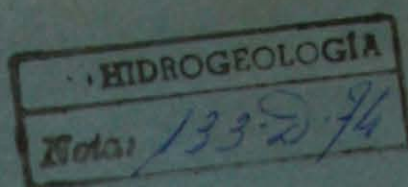


782



CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

DE LA ZONA

ANDALGALA - POMAN

Provincia de Catamarca

por

Luis Doliner

1974

782

551.495 (825.4) (047)

INDICE



2. INTRODUCCION

- A. Propósito y alcance de la investigación
- B. Ubicación y extensión del área
- C. Recursos naturales y rasgos culturales
- D. Investigaciones anteriores
- E. Métodos de investigación

CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

- F. Agradecimientos

3. GEOGRAFIA

- A. Reseña orográfica DE LA ZONA
- B. Relieve: tierras altas y bajas
- C. Red de drenaje ANDALGALA + POMAN
- D. Aprovechamiento de las aguas superficiales

4. CLIMATOLOGIA Provincia de Catamarca

- A. Generalidades: temperatura y pluviometría
- B. Evapotranspiración

5. GEOLOGIA por

- A. Generalidades
- B. Estratigrafía Luis Doliner
 - I. Precámbrico
 - II. Terciario
 - III. Cuaternario

1974

6. AGUAS SUBTERRANEAS

- A. Generalidades
- B. Fuentes de alimentación
- C. Geología en relación con el agua subterránea
- D. Descarga
 - I. Descarga natural
 - II. Descarga artificial
- E. Aprovechamiento de las aguas subterráneas
- F. Características hidroquímicas
- G. Aptitud para riego
- H. Perfiles de perforaciones

282

I N D I C E



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8. LISTA BIBLIOGRAFICA

1. RESUMEN

2. INTRODUCCION

A. Propósito y alcance de la investigación

B. Ubicación y extensión del área

C. Recursos naturales y rasgos culturales

D. Investigaciones anteriores

E. Métodos de investigación

F. Agradecimientos

3. GEOGRAFIA

A. Reseña orográfica

B. Relieve: tierras altas y bajas

C. Red de drenaje

D. Aprovechamiento de las aguas superficiales

4. CLIMATOLOGIA

A. Generalidades: temperatura y pluviometría

B. Evapotranspiración

5. GEOLOGIA

A. Generalidades

B. Estratigrafía

I. Precámbrico

II. Terciario

III. Cuaternario

6. AGUAS SUBTERRANEAS

A. Generalidades

B. Fuentes de alimentación

C. Geología en relación con el agua subterránea

D. Descarga

I. Descarga natural

II. Descarga artificial

E. Aprovechamiento de las aguas subterráneas

F. Características hidroquímicas

G. Aptitud para riego

H. Perfiles de perforaciones



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8. LISTA BIBLIOGRAFICA 1. R E S U M E N

9. ILUSTRACIONES

El presente trabajo esboza un panorama sobre las características hídricas de la zona de Andalgalá - Pomán, dentro de la gran cuenca del bolsón de Pipanaco.

La vegetación es del tipo xerófilo y según la clasificación de Cabrera, se halla encuadrada dentro de la "provincia del Monte".

Andalgalá es la localidad de mayor importancia, siguiéndole otras como Pomán, Saujil, Colpes, etc. La región cuenta con una red vial de mediano desarrollo.

Las actividades agropecuarias son de importante desenvolvimiento, en especial al norte del sector reconocido. Dentro de la ganadería, la crianza del caprino resulta de interés.

Por sus características geomorfológicas se han diferenciado tres zonas: elevadas, intermedias y bajas.

Las corrientes fluviales comprenden varios ríos pertenecientes al sistema hidrográfico del bolsón de Pipanaco, contándose entre los más importantes el de Andalgalá con caudales que varían entre 350 y más de 1.000 l/seg. El promedio entre los años 1965 a 1972 fué de 580 l/seg.

El clima es templado a cálido con precipitaciones pluviales superiores en el norte de la región.

Desde el punto de vista geológico las formaciones más antiguas están representadas por rocas ígneas y metamórficas de edad precámbrica. El Terciario es de muy escaso desarrollo. Finalmente el Cuaternario, cubre la mayor parte de la zona.

Considerando las aguas subterráneas, el sector en estudio se caracteriza por la escasez del elemento hídrico hasta cierto nivel, registrándose un aumento de caudal a mayor profundidad.

La principal zona de infiltración está representada por los rellenos aluviales de las quebradas y los cauces que surcan los conos en las áreas proximales de la región, efectuándose



1. R E S U M E N

El presente trabajo esboza un panorama sobre las características hídricas de la zona de Andalgala - Pomán, dentro de la gran cuenca del bolsón de Pipanaco.

La vegetación es del tipo xerófilo y según la clasificación de Cabrera, se halla encuadrada dentro de la "provincia del Monte".

Andalgala es la localidad de mayor importancia, siguiéndole otras como Pomán, Saujil, Colpes, etc. La región cuenta con una red vial de mediano desarrollo.

Las actividades agropecuarias son de importante desenvolvimiento, en especial al norte del sector reconocido. Dentro de la ganadería, la crianza del caprino resulta de interés.

Por sus características geomorfológicas se han diferenciado tres zonas: elevadas, intermedias y bajas.

Las corrientes fluviales comprenden varios ríos pertenecientes al sistema hidrográfico del bolsón de Pipanaco, contándose entre los más importantes el de Andalgala con caudales que varían entre 350 y más de 1.000 l/seg. El promedio entre los años 1965 a 1972 fué de 580 l/seg.

El clima es templado a cálido con precipitaciones pluviales superiores en el norte de la región.

Desde el punto de vista geológico las formaciones más antiguas están representadas por rocas ígneas y metamórficas de edad precámbrica. El Terciario es de muy escaso desarrollo. Finalmente el Cuaternario, cubre la mayor parte de la zona.

Considerando las aguas subterráneas, el sector en estudio se caracteriza por la escasez del elemento hídrico hasta cierto nivel, registrándose un aumento de caudal a mayor profundidad.

La principal zona de infiltración está representada por los rellenos aluviales de las quebradas y los cauces que surcan los conos en las áreas proximales de la región, efectuándose



principalmente la descarga por una serie de vertientes, y en segundo lugar, por plantas freatófitas, así como por pozos y perforaciones del sector de interés.

En su mayoría las aguas son aptas para consumo humano, debiéndose la ineptitud de las restantes a la presencia de fluor en primer lugar y secundariamente al exceso de dureza y sulfatos.

Son de bajo contenido en sodio y en gran parte, medio contenido salino, lo que indica aptitud para riego.

En páginas finales se describen varios perfiles de perforaciones; por último se expresan conclusiones que pueden considerarse de interés.

Las labores efectuadas ofrecen un panorama sobre las características hídricas del área mencionada, dentro de la gran cuenca del sistema de Pípanaco.

Future trabajos y otros ya iniciados por el aludido equipo, darán un lineamiento completo de la región en estudio.

B. Ubicación y extensión del área.

La misma se halla situada en la región central de la provincia de Catamarca, al oeste de la ciudad capital de la misma, dentro de los departamentos de Andalgalá y Pomán.

Cubre una superficie de aproximadamente 3.800 km². Está encuadrada dentro de los siguientes límites: al norte y sur por los paralelos de 27° 30' y 28° 35' respectivamente; al este por las estribaciones occidentales de las sierras de Ambato y Ranchao y al oeste por el río Amanao y el límite occidental del salar de Pípanaco, afectando el sector reconocido una forma aproximadamente rectangular (Figura 1).-

C. Recursos naturales y rasgos culturales

Vegetación: de acuerdo a la clasificación efectuada por



2. I N T R O D U C C I O N

A. Propósito y alcance de la investigación.

El presente informe detalla el resultado de las investigaciones de índole hidrogeológica realizadas en la zona de Andalgalá - Pomán, provincia de Catamarca.

El mismo fué dispuesto por el Servicio Nacional Minero Geológico como una colaboración con el P.E.A.S. (Plan Estudios Aguas Subterráneas) en las tareas que ejecuta en el nombrado Estado Argentino, para el estudio integral de sus aguas subterráneas.

Las labores efectuadas esbozan un panorama sobre las características hídricas del área mencionada, dentro de la gran cuenca del bolsón de Pipanaco.

Futuros trabajos y otros ya iniciados por el aludido equipo, darán un lineamiento completo de la región en estudio.

B. Ubicación y extensión del área.

La misma se halla situada en la región central de la provincia de Catamarca, al oeste de la ciudad capital de la misma, dentro de los departamentos de Andalgalá y Pomán.

Cubre una superficie de aproximadamente 3.800 km^2 . Está encuadrada dentro de los siguientes límites: al norte y sur por los paralelos de $27^\circ 30'$ y $28^\circ 35'$ respectivamente; al este por las estribaciones occidentales de las sierras de Ambato y Manchao y al oeste por el río Amanao y el límite occidental del salar de Pipanaco, afectando el sector reconocido una forma aproximadamente rectangular (Figura 1).-

C. Recursos naturales y rasgos culturales

Vegetación: de acuerdo a la clasificación efectuada por

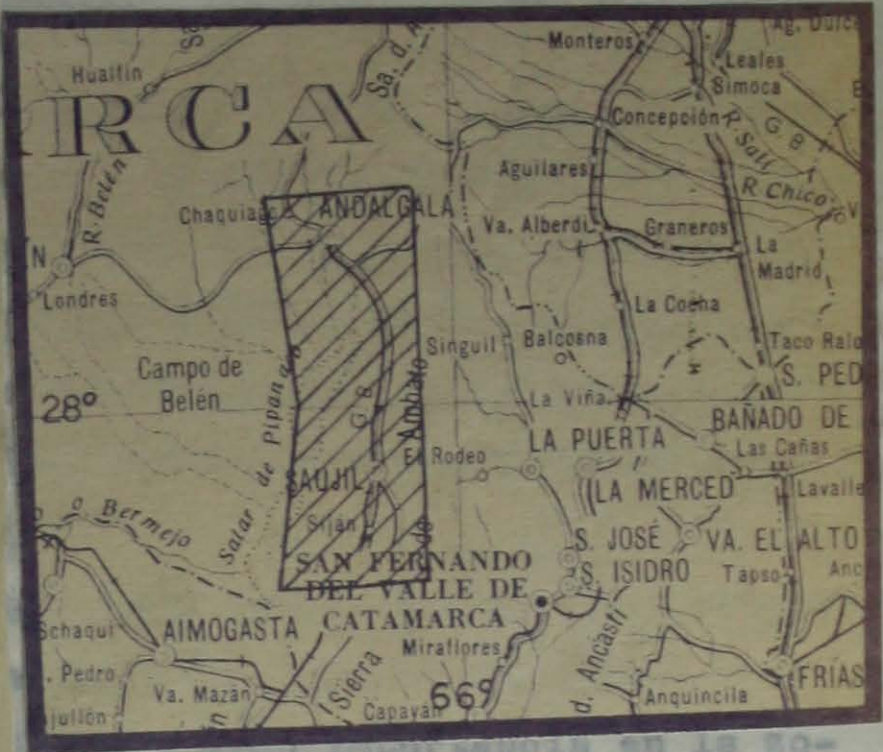


Fig. 1: Mapa de ubicación de la zona estudiada

... Andalgalá, cabecera del departamento homónimo, no se considera la segunda ciudad de Catamarca y la más importante de la zona reconocida. Situada al norte de la misma cuenta una actividad comercial de cierta importancia y se encuentran bajo su área de influencia varias localidades como: Amancay, Encarnada, Ucoyo, Chaquias (848 habitantes), Villavil, Hunco (922 habitantes), etc. Más al sur se halla Pozán, con 1.100 habitantes, dentro del departamento de igual nombre, Saujil, cabecera del mismo (786 habitantes), Colpes (440 habitantes), Sijar (780 habitantes), San Miguel, El Pajonal (359 habitantes), etc. En las estribaciones del cordón del Mauchao - Ambato se



Cabrera (3), la región se halla encuadrada dentro de la "provincia del Monte", caracterizada por un clima seco y cálido, con llanuras poco onduladas, suelos profundos y sueltos, arenosos y muy permeables.

Tales características pueden aplicarse en las zonas bajas o de llanura, presentando variantes las más elevadas.

En las primeras se reconocen: algarrobo blanco (Prosopis alba), con predominio sobre el algarrobo negro (Prosopis nigra); chañar (Gourliaca spinosa); retamo (Bulnesia retamo); brea (Cecidium australe); atamisque (Atamisquea emarginata); pichana (Cassia aphylla); jarilla (Larrea divaricata y Larrea cuneifolia).

Se desarrollan asimismo: tusca (Acacia farnesiana Wild); garabato (Acacia furcata); lata (Mimosa carinata); penca; cardon; etc.

No crece vegetación alguna en el salar de Pipanaco propiamente dicho, salvo el chañar en algunos lugares aislados.

La vegetación arbórea adquiere gran importancia en la zona de los valles.

Finalmente se registra un predominio de pastos duros en los faldeos altos de las sierras.

Las poblaciones situadas en las estribaciones occidentales. Poblaciones: Andalgalá, cabecera del departamento homónimo es considerada la segunda ciudad de Catamarca y la más importante de la zona reconocida. Situada al norte de la misma cuenta con 3.260 habitantes, según el censo efectuado en 1960 (5). Presenta una actividad comercial de cierta importancia y se encuentran bajo su área de influencia varias localidades como: Amanao, Ensenada, Choya, Chaquiago (848 habitantes), Villavil, Huaco (929 habitantes), etc.

Más al sur se halla Pomán, con 1.100 habitantes, dentro del departamento de igual nombre, Saujil, cabecera del mismo (786 habitantes), Colpes (440 habitantes), Sijan (780 habitantes), San Miguel, El Pajonal (359 habitantes).

