

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS

PEDRO NEL RUEDA URIBE
MINISTRO

LUIS FERNANDO SANMIGUEL
SECRETARIO GENERAL

ENRIQUE HUBACH
GEOLOGO DIRECTOR



JESUS A. BUENO
ING. SUBDIRECTOR

BOLETIN GEOLOGICO

AÑO I

BOGOTA, JUNIO Y JULIO DE 1953

NUMEROS 6 y 7



BOLETIN GEOLOGICO

AÑO I

BOGOTA

JUNIO y JULIO DE

1.953

Nos. 6 y 7

CONTENIDO

Consideraciones sobre la Hidrogeología Oficial pág. 1
por Wolfgang Diezemann y Jaime López Casas

Abastecimiento de agua para el municipio -
de Chía. pág. 18
por Wolfgang Diezemann

El problema de agua potable para la Urba-
nización Nueva en la Isla del Morro, munici-
pio de Tumaco -Nariño- pág. 47
por Wolfgang Diezemann

El posible abastecimiento de Tumaco y de -
la Urbanización Nueva, en la Isla del Morro,
con agua de dunas y de lluvias. pág. 67
por Wolfgang Diezemann

Posibilidades Geohidrológicas para la construc-
ción de un acueducto de aguas subterráneas
en Sincelejo y algunas observaciones en Co-
rozal y Tolú -Bolívar- pág. 71
por Wolfgang Diezemann

Estudio sobre algunas aguas minerales de -
Nariño. pág. 85
por Braulio C. Montenegro

Labores del Instituto Geológico Nacional en el
mes de mayo de 1.953. pág. 100
por Jesús A. Bueno O.

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL

CONSIDERACIONES SOBRE LA
HIDROGEOLOGIA OFICIAL

INFORME 888
POR :
WOLFGANG DIEZEMANN Y JAIME LOPEZ C.
GEOLOGOS

INVESTIGACIONES DE HIDROGEOLOGIA
NOVIEMBRE DE 1952

CONSIDERACIONES SOBRE LA HIDROGEOLOGIA OFICIAL

El presente informe destaca la importancia del agua subterránea como elemento imprescindible en las actividades humanas modernas. Se resumen las labores hechas al respecto en Colombia, con miras hacia la expansión en favor del progreso nacional, y la conveniencia de una estrecha colaboración con los técnicos de explotación. El archivo y el anexo bibliográfico ilustran sobre los procedimientos y los estudios realizados hasta la fecha en hidrogeología. Un cuadro de perforaciones prueba la importancia que ya ha adquirido en Colombia el abasto con agua subterránea y la industria perforadora. El porvenir es halagador porque al lado de las grandes reservas de agua subterránea del Cuaternario se dispone de las de agua de roca que son ubicundas aunque en general menos prolíficas que aquellas. Además la hidrogeología colaboraría al aprovechamiento de las aguas superficiales.

Importancia de la hidrogeología.

El agua siempre ha desempeñado un papel preponderante en la historia de la tierra y de los organismos. Como elemento desintegrador químico y físico de las rocas, el agua ha influido en la transformación de los relieves; por transporte de los detritos ha almacenado en los mares y en los bajos y cuencas terrestres los sedimentos que posteriormente han surgido y se han integrado a los continentes, brindando materias primas esenciales para las actividades humanas, incluso el agua misma. Los organismos, tanto los vegetales como los animales, se han originado en las aguas y más de un 80% de la materia orgánica consiste en agua. Dentro de las actividades humanas, el agua ha desempeñado un papel de creciente importancia y con la experiencia adquirida ha venido a ser una de las materias básicas de la agricultura, de la industria, de la higiene y de las poblaciones y hogares. Se trata de una materia prima de aplicación general, superior a la de otras, como los combustibles, los metales, etc. Con la diversificación que ha sufrido el uso del agua, ya no bastan las reservas superficiales sino que hay que recurrir a las del subsuelo que tienen la ventaja de hallarse en sitios donde no se consi-

guen aguas corrientes, y suplen un defecto sin el cual no habría el progreso deseado en tales sitios. Así el aprovechamiento de las aguas subterráneas ha dado lugar a una industria próspera de explotación que se ha difundido en todos los países. A pesar de ser nueva en Colombia, ha tenido una expansión rápida y una influencia benéfica grande, como lo demuestran las 700 perforaciones hechas hasta ahora. Sin este aporte, muchas urbanizaciones, industrias y campos de la Sabana de Bogotá habrían encontrado graves dificultades para desenvolverse; la industria azucarera - del Valle del Cauca no habría adquirido el empuje que la caracteriza y la población de Corozal habría tenido que estancarse. El inmenso territorio del país puede recibir beneficios similares del agua y serán pocos los sitios donde la ciencia y la técnica unidas no puedan cumplir esta misión.

En donde la necesidad ha sido mayor, ya sea por el monto del consumo ya sea por razones climáticas, el estudio del subsuelo acuífero ha adquirido grandes proporciones, así en Estados Unidos, en Europa y en la Argentina, y ha obligado a instalar servicios Hidrológicos centrales con dependencias regionales dentro de las instituciones geológicas. El momento en Colombia es oportuno para pensar en intensificar el estudio del agua subterránea, para fines pequeños y grandes. Los aljibes, los socavones de agua, la captación de fuentes y las perforaciones menores podrán resolver la necesidad de subsistencia y de conquista económica de parte de personas y de entidades de escasos recursos. Acueductos con base en aguas subterráneas podrán abastecer a poblaciones e industrias grandes y sobre todo harán factible la agricultura y la ganadería en regiones donde éstas languidecen. Si se tiene en cuenta que la planicie del Valle, con 190 kms. de longitud y al menos 25 kms. de ancho medio (4.750.00 has.), dispone en la mayor parte de su extensión de depósitos de agua subterránea como para atender las necesidades agrícolas, ganaderas, industriales y de poblaciones la magnitud del beneficio por este concepto que en pequeña escala se está comenzando a palpar p.e. en el Ingenio de La Manuelita, será de gran peso en la balanza regional y aún de la Nación, y como el Valle del Cauca pueden existir en Colombia numerosas regiones con grandes reservas de aguas subterráneas. En cooperación con obras de regadío y de obtención de fuerza hidráulica con aguas superficiales, el au-

xilio geológico en sitios de presas, resistencia del subsuelo de canales y túneles tiene un gran porvenir y el case del proyecto de regadío y fuerza en la planicie de Puerto Salgar, desde Los Colorados, con aguas del río Negro, es la prueba sobre un ejemplo de proyección y relativa economía. El Valle del Cesar, las Sabanas de Bolívar y aún la rica planicie del Sinú esperan esta colaboración - de la ciencia y de la técnica.

Colaboración geológica y técnica.

Al ampliar las posibilidades de investigación geológica del agua subterránea y de obras de aguas superficiales, es necesario para el éxito de cada operación que el geólogo indique al ingeniero y al constructor las normas que se deducen de sus observaciones, tal como se ha venido haciendo en los informes rendidos por el Instituto Geológico Nacional. Es por ejemplo un error grave perforar en suelos blandos cuaternarios, con arenas finas, por el sistema de rotación porque se pierden niveles de agua, las tuberías se obstruyen con arena y obligan a lavar los pozos y hasta a abandonarlos, y no se obtiene la sucesión correcta de las capas atravesadas que se necesita como orientación local y regional. En estos casos, lo indicado es la utilización de máquinas de percusión que puedan abrir pozos de 50 hasta 150 cms. de diámetro, capaces para la instalación de filtros y que registran todos los pormenores geológicos de la perforación. La rotación en cambio surtirá buenos efectos en perforaciones para la obtención de agua de roca, especialmente en las sedimentarias precuaternarias. Otra prevención que debe dar el geólogo es la relativa a la higiene porque una perforación mal aislada puede provocar la contaminación del agua aún a grandes profundidades. De suyo, muchas aguas se hallan contaminadas y necesitan purificación; otras se hallan cargadas de sales, materias ferruginosas y gases y necesitan tratamientos previos según el uso humano, industrial, ganadero o agrícola al cual se le destine. La conservación de la reserva de agua del subsuelo es de igual importancia como la defensa del suelo contra la erosión. Si el depósito se explota en exceso -en relación con la cantidad que afluye- se corre el peligro de agotar el yacimiento, como ha sucedido recientemente en las costas de California (reposición del agua dulce por agua salada) y en

Arabia. Por lo tanto hay que establecer cuanta es la cantidad de agua que se puede extraer impunemente. En esta relación es de capital importancia que el geólogo determine, hasta donde esto es posible, las fuentes de renovación del agua subterránea que, en el caso citado del Valle, son muchas veces óptimas gracias a la capacidad de absorción del agua fluvial y pluvial por los cascajos del subsuelo. Desgraciadamente, no hay método seguro para calcular ni la cantidad de agua subterránea existente ni la explotable. Viendo que por estos conceptos es mucho lo que técnicamente se peca, el Instituto Geológico ha procurado interesarse en las explotaciones de agua subterránea en Colombia a firmas extranjeras de la más avanzada técnica en este ramo. Así, en Chía, Sabana de Bogotá, la compañía Preussag está realizando trabajos de perforación con sistemas muy modernos para dotar a esa población con el primer acueducto de aguas subterráneas en Colombia.

