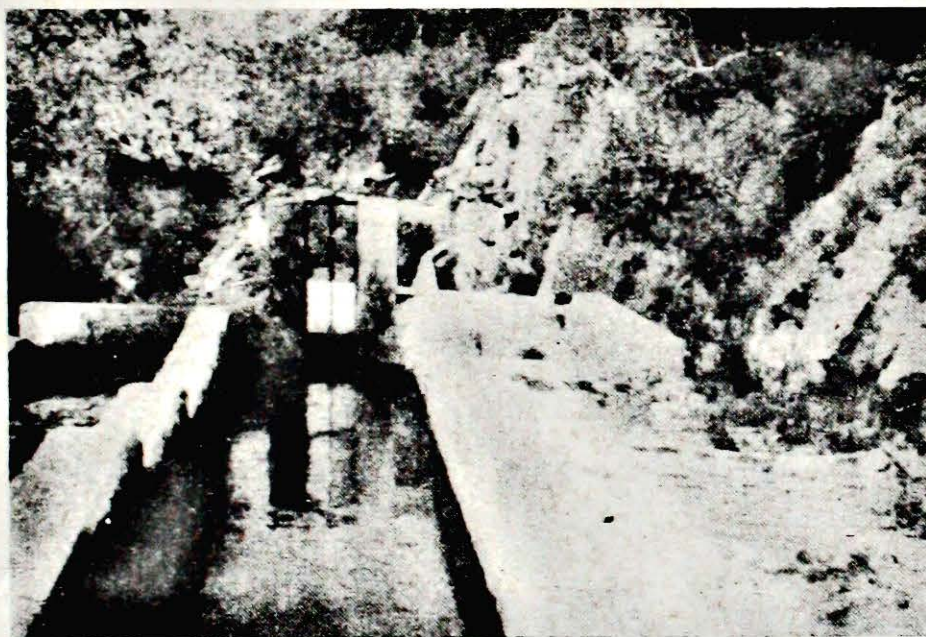
Fot. nº 1. -- Efectos de la erosión sobre una planicie en Papagallos



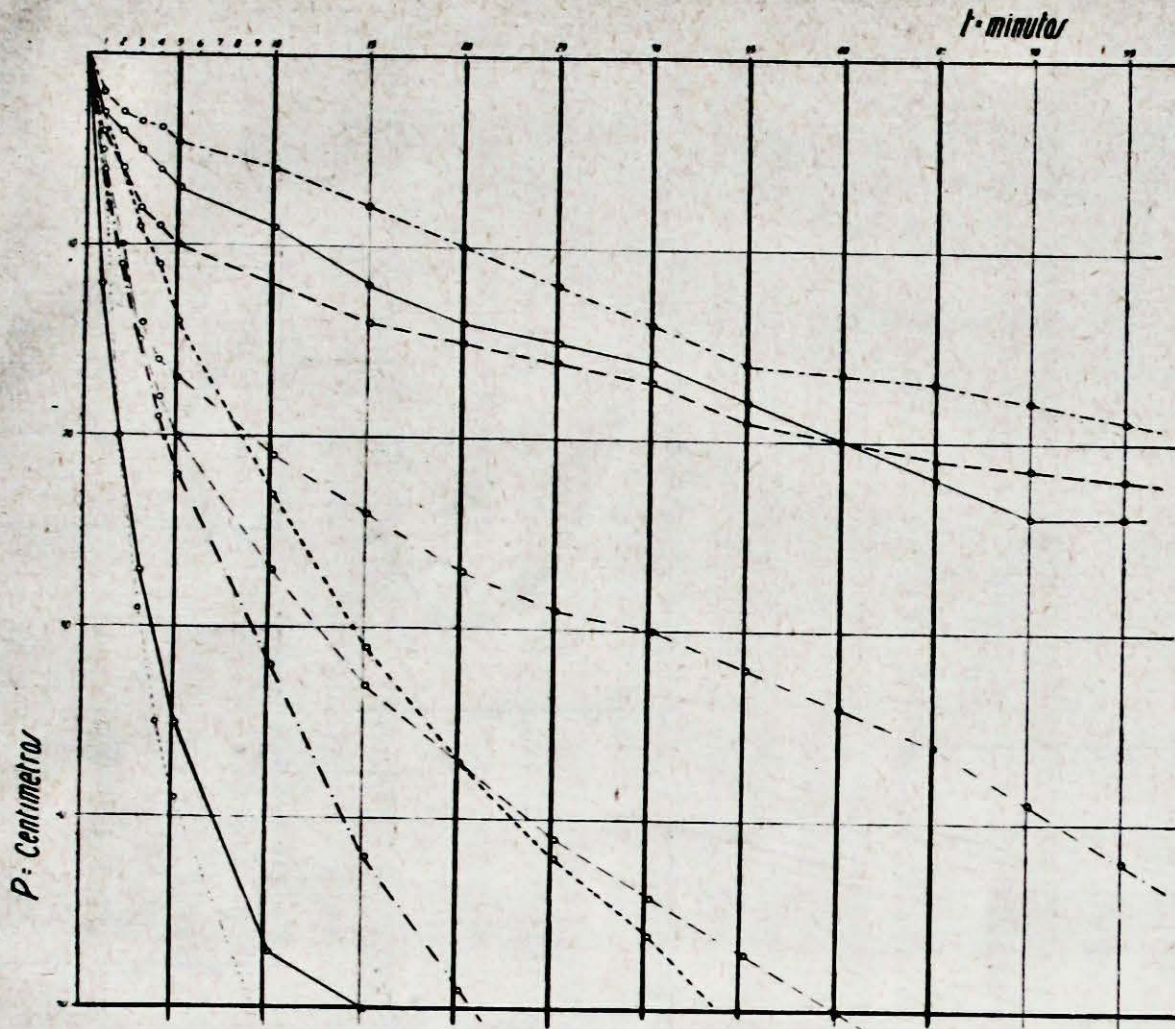
Fot. nº 2. -- Efectos de la erosión sobre una planicie en Papagallos