En las estribaciones del cordón del Manchao - Ambato se



observan las pintorescas localidades de San José, Joyango, Rincón (500 habitantes), Michango, Mutquín (848 habitantes), Colana (439 habitantes).

Al oeste, en las zonas llanas, se encuentran varios puestos dispersos de escasa importancia tales como: La Isla, ^{Piliciao} La Costancia, San Agustín, El Anguillo, La Chilca y otros.

Medios de comunicación y transporte: la red vial es de mediano desarrollo.

La ruta provincial n° 1 cruza la zona reconocida de norte a sur, continuando por otras vías su contacto con las ciudades de La Rioja y Catamarca. Ultimamente se han iniciado los trabajos de pavimentación de la misma, esperándose su finalización en un futuro próximo.

La ruta nacional n° 62 atraviesa la localidad de Andalgalá de este a oeste, en dirección a Tucumán y Belén respectivamente.

De la población nombrada en primer término, sale igualmente la ruta nacional n° 63, la que continúa por otros caminos hasta Santa María y la vecina provincia de Salta.

Las poblaciones situadas en las estribaciones occidentales del cordón del Manchao - Ambato, se encuentran asimismo en comunicación entre sí por rutas provinciales.

En general las rutas descriptas se encuentran en buen estado, siendo transitadas durante todo el año, aunque en épocas de fuertes lluvias pueden interrumpirse según la intensidad de las crecidas de los ríos que las cruzan.

Un solo ramal ferreo, de trocha angosta, corre en forma casi paralela a la ruta provincial n° 1, uniendo Mazán de la vecina provincia de La Rioja con Andalgalá.

Los distintos puestos en las zonas llanas se hallan unidos por caminos de huella en precario estado, pudiendo solo ser utilizados por automotores de adecuada potencia o por



vehículos de tracción a sangre.

Andalgá es estación terminal de varias compañías de omnibús, que cuentan con numerosas unidades que ponen en comunicación este centro poblado con casi todas las localidades del área de interés, así como otras de Catamarca y provincias vecinas a la misma.

Actividades agropecuarias y otras: las actividades agropecuarias adquieren mayor desarrollo al norte de la zona reconocida.

Se cultiva principalmente alfalfa, viñedos, frutales, y en menor proporción papas, hortalizas y legumbres.

De los frutales son de importancia el durazno, membrillo, peral, ciruelo, etc. Al respecto en Chaquiago, se ha establecido una fábrica elaboradora de dulce de frutas de buena calidad.

Hay sectores óptimos para el crecimiento del nogal y el olivo, sobre todo del primero, en las localidades existentes al pie de las sierras del Manchao y Ambato.

Dentro de la ganadería, la crianza del caprino es la que mejor se adapta a las características de la región; el vacuno en cambio, es de muy poco desarrollo dada la escasez de campos de pastoreo.

La riqueza forestal de gran cuantía, no es aprovechada en la medida que sería de desear.

La principal fuente para riego la constituye el río Andalgá con un caudal medio en el año 1971 de 625 l/seg.; siendo el promedio entre los años 1965 a 1972 de 580 l/seg. Aproximadamente a 8 km al norte de la localidad de igual nombre, en el paraje denominado Las Aguadas, se han realizado obras de captación para un mejor aprovechamiento de sus aguas.

Igualmente algunos ríos que descienden de las sierras nombradas son utilizados para el abastecimiento de varios pueblos como Saujil, Sijan, Mutquín, etc., donde también se han construido varias tomas para un superior rendimiento para riego y energía eléctrica.



Dentro de las principales poblaciones ya nombradas se desarrolla una actividad comercial de relativa importancia. En la zona se registra la existencia de dos aserraderos los cuales son fuentes de trabajo para pobladores de la misma. como también el análisis detallado de todas las muestras de agua.

D. Investigaciones anteriores

Los estudios efectuados con referencia al área reconocida, fueron principalmente de índole geológica y minera.

Los más importantes son los realizados por Gonzalez Bonorino con el relevamiento geológico de las hojas 13 d (Andalgalá), 13 e (Villa Alberdi) y 14 f (Catamarca) y Sosic que al estudio geológico de la hoja 14 e (Salar de Pipanaco), agregó también uno muy completo de las aguas subterráneas de la región.

Desde el punto de vista hidrogeológico a más del ya citado, se halla el trabajo de Furque sobre el cono de deyección de Pomán.

En la actualidad el plantel de técnicos dependientes del P.E.A.S., está ejecutando un estudio exhaustivo del área reconocida, mediante una serie de perforaciones, exámenes de suelos, etc., tendientes a una futura colonización de la misma.

No se registran otras investigaciones, aparte de las nombradas que hayan dado un panorama más o menos completo sobre los problemas hídricos de toda el área en cuestión.

E. Métodos de investigación

La base topográfica utilizada en las tareas de campo fué el de las hojas 13 d (Andalgalá), 13 e (Villa Alberdi), 14 f (Catamarca) y 14 e (Salar de Pipanaco), de la Carta Geológico - Económica de la República Argentina, confeccionadas por la entonces D.N.G. y Minería a escala 1:100.000.

El reconocimiento hidrogeológico consistió en el estudio de varias vertientes existentes en los sectores norte y sur,



como asimismo las presentes en las laderas occidentales de las sierras de Ambato y Manchao.

El inventario de pozos en las zonas llanas fué efectuado por el personal técnico del P.E.A.S. con asiento en Catamarca, como también el análisis detallado de todas las muestras de agua.

Se realizó igualmente el examen de los niveles de pié de monte desde Amanao hasta Pomán.

Se hizo una sola campaña de reconocimiento desde mayo hasta julio de 1972, totalizando aproximadamente 80 días de trabajos efectivos de campo.

Los tipos de terrenos en las zonas llanas como también las características abruptas de la región al norte y este de la misma, demandó un regular esfuerzo para su reconocimiento.

F. Agradecimientos

El autor de este trabajo deja constancia de su reconocimiento a las autoridades municipales de la localidad de Andalgalá, así como a pobladores de la zona recorrida, por la cooperación prestada durante su permanencia en la misma.

Hace extensivo su agradecimiento al Lic. Roberto Miró y al personal administrativo y técnico del P.E.A.S., bajo la dirección del Lic. Ricardo D. Pernas por la colaboración proporcionada.

El segundo grupo se dirige hacia el sur, hasta el cordón del Ambato, limitando a la gran cuenca del bálson de Pípanaco en su borde oriental.

Estas sierras descienden en forma abrupta hacia el oeste y gradualmente al este, como es característico en este sistema orográfico.

Entre sus principales elevaciones sobresalen el cerro Manchao con 4.515 m, cerro Horqueta, cerro Mogote de La Cruz (4.262 m) y otros, disminuyendo suavemente sus niveles hacia el sur.



3. G E O G R A F I A

A. Reseña orográfica

La región en general se halla encuadrada dentro del sistema orográfico de las Sierras Pampeanas, representada en nuestra área por los cordones que derivan del Aconquija, hacia el oeste y sur.

El macizo nombrado presenta una dirección noreste a suroeste, desprendiéndose de su extremo austral dos grupos de sierras.

El primero con rumbo occidental, se une con el de Piambalá, pasando por Belén, conectándose finalmente con los conjuntos orográficos provenientes de la Puna.

Entre sus cerros más importantes se destacan, cercanos a nuestra zona, el Nevado del Candado, el más elevado con 5.450 m, cerro Negro (4.750 m), cerro Yutuyaco (4.220 m), cerro Aspero (3.179 m), disminuyendo las alturas en forma gradual, hasta la quebrada de Amanao.

De estas sierras descienden hacia el sur una serie de quebradas de rumbo y extensión variada; algunas de gran longitud y dirección norte - sur como las de Amanao, Potrero, etc.; otras menos desarrolladas y oblicuas al filo de la cadena.

El segundo grupo se dirige hacia el sur, hasta el cordón del Ambato, limitando a la gran cuenca del bolsón de Pípanaco en su borde oriental.

Estas sierras descienden en forma abrupta hacia el oeste y gradualmente al este, como es característico en este sistema orográfico.

Entre sus principales elevaciones sobresalen el cerro Manchao con 4.515 m, cerro Horqueta, cerro Mogote de La Cruz (4.262 m) y otros, disminuyendo suavemente sus niveles hacia el sur.



Bajan de sus cumbres una serie de quebradas, normales al filo del cordón, contándose entre las principales las de La Chilca, Pampayan, Humillana, Joyango, Mutquín, etc.

B. Relieve: tierras altas y bajas.

Dentro de la región en estudio pueden diferenciarse tres zonas de características geomorfológicas diferentes: zonas elevadas, correspondientes a las áreas de montaña; zonas intermedias, que define a los terrenos cuaternarios poco disectados y en parte aterrizados; finalmente las zonas bajas, que pertenecen a los aluviones actuales y a la playa salina propiamente dicha.

Zonas elevadas: existentes al norte y este, están representadas por los grupos de sierras que se desprenden del extremo sur del macizo del Aconquija ya nombrados precedentemente.

El área situada al norte es de características abruptas, con sus cumbres recortadas y en parte erosionadas, afectando un relieve de tipo juvenil.

Las quebradas en general toman una dirección predominante norte - sur, desembocando con fuerte pendiente en la zona intermedia del sector de Andalgalá.

Los desniveles son muy pronunciados; alcanzan un valor de más de 3.100 m entre el cerro Negro (4.750 m s.n.m.), punto más elevado de esta zona y El Potrero, lugar situado en el límite con las zonas intermedias.

El cordón del Manchao - Ambato, representa los sectores elevados al este de la región.

Presenta igualmente un relieve muy abrupto de tipo juvenil; su descenso al oeste es en forma brusca con profundas quebradas de dirección predominante este - oeste para variar de sureste a noroeste más al sur, en el área de Pomán.

Los desniveles, muy pronunciados, alcanzan valores de más



de 3.000 m, como el existente entre el cerro Manchao (4.515 m) (4) y la localidad de Michango (1.500 m).

nientes de las zonas elevadas, septentrionales y orientales, ya citadas. Zonas intermedias: cubren sectores importantes en el área norte y sur de nuestra región y de menor extensión en el centro-este. Corrientes del área septentrional: se considerará en pri-

mer. Están representadas por antiguos conos de deyección en parte aterrizados y continúan por otros más modernos poco disectados, presentando un relieve de agradación que contrasta visiblemente con el de las zonas elevadas. Se luego variar de nor-

te a sur. No presentan grandes desniveles, alcanzando un valor máximo de alrededor de 700 m en el norte, entre El Potrero (1.500 m s.n.m.) y un poco al norte de Piliciao (800 m^{s.n.m.}), límite entre las zonas intermedias y bajas. No es permanente en todo su cur-

so. De norte a sur y de este a oeste, están surcados por numerosos cauces, los que se encuentran secos durante la mayor parte del año, y que finalizan en las partes bajas de la región.

tas, dos son las corrientes que se unen al ya descrito, el de

Yacuc. Zonas bajas: representadas por los aluviones actuales y por la playa salina, están expuestas en el área central de la región reconocida. En últimamente nombrada, en su recorrido es

alinea. Los primeros constituyen una superficie con pendiente casi imperceptible, donde los ríos pierden prácticamente su curso, formándose en épocas de creciente lagunas de carácter temporario.

En el sector más bajo se registra la presencia del salar de Pipanaco, habiendo observado otros autores (16), una muy suave caída hacia su centro. puesto homónimo, continuando su

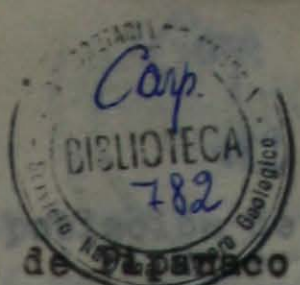
cauce. La pendiente general es hacia el sur, en dirección al valle de Mazan. Los cursos que bajan de las sierras septentrionales,

son los de Choya, Totoral y del Potrero. En el río oriental

C. Red de drenaje En el primero de los nombrados se verifican

en las laderas suroccidentales del cerro El Pabellón. Des-

pués. Las corrientes fluviales de la zona comprenden varios ríos



pertenecientes al sistema hidrográfico del bolsón de Papamayo (4)

Se describirán en el presente capítulo los cursos provenientes de las zonas elevadas, septentrionales y orientales, ya citadas en páginas precedentes.

Corrientes del área septentrional: se considerará en primer término el río Amanao, fijado como linde occidental del sector recorrido.

Baja de la sierra de El Atajo con igual nombre; toma en principio una dirección este - oeste, para luego variar de norte a sur con la denominación de Visvil.

En el área de Las Juntas recibe una serie de cursos, adoptando allí el nombre definitivo de Amanao.

Hasta el caserío homónimo es permanente en todo su curso; a partir de dicho sitio su cauce se transforma en temporario.

De los ríos y arroyos que bajan de las sierras de Capillitas, dos son las corrientes que se unen al ya descrito, el de Yacuchuyo y Muschaca.

El primero de los nombrados tiene su origen en las vertientes de la sierra ultimamente nombrada; en su recorrido es alimentado por numerosos arroyos provenientes de los vertederos existentes en la sierra de Santa Barbara al oeste y el cerro Aspero al este. Desemboca en el Amanao a unos cuatro kilómetros al norte del caserío ya nombrado.

El río Muschaca de menor desarrollo, después de juntarse con otros arroyos, llega al puesto homónimo, continuando su cauce seco hasta unirse al Amanao varios kilómetros más al sur.

Otros cursos que bajan de las sierras septentrionales, son los de Choya, Totoral y del Potrero.

Las nacientes del primero de los nombrados se verifican en las laderas suroccidentales del cerro El Pabellon. Después de recibir algunos afluentes, entre ellos el proveniente

de Villavil.



de la quebrada de Los Morteros, llega hasta la población de Choya, siendo aprovechado en su totalidad, con un caudal en estiaje de 40 l/seg. Su cauce seco sigue con el nombre de Ampacho y luego con el de La Virgen, para finalizar en la playa salina.