Trabajos Hidrológicos del Instituto Geológico Nacional.

Con anterioridad al año de 1.948 (véase bibliografía), el estudio oficial de aguas subterráneas se hacía esporádicamente, pero cobró más intensidad y sistema desde entonces, cuando se abarcaron las grandes cuencas y planicies cuaternarias del país, entre ellas la Sabana de Bogotá, la planicie de Ubaté-Chiquinquirá, la de Tunja-Sogamoso, la del Tolima, de la Guajira y del Valle del Cauca, Sabanas de Bolívar, y la Costa Atlántica. En igual forma pudo prestarse ayuda decisiva a poblaciones, urbanizaciones, haciendas e industrias, dando a conocer a un público más numeroso los beneficios que se derivan del conocimiento de las fuentes subterráneas. Esta labor fué decididamente apoyada por el Ministerio de Minas y Petróleos y la pudo ejecutar un solo hidrogeólogo, a veces con asistencia de otro colega, de aspirantes a geología.

Al lado de los trabajos de campo y de la colaboración con los técnicos de explotación de aguas subterráneas, se propendió por el establecimiento de un archivo que, al lado de los informes, registre los datos existentes sobre sucesión de estratos, niveles de agua, configuración de los sedimentos, cantidad y calidad del agua, higiene de extracción, purificación y conservación de los depósitos de agua subterránea. Por medio de este archivo, no -

sólo se facilitó la interpretación geológica de nuevas obras sino que se pudieron suministrar importantes datos a las empresas (Caja Agraria, Paz de Río, Ingenieros Asociados, Arboleda y Mejía, Faccini, Winston Brothers, Johnstone y otros). Así ha podido aumentarse la seguridad del éxito del trabajo y su economía.

El archivo sobre perforaciones ha podido organizarse gracias a la colaboración de las empresas que suministraron los datos gustosamente. En bien de ellos y de los trabajos geológicos oficiales, convendría una disposición legislativa que determine el suministro de datos sobre perforaciones con registro de los pormenores estratigráficos y acuíferos. Se considera que en esta labor de suministro de datos sobre niveles de agua, también las compañías petrolíferas prestarían su colaboración con a grado y ésta se refiere a regiones que no han sido abarcadas por la hidrogeología oficial.

Hasta el presente, se encuentran clasificados datos sobre pozos en las siguientes regiones

Atlántico.....	96
Bolívar.....	44
Boyacá.....	11
Caldas.....	1
Cauca.....	7
Cundinamarca.....	434
La Guajira.....	46
Magdalena.....	2
Meta.....	5
Nariño.....	25
Santander.....	7
Tolima.....	14
Valle del Cauca.....	138

830

El archivo también comprende datos sobre análisis químico y bacteriológico, meteorológicos (medidas pluviométricas, temperatura, velocidad y dirección de los vientos), informes hidrogeológicos, mapas topográficos con localización de los pozos registrados y datos generales sobre instrumentos de exploración y explotación.

Todos estos datos son incompletos y es indispensable ampliarlos. Pocos "logs" de pozos muestran la columna estratigráfica completa, dan datos sobre ensayos exactos de bombeo y de la construcción de pozos. Por falta de laboratorios químicos y bacteriológicos en extensas regiones, los exámenes no se pueden hacer con la prontitud requerida. Las observaciones meteorológicas concretas son muy escasas. Así los auxilios que se pueden recibir para el archivo todavía distan de ser perfectos.

Tareas Hidrogeológicas por realizar.

De lo anterior se desprende que el estudio hidrogeológico y la técnica de explotación se hallan en estado incipiente, pero en desarrollo vigoroso, y que la técnica necesita del respaldo de la información geológica, tanto en obras de agua subterránea como en obras de agua superficial.

Para estos fines ha sido organizada la sección de Hidrogeología en el Instituto Geológico que por el momento cuenta con los servicios de dos geólogos y un corto número de empleados auxiliares. Para el futuro se contempla su dotación con servicios de laboratorio y con equipos modernos de perforación, y de investigación de aguas subterráneas.

Con respecto al agua subterránea, se aumentarán los reconocimientos de las regiones ya abarcadas, incluyendo atención a los conos de deyección y a las aguas de roca. Se extenderán los estudios a regiones necesitadas y no abarcadas.

En la Sabana de Bogotá se propenderá por el aumento del registro de perforaciones, niveles de agua y de gas metano para poder llegar a conclusiones sobre las irregularidades de la estratigrafía del Cuaternario y sobre sitios y niveles explotables. Simultáneamente se trabajará por eliminar las deficiencias técnicas en las obras de explotación de aguas.

Con el fin de colaborar en el aprovechamiento del gran caudal de agua subterránea de la planicie del Valle del Cauca, se colaborará con el Departamento de Perfo-

raciones de la Secretaria de Obras Públicas del Valle del Cauca en el sentido de hacer sistemáticamente perforaciones transversales por la planicie para tener puntos de información sobre la profundidad, el rendimiento y la cantidad de agua en cada sección.

Otra labor en que está empeñada la sección de Hidrogeología se refiere al estudio de las aguas subterráneas y de las bases geológicas concernientes a presas y canales de regadío en toda la zona baja del Caribe, desde el Valle del Cesar hasta el Sinú, incluyendo las Sabanas de Bolívar. Tal estudio se complementaría con el de yacimientos de combustibles (carbón, gas, petróleo) y de calizas, como complemento a la obra de utilización agrícola y ganadera intensa de esa zona semi-árida del país. Este proyecto tiende a colaborar en la necesidad de convertir la región Norte del país en una zona de producción mecanizada y de explotación agrícola y ganadera de primer orden. Conocidos los diversos recursos de agua y la bondad de los suelos descansados, se considera que la realización de este proyecto tiene buenos fundamentos y resaltaría como una de las obras de más trascendencia que propiciara un Gobierno.

WOLFGANG DIEZEMANN

Hidrogeólogo Jefe.

JAIME LOPEZ CASAS

Geólogo

BIBLIOGRAFIA SOBRE LOS INFORMES HIDROGEOLOGICOS
DEL SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL

1918

Scheibe, R.
Las fuentes saladas de Tabio

1919

1920

1921

1922

1923.

1924

1925

1926

1927

Stutzer, Otto
Geología de la Península de la Guajira

1928

Hubach, E.
Apuntes sobre la existencia de carbón explotable y sobre la fuente termal en Suba, Hacienda Hurtado.

Hubach, E.
Informe sobre la provisión de agua para Bogotá, mediante el túnel de Belén.

Hubach, E.
Informe sobre la provisión de agua para la región de Cúcuta.

1929

Hubach, E.
Informe sobre abastecimiento de agua para =
la Hacienda "La Picota".

Hubach, E.
Concepto sobre la influencia que puede tener
la extracción de agua de una perforación de
4" en la estabilidad de un edificio en Bogotá.

1930

Diaz Galindo Félix, M. A.
Informe sobre las fuentes salinas de Sisavi-
ta.-

1931

Hubach, E.
Provisión de agua para Suba, Cundinamarca.-

1932

Hubach, E.
Geología de la acequia de Gutiérrez destina-
da al abasto de agua.-

1933

Hubach, E.
Apreciación geológica del proyecto Teusacá ,
propuesta para el abasto de agua.-

Hubach, E.
Informe sobre las fuentes termales del Depar-
tamento del Cauca.-

1934

1935

1936

1937

Hubach, E.
Provisión de agua para la Capital.-

- 1938
Butler, J. W.
Informe sobre fuentes de Malpaso cerca
de Mosquera (Cundinamarca).-
- 1939
Holguín S. Jorge
Irrigación en el Municipio de El Carmen.-
- 1940
Royo y Gómez
Acueducto de Manizales.-
- Royo y Gómez
El abastecimiento de agua a la ciudad de
Pasto.-
- Hubach, - Royo y Gómez
Abastecimiento de agua de Cáqueza.
- 1941
- 1942
Fetner Wallace, G.
Fuentes minerales y yacimientos de carbo-
nato de calcio de Santa Rosa de Cabal.-
- Sarmiento, R.
Fuentes termales de Paipa.-
- 1943
- 1944
Royo y Gómez
Abastecimiento de agua para Sincelejo.
- Suárez, V.
Aguas artesianas en la región de Cúcuta.
- 1945
Royo y Gómez
Posibilidades de abastecimiento de Girar-
dot con agua subterránea.
-

Suárez, V.
Fuentes termales, Club de los Lagartos.-

1946

Royo y Gómez
La hidrología subterránea al sur de la -
loma de Suña.-

Botero Gilberto
Estudio para el abastecimiento de aguas de
regadío en el Municipio de Tibasosa, Boyacá.