Fot. nº 1. — Elementos de un dique de captación de aguas en el Arroyo Cortaderas

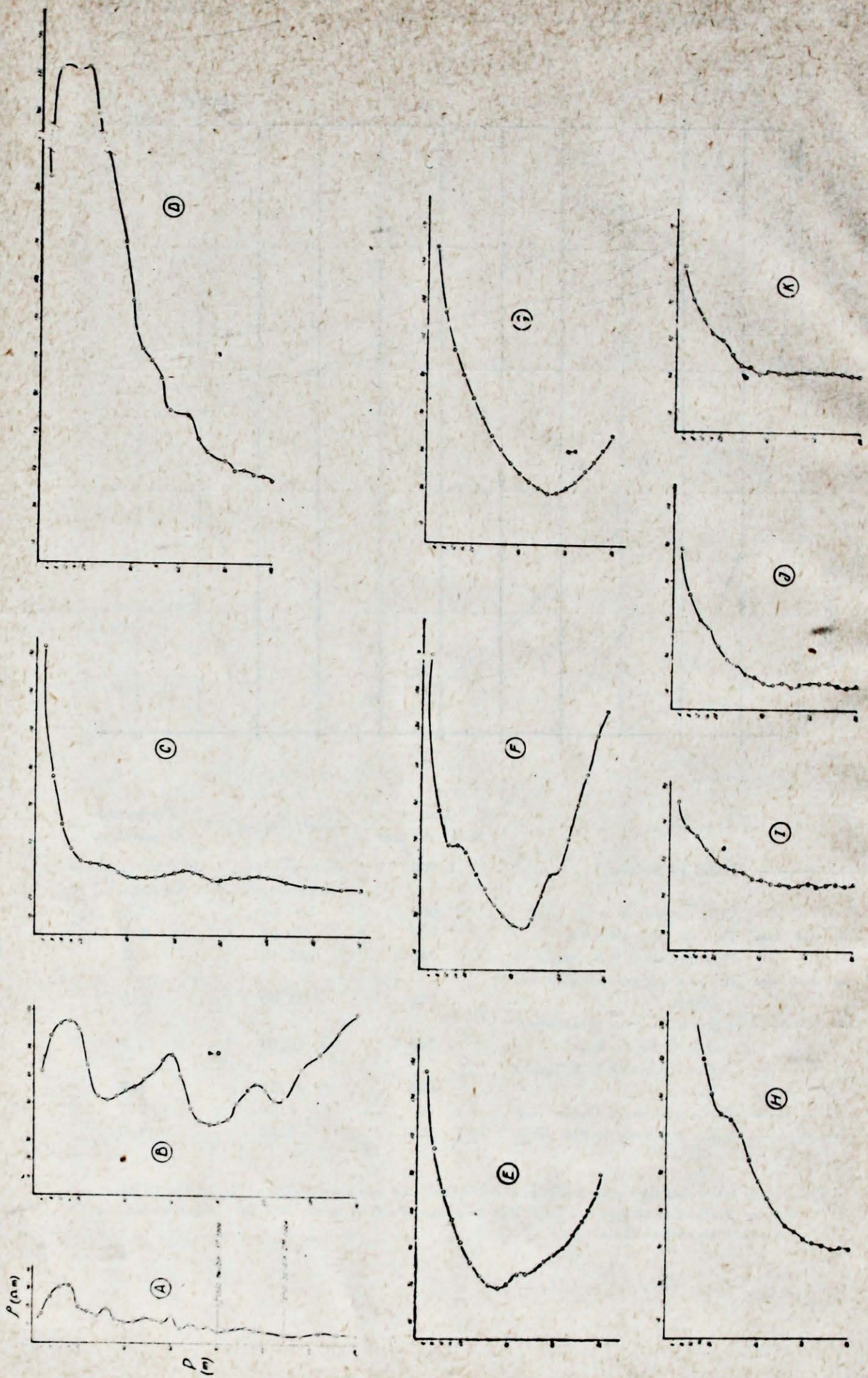


Fot. nº 2. — Elementos de un dique de captación de aguas en el Arroyo Cortaderas



Ubicación	Metros S. N. del mar	Nivel freático	Porcentaje de pendiente
Hotel El Rincón	1.300	Manantiales s/basamento	36.4 hacia el río Conlara
Villa de Merlo	900	139.00	7.0
Fca. de tejas Olivera	850	80.00	3.5
Perforación O.S.N. (molino)	770	57.10	1.5
Bifurcación camino Cda. La Negra	730	35.00	1.0
1 Km al este de perforación O.S.N. Santa Rosa	700	13.00	2.0
Perforaciones O. S. N. Santa Rosa	650	11.75	2.0
Escuela Nacional Santa Rosa	620	3.20	2.5
5 Km al Oeste de Sta. Rosa	550	3.80	14.0

Ensayos de absorción de suelos a distintas cotas. Relación con capa freática: Diámetro del paso: 0,18 m; Profundidad: 0,50 m; Superficie de contacto con el agua: 0,66 m²; Agua común sin presión. Cantidad = 12 lts.



Perfilaje geoelectrico en el valle del rio Contara. Peña de San Luis: ρ , resistividad (en $\Omega \cdot m$); P, profundidad (en m). Las abreviaciones figuran en el croquis