El Totoral es una corriente de menor desarrollo, que luego de atravesar los puestos de Quemado y Agua Verde, este último a la salida de la quebrada, sigue una corriente temporaria con el nombre de Ingomar para perderse en el Ampacho.

El río del Potrero nace de las vertientes existentes en el faldeo austral del cerro Pabellón; luego de recibir el afluente de la quebrada de los novillos, llega hasta el caserío de El Potrero, perdiéndose finalmente su cauce seco en el curso de el de La Virgen. Su caudal en estiaje se calcula en 250 l/seg.

El río Andalgala a igual que el Belén, fuera de nuestro sector, es uno de los más importantes dentro de la cuenca del bolsón de Pipanaco.

Su cuenca imbrífera cubre una superficie de 240 km². Está formado por los ríos del Candado y Blanco, cuyas nacientes se hallan en el Nevado del Candado y en la Divisoria de los Medanitos respectivamente.

Ambos se unen en el puesto de Las Juntas para constituir el río en estudio.

Su caudal es captado en su totalidad, siendo aprovechado por varios distritos para irrigación, consumo humano, generación de energía, etc.

En la tabla n° 1 se dan los valores de los caudales medios mensuales en l/seg. de esta importante corriente.

Finalmente el río Villavil, representa el más oriental de las corrientes del área septentrional. Tiene su origen en la cuesta Colorada, siendo aprovechada sus aguas por el distrito Villavil.



Se calcula su caudal en 50 l/seg. Su cauce seco a la salida de la quebrada, finaliza en el de Andalgala varios kilómetros al sur.

Se emplea en su totalidad para riego, bebida humana y animal y además para energía eléctrica.

Corrientes del área oriental: provienen de una serie de vertientes existentes en la ladera occidental del cordón del Manchao - Ambato.

Corren en dirección este oeste, siendo de corto recorrido y de régimen torrencial.

Sus caudales son integralmente aprovechados para riego, bebida y en algunos casos para producción de energía eléctrica.

Entre los principales se consideran de norte a sur los siguientes: el río Blanco, que nace en la cuesta de Bischuan y a igual que los arroyos Pampayan, Huañomil, Asayan, Humillana, Anchilco y Pipanaco, se pierden en los terrenos cuartarios, llegando raramente al salar de Pipanaco.

Más al sur siguen los ríos Joyango, San Miguel, Talcala y Saujil con 190 l/seg., finalizando sus cauces secos en el borde oriental de la playa salina.

El río Rincón, con un caudal de aproximadamente 70 l/seg., es aprovechado por la población homónima; se une al último nombrado.

Las corrientes de Sijan con 150 l/seg. y de Pajanco, llegan hasta la zona de médanos, alcanzando a veces el salar.

El río Pomán, de carácter permanente en su recorrido serrano, presenta un caudal de 215 l/seg. Recibe el arroyo Mutquín ($Q = 90$ l/seg.), el cual toma a su vez el arroyo Colana ($Q = 100$ l/seg.), y antes de llegar a la playa salina, tuerce hacia el sur para finalizar en los bañados de Villanca y Los Pozuelos.

D. Aprovechamiento de las aguas superficiales

Los ríos mencionados son la principal y casi única fuente



de provisión de agua para las poblaciones de la zona.

Los caudales de estiaje de todas las corrientes consideradas son empleadas en su totalidad para riego, bebida humana y animal y además para energía eléctrica.

Al respecto se han construido varias tomas entre las cuales se encuentran la del río Andalgala, situada a cuatro kilómetros al norte de la localidad, como también dos usinas, una en el lugar indicado y otra más próxima a la población.

Asimismo se han levantado canales que portan agua de los ríos a las localidades de Joyango donde se observa un dique nivelador y galerías de riego.

Las mismas características se observan en Mutquín, San Miguel, Rincón y en casi todas las otras poblaciones.

Agua y Energía Eléctrica de la Nación ha construido varias usinas a más de las ya citadas en Saujil, Mutquín, Pomán y Colpes. El nivel medio de nuestra zona a 1.072 m s.n.m., en el período 1931 - 1950.

Asimismo se ha hecho uso de los valores pluviométricos publicados por la misma institución (15), para la estación de Mazan, situada poco al sur del límite austral del área estudiada, en el período 1921 - 1950.

Se ha empleado el método de Knoch y Borzakov (10), la que para el sector norte se define así:

"La temperatura media anual corresponde a templado (17,9 °C); la máxima media a cálido (26,2 °C); la mínima media a fresco suave (10,6 °C); la máxima absoluta a tórrido intenso (42,4 °C); la mínima absoluta a frío (-6,9 °C); la nubosidad media (2,6 en escala de 0 a 8) a despejado; la velocidad media del viento (5 km/h) a ventolero, siendo los de mayor frecuencia los provenientes de los sectores norte y noreste; la tensión media (11,4 mb) a casi seco y la humedad relativa (56 %) a húmedo seco. El índice de aridez se extiende desde muy árido de abril a noviembre a árido en diciembre y marzo y árido hídrico en enero y febrero".



4. CLIMATOLOGÍA

A. Generalidades: temperatura y pluviometría

El macizo del Anconquija y su continuación austral, el cordón del Manchao - Ambato, constituyen una barrera climática para los vientos del este que descargan su humedad en el faldeo oriental de los mismos.

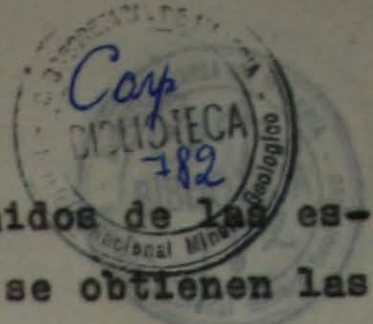
En cambio, la región reconocida, situada al suroeste y oeste respectivamente de las mencionadas sierras, se distingue por las razones expuestas, por sus características entre árida y semiárida.

En base a lo manifestado y para análisis del clima, se han considerado los datos publicados por el Servicio Meteorológico Nacional para la estación Andalgala (14), situada en el sector septentrional de nuestra zona a 1.072 m s.n.m., en el período 1951 - 1960.

Asimismo se ha hecho uso de los valores pluviométricos publicados por la misma institución (15), para la estación de Mazan, situada poco al sur del límite austral del área estudiada, en el período 1921 - 1950.

Se ha empleado el método de Knoche y Borzacov (10), la que para el sector norte se define así:

"La temperatura media anual corresponde a templado (17,9 °C); la máxima media a cálido (26,2 °C); la mínima media a fresco suave (10,6 °C); la máxima absoluta a tórrido intenso (42,4 °C); la mínima absoluta a frío (-6,9 °C); la nubosidad media (2,8 en escala de 0 a 8) a despejado; la velocidad media del viento (5 km/h) a ventolina, siendo los de mayor frecuencia los provenientes de los sectores norte y noreste; la ^{del vapor} tensión media (11,4 mb) a casi seco y la humedad relativa (56 %) a húmedo seco. El índice de aridez se extiende desde muy árido de abril a noviembre a árido en diciembre y marzo y árido hídrico en enero y febrero".



Comparando los datos pluviométricos obtenidos de las estaciones de Andalgalá al norte y Mazán al sur, se obtienen las siguientes conclusiones:

"Las precipitaciones pluviales en el área septentrional, son superiores a las del sur (Andalgalá: media anual 316 mm, media mensual 26,33 mm - Mazán: media anual 80 mm, media mensual 6,66 mm). En toda la región en general, la distribución de las lluvias es superior durante el mes de enero (Andalgalá: 73 mm y 23 % - Mazán: 22 mm y 27 %) e inferior en junio (Andalgalá: 6 mm y 1,8 % - Mazán: 0 mm y 0 %). En cuanto a la distribución estacional es superior en el verano (Andalgalá 61 % - Mazán: 58 %), siendo el invierno la estación más seca (Andalgalá: 6,2 % y Mazán: 2,8 %). En síntesis, todo el área bajo estudio presenta de acuerdo a las precipitaciones mensuales, un carácter de mediano en verano a nulo en invierno para el sector norte y de escaso a nulo para el austral".

B. Evapotranspiración

No existen en toda la región datos tomados periódicamente y en forma directa sobre tan importante parámetro, por lo que el cálculo del mismo se realiza por medios de formulas empíricas.

Entre las más conocidas figura la de Turc, que toma en consideración la precipitación y temperatura medias anuales de acuerdo a la siguiente expresión: (1)

$$E_r = \sqrt[0,9]{\frac{P}{L^2}} + \frac{P^2}{L^2}$$

donde $L = 300 + 25 t + 0,05 t^3$

Siendo E_r = Evapotranspiración real en mm



P = Precipitación media anual en mm

t = Temperatura media anual en °C

A. General En nuestra región no es posible su aplicación dado que tomando en consideración las opiniones emitidas por Marchetti, (11) las precipitaciones resultan muy escasas ante una temperatura elevada, correspondiendo para casi 18°C, lluvias superiores a las existentes en Andalgala y Mazán. Referente a la metodología de Thornthwaite, los valores de la evapotranspiración potencial para la zona norte son muy elevadas, siendo aún superiores en el área sur por la gran escasez de lluvias y altas temperaturas, (2).

Los afloramientos más antiguos aparecen al norte y este; están representados por rocas ígneas y metamórficas de edad precámbrica.

El Terciario, de muy escaso desarrollo, es observado en algunos lugares al norte y con poca mayor amplitud en el área sur.

Finalmente el Cuaternario, cubre en gran extensión la mayor parte de la zona reconocida.

B. Estratigrafía

I. Precámbrico

Las rocas del basamento cristalino afloran al norte, en la cadena de sierras que derivan del Anconguja hacia el oeste y en el cordón del Manchao - Ambato, al este de la región.

Son de dos tipos, ígneas y metamórficas. Las primeras de mayor distribución areal al norte y en menor proporción en un lugar definido en la sierra de Ambato, están representadas por granitos, en parte milonitas, granodioritas, etc. y asimismo filonianas: aplitas y pegmatitas.

Las segundas, existentes a casi todo lo largo del Manchao y Ambato, constan de esquistos inyectados, hasta migmatitas, filitas, micacitas cuarzosas, anfibolitas, etc.

5. G E O L O G I A



A. Generalidades

En este trabajo se efectuará una breve descripción geológica de la región en base a los resultados de las investigaciones realizadas por varios autores, en especial Gonzalez Bonorino (7 y 8) y Sosic (16).

Se agregarán detalles con referencia al Cuartario, de acuerdo a las observaciones realizadas por el suscripto, con particular atención a los niveles de pié de monte.

Los afloramientos más antiguos aparecen al norte y este; están representadas por rocas ígneas y metamórficas de edad precámbrica.

El Terciario, de muy escaso desarrollo, es observado en algunos lugares al norte y con poca mayor amplitud en el área sur.

Finalmente el Cuartario, cubre en gran extensión la mayor parte de la zona reconocida.

B. Estratigrafía

I. Precámbrico

Las rocas del basamento cristalino afloran al norte, en la cadena de sierras que derivan del Anconquiya hacia el oeste y en el cordón del Manchao - Ambato, al este de la región.

Son de dos tipos, ígneas y metamórficas. Las primeras de mayor distribución areal al norte y en menor proporción en un lugar definido en la sierra de Ambato, están representadas por granitos, en parte milonitas, granodioritas, etc. y asimismo filonianas: aplitas y pegmatitas.

Las segundas, existentes a casi todo lo largo del Manchao y Ambato, constan de esquistos inyectados, hasta migmatitas, filitas, micacitas cuarzosas, anfibolitas, etc.



II. Terciario

Los sedimentos referidos a esta edad son de muy escaso desarrollo. Están presentes en pequeños afloramientos en el sector norte de la zona en estudio y con mayor amplitud, al sur de la misma.

Aproximadamente a diez kilómetros al norte de Andalgalá, área de El Potrero, en el paraje denominado La Viñita, se observan areniscas conglomerádicas pardo grisáceas a grises con rumbo 330° e inclinación 35° a 40° al noreste. Poco más al sur, están presentes bancos conglomerádicos con rodados de rocas volcánicas de rumbo 15° e inclinación 35° al suroeste.

Por el arroyo Andalgalá, próximo a la usina, se observan elementos conglomerádicos rojizos con matriz arcilloso rojizo. Presenta rodados graníticos y de esquistos de diversos tamaños. El rumbo es aproximadamente 70° con inclinación de 30° a 45° al nornoroeste. Es de características impermeables, observándose una serie de "lloraderos" en su contacto con el Cuartario.

Al sur de la región reconocida, los sedimentos terciarios están reunidos bajo la denominación de Formación Salinas (16). Afloran en el área de Suriyaco, Villanca y Agua del Medio.

En términos generales se observan limolitas pardo amarillentas a rojizas con intercalaciones de areniscas gruesas a conglomerádicas. El rumbo es aproximadamente norte sur, con inclinaciones que varían de 55° al oeste, hasta 40° al este, más hacia el sur.

III. Cuartario

Los sedimentos atribuidos al mismo ocupan la mayor extensión de la región reconocida.

En el área de Andalgalá y a lo largo del borde occidental del cordón del Manchao - Ambato, los antiguos conos



aterrazados son de relativo desarrollo, con mayor amplitud en el primero de los sectores señalados.

En éste se observan tres niveles: el primero apoyado en parte contra el basamento y un segundo que llega prácticamente hasta Andalgalá. Los nombrados flanquean al más moderno de la quebrada propiamente dicha, que se abre en el gran cono donde se asienta la localidad nombrada.

Restos de un primer nivel se observan poco más al sur de Villavil, a la entrada de la quebrada de La Chilca, apoyado sobre basamento; no es distinguido en otros lugares de la zona recorrida.