1947

Del Río, A.
Posibilidades de aguas subterráneas en Car-
tago, Valle.

Manjarrés, G.
Abastecimiento de agua/para Tunja (Boyacá).

1948

Paba, F.
Fuentes de agua, Río Coello.

Gutiérrez, H.
Informe geológico sobre captación de aguas=
para el Municipio de Boavita,

Gutiérrez, H.
Aguas subterráneas en la Hacienda Santa Ani-
ta, Fusagasugá.

1949

Henao, D.
Aguas subterráneas en la región Santa Ague-
da, Manizales.

Diezemann, W.
Posibilidades de aguas subterráneas en las-
regiones secas de Cúcuta.

Diezemann, W. y Sarmiento, R.
Aprovechamiento de aguas subterráneas para -
la Finca "El Rodeo" en el Sureste de Chía.-

- Diezemann, W.
Posibilidades de la explotación de aguas subterráneas por el sistema de pozos con filtros en la finca del señor Vengoechea en la región de Cajicá.-
- Diezemann, W.
Posibilidad de explotación de aguas subterráneas en la finca "Vindí", Coello.-
- Diezemann, W.
Estudio sobre aguas subterráneas para la Fábrica de Grasas y Productos Químicos Ltda.-
- Diezemann, W.
Estudio de aguas subterráneas de la Hacienda "Albaida", Ubaté.
- Diezemann, W.
Aguas subterráneas en la Hacienda "La Cabaña", Ubaté.-
- Diezemann, W.
Aguas subterráneas para el Nuevo Hospital de Ubaté.-
- Diezemann, W. y Sarmiento R.
Abastecimiento con agua potable de las Granjas Familiares "Ospina Pérez" en el Municipio de Cota.
- Diezemann, W.
El suelo lacustre de la Sabana de Bogotá.-
- Diezemann, W.
Aguas subterráneas de Bogotá y sus alrededores.-

1950

- Royo y Gómez
Aguas para Bogotá.-
- Royo y Gómez
Acueducto Municipal, Bogotá.-

- Diezemann, W.
Consejo hidrológico para la finca "Pomona", Sabana de Bogotá.-
- Diezemann, W.
Ideas y proposiciones sobre la cuestión del abastecimiento de aguas en la agricultura, urbanización e industria.-
- Diezemann, W.
Las aguas subterráneas en la altiplanicie Ubaté Chiquinquirá.-
- Diezemann, W.
Abastecimiento de agua de la Guajira.-
- Diezemann, W.
Las aguas subterráneas en la altiplanicie de Paipa-Duitama-Sogamoso.-
- 1951
- Hubach, E.
Problemas de abasto de agua de Palmira (Valle).-
- Diezemann, W.
Abastecimiento de agua para el Municipio de Chía.
- Diezemann, W.
La posibilidad de la explotación de agua subterránea para la Urbanización "Villamar", Fontibón(Cundinamarca).-
- Diezemann, W.
Posibilidad de abastecer con agua subterránea las partes secas de la Hacienda - "El Puente",Municipio de Armero (Tolima).
- Diezemann, W.
Abastecimiento de aguas subterráneas de la Base de Madrid.
- Diezemann, W.
Posibilidades de abastecer las viviendas

y las obras de Belencito con agua subterránea.-

- Diezemann, W.
Posibilidades de aguas subterráneas en el "Río Paila" (Departamento del Cauca).-
- Diezemann, W.
Agua subterránea en el Valle del Cauca y posibilidades de su explotación.-
- Diezemann, W.
Informe preliminar sobre posibilidades de aguas subterráneas en la región Río Paila, Valle del Cauca.-
- Diezemann, W.
Posible abastecimiento con agua subterránea de la Urbanización situada al Sur de la Quebrada La Vieja y al Oriente de la carretera la. a Bogotá.-
- Diezemann, W.
Abastecimiento del Hotel de Turismo Coconuco con Agua de fuentes termales y de los sitios de El Bordo, El Estrecho y Mercaderes con agua subterránea o agua de fuentes (Depto. del Cauca).-
- Diezemann, W.
Observaciones sobre necesidad y explotación de aguas subterráneas en el Valle del Cauca.
- Hubach, E.
Abastecimiento con agua de Mercaderes.-
- Hubach, E.
Abasto con agua del Colegio "Olaya", Guateque, (Boyacá).-
- Hubach, E.
Informe preliminar sobre abasto con a -

gua de la población de Suba.

- Hubach, E.
Concepto sobre el Informe "Irrigación
Ponedera Candelaria Por OLAP.-
- Diezemann, W.
Abastecimiento de Vergara con aguas de
fuentes (Depto. de Cundinamarca).
- Diezemann, W.
Anotaciones sobre explotación de aguas
subterráneas en la Guajira.-
- Diezemann, W.
Abastecimiento del Hotel de Turismo "Pi
patón" con agua subterránea, Barranca -
Bermeja (Santander S.).-
- Diezemann, W.
Abastecimiento de la Hacienda "Tibitó"-
con agua potable, con agua para la irri
gación y para abrevaderos (Municipio de
Tocancipá, (Cundinamarca).-
- Diezemann, W.
El problema de agua en el municipio Su -
cre (Santander S.).-
- Diezemann, W.
El problema de agua en el Municipio de -
los Santos (Santander).-
- Diezemann, W.
El agua subterránea de la Hacienda "Los
Andes" Municipio de Mosquera (Cundina -
marca).-
- Diezemann, W.
Estudio hidrogeológico de los pozos y
aljibes de Villavicencio.-
- Diezemann, W.
Abastecimiento con agua de la Urbaniza
ción de Techo, Municipio de Bosa, (Cundi -
namarca).-

- Diezemann, W. La posibilidad de la construcción de un acueducto alimentado con agua subterránea para la Urbanización Santa María, Municipio de Engativá, Cundinamarca.
- Diezemann, W. La posible construcción de un acueducto alimentado con agua subterránea para el Municipio de Bosa, Cundinamarca.-
- Diezemann, W. Abastecimiento con agua subterránea de la Urbanización León XIII, Municipio de Soacha, Cundinamarca.-
- Diezemann, W. Memorandum sobre una propuesta para trabajos hidrogeológicos preliminares y sobre la estimación de los costos de un acueducto para la Urbanización de la Isla del Morro, Nariño.
- Diezemann, W. El problema de agua potable para la Urbanización Nueva de la Isla del Morro, Municipio de Tumaco, Nariño.-
- Diezemann, W. y López Casas, J. Agua potable para el Municipio de Nocaima, Cundinamarca.-
- Diezemann, W. Agua subterránea en la Vereda de Niña, Municipio de Guachetá, Cundinamarca.-
- Diezemann, W. y López Casas, J. Posibilidades para la construcción de un acueducto de aguas subterráneas en el Municipio de Corozal, Bolívar.-

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL

ABASTECIMIENTO DE AGUA
PARA EL MUNICIPIO DE CHIA

INFORME No. 730
WOLFGANG DIEZEMANN
GEOLOGO

INVESTIGACIONES DE AGUA SUBTERRANEA

Bogotá, Febrero de 1.951

R E S U M E N

El informe da una idea general de la geografía, meteorología y geología de la región de Chía e investiga la posibilidad de la conducción de agua de las formaciones existentes en la comarca.

Por medio de los estudios y de los datos existentes de los pozos perforados hasta ahora en la comarca, se determinan los sitios más favorables para acueductos de agua subterránea.

La consideración técnica prueba la importancia de los trabajos hidrológicos preliminares y la selección de los equipos de perforación adecuados para esos trabajos y para la construcción de pozos.

Los análisis químicos y bacteriológicos adjuntos aclaran la composición del agua subterránea.

- - - - -

ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL MUNICIPIO DE CHIA

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

El Municipio de Chía con una población de aproximadamente 12.000 habitantes se abastece con agua de un manantial que se encuentra a 2 km de distancia al Oeste - de la población y que produce 3 ltrs./seg. Hoy día esta - cantidad de agua ya no basta por lo que el Municipio tie ne la intención de construir un acueducto de un rendimien to de 10 ltrs./seg. Por tal motivo se dirigió al Servicio Geológico Nacional solicitando una investigación sobre la posibilidad de explotar agua del subsuelo en la cantidad- requerida.

GEOGRAFIA GENERAL.-

Chía se encuentra a una altura de 2.500 m so - bre el nivel del mar, en el ramal nororiental de la Sabana de Bogotá, entre las vegas del Río Frío y del Río Bogo tá. La altiplanicie en la comarca del Municipio está limi tada al Oeste por la loma Cerro Majuy-Cerro de La Cruz-Ce rro de Piedras Blancas que tiene una altura de 3,000 m so bre el nivel del mar, y en el Oriente por la cadena de ce rros del Alto de Pan de Azúcar-Cordón del Zanjón-Cerro So gamoso que alcanza una altura hasta de 3.200 m sobre el - nivel del mar.

Mientras los cerros en el Occidente están cu - biertos con una vegetación pobre de gramíneas y de arraba les que solo se tupen en los barrancos de las quebradas , la vegetación en el Oriente es más rica, compuesta predo minantemente de arbustos. La mayor parte de la comarca de la Sabana está cubierta de pastos, una menor se aprovecha para cultivos de papa y trigo; y en los poblados son fre cuentes las huertas de legumbres y de frutales.

DATOS METEOROLOGICOS.-

No se han ejecutado mediciones sobre precipita ción y temperatura en Chía. Es de suponer que Chía tendrá

aproximadamente el mismo clima que la comarca de Bogotá - donde la precipitación media anual es de 960 mm. En la Sa bana de Bogotá se pueden distinguir claramente dos períodos de lluvia, uno en Marzo, Abril y Mayo y otro desde Octubre hasta parte de Diciembre. No obstante apenas pasa - un mes que no tenga a lo menos una pequeña cantidad de precipitación. Por lo tanto, la densidad de lluvia es exígua y actúa favorablemente sobre la infiltración del agua en el subsuelo.

La Temperatura media anual es de 14°C.

OBSERVACIONES GEOLOGICAS GENERALES.-

La región en investigación presenta un sinclinal relleno de sedimentaciones cuaternarias lacustres - en cuya superficie han cavado sus lechos el Río Frío y el Río Bogotá. El ala Occidental de la cuenca sinclinal forma la arenisca del Cacho que buza hacia el Oriente, mientras que el ala Oriental está formada por la arenisca de la formación de Guadalupe (Senoniano) que buza hacia el Occidente. Es de suponer que hacia el interior de la cuenca el fondo del sinclinal esté formado por una parte de la formación de Bogotá, (Terciario Inferior) la cual está constituida predominantemente de arcilla; la formación ar cillosa, arenosa y pizarrosa del Guaduas (Maestrichtiano a Eoceno Inferior ?) parcialmente al lado Oriental de la cuenca.

No existen perforaciones en estas formaciones yacientes. El bosquejo No. 1 ilustra la repartición de las formaciones existentes.

El sinclinal se relleno de tal manera, que en la juventud y en la edad madura del lago, los estratos cuaternarios avanzaron de ambos lados de las riberas como conos de deyección y deltas de lago y depositaron gravas, arenas finas y gruesas y arcillas arenosas mientras que las partículas finas se sedimentaron hacia el interior. - En la edad senil del lago en que las olas ya no tenían la antigua fuerza transportadora debido al empantamiento - progresivo de las riberas y el avance de la vegetación te rrestre y lacustre, sólo se sedimentó material fino. Este iba depositándose como arcilla y greda sobre las capas de

grano grueso de los conos de deyección y deltas de lago.- Después de la desaparición del lago, nuevamente se depositaron sedimentos recientes sobre los depósitos lacustres, como arenas acarreadas por las aguas de precipitación. En las cercanías de las riberas ellas se elevaron algo sobre el nivel de la Sabana.

DEPOSITOS DE AGUA SUBTERRANEA.-

Los depósitos de agua subterránea en la región de investigación, están representados por las areniscas de las formaciones del Cacho y de Guaduas, que afloran en el Occidente, y por las de la formación de Guadalupe que afloran en el Oriente; además las arenas lacustres de la Sabana contienen el agua subterránea entre y encima de las areniscas.

Las areniscas sólo son conductoras de agua en contados casos. Por lo general, el aglutinamiento cementador entre los granos de arena no admite orificios entre los poros de la arenisca; además es tan grande la absorción que el agua no puede circular. La arenisca contiene agua en diaclasas (chiteaduras) y grietas.

Al Occidente de Chía, los sistemas de grietas cruzan la arenisca del Cacho. Estas absorben el agua de precipitación, la conducen por el subsuelo hasta que queda represada y detenida, con presión por los estratos arcillopizarrosos de la formación de Guaduas en el yacente y, probablemente, por las arcillas de la formación de Bogotá en el respaldo. En el lado Oriental del flanco de la cuenca, el Cacho (base de la formación de Bogotá) hace contacto con el cuaternario y alimenta directamente a éste con agua subterránea que escapa de sus estratos de arenisca.

De igual manera, en el lado Oriental de la cuenca, el muy extendido sistema de grietas de la formación de Guadalupe también conduce el agua de grietas a las capas lacustres que están debajo de la superficie de la tierra.

Tanto de la formación del Cacho como de la de

Guadalupe, brotan fuentes, lo cual prueba la conducción de agua en ellas. Una de estas fuentes es la que provee el acueducto de Chía con 3 ltrs./seg., como ya se ha mencionado. Una captación inmediata del agua en su salida por las grietas y un rebajamiento por un corte en el terreno, con la intención de aumentar la producción de agua, solo permiten un éxito pasajero debido a que solo se hiere el borde del depósito de agua. Desde el momento en que el agua alcanza el nivel del borde, la fuente volverá a producir la cantidad normal. Esto quiere decir que la fuente no puede rendir más agua de la que afluye por concepto de infiltración de agua de lluvia.

El agua depositada en las grietas de la arenisca del Cacho, se puede encontrar por medio de socavones suficientemente profundos. Sin embargo es cuestión de suerte poder dar con un sistema de grietas adecuado en el Cacho y no se sabe si este sistema contiene la cantidad necesaria de agua. Un aumento posterior de la producción de agua motivado por el progresivo crecimiento de la población, solamente se obtiene mediante la construcción de otro socavón costoso.

Anteriormente ya se mencionó que el agua de las grietas de las formaciones del Cacho y de Guadalupe alimentan los estratos de arena del Cuaternario de la Sabana. Un estrato de arcilla de la Sabana de un espesor de 15 hasta 30 m que cubre las capas acuíferas apenas deja penetrar en el subsuelo agua de precipitación y de los ríos. Esto quiere decir que las aguas superficiales no alimentan propiamente el agua subterránea de la zona de Chía.

En el Municipio de Chía se han registrado 40 pozos perforados en el Cuaternario. Exceptuando el pozo C-50, ni los dueños ni las empresas perforadoras han determinado un perfil geológico exacto. Con bombas de motor de viento o compresores se puede sacar de estos pozos entre 1/2 y 1 1/2 ltrs./seg., de agua. Es especialmente digno de observación el hecho de que el pozo No. C-183 en la hacienda "Sidonia", además los pozos No. C-188, C-193, C-194 y C-195, entre el camino del Cerrito y el camino de La Bomba, cerca del Río Bogotá, y los pozos No. C-201, C-202, y C-203, al Sur de la carretera de Santa Ana al Puente del Común, producen agua saltante que se eleva has

ta un metro encima de la superficie. También el rendimiento de estos pozos es de 1/2 a 1 1/2 ltrs./seg., de agua. Estos pozos de agua a presión están produciendo desde un lapso de 3 a 15 años. Los dueños de estos pozos informaron que desde que entraron a funcionar y aún en períodos de sequía, no se ha observado una disminución de la cantidad de agua de los mismos. Una producción especialmente grande de 30.000 ltrs./hora con una motobomba la tiene el pozo No. C-93 en la hacienda "El Rodeo".

Del anexo se desprenden los datos obtenidos de todos los demás pozos.

La región más favorable para la instalación de un acueducto de agua subterránea está situada entre el camino del Cerrito y el Río Bogotá y al Sur de la carretera Santa Ana-Puerto del Común hasta el codo del Río Bogotá - que más se acerca al F.C. del Nordeste.

Por motivos económicos, el Municipio de Chía quiere perforar pozos cercanos al pueblo y en terrenos de su propiedad. Como terrenos adecuados al propósito se recomiendan los que están situados en la vega del Río Frío - al Oeste de los pozos "El Matadero" y "El Vivero". Es de suponer que de esta región, el Municipio puede obtener el agua suficiente para sus necesidades. Probablemente basta una serie de 2 hasta 3 pozos para obtener 10 ltrs./seg. de agua. La perforación debe hacerse encima del nivel de inundaciones, de tal suerte que, a la medida que aumenta el consumo, se puedan ir perforando otros que sean necesarios. Es aconsejable el establecimiento de una zona de seguridad, a la cual no se permita penetrar a personas extrañas, ni tampoco al ganado. Sobre todo hay que impedir la defecación de todo origen porque fomenta la procreación del bacilo coli.

EXTENSION DEL ABASTO DE AGUA HACIA LAS URBANIZACIONES ENTRE CHIA Y USAQUEN.