Se advierten igualmente más al sur, adosadas a las sierras, sobre todo con mayor desarrollo entre las latitudes de Pomán y Colana.

Constan de rodados y clastos de granitos y esquistos poco seleccionados, provenientes de las sierras ya nombradas; son de diversos tamaños llegando en ciertos casos a tener desde más de un metro hasta pocos centímetros.

En algunos sectores se observan igualmente rodados volcánicos que indican erosión de vulcanitas del Terciario presentes al norte, fuera de nuestra región en estudio.

Continúan fanglomerados de rodados y bloques poco seleccionados, con rápida disminución de su tamaño en dirección al centro del bolsón.

Finalmente la gran planicie aluvial, con sedimentos que varían desde gravillas y gravas hasta arenas y limos próximos a la playa salina.

En esos lugares se observa una serie de médanos que difieren desde poca altura, cerca del borde de sierra, hasta varios metros de alto, próximos a la playa.

Finalmente en el salar propiamente dicho se han realizado varios pozos de pocos metros de espesor, observándose limos y arenas en forma alternada (16).

Se considera aquí, la forma de presentarse de las aguas



subterráneas. 6. A G U A S S U B T E R R A N E A S con descriptas.

A. Generalidades

Las pocas perforaciones realizadas, como también los pozos de balde cavados en el área reconocida, indican en principio, la escasez del elemento hídrico hasta cierto nivel de la superficie, en especial en las zonas intermedias. No obstante las primeras señalan un aumento del caudal a mayor profundidad, tal como lo determinan las efectuadas en Andalgala, El Pajonal y balde de Tello, presentando las aguas subterráneas todas las características de un complejo acuífero. En cambio hacia las zonas bajas la presencia del agua subterránea aparece generalmente a muy pocos metros de la superficie como ocurre en las salinas y sus adyacencias.

B. Fuentes de alimentación

La principal zona de infiltración está representada por los rellenos aluviales de las quebradas y los cauces que surcan los conos en las áreas proximales. Las aguas que contienen son de muy escasa desmineralización superficial. Las aguas que circulan en el basamento cristalino, a través de numerosas fisuras y diaclasas, engrosando finalmente las corrientes subterráneas después de infiltrarse a través de las fallas longitudinales, existentes al pie del Manchao - Ambato o en las transversales en las sierras del norte.

La escasez de precipitaciones en las zonas bajas, prácticamente no representan fuentes de alimentación de las corrientes subálveas; solo durante las épocas de grandes crecientes, se produce cierta penetración hacia la capa acuífera superior. Levado y caudal de aproximadamente 2.200 l/h.

C. Geología en relación con el agua subterránea

Villanueva y Suñigao, derraman sus aguas en la Formación Salinas (16), como

Se considera aquí, la forma de presentarse de las aguas



subterráneas en las rocas de las distintas formaciones geológicas descritas.

Aguas en el basamento cristalino: las zonas elevadas definidas precedentemente, representan las áreas de escurrimiento rápido de la región en estudio.

Sus rocas, en general de edad precámbrica, son por su naturaleza compacta, de muy baja permeabilidad; pero su diaclasamiento bien marcado, como también por presentarse en amplias áreas muy fisuradas y fragmentadas permite una mayor infiltración de las aguas de lluvia y nieve. Estas circulan a través de las grietas, fisuras, diaclasas, fallas, etc., siendo en parte descargadas por una serie de vertientes, orientadas de este a oeste en las sierras septentrionales, o de norte a sur en las estribaciones del cordón occidental.

Aguas en el Terciario: los sedimentos referidos al mismo son de muy escaso desarrollo superficial. Las aguas que contienen son conocidas a través de pocas perforaciones existentes en la zona.

La de Balde de Tello indica la presencia de acuíferos confinados semisurgentes, integrados principalmente por arenas finas y medianas a gruesas, consideradas de edad terciaria, ubicadas entre sedimentos impermeables.

Los mismos constituyen todo un complejo con niveles piezométricos muy elevados, cercanos a la superficie.

Más al norte, la perforación de Andalgala nº 2, situada en la estación Huaco, señala un acuífero a los 197 m, en sedimentos supuestamente terciarios compuestos de gravilla algo arenosa, cuarcífera y micácea, con un nivel piezométrico poco elevado y caudal de aproximadamente 2.200 l/h.

En el sur, las vertientes de los bordos de Villanca y Suriyaco, derraman sus aguas en la Formación Salicas (16), como



consecuencia de fallas longitudinales existentes a ambos lados de la misma.

Referente a estas últimas, Socio expresa lo siguiente (16):

Aguas en el Cuartario: considerando el gran desarrollo de los sedimentos cuartarios, se tomaron en consideración la presencia de acuíferos en los niveles de pié de monte, en el relleno aluvial y en la playa salina.

Los existentes en los primeros son de muy poco interés; adquieren gran amplitud en el segundo de los nombrados y menor importancia en los últimos. Muy baja permeabilidad, sin embargo

a) Las aguas en los niveles de pié de monte, cuando están presentes, es dable distinguirlas en forma de pequeños

"lloraderos" de muy escaso caudal en la parte inferior de los fanglomerados, sirviéndole de base niveles impermeables a veces de sedimentos terciarios, tal como se lo observa en un corte del arroyo Andalgalá en un lugar próximo a la usina.

b) Las que circulan en el relleno aluvial, a igual que en los sedimentos del Terciario, son conocidas por las perforaciones que atravesaron el mismo.

La situada en la estación El Pajonal, a 8 kilómetros al oeste de Pomán, alumbró acuíferos en terrenos cuartarios integrados por arenas finas y gravillas y gravas de cuarcitas.

Fueron atravesadas tres capas con aguas semisurgentes de buena calidad, formando parte de un complejo acuífero con caudales que varían entre 150 l/h y 5.540 l/h, con niveles piezométricos negativos entre 91 y 97 m.

Al oeste de la anterior, la perforación Balde de Tello, ya citada precedentemente, alumbró dos capas de agua, estando integrados sus acuíferos por limos arenosos y arenas medianas a muy gruesas. Son de características semisurgentes, dando la segunda capa muy buen caudal.

Hacia el poniente, se comprueba la existencia de la primera capa a través de pozos cavados, entre los 8 y 23 m; las



aguas circulan por limos arenosos a arcillo arenosos poco calcáreos. En el norte, fuera de los límites de la zona en estudio,

Referente a estas últimas, Sosic expresa lo siguiente (16):

"Las aguas alojadas en la parte distal del abanico aluvial y alumbradas mediante pozos cavados (baldes) no deben ser consideradas como pertenecientes a la capa libre o freática, pues según referencias de los poceros de la región, una vez cavada la zona de concreciones calcáreas se llega al primer nivel hídrico, el cual en muchos casos asciende de 1 a 2 metros, y no puede ser llamada capa libre o freática por cuanto no tiene encima una zona de aereación neta. En el área limosa, los sedimentos permeables portadores de agua se interponen con otros de características impermeables o de muy baja permeabilidad, sin embargo el acuífero lateralmente, tiene contacto con la atmósfera a través de una zona de aereación".

c) La playa salina es área de descarga de todas las aguas que bajan de las sierras circundantes que rodean al salar de Pipanaco.

Varios pozos, de hasta cuatro metros de profundidad, fueron realizados anteriormente, comprobándose (16) la existencia del agua en arenas finas o limos pardo rojizos.

El mismo autor considera que perforaciones profundas, alumbrarían aguas ascendentes y hasta surgentes.

D. Descarga

La descarga de las aguas subterráneas se verifica en forma natural y artificial. La primera por medio de las vertientes o a través de freatofitas.

La segunda, producida por la acción del hombre, se efectúa mediante pozos cavados y perforados o por obras de captación.

I. Descarga natural

Vertientes: las principales y más numerosas se registran en el basamento cristalino de las zonas elevadas, las que dan



origen a las numerosas corrientes fluviales ya descriptas.

En el norte, fuera de los límites de la zona en estudio, se encuentran varios grupos de vertientes que nacen en las sierras de Santa Bárbara y Capillitas, las que en conjunto registran importantes caudales.

Del lado occidental, las aguas que se infiltran en el cordón del Manchao - Ambato, circulan por diaclasas y fisuras siguiendo la dirección de la corriente regional. Estas aguas emergen en lugares donde las rocas impermeables actúan como diques de contención.

En páginas anteriores se han mencionado vertientes en el Terciario de escaso caudal e importancia.

Freatofitas: según estudios efectuados por Morello (12), numerosas plantas hacen uso del agua freática para su subsistencia.

En nuestra región citaremos entre las freatofitas más importantes el algarrobo, chañar, jume, cachiuyo, etc., que aprovechan en gran medida el agua para elaboración de materia orgánica y posterior transpiración y evaporación, cumpliendo una parte del ciclo hidrológico.

II. Descarga artificial:

Pozos cavados: los presentes, dentro de la zona reconocida, se registran principalmente en el área central y baja de la misma. No son muy profundas y sirven principalmente para abastecimiento de los pocos puestos existentes.

El nivel de la primera capa de agua se encuentra en el sur y oeste de la región de interés, aproximadamente entre los 11 y 8 m, aumentando la profundidad de la misma hacia el norte y este.

Las aguas, según los pocos análisis efectuados, son algunas aptas, debiéndose la ineptitud de otras al exceso de



fluoruros, según normas de O.S.N.

Pozos perforados: las perforaciones más antiguas fueron realizadas en el área de Andalgala por la entonces Dirección de Minas, Geología e Hidrogeología en el año 1913, con una máquina perforadora a cable. Esta alcanzó una profundidad cercana a los 90 m, no habiéndose alumbrado capa de agua alguna, siendo rellenada posteriormente.

En el mismo sector se perforaron otras tres, con profundidades de 215 m, 92 m, y 210 m; se atravesó una capa con agua en dos de ellas, de caudales no importantes y de características aptas.

Más al sur, en El Pajonal, se ejecutaron dos perforaciones, alcanzando la más profunda 142 m. Se alumbraron tres capas de agua, siendo la última de éstas la de mayor caudal.

La perforación Balde de Tello es la más importante con una profundidad de 300 m; fueron alcanzadas seis capas con caudales, algunas de ellas, sumamente elevadas.

En páginas finales se dan las características de estas perforaciones: litología, aptitud, caudales, etc.

Se ha expresado precedentemente sobre la ejecución de varias perforaciones por el plantel de técnicos del P.E.A.S., tendientes a una futura colonización del área en estudio.

Captaciones: en la región de interés se registra la presencia de varias obras de captación, siendo la más importante, la del río Andalgala, situada un poco al norte de la localidad homónima y otras en los ríos Mutquín, San Miguel, Rincón, etc.

Las mismas consisten en tomas de agua, diques niveladores, galerías de riego, etc.

E. Aprovechamiento de las aguas subterráneas

Los habitantes de la casi totalidad de los núcleos poblados



existentes próximos a las sierras, utilizan en principal grado las aguas de los ríos de la zona.

Hacia la parte central de la región, las aguas de los pocos pozos cavados, son utilizados por los pobladores de los puestos, para uso doméstico y ganado. $r \text{ SO}_4^{--}$ entre 24 y 6 meq./l

No son aprovechadas las perforaciones en relación a su capacidad de producción.

Agua de pozos: SO_4^{--} + carbonatos

F. Características hidroquímicas

Agua de pozos: carbonatos: $r \text{ CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^{--}$ 7.7 meq./l

Las características hidroquímicas dentro de la región reconocida presentan importantes variantes. $+ \text{HCO}_3^{--} < 2 \text{ meq./l}$

Para una mejor interpretación del problema, se las considera en relación a los sedimentos por las que el agua circula.

En base a los análisis químicos de 29 muestras efectuados por los laboratorios químicos de esta Institución en Buenos Aires y del P.E.A.S. en Catamarca, se han confeccionado gráficos, n°s 1 a 7, siguiendo las normas de Schoeller y Berkalooff (13), en las que se indican las concentraciones en miliequivalentes de los iones Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{--} , y CO_3^{--} combinados ($\text{CO}_3^{--} + \text{CO}_3\text{H}^-$). *el método aconsejado por el Laboratorio de Sal-*

nido Las aguas fueron clasificadas según reglas establecidas por el primero de los autores nombrados (13), las que se expresan de la siguiente manera: *ello, la Razón Adsorción Sodio*

Concentración cloruros: *siguiente ecuación:*

Aguas hipercloruradas: $r \text{ Cl}^- > 700 \text{ meq./l}$

" clorotalásicas: $r \text{ Cl}^-$ entre 700 y 420 meq./l

" cloruradas fuertes: $r \text{ Cl}^-$ entre 420 y 140 meq./l

" " medias: $r \text{ Cl}^-$ entre 140 y 40 meq./l

" oligocloruradas: $r \text{ Cl}^-$ entre 40 y 10 meq./l

" cloruradas normales: $r \text{ Cl}^- < 10 \text{ meq./l}$

Las concentraciones de los constituyentes son expresados en "miliequivalentes por litro".

Haciendo uso de este valor y el de conductividad específica en micromhos a 25 °C, se interpreta la aptitud para riego.



Concentración sulfatos:

- Aguas hipersulfatadas: $r \text{SO}_4^{==} > 58 \text{ meq./l}$
 " sulfatadas: $r \text{SO}_4^{==}$ entre 58 y 24 meq./l
 " oligosulfatadas: $r \text{SO}_4^{==}$ entre 24 y 6 meq./l
 " sulfatadas normales: $r \text{SO}_4^{==} < 6 \text{ meq./l}$

Concentración bicarbonatos + carbonatos:

- Aguas hipercarbonatadas: $r \text{CO}_3^{==} + \text{HCO}_3^{-} > 17 \text{ meq./l}$
 " carbonatadas normales: $r \text{CO}_3^{==} + \text{HCO}_3^{-}$ entre 7 y 2
 " hipocarbonatadas: $r \text{CO}_3^{==} + \text{HCO}_3^{-} < 2 \text{ meq./l}$

De lo expuesto se ha obtenido el cuadro, registrado en la página siguiente, de las características hidroquímicas de la región, que complementa la tabla de análisis químicos (tabla nº 2).

G. Aptitud para riego

En este estudio se consideró la aptitud de agua para riego, empleando el método aconsejado por el Laboratorio de Salinidad del Departamento de Agricultura de los EE.UU. de Norte América (17).

Fué determinado para ello, la Razón Adsorción Sodio - R A S -, definido por la siguiente ecuación:

$$\text{R.A.S.} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}}$$

Las concentraciones de los constituyentes son expresados en "miliequivalentes por litro".

Haciendo uso de este valor y el de conductividad específica en micromhos a 25 °C, se interpreta la aptitud para riego

CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

- 31 -

<u>Procedencia</u>	<u>Naturaleza</u>	<u>Edad - Form.</u>	<u>Conc. cloruros</u>	<u>Conc. sulfatos</u>	<u>Conc. bicarbonatos</u>
Q. La Toma	Vertiente	Basamento	Clor. normales	Sulfat. normales	Carb. normales
Pto. La Chilca	"	"	"	Oligosulfatadas	"
" Huañomil	"	"	"	Sulfat. normales	"
Pipano	"	"	"	"	"
Joyango	"	"	"	"	Hipocarbonatadas
Q. San Miguel	"	"	"	"	Carb. normales
Q. Sanjil-Usina	"	"	"	"	Hipocarbonatadas
El Rincón	"	"	"	"	"
Mischango	"	"	"	"	Carb. normales
Q. Sijan	"	"	"	"	Hipocarbonatadas
Q. Mutquén	"	"	"	"	"
Q. Colana	"	"	"	"	Carb. normales
Villanca	"	"	"	"	Hipocarbonatadas
Suriyaco	"	"	"	"	Carb. normales
Río Andalgalá	"	"	"	"	"
La Chilca, Choya	Superficial	Superficial Cuartario	Oligocloruradas	Sulfatadas	Hipocarbonatadas
Q. Amanao	Vertiente	"	"	"	Carb. normales
La Toma, Poman	Superficial	"	Clor. normales	Oligosulfatadas	"
La Chilca	Vertiente	"	"	Sulf. normales	"
Mader. S. Antonio	Semiconfin.	"	"	"	"
El Unquillo	"	"	"	"	"
Coop. Agrop. Catamarca	"	"	"	"	"
Balde de Tello	"	"	"	"	"
" (1°)	Confinada	"	"	"	"
" (2°)	"	"	"	"	"
" (3°)	"	"	"	"	"
" (4°)	"	"	"	"	"
" (5°)	"	"	"	"	"
" (6°)	"	"	"	"	"
		Terciario	"	"	Hipocarbonatadas



el gráfico n° 8. este tipo de agua bajo prácticas

La conductividad eléctrica fué obtenida del producto del residuo sólido expresado en mg/l por una constante. en suelos con drenaje. El diagrama, utilizado por el mencionado laboratorio, presenta 16 sectores definidos por los valores de R.A.S. ^(R) y de contenido salino o conductividad específica (C). En base a ellos puede clasificarse el agua de la siguiente forma: *cas muy especiales*".

"R₁: Agua con bajo contenido de sodio, puede ser usada en irrigación en cualquier tipo de suelos con escaso peligro de desarrollo de niveles de sodio intercambiable." *características del diagrama en la tabla de análisis químicos (Tab. n° 2).*

"R₂: Agua medianamente sódica, puede utilizarse en suelos de textura gruesa u orgánicos con buena permeabilidad; pero puede presentarse una apreciable concentración de sodio en ciertos suelos de textura fina, especialmente en aquellos carentes de buen drenaje". *de C₃, C₂ y C₄.*

Considerando la aptitud en relación con los sedimentos por los "R₃: Agua con alto contenido de sodio, pueden producirse niveles de sodio intercambiables en la mayoría de los suelos y requiere un manejo especial de éstos, tales como un buen drenaje y agregado de materia orgánica".

Finalmente las del Cuartario, no observan una neta relación de "R₄: Agua con muy alto contenido de sodio, generalmente inepta para riego, salvo cuando se toman recaudos especiales tales como agregado de yeso al suelo".

R. Perfiles de perforaciones.

"C₁: Agua de baja salinidad, puede usarse en riego en la mayoría de los cultivos o suelos con poco peligro de salinidad".

conocida se registran varias perforaciones ejecutadas en su oportuna "C₂: Agua de salinidad media, es posible emplearla si hay un porcentaje poco elevado de lavado; cultivos de moderada tolerancia a la sal como: papa, maíz, trigo, avena y alfalfa,



puede regarse con este tipo de agua bajo prácticas especiales.

"C₃: Agua de salinidad alta, puede ser usada en suelos con drenaje controlado".

"C₄: Agua de salinidad muy elevada, puede solo ser utilizada en ciertos cultivos y siempre que se sigan prácticas muy especiales".

Los valores de R.A.S. y conductividad específica calculadas para 29 muestras, figuran junto con las características del diagrama en la tabla de análisis químicos (Tab. n° 2).

Analizando estos valores se observa en términos generales que un 70 % de las aguas caen dentro del tipo R₁, mientras que el resto en R₂ y R₃, por partes iguales. En cuanto al contenido salino se nota una mayor proporción de la característica C₂ y en orden decreciente de C₃, C₁, y C₄.

Considerando la aptitud en relación con los sedimentos por los que circula el agua, se nota que dentro del Basamento, la mayoría entra dentro del grupo R₁ - C₁ y R₁ - C₂.

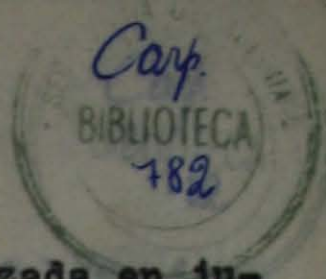
En el Terciario, las de las confinadas son de mejor calidad que las de vertientes.

Finalmente las del Cuartario, no observan una neta relación de la naturaleza del terreno con la aptitud del agua para riego.

H. Perfiles de perforaciones

Se ha expresado precedentemente que dentro de la zona reconocida se registran varias perforaciones ejecutadas en su oportunidad por nuestra Institución. (6).-

Se transcriben a continuación las características litológicas, acuíferos, caudales y otros datos de interés.



El Pajonal n° 1: Máquina Keystone n° 15; comenzada en julio de 1940 y finalizada en enero de 1941; profundidad alcanzada: 44,19 m; perforación rellenada; no se alumbraron capas de agua.

0.00 a 44,19: Arena fina a gruesa, algo arcillosa hacia la base, micácea, con grava y gravilla de cuarzo, gneis, micacita, etc.

600 m); comenzada en enero de 1913 y finalizada en agosto del

El Pajonal n° 2: Máquina Bucyrus n° 81; comenzada en febrero de 1941 y finalizada en noviembre de 1941; profundidad alcanzada: 141,50 m.

0.00 a 2.00 m: Arena fina a mediana, pardo rojiza clara con

0.00 a 40.00 m: Detrito aluvional, fino a grueso de rocas graníticas y metamórficas.

2.00 a 89.10 m: Detrito de destrucción de rocas graníticas.

40.00 a 66.08 m: Detrito aluvional, fino a grueso con cemento arcilloso.

66.08 a 84.75 m: Detrito aluvional de cuarcitas, micáceo, cementado con arena fina amarillenta, arcillosa.

84.75 a 94.00 m: Arena gruesa, gris, amarillenta, poca arcillosa, cuarcita, feldespatos y cuarzo.

94.00 a 95.77 m: Arena fina, gravilla y grava de cuarcitas; acuífero: N.P. = -93.05; Q = 150 l/h; dep. = total; apta para el consumo del hombre y demás usos.

95.77 a 103.14 m: Arena fina, amarillenta, arcillosa, gravilla y grava de cuarcitas.

103.14 a 110.28 m: Arena fina, amarillenta, gravilla y grava de cuarcitas, granito; acuífero: N.P. = -97.64; Q = 600 l/h; dep. = total; apta para el consumo del hombre y demás usos.

110.28 a 129.17 m: Arena grisácea, arcillosa, gravilla mediana a gruesa de cuarzo y feldespatos, esquistos cuarcíticos y micáceos.

129.17 a 132.95 m: Arena fina, gravilla y grava de cuarcita;

110.10 a 112.30 m: acuífero: N.P. = -91.36 m; Q = 5.540 l/h; dep. = 0.79 m; Q. espec. = 7012 m; apta para el consumo del hombre y demás usos.

132.95 a 141.50 m: Arena arcillosa fina, pardo grisácea, gravilla intercalada.

Andalgalá n° 1: Máquina perforadora a cable (capacidad 600 m); comenzada en enero de 1913 y finalizada en agosto del mismo año; profundidad alcanzada: 89.10 m; perforación rellenada; no se alumbraron capas de agua.

0.00 a 2.00 m: Arena fina a mediana, pardo rojiza clara con laminillas de mica y material detrítico.

2.00 a 89.10 m: Detrito de destrucción de rocas graníticas.

Andalgalá n° 2: Ubicada en estación homónima; comenzada en noviembre de 1913 y finalizada en julio de 1914.

0.00 a 1.00 m: Loes gris amarillo, muy arenoso con pequeños rodados.

1.00 a 3.30 m: Fragmentos líticos gruesos y rodados de granitos.

3.30 a 9.70 m: Loes no calcareo, muy micáceo y arenoso, gris amarillento.

9.70 a 22.00 m: Fragmentos líticos de granitos y grauvacas con arena gris amarillenta clara.

22.00 a 32.00 m: Fragmentos líticos de granitos y grauvacas en parte muy gruesos.

32.00 a 34.20 m: Arena muy gruesa arcillosa.

34.20 a 105.50 m: Fragmentos líticos y rodados de grauvacas y granitos.

105.50 a 110.10 m: Arena arcillosa y micácea.



110.10 a 215.80 m: Grava arenosa, cuarcífera y micácea; acuifero a partir de los 197 m (base no conocida); N.P. = -193.00; Q = 2.200 l/h; aptitud sospechosa.

Andalgalá n° 3: Máquina Bucyrus n° 81; comenzada en noviembre de 1941 y finalizada en mayo de 1942; profundidad alcanzada: 91.75 m; perforación rellena; no se alumbraron capas de agua.

0.00 a 1.75 m: Arena grisacea, algo verdosa, fina, muy arcillosa, escasa gravilla silícea.

1.75 a 7.60 m: Gravilla rosada blanquecina, fina a mediana, micácea.

7.60 a 51.50 m: Arena pardo clara, algo rosada. Fina a gruesa. Gravilla y rodados de rocas esquistosas.

51.50 a 84.70 m: Arena fina a gruesa pardo rosada, algo arcillosa.

84.70 a 91.75 m: Arena fina a gruesa, parda, grava y rodados de rocas metamórficas.

Andalgalá n° 4: Máquina Bucyrus n° 81; perforación rellena, profundidad alcanzada 209.26 m.

0.00 a 2.00 m: Arena pardo clara, fina a gruesa, grava fina micácea.

2.00 a 7.60 m: Arena pardo rosada clara, mediana a gruesa, grava, rodados micáceos.

7.60 a 25.40 m: Arena, pardo clara, fina a gruesa, grava y rodados.

25.40 a 27.10 m: Arena parda, algo amarillenta, fina a gruesa, grava y rodados.

27.10 a 50.00 m: Idem. algo micácea, friable.

50.00 a 52.50 m: Arena parda, algo rojiza, fina micácea, rodados.

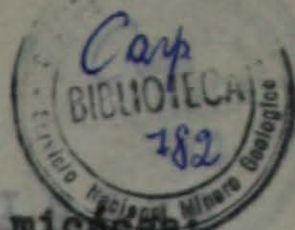
52.50 a 151.10 m: Arena parda algo amarillenta, micácea fina, grava.

Carp
782

- 151.10 a 157.50 m: Arena parda, algo rojiza, fina a gruesa, en parte cementada, friable, intercalaciones de grava.
- 157.50 a 193.08 m: Arena parda algo amarillenta, fina a gruesa, grava y rodados.
- 193.08 a 198.90 m: Arena parda mediana a gruesa, grava y rodados, micácea. acuífero: N.P. = -191.10; dep. = 0.00 m; temp. 19 °C; Q. = 1.100 l/h; apta para el consumo del hombre y demás usos.
- 198.90 a 209.26 m: Arenisca pardo clara, algo arcillosa, fina a mediana; arena gruesa, grava a rodados.

Balde de Tello nº 1:

- 0.00 a 4.00 m: Limo arenoso pardo claro, poco calcáreo.
- 4.00 a 26.30 m: Limo arcillo arenoso, pardo rosado claro, poco calcáreo.
- 26.30 a 27.75 m: Limo muy arenoso, pardo rosado claro, poco calcáreo, disgregable; acuífero: apto sin más datos.
- 27.75 a 48.40 m: Limo arcilloso, pardo rosado claro, poco calcáreo.
- 48.40 a 51.00 m: Arena mediana a muy gruesa, algo calcárea, fragmentos, muñecos de tosca y escasos rodados pequeños de rocas graníticas; acuífero: N.P. = -25.80; Q. = 17.000 l/h; dep. = 0.35; apta; Q. espec. = 48.000 l/h/m.
- 51.00 a 81.00 m: Limo arenoso, en parte arcilloso, pardo claro y pardo rosado, poco calcáreo y escasamente micáceo.
- 81.00 a 91.00 m: Arenisca mediana a gruesa, parda, poco calcárea, algo micácea, friable.
- 91.00 a 110.50 m: Limo arcillo arenoso, pardo rosado claro, calcáreo, disgregable.
- 110.50 a 123.80 m: Arenisca fina pardo clara, limosa calcárea, poco micácea, friable.