En conexión con el presente estudio es importante agregar que las zonas más favorables de agua subterránea encontradas entre el camino del Cerrito y el Río Bogot-

tá, así como al Sur de la carretera Santa Ana-Puente del Común, ofrecen la posibilidad de abastecer un acueducto, surtido de agua subterránea, mayor de la que está presupuestado en este informe y que puede proveer con agua potable las nuevas urbanizaciones al Norte de Bogotá, incluso las Granjas Familiares "Ospina Pérez" y el Municipio de Cota.

Por lo pronto no existen resultados de bombeo de ensayo de duración y análisis de tamización de las muestras de sondeo, y en consecuencia no se conoce el rendimiento de agua subterránea. Solamente se sabe que el pozo C-93 provisto de motobomba rinde 8 ltrs./seg., y los pozos C-188, C-193, C-194, C-201, C-202 y C-203 rinden cada uno 1 ltr./seg. aproximadamente; y el pozo C-195 tiene agua saltante que sube hasta 1 m sobre la superficie con 1 1/2 ltrs./seg. Al construir una serie de pozos de ejecución esmerada pudiera dar cada uno de ellos una cantidad de agua de 6 ltrs./seg., y hasta más.

En caso de existir 10 pozos con una producción de 24 horas por día, ellos rendirían 6.912 m³. Esto alcanzaría para una población de 46.080 habitantes, suponiendo un gasto de 150 ltrs./diarios por persona. Esta cantidad de agua puede considerarse como la producción mínima de dichos pozos.

El depósito de agua subterránea que se recomienda para este proyecto no solo se extiende sobre los puntos más favorables de perforación marcados en el mapa adjunto sino más hacia el Norte, Sur y Oeste. Sea que se trate de una corriente de agua subterránea o de un lago de agua subterránea, siempre se alimentan constantemente por el sistema extenso de grietas de la formación de Guadalupe. A juzgar por la cantidad de reservas de agua en las capas cuaternarias y en las de la formación de Guadalupe, el monto de la producción no está expuesto directamente a las variaciones de la cantidad de precipitación y asegura una producción constante.

Un acueducto central se compondría de una serie de pozos cuyo número depende de los resultados de las investigaciones hidrológicas llevadas a cabo de antemano. En las inmediaciones debería construirse una estación de bom-

beo y dado el caso se instalaría un equipo para la eliminación del hierro y otras sustancias desagradables. La bomba elevaría la cantidad total de agua a un tanque de agua de concreto construido en los cerros del lado Oriental. Desde ahí podría repartirse por tubería hasta Usaquén. El declive le daría presión suficiente a la tubería principal que pasaría por el pie de la serranía paralela a la carretera central del Norte. En cada colonia se podrían hacer tomas de la tubería principal.

Para este acueducto rigen las mismas normas enunciadas para las instalaciones de Chía.

Un acueducto central además tiene la ventaja de poder ser controlado fácilmente en lo que se refiere a higiene y técnica de explotación, en contraposición a los pozos individuales de las urbanizaciones que con frecuencia están mal construidos y dejan infiltrar agua de la superficie al tubo de succión y a la pared de la perforación contaminándose el agua subterránea con gérmenes dañinos.

CONSIDERACIONES TECNICAS.-

Para un acueducto no basta la perforación de un pozo en forma primitiva bajando un hoyo en la tierra hasta el nivel del agua subterránea y provoyéndolo con un tubo perforado que llaman filtro. Tal pozo quedará obstruido dentro de relativamente corto tiempo. Este peligro existe especialmente en nuestra región, cuyas capas acuíferas se componen predominantemente de arenas finas.

Los pozos deben construirse de tal modo que garanticen una larga vida.

Son esenciales 1o. la toma de muestras de sondeo, y 2o. la exacta determinación de los estratos conductores de agua. De los análisis de muestras del subsuelo se calcula el diámetro requerido de los granos del relleno de grava, así como la permeabilidad del suelo y finalmente la relación entre el diámetro del pozo y los ensayos indispensables de bombeo.

En repetidas ocasiones he informado que los equipos modernos de perforación a rotación para pozos artesianos como los que se acostumbran usar en el país son enteramente inadecuados. Solamente el viejo y bien experimentado sistema pensilvanio de perforación de sogas reúne las condiciones indispensables para tales procesos. Por mucho tiempo carecía de información reciente sobre la construcción de pozos artesianos y para lograrlo me he comunicado con la persona más indicada para acueducto de agua subterránea en Alemania, el señor ingeniero Christian Truelsen, para pedirle si hay sistemas nuevos fuera del viejo pensilvanio para perforación de pozos artesianos. - Por la importancia que tiene transcribo parte de la respuesta: ".....Si se oye del rendimiento extraordinario que logran los técnicos americanos y europeos en perforaciones de petróleo con sus equipos rotatorios, se podría creer que los métodos usados en la construcción de pozos artesianos, fuesen completamente anticuados. Esto no es el caso. No es suficiente en la construcción de pozos cavar un hoyo en la tierra. En la perforación de pozos para agua, es más primordial la localización exacta de los estratos, que en los sondeos de roca, carbón, petróleo, minerales, etc. La determinación, por ejemplo, de que a ciertas profundidades existan gravas o arenas acuíferas, no es el único requisito para la construcción de pozos. Con respecto al acabado de un pozo es necesario conocer la exacta granulación y el grado de la limpieza de los estratos acuíferos. Infortunadamente no se logra el conocimiento de estos dos puntos básicos a causa de la circulación del lodo en la perforación de rotación. Existe además el peligro de que con el sistema rotatorio se atraviesen estratos acuíferos secundarios sin que sean notados; por otra el material de los estratos delgados alternantes que se perforan aparece mezclado al llegar a la superficie, debido a la circulación del lodo; además no se puede reconocer la existencia eventual de arcilla en las gravas y arenas, porque este material se pierde de las muestras al extraer el material de lavado.

Un muestreo suficientemente seguro tampoco produce el nuevo sistema de contracorriente, mediante el cual el material perforado es expulsado para arriba por el interior del varillaje y por eso no se mezcla tanto. Ha habido casos en que se ha confundido una grava acuífera con una marga completamente seca muy rica en grava.

Prescindiendo del hecho de que el sistema de rotación solo se puede aplicar restrictivamente a la perforación de pozos artesianos por el hecho de que no es rentable en cuanto a pozos poco profundos y también por que los diámetros grandes de las perforaciones a agua exigen equipo pesado y máquinas de propulsión fuertes, dicho sistema no se puede aprovechar para la exploración de agua sino en las regiones cuyo subsuelo ha sido determinado por perforaciones en seco, sistema pensilvanio, por ejemplo. Pero aún en tales regiones, será recomendable atravesar solo las capas encima de los niveles de agua con rotary, mientras que las acuíferas convendrá explorarlas con el sistema pensilvanio. La corriente lodosa espesa que utiliza el rotary, empañeta la pared de la perforación en tal forma que los pozos de agua no rinden sino una parte de su capacidad real. La materia lodosa de la pared sólo se puede lavar a perfección, después de terminado el pozo, en el caso de que existan arenas muy gruesas o cascajos, aplicando la extracción del agua con intermitencias bruscas y en cantidades excesivas. Si se quiere arriesgar la determinación de la granulación de la grava de filtro mediante un análisis de malla de la arena extraída de la corriente lodosa de la perforación, hay que agregar con respecto al acabado de la perforación, que ella debe entubarse completamente con el fin de sustituir la corriente lodosa espesa por agua clara. En el caso de tratarse de grava de filtro más fina, es imposible llevarla a su sitio mediante la corriente de lodo espeso..... Hoy día todavía estamos obligados a usar los métodos aparentemente anticuados de perforación en seco. Esto no quiere decir que sean retrógrados. Aún en los Estados Unidos, parece que la perforación con el sistema de rotación no ha desplazado el sistema standard -o sea el seco- que ha estado dominando desde hace 90 años, a pesar de que las condiciones del subsuelo favorecen la aplicación del rotary de manera especial.

El sistema seco o de soga tiene más de 3.000 años de uso y aún hoy puede ser el método más económico en cuanto a roca dura y a profundidades medianas. En frente al rotary tiene la gran ventaja de que el peso de la instalación de soga es notablemente menor y que se necesitan menos de la mitad del personal. Con ningún otro sistema de perforación se pueden bajar perforaciones verticales tan ventajosamente en rocas desfavorables....."

Tampoco el sondeo "Schlumberger" complemento geofísico - del rotary, está en condiciones de dar una exacta indica ción de la situación de las capas acuíferas.

Según las explicaciones anteriores se conside ra conveniente que la construcción del acueducto se en - cargue a una empresa que posea suficiente experiencia. También se propone que dicha empresa, bajo su propia res ponsabilidad, haga los ensayos de perforación, tome las muestras de sondeo, analice las muestras de perforación - y controle los ensayos de bombeo.

LOS CONSTITUYENTES PERJUDICIALES E

INDESEABLES DEL AGUA SUBTERRANEA

Las aguas de manantiales provenientes de grietas ofrecen siempre el peligro de una contaminación bac teriológica si no se las capta bien, inmediatamente en - la salida de las grietas y si no se toman medidas para e vitar la suciedad exterior. No se puede garantizar, abso lutamente que el agua de grietas esté siempre libre de gérmenes. Es necesario examinar constantemente el agua y probablemente clorificarla.

En contraposición el agua subterránea de arena s y gravas, a profundidades mayores de diez metros y - con una infiltración horizontal de más o menos cincuenta metros es pobre o libre de gérmenes. Esto lo demuestran. los exámenes bacteriológicos de muestras de aguas de va rios pozos de Chía. El bacterium Coli peligroso no se en contró en ninguna parte.

No es necesario clorar el agua de pozos de fil tros bien construídos en arenas y gravas.

Para la purificación química del agua de Chía - sería suficiente una planta simple para eliminar el hie rro.

CONCLUSIONES.-

1.- Existe la posibilidad de encontrar agua subterránea en los sistemas de grietas de la arenisca

del Cacho, al Oeste de Chía. Es aleatorio definir un sistema extenso de grietas, que produzca una cantidad suficiente de agua de 10 ltrs./seg.

2.- Los estratos cuaternarios de la región de Chía, presentan un depósito de agua subterránea suficientemente grande para abastecer el Municipio (10 ltrs./seg)

3.- Con base en el punto de vista económico del Municipio, se ha propuesto bajar dos y hasta tres pozos en la vega del Río Frío, enfrente del matadero y de la casa del "Vivero".

4.- En vista del crecimiento constante de la población, se puede aumentar posteriormente el número de los pozos en el mismo lote.

5.- La región más favorable para el establecimiento de un acueducto de agua subterránea está situado entre el camino del Cerrito y el Río Bogotá, además al Sur de la carretera Santa Ana-Puente del Común.

6.- Diez pozos en esta última región, podrían producir un mínimo de 6.912 m³/día, que alcanzaría para una población de 46.080 habitantes. Esto ofrece la posibilidad de abastecer con agua potable las urbanizaciones entre Chía y Usaquén, inclusive las Granjas Familiares - "Ospina Pérez y el Municipio de Cota.

7.- La existencia de hierro en el agua, probablemente exigirá una planta de purificación.

8.- Parece conveniente entregar los trabajos de construcción de un acueducto de agua subterránea a una empresa bien experimentada.

WOLFGANG DIEZEMANN
GEÓLOGO.

NOTA AL INFORME No. 730.-

Con base en el anterior informe, el Instituto Nacional de Fomento Municipal contrató la construcción de 2 captaciones de agua subterránea como iniciación de un acueducto para la población de Chía.

La empresa alemana "Preussag", inició trabajos de perforación en el mes de julio de 1953, y en momentos de publicarse este boletín el primer pozo se encuentra terminado con una producción mínima de 10 ltrs./s y un descenso en el espejo de bombeo de 12 m. El agua del pozo es saltante, subiendo hasta 3 m sobre la superficie o sea que el espejo de agua de bombeo con dicho rendimiento, es de 9 m bajo la superficie.

El perfil geológico del pozo es el siguiente:

0,00	--	0,20	m	Capa vegetal
		1,30		Arcilla arenosa de color café
		2,40		Arcilla grasosa color café
		2,60		Arcilla grasosa de color gris
		5,70		Arena arcillosa de color gris oscuro
		8,00		Arcilla grasosa de color gris claro
		8,30		Arcilla grasosa de color gris oscuro
		9,50		Gravilla con agua
		11,00		Arena muy arcillosa de color gris oscuro
		12,30		Arcilla grasosa de color gris claro
		15,50		Arcilla grasosa de color gris oscuro
		17,00		Arcilla grasosa gris verde
		17,90		Arena arcillosa de color carmelito
		19,50		Arena fina arcillosa de color gris
		25,10		Arena fina de color gris con agua
		26,40		Arcilla algo arenosa de color verde
		31,00		Arcilla arenosa de color carmelito
		35,10		Arcilla grasosa verde
		37,30		ARCILLA GRASOSA GRIS
		40,60		Arcilla arenosa con arena fina de color - gris con agua
		45,50		Arcilla arenosa gris
		47,00		Arcilla grasosa blanca con arena fina
		53,10		Arena fina arcillosa gris con agua
		55,50		Arcilla grasosa de color verde claro
		56,60		Arcilla grasosa de color gris claro
		69,80		Arcilla gris blanca

73,20	m	Arena muy arcillosa de color carmelito
76,80		Arena algo arcillosa de color carmelito con agua
77,20		Arcilla grasosa de color carmelito
89,00		Arena con agua
97,00		Arcilla

El agua fué captada en los horizontes entre los - 47,00 y - 53,10 y entre los - 73,20 y - 89,00.

La perforación se inició con un diámetro de 470 mm y se terminó con un diámetro de 279mm. Los filtros y la tubería soporte del filtro son de material plástico y la tubería de revestimiento de eternit. Los filtros van rodeados de un relleno de grava del "Sistem-Truelsen".

El pozo fué sometido a una prueba de bombeo durante 136 horas continuas. Después de 2 días de bombeo el pozo estuvo limpio y el agua salió se presentó completamente desprovista de arena fina y cristalina

WOLFGANG DIEZEMANN
GEOLOGO.

Septiembre de 1.953

A N E X O No. 1

POZOS PERFORADOS EN EL TERRENO DEL MUNICIPIO DE CHIA

C-90

Propietario: Hacienda "Las Asturias"

Tiempo de producción: 1 1/2 año

Perfil geológico:

0 - 1,00 m Capa vegetal Diámetro de perforación: 4"
30,00 m Arcilla
37,00 m Arcilla con arena fina
40,00 m Lodo y madera
51,00 m Arena con arcilla
53,00 m Arena fina (agua)
57,00 m Arcilla con arena
63,00 m Arena fina con arcilla
71,00 m Arcilla
72,00 m Arena gruesa (agua)
81,00 m Arena arcillosa
84,00 m Arena
110,00 m Arcilla negra sin arena: apenas húmeda -

Nivel piezométrico: 7 m abajo de la superficie

Nivel del agua durante el bombeo: 15 m abajo de la superficie

Sistema de explotación: Compresor

Rendimiento del pozo: 5,500 ltrs./hora

C-92

Propietario: Hacienda "El Rodeo" del Sr. Antonio María-
Pradilla

Perfil Geológico:

0 37,00 m Arena y arcilla (2.500 ltrs./hora de agua
51,00 m Arenisca de la formación de Guadalupe
(1.500 ltrs./hora de agua
Se abandonó el pozo.

C-93

Propietario: Hacienda "El Rodeo" del Sr. Antonio María
Pradilla

)

C-134

Propietario: Hacienda "La Granja de los Pinos" del Dr. -
Alfredo Saldarriaga Bravo
Tiempo de producción : 9 años
Profundidad del pozo: 65 m
Sistema de explotación: bomba con motor de viento
Cantidad de agua: Hay agua suficiente y permanente

C-135

Propietario: Hacienda "La Granja de los Pinos" del Sr. -
Alfredo Saldarriaga Bravo
Tiempo de producción : 3 años
Perfil Geológico: en el fondo del pozo arena fina gris
Profundidad del pozo: 50 m
Sistema de explotación: bomba con motor de viento

C-136

Propietario: Sr. Bernardo Botero
Sistema de explotación: bomba con motor de viento

C-137

Propietario: Villa Verde del Sr. Dr. Mauricio Mackenzie

C-138

Propietario: Finca "Santa Helena" del Sr. Dr. Miguel Durán
Tiempo de producción: 3 años
Profundidad del pozo: 65 m
Sistema de explotación: bomba con motor de viento
Cantidad de agua: Hay agua suficiente y permanente

C-139

Propietario: "Villa Lucrecia" del Dr. Nicolás Diterlicis
Profundidad del pozo: 35 - 40 m
Sistema de explotación: bomba con motor de viento

C-140

Propietario: Finca "Ucronia"
Profundidad del pozo: 34 m
Sistema de explotación: bomba con motor de viento
Cantidad de agua: Hay agua suficiente y permanente

C-141

Propietario: Finca "Corino" del Sr. José María Chapeton
Profundidad del pozo: 53 m
Perfil Geológico: en el fondo del pozo arena fina gris
Sistema de explotación: bomba de mano

C-179

Propietario: Matadero del Municipio de Chía
Profundidad del pozo: 66 m
Sistema de explotación: compresor de motor Diesel
Cantidad de agua: $\frac{1}{2}$ lit/seg.
(Véase en el Anexo No. 2 el análisis químico y bacteriológico)

C.-180

Propietario: Finca "Santa María" del Sr. Bernardo Espinosa.
Sistema de explotación: bomba con motor de viento
(Véase en el Anexo No. 2 el análisis químico y bacteriológico)

C-181

Propietario: Finca "El Chuscal" del Sr. Dr. Joaquín Piñeros Suárez
Tiempo de producción: 5 años
Sistema de explotación: bomba con motor de viento
Observaciones: el agua sube hasta 4 mts. debajo de la superficie; hay agua suficiente y permanente; ya ha sido desarenado el pozo una vez
Capa acuífera: arena gris clara
Profundidad del pozo: 48 mts.