- 123.80 a 126.80 m: Arena mediana a gruesa, parda muy micácea; acuifero: N.P. = -25.20; Q = 5.100 l/h; depres.: 5.45 m; apta.
- 126.80 a 150.30 m: Limo arcillo arenoso, en partes más arenoso, color pardo claro, muy calcáreo, micáceo.
- 150.30 a 170.30 m: Limo arcilloso algo arenoso, pardo rosado claro, muy calcáreo, disgregable.
- 170.30 a 175.30 m: Arena fina a mediana, parda, micácea, algo magnetífera; acuifero: Q = 2.600 l/h; N.P. = -22.80; dep. = 53.60; inepta.
- 175.30 a 193.00 m: Limo arenoso, pardo claro, calcáreo micáceo, disgregable.
- 193.00 a 198.00 m: Arena mediana a gruesa, parda micácea, algo magnetífera; acuifero: sin datos.
- 198.00 a 220.50 m: Limo arenoso, pardo claro, muy calcáreo, micáceo, disgregable.
- 220.50 a 223.80 m: Arena fina a muy gruesa, parda micácea; acuifero: N.P. = 22.80; inepta por exceso de fluor; sin más datos.
- 223.80 a 235.00 m: Limo arenoso pardo rojizo, muy calcáreo, micáceo disgregable.
- 235.00 a 240.80 m: Arenisca fina, limosa, parda, calcárea, micácea, friable.
- 240.80 a 278.50 m: Limo arenoso, pardo, calcáreo, micáceo.
- 278.50 a 300.00 m: Limo arcillo arenoso; pardo claro; calcáreo; disgregable.

Es recomendable la ejecución de varias perforaciones para un mejor conocimiento del subsuelo de la zona. Las mismas pueden ser efectuadas en el cono aluvial distal más cercano a su límite con el cono aluvial proximal con profundidades no mayores de 150 m.

En la actualidad el plan P.E.A.S. -Catamarca realiza perforaciones destinadas a ensayos de bombeo con muy buenas perspectivas.



7. C O N C L U S I O N E S Y R E C O M E N D A C I O N E S

De lo expuesto en páginas precedentes se deduce que las principales características dominantes son:

La zona de Andalgalá - Pomán, forma parte de la gran región del bolsón de Pipanaco, con todos los rasgos hidrogeológicos propios de una típica depresión intermontana.

Las aguas subterráneas de la región presentan todas las características de un complejo acuífero que desde el pié de las montañas circundantes circulan con profundidades decrecientes hacia el Salar de Pipanaco.

La zona se distingue por sus características entre árida y semiárida, como consecuencia de la barrera climática representada por el macizo del Anconquiya y su continuación austral, el cordón del Manchao - Ambato.

Las precipitaciones alcanzan una media anual de 316 mm en el norte, disminuyendo hasta 80 mm en el área de Mazán. Las temperaturas son hasta cierto punto elevadas y corresponden a una media de casi 18 °C en la localidad de Andalgalá.

En su mayoría las aguas son aptas para consumo humano, debiéndose la ineptitud de las restantes principalmente al fluor y en segundo lugar a los sulfatos y dureza.

Las aguas del basamento son superiores en aptitud para riego, a igual que las confinadas en otras formaciones terciarias y cuartarias.

Es recomendable la ejecución de varias perforaciones para un mejor conocimiento del subsuelo de la zona. Las mismas pueden ser efectuadas en el cono aluvial distal más cercana a su límite con el cono aluvial proximal con profundidades no mayores de 150 m.

En la actualidad el plan P.E.A.S. -Catamarca realiza perforaciones destinadas a ensayos de bombeo con muy buenas perspectivas.



8. L I S T A B I B L I O G R A F I C A

1. Bureau de recherches géologiques et minières. 1962, Méthodes d'études et de recherches des nappes aquifères. n° 1, Paris.
2. Burgos, J. J. y Vidal, A.L. 1951, Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. Revista Meteoros, Servicio Meteorológico Nacional, año 1, n° 1, Enero 1951, Buenos Aires.
3. Cabrera, A. L. 1958, Fitogeografía. La Argentina. Suma de Geografía. T. III, Edic. Peuser, Buenos Aires.
4. Consejo Federal de Inversiones, 1962, Recursos hidráulicos superficiales. Tomo IV, vol. II.
5. Dirección Nacional de Estadísticas y Censos. 1960, Censo Nacional de población 1960. Secretaría de Estado de Hacienda, Tomo VII, zona noroeste, 2° parte.
6. Dirección Nacional de Geología y Minería, 1970, Perfiles de perforaciones. Período 1936 - 1945. Pub. 153, Secretaría de Estado de Minería, Min. de Economía y Trabajo de La Nación. Buenos Aires.
7. Gonzalez Bonorino, F. 1950, Geología y Petrografía de las hojas 12 d (Capillitas) y 13 d (Andalgala). Bol. n° 70. Dirección Gral. de Ind. y Minería. Ministerio de Industria y Comercio, Buenos Aires.
8. --- 1950, Descripción geológica de la hoja 13 e, Villa Alberdi, Prov. de Tucumán - Prov. de Catamarca. Dirección Nacional de Minería, Ministerio de Ind. y Comercio de la Nación. Boletín n° 74, Buenos Aires.
9. --- 1958, Orografía, La Argentina, Suma de Geografía, T.III, Edit. Peuser, Buenos Aires.
10. Knoche, W. y Borzacov, V. 1947, Clima Decimal, Clima de la República Argentina. Geografía de la República Argentina, GBA, t VI, Buenos Aires.
11. Marchetti, A. A. 1968, La evapotranspiración. Revista de Ingeniería, Centro de Ingenieros, Prov. de Buenos Aires, año XVI, n° 63, oct., nov., dic., 1968, Pags. 11-25, La Plata.



12. Morello, J., 1958, Estudios botánicos en las regiones áridas de la Argentina, II; Transpiración de los arbustos resinosos de follaje permanente del Monte. Revista Noroeste Argentino 1 (3). 385 - 524.
13. Schoeller, H. 1962, Les eaux souterraines, Masson y Cia. Edit. Paris.
14. Servicio Meteorológico Nacional, 1963, Estadísticas climatológicas 1951 - 1960, Pub. B, 1, n° 6, Buenos Aires.
15. --- 1969, Datos pluviométricos 1921 - 1950, Pub. B 1, n° 2, Buenos Aires.
16. Sosic, M.V.J., 1963, Descripción geológica de la hoja 14 e (Salar de Pipanaco), Provincias de Catamarca y La Rioja. Ined.
17. Stramel, G. J. Laane, Ch. W. and Hodson, W. G., 1958, Geology and Ground - Water Hidrology of the Ingalls Area Kansas. University of Kansas State - Geological Survey of Kansas, Bulletin 132.

RIO ANDALGALA

Aforos medidos mensual desde 1965 a 1972

en litros/segundo (1)

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1965	4	-	-	-	-	-	568	537	526	404	380	-
1966	567	492	474	449	447	432	418	415	409	342	329	427
1967	552	540	404	333	333	328	320	320	312	290	402	354
1968	794	881	906	875	747	645	569	530	502	492	343	662
1969	784	998	958	827	731	611	565	514	453	416	342	679
1970	870	861	915	998	904	736	685	610	573	523	440	720
1971	632	953	839	770	617	547	500	475	448	424	634	629
1972	919	1044	966	784	674	587	-	-	-	-	-	-

9. ILUSTRACIONES

(1) Datos proporcionados por Agua y Energía de la Nación (Sec. Andalgalá)



RIO ANDALGALA

Aforos medios mensuales desde 1965 a 1972

en litros/segundos (l)

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
1965	+	-	-	-	-	-	568	537	526	484	481	520	-
1966	567	492	474	449	447	431	418	418	409	341	350	329	427
1967	352	540	404	333	333	328	320	320	312	290	322	401	354
1968	794	881	906	875	747	645	569	530	502	452	500	543	662
1969	784	998	998	827	731	611	565	534	453	416	400	842	679
1970	870	861	915	998	904	786	685	610	575	523	483	440	720
1971	632	953	839	770	617	547	500	475	448	484	634	650	629
1972	919	1044	966	784	674	587	-	-	-	-	-	-	-

(1) Datos proporcionados por Agua y Energía de la Nación (Sec. Andalgalá)



Tabla n° 2

OBSERVACIONES

RESTAN MAPAS



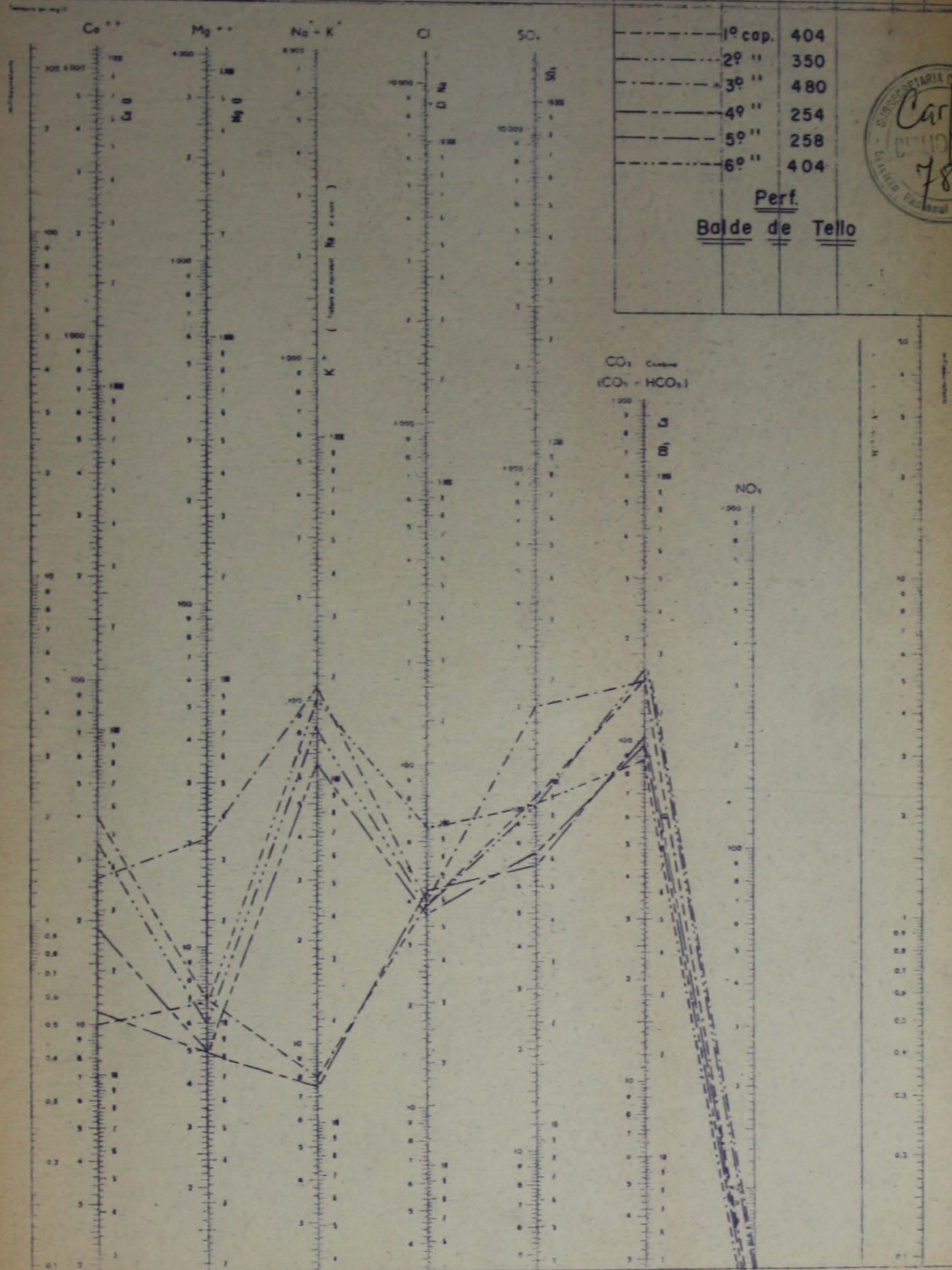


D.N.G.M.
HIDROGEOLOGÍADIAGRAMA
DE ANALISIS DE AGUAPOR H. SCHNEIDER
Y N. GERRALOFF

REFERENCIAS

Figura	no	Res. Sat. mg/l	P atmósfera	dp	pt
1º cap.	404				
2º "	350				
3º "	480				
4º "	254				
5º "	258				
6º "	404				

Perf.

Balde de Tello

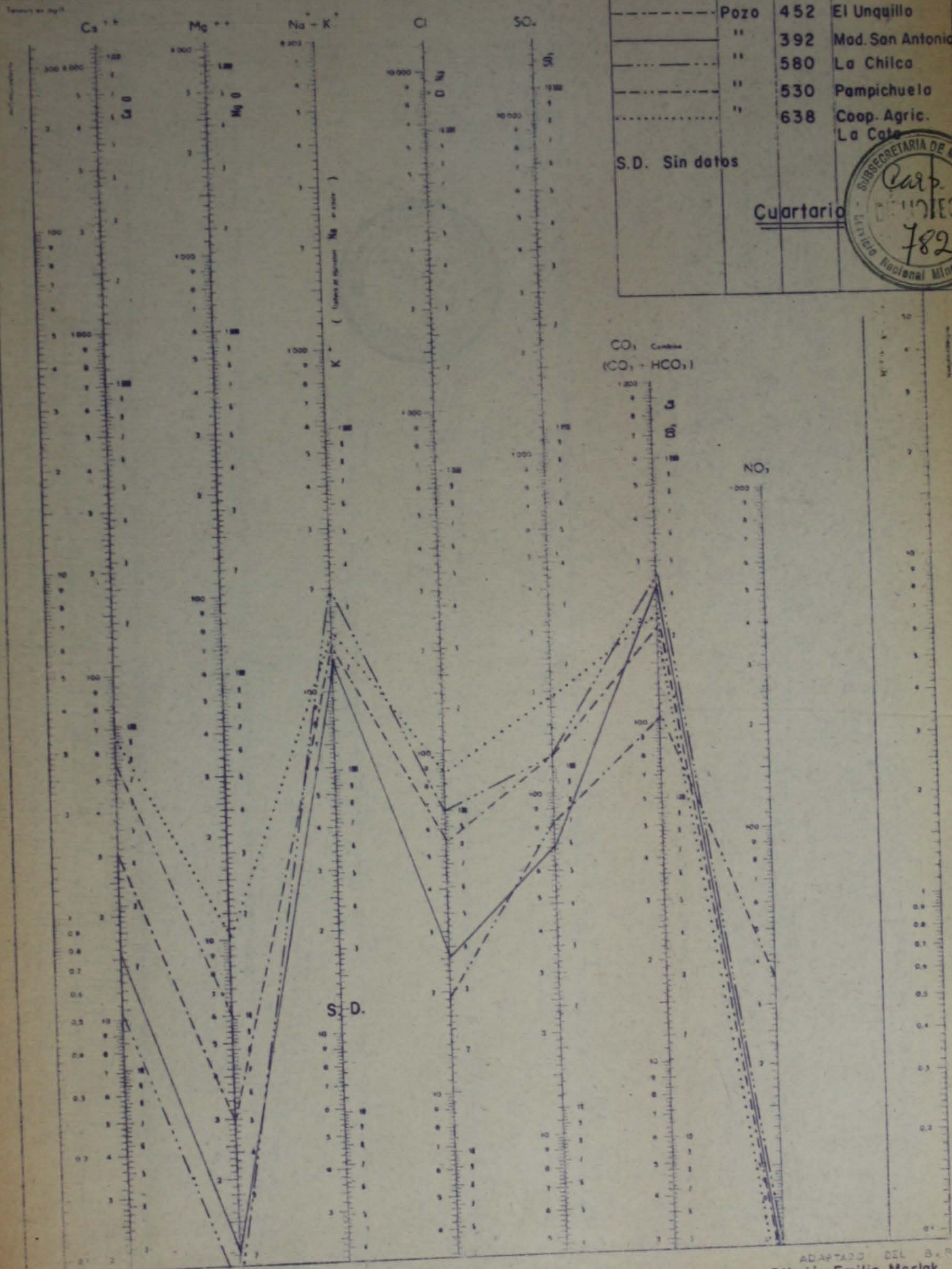
D.N.G.M.
HIDROGEOLOGÍA

DIAGRAMA
DE ANALISIS DE AGUA

por J. SCHNEIDER
y H. BERRALDO

REFERENCIAS

Figura	no	Rel. sec. mg/l	P atmósferas	dp	ph
-----	Pozo	452	El Unquillo		
-----	"	392	Mad. San Antonio		
-----	"	580	La Chilca		
-----	"	530	Pampichuelo		
-----	"	638	Coop. Agric. La Cota		
-----	S.D.	Sin datos			
-----	Cuartario				





D.N.G.M.
HIDROGEOLOGIA

DIAGRAMA
DE ANALISIS DE AGUA

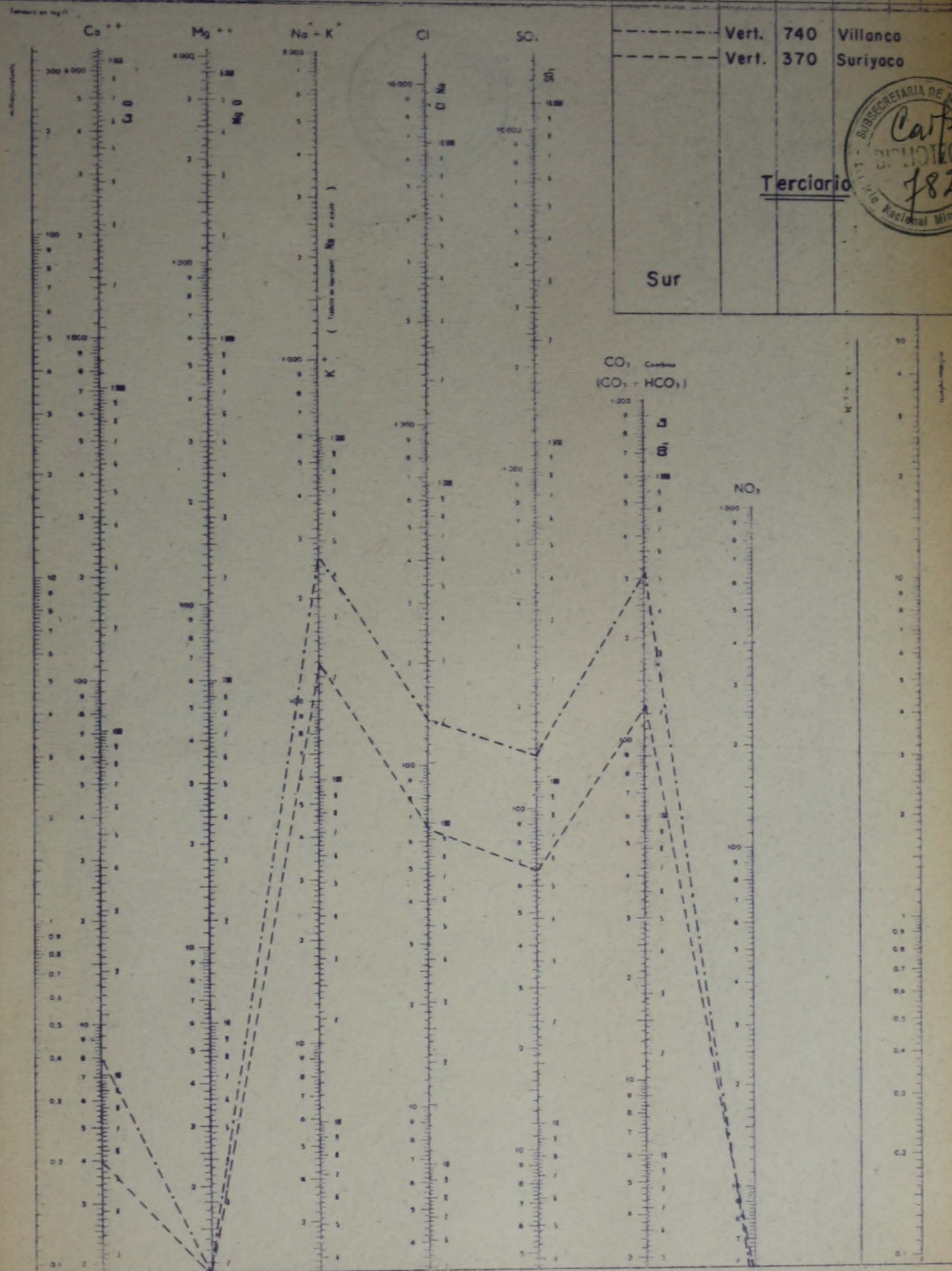
por H. SCHWELLER
y H. BERRALOFF

REFERENCIAS

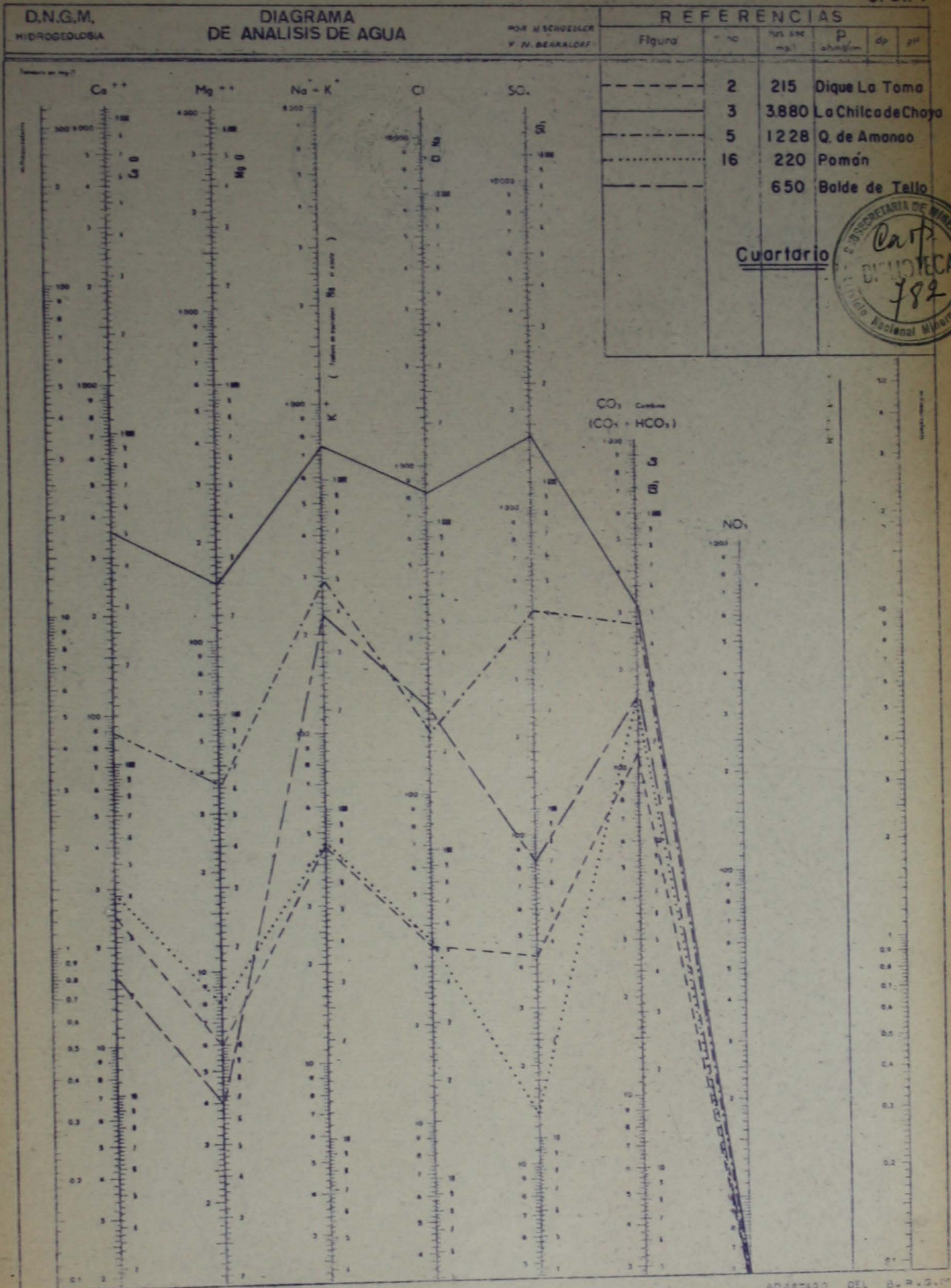
Figura	No	Res. sec mg/l	P atm/gm	dp	ph
Vert.	740				
Vert.	370				
Sur					



Terciario









D.N.G.M.
HIDROGEOLOGIA

DIAGRAMA
DE ANALISIS DE AGUA

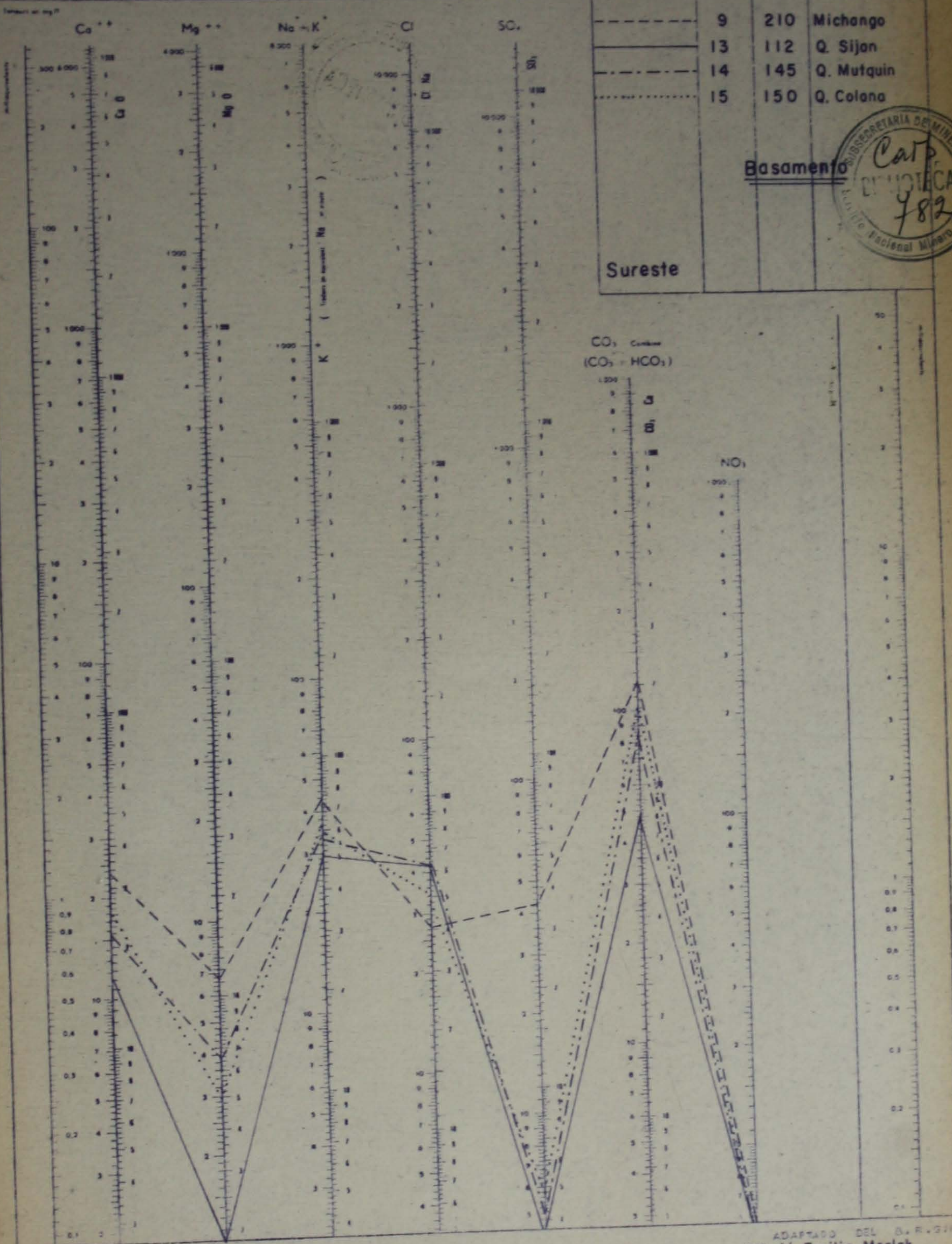
POR H. SCHÖDDELLER
Y N. BENKALOFF

REFERENCIAS

Figura	no	Res. sec. mg/l	P phos/m	dp	pl
---	9	210			
---	13	112			
---	14	145			
---	15	150			