C-182 (Aljibe)

Propietario: Finca "El Chuscal" del Sr. Dr. Joaquín Piñeros Suárez
Profundidad del pozo: 13 mts.
Observaciones: El agua sube hasta 6 mts. abajo de la superficie: hay agua suficiente y permanente

C-183

Propietario: Hacienda "Sidonia" del Sr. Luis Ucrós Sarabia
Tiempo de producción: 3 años
Perfil Geológico: 0 - 42 mts. Arcilla
 43 " Arena fina gris con agua
 53 " Arcilla
 55 " Arena bastante gruesa con agua
Observaciones: El agua sube hasta un metro sobre la superficie; un lit/seg.
(Véase en el Anexo No. 2 el análisis químico y bacteriológico)

C-184

Propietario: Frutales "El Vivero" del Municipio de Chía
Tiempo de producción: 9 años
Profundidad del pozo: 30 mts.
Sistema de explotación: Compresor con motor Diesel
Observaciones: El agua sube hasta 4 mts. abajo de la superficie; 1 lt/seco
(Véase en el Anexo No. 2 el análisis químico y bacteriológico)

C-185

Propietario: Finca "San José" de Sucesores de Don Antonio Kraus
Tiempo de producción: 18 años
Profundidad del pozo: 50 mts. (?)
Sistema de explotación: bomba con motor de viento
Observaciones: ya se ha desaronado una vez; hay agua permanente

C-186

Propietario: Finca "La María" del Sr. Don Carlos Navarro
Sistema de explotación: bomba con motor de viento

C-187

Propietario: Hacienda "El Cerrito" del Sr. Manuel A. Hurtado
Tiempo de producción: 9 años
Sistema de explotación: bomba con motor de viento
Observaciones: El agua sube hasta 3 mts. debajo de la superficie; hay agua suficiente

C-188

Propietario: Hacienda "El Cerrito" del Sr. Manuel A. Hurtado
Tiempo de producción: 8 años
Observaciones: El agua sube hasta 1 m arriba de la superficie; una bomba de motor de viento eleva el agua hasta un tanque alto: hay agua buena y suficiente
(Véase en el Anexo No. 2 el análisis químico y bacteriológico)

C-189

Propietario: Hacienda "Juncal" del Sr. Teodoro Mejía
Tiempo de producción: 8 años
Sistema de explotación: bomba con motor de viento
Filtro: tubo perforado (3 pulgs.)
Profundidad del pozo: 45 m
Observaciones; Agua saltante

C-190

Propietario: Hacienda "La Sabana" del Sr. Pedro Vicente García
Tiempo de producción: 3 años
Profundidad del pozo: 81 mts.
Sistema de explotación: bomba de motor de viento
Observaciones: El agua sube hasta 7 mts debajo de la superficie; hay agua suficiente

C-191

Propietario: Finca "El Trigal" del Sr. Pablo Sánchez
Tiempo de producción: 3 años
Sistema de explotación: bomba de motor de viento
Profundidad del pozo: 28 mts.

C-192

Propietario: Finca "Coloncitó" del Sr. Vicente Rojas
Profundidad del pozo: 36 mts.
Sistema de explotación: bomba de motor de viento

C-193

Propietario: Hacienda "Canigo" del Sr. Claudio Sánchez
Profundidad del pozo: 42 mts.
Perfil geológico: La capa acuífera consiste de arena fina
Tiempo de producción: 3 años
Observaciones: el agua sube hasta 1 m sobre la superfi -
cie; un lt./seg.

C-194

Propietario: Hacienda "Canigo" del Sr. Claudio Sánchez
Tiempo de producción: 6 años
Profundidad del pozo: 59 mts.
Observaciones: el agua sube hasta 1 m sobre la superfi -
cie; un lt./seg.
(Véase en el Anexo # 2 el análisis químico y bacterioló-
gico)

C-195

Propietario: Hacienda "Samaria" del Sr. Dr. Alberto Duar
te
Tiempo de producción: 15 años
Profundidad del pozo: 73 mts.
Observaciones: el agua sube hasta un mt. sobre la super-
ficie; $1\frac{1}{2}$ lts./seg.
(Véase en el Anexo # 2 el análisis químico y bacterioló-
gico)

C-196

Propietario: Dr. Peralta

Perfil geológico: 0 - 0,50 mts. Capa vegetal
1,50 " Arcilla
20,00 " Arcilla negra
60,00 " Arcilla y madera
65,00 " Gravas finas

C-197

Propietario: Dr. García

Profundidad del pozo: 46 mts.

Sistema de explotación: bomba con motor de viento

C-198

Propietario: Finca del Sr. Sebastián Lizarazo

Profundidad del pozo: 36 mts.

Sistema de explotación: bomba de mano

Observaciones: el agua sube hasta 3,50 mts.abajo de la -
superficie

C-199

Propietario: Dr. Manuel Laserna

Profundidad del pozo: 44 mts.

Perfil geológico: la capa acuífera consiste de arena
gruesa

Sistema de explotación: bomba eléctrica

Observaciones: el agua sube hasta 4,50 mts debajo de la -
superficie

C-200

Propietario: Hacienda "San Jacinto" del Sr. Alfredo Ruiz
Uribe

Profundidad del pozo: 60 mts.

Perfil geológico: la capa acuífera consiste de arena fina

Sistema de explotación: bomba con motor de viento

Observaciones: el agua sube hasta 3,50 debajo de la su -
perficie; hay agua suficiente y permanente

C-201

Propietario: Hacienda "La Herradura" del Sr. Luis Castro
Tiempo de producción: 4 años
Profundidad del pozo: 36 mts.
Observaciones: el agua sube hasta un mt. sobre la superficie; un lt/seg.

C-202

Propietario: Hacienda "La Herradura" del Sr. Luis Castro
Tiempo de producción: 4 años
Profundidad del pozo: 37 mts.
Observaciones: el agua sube hasta un mt. sobre la superficie; un lt/seg.

C-203

Propietario: Hacienda "La Herradura" del Sr. Luis Castro
Tiempo de producción: 4 años
Profundidad del pozo: 36 mts.
Observaciones: el agua sube hasta un mt. sobre la superficie; un lt./seg.

ANALISIS QUIMICO Y BACTERIOLOGICO

Barreno para agua No. C-179

ANALISIS BACTERIOLOGICO

Recuento de colonias por c.c. 300
 Prueba para el grupo B, coli-aerogeneses Negativo hasta 5 c.c.
 Laboratorio Instituto Nacional de Higiene Samper-Martínez

ANALISIS QUIMICO

Temperatura	16	grados C.
Sedimento	Escaso	partes por millón
Color del Sedimento	Lechoso	
Turbidez, expresada en SiO ₂	22,0	partes por millón
pH	6,9	
Residuo seco	134,0	partes por millón
Residuo calcinado	124,40	" " "
Dureza total, expresada en CaCO ₃	8,32	" " "
Materia orgánica disuelta	12,64	" " "
Anhidrido carbónico combinado, expresado en CaCO ₃	0,00	" " "
Anhidrido carbónico semi-combinado, expresado en CaCO ₃	20,00	" " "
Cloruros, expresados en Cl	3,55	" " "
Nitratos, expresados en N	Negativo	" " "
Nitritos, expresados en N	Negativo	" " "
Sulfatos, expresados en SO ₃	0,00	" " "
Amoniaco, expresado en NH ₃	Positivo, Abundante	" " "
Hierro, expresado en Fe	3,24	" " "
Laboratorio : Laboratorio Químico Nacional		

Barreno para agua No. C-183

-41-

ANALISIS BACTERIOLOGICO

Recuento de colonias por c.c. 4
Prueba para el grupo B, coli-aerogeneses Negativo hasta 5 c.c.
Laboratorio Instituto Nacional de Higiene Samper-Martínez