Basamento

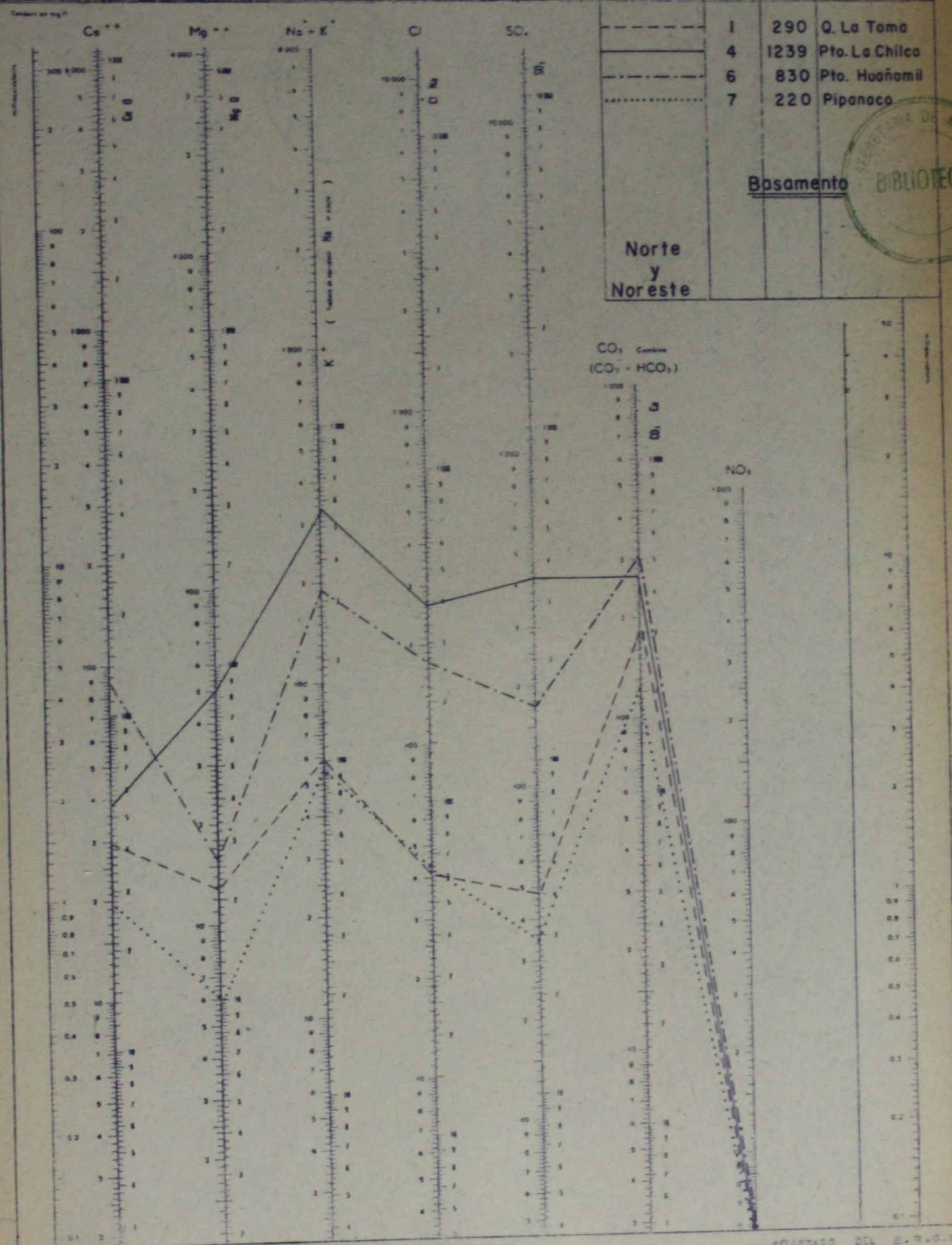
Sureste



D.N.G.M.
HIDROGEOLOGÍADIAGRAMA
DE ANALISIS DE AGUAPOR H. SCHUELLER
Y N. BERNALDOFF

REFERENCIAS

Figura	nº	Res. sec. mg/l	P atmós/cm	dep	prof
1	290	Q. La Toma			
4	1239	Pto. La Chilca			
6	830	Pto. Huañomil			
7	220	Piponaco			

BasamentoNorte
y
Noreste



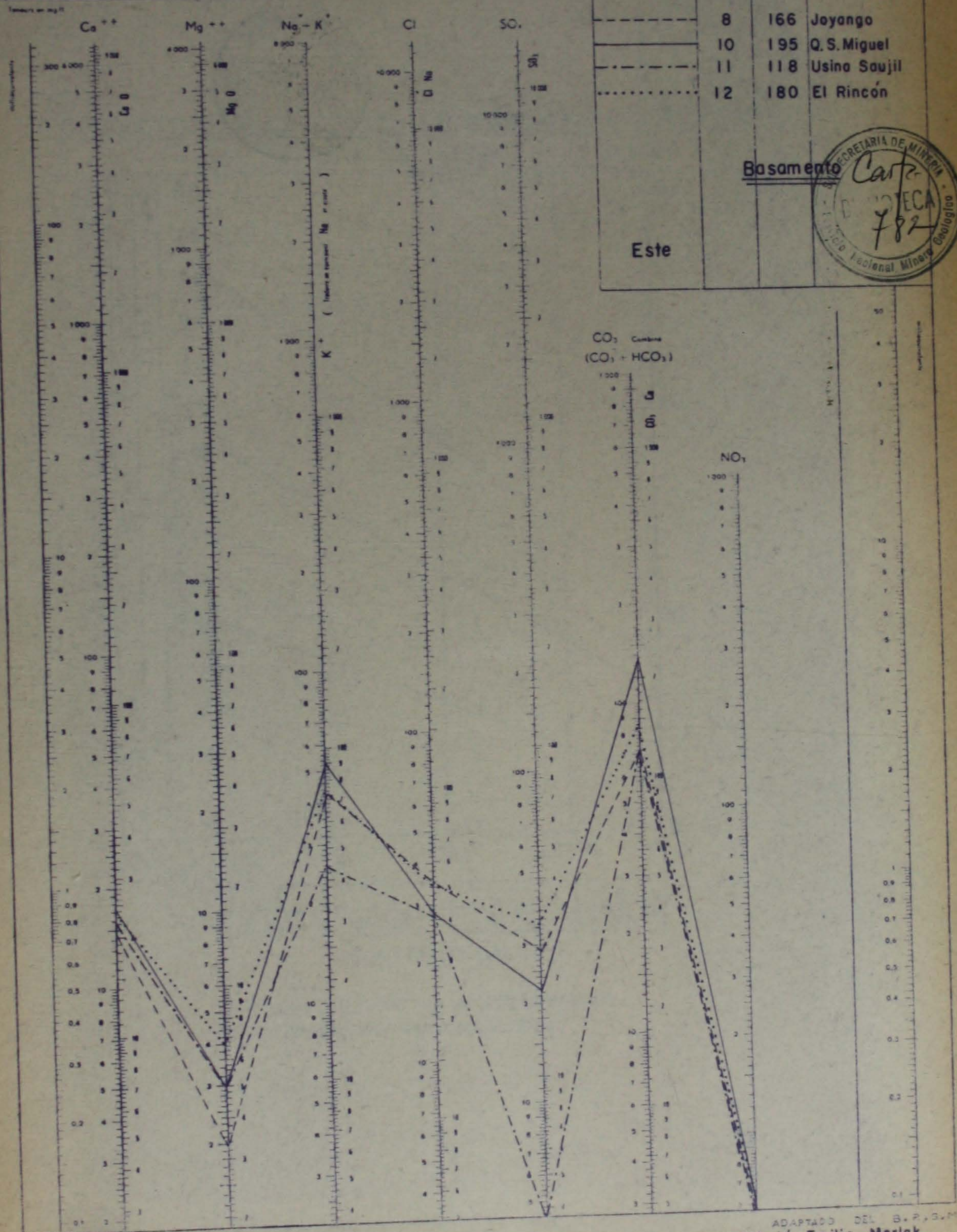
D.N.G.M.
HIDROGEOLOGÍADIAGRAMA
DE ANALISIS DE AGUAPOR H. SCHÖLLER
Y N. BERKALOFF

REFERENCIAS

Figura	NO	Res. sec mg/l	P atmos/cm	dp	pH
8	166	Joyango			
10	195	Q. S. Miguel			
11	118	Usina Saujil			
12	180	El Rincón			

Basamento

Este







CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA EN MICROMHOS A 25°C

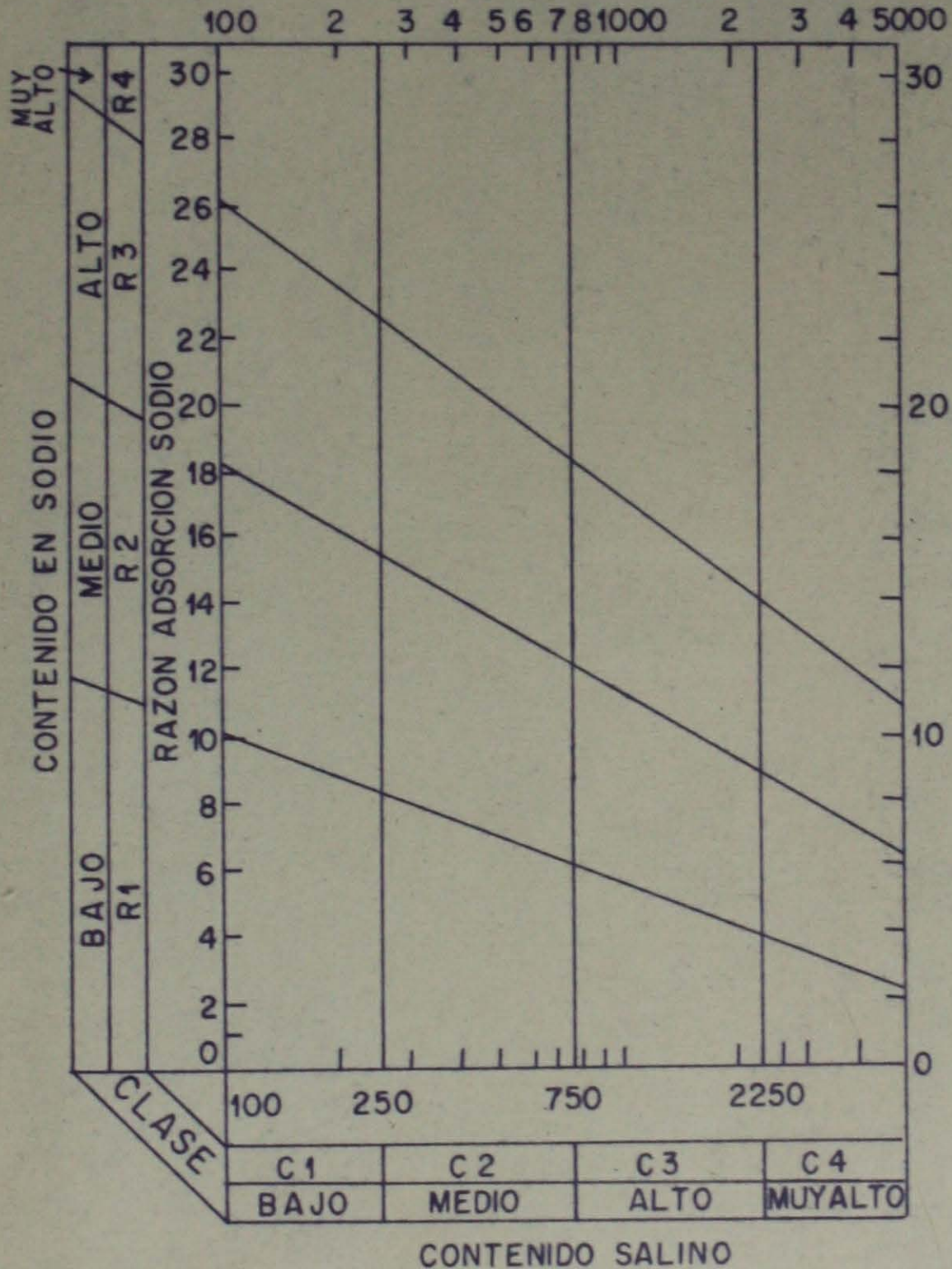


Diagrama utilizado en la interpretación de la aptitud del agua para riego



Faint text at the bottom of the page, possibly a title or description, which is mostly illegible due to fading.





282