ANALISIS QUIMICO

Temperatura	17	grados C.
Sedimento	Abundante	partes por millón
Color del sedimento	Ocre	
Turbidez, expresada en SiO ₂	27,00	partes por millón
pH	5,80	
Conductibilidad electrolítica	274,00	
Residuo seco	234,00	partes por millón
Residuo calcinado	16,64	" " "
Oxígeno disuelto	21,54	" " "
Anhidrido carbónico libre, expresado en CO ₂	0,00	" " "
Anhidrido carbónico combinado, expresado en CaCO ₃	35,00	" " "
Anhidrido carbónico semi-combinado, expresado en CaCO ₃	3,55	" " "
Cloruros, expresados en Cl	Trazas	" " "
Nitratos, expresados en N	Trazas	" " "
Sulfuros, expresados en S	0,00	" " "
Sulfatos, expresados en SO ₃	Positivo; abundante	" " "
Amoníaco, expresado en NH ₃	5,32	" " "

Laboratorio Laboratorio Químico Nacional

ANALISIS BACTERIOLOGICO

Recuento de colonias por c.c. 200
 Prueba para el grupo B, coli-aerogeneses Negativo hasta 5 c.c.
 Laboratorio Instituto Nacional de Higiene Samper-Martínez

ANALISIS QUIMICO

Temperatura	16 1/2		grados C.
Sedimento		Escaso	partes por millón
Color del sedimento		Ocre	
Turbidez, expresada en SiO2			partes por millón
pH			
Residuo seco			partes por millón
Residuo calcinado			" " "
Dureza total, expresada en CaCO3			" " "
Materia orgánica disuelta			" " "
Anhidrido carbónico combinado, expresado en CaCO3			" " "
Anhidrido carbónico semi-combinado, expresado en CaCO3			" " "
Cloruros, expresados en Cl			" " "
Nitratos, expresados en N		Trazas	" " "
Nitritos, expresados en N		Trazas	" " "
Sulfatos, expresados en SO3			" " "
Amoníaco, expresado en NH3		Positivo; abundante	" " "
Hierro, expresado en Fe			" " "
Laboratorio	Laboratorio	Químico Nacional	

Barreno para agua No. C-194

-43-

ANALISIS BACTERIOLOGICO

Recuento de colonias por c.c. 0

Prueba para el grupo B, coli-aerogeneses. Negativo hasta 5 c.c.

ANALISIS QUIMICO

Temperatura	17		grados C.
Sedimento	Abundante		partes por millón
Color del sedimento	Ocre		
Turbidez, expresada en SiO2		29,00	partes por millón
pH		6,80	
Residuo seco		125,40	partes por millón
Residuo calcinado		84,00	" " "
Dureza total, expresada en CaCO3		29,12	" " "
Materia orgánica disuelta		7,90	" " "
Anhidrido carbónico combinado, expresado en CaCO3		0,00	" " "
Anhidrido carbónico semi-combinado, expresado en CaCO3		35,00	" " "
Cloruros, expresados en Cl		7,10	" " "
Nitratos, expresados en N	Negativo		" " "
Nitritos, expresados en N	Trazas		" " "
Sulfuros, expresados en S		0,00	" " "
Amoniaco, expresado en NH3	Positivo; abundante		" " "
Hierro, expresado en Fe		1,40	" " "
Laboratorio	Laboratorio Químico Nacional		

Barreno para agua No. C-195

ANALISIS BACTERIOLOGICO

Recuento de colonias por c.c. 1
 Prueba para el grupo B, coli-aerogeneses Negativo hasta 5 c.c.
 Laboratorio Instituto Nacional de Higiene Samper-Martínez

ANALISIS QUIMICO

Temperatura	17	grados C.
Sedimento	Abundante	partes por millón
Color del sedimento	Ocre	
Turbidez, expresada en SiO ₂	43,00	partes por millón
pH	6,60	
Residuo seco	214,00	partes por millón
Residuo calcinado	182,00	" " "
Dureza total, expresada en CaCO ₃	29,12	" " "
Materia orgánica disuelta	11,22	" " "
Anhidrido carbónico combinado, expresado en CaCO ₃	0,00	" " "
Anhidrido carbónico semi-combinado, expresado en CaCO ₃	25,00	" " "
Cloruros, expresados en Cl	7,10	" " "
Nitratos, expresados en N	Negativo	" " "
Nitritos, expresados en N	Trazas	" " "
Sulfuros, expresados en S	0,00	" " "
Sulfatos, expresados en SO ₃	Positivo	" " "
Amoniaco, expresado en NH ₃	2,50	" " "

Laboratorio Laboratorio Químico Nacional

Barreno para agua No. C-180

-45-

ANALISIS BACTERIOLOGICO

ANALISIS QUIMICO

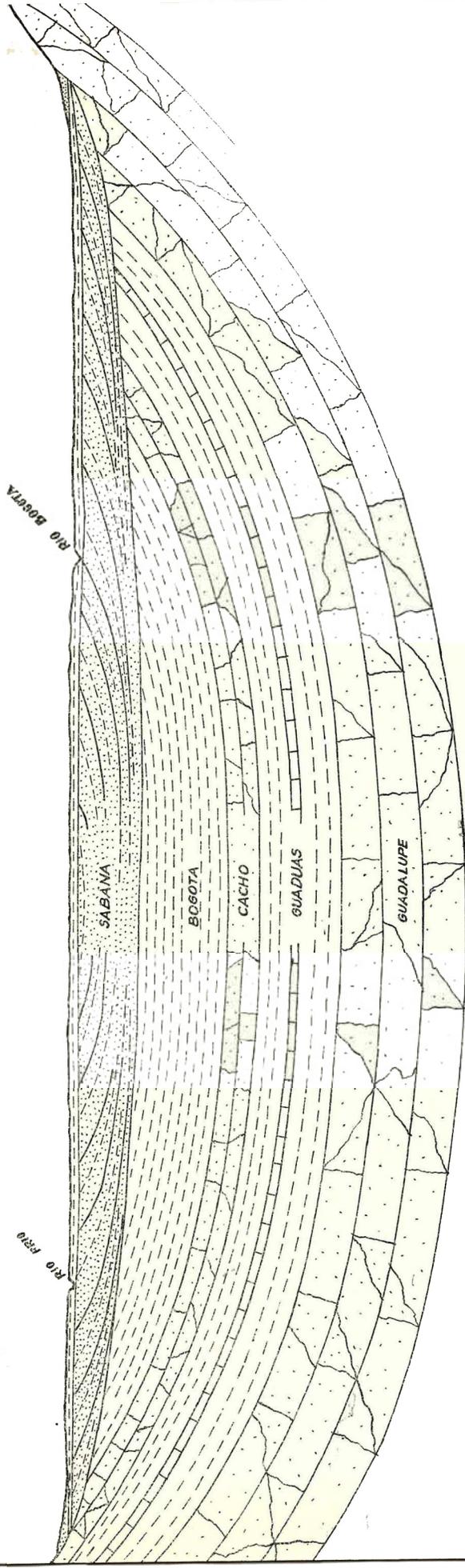
Sedimento	Abundante		partes por millón		
Color del sedimento	Ocre				
Turbidez, expresada en SiO ₂		68,00	partes por millón		
pH		6,50			
Residuo seco		224,00	partes por millón		
Residuo calcinado		174,00	"	"	"
Dureza total, expresada en CaCO ₃		16,64	"	"	"
Materia orgánica disuelta		18,96	"	"	"
Anhidrido carbónico combinado, expresado en CaCO ₃		0,00	"	"	"
Anhidrido carbónico semi-combinado, expresado en CaCO ₃		35,00	"	"	"
Cloruros, expresados en Cl		3,55	"	"	"
Nitratos, expresados en N			"	"	"
	Trazas				
Nitritos, expresados en N			"	"	"
	Trazas				
Sulfatos, expresados en SO ₃		0,00	"	"	"
Amoníaco, expresado en NH ₃	Positivo		"	"	"
Hierro, expresado en Fe		3,24	"	"	"
Laboratorio	Laboratorio Químico Nacional				

Barreno para agua No. C-188

ANALISIS BACTERIOLOGICOANALISIS QUIMICO

Sedimento	Abundante				partes por millón
Color del sedimento	Ocre				
Turbidez, expresada en SiO ₂		29,00	partes	por	millón
pH		6,90	"	"	"
Residuo seco		148,00	"	"	"
Residuo calcinado		134,00	"	"	"
Dureza total, expresada en CaCO ₃		20,00	"	"	"
Materia orgánica disuelta		7,90	"	"	"
Anhidrido carbónico combinado, expresado en CaCO ₃		0,00	"	"	"
Anhidrido carbónico semi-combinado, expresado en CaCO ₃		45,00	"	"	"
Cloruros, expresado en Cl		3,55	"	"	"
Nitratos, expresados en N	Negativo		"	"	"
Nitritos, expresados en N	Positivo		"	"	"
Sulfatos, expresados en SO ₃	Negativo		"	"	"
Amoníaco, expresado en NH ₃	Positivo; abundante		"	"	"
Hierro, expresado en Fe		2,50	"	"	"
Laboratorio	Laboratorio Químico Nacional				

INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL
ESQUEMA DEL SINCLINAL DE CHIA



Arena



Arcilla



Liditas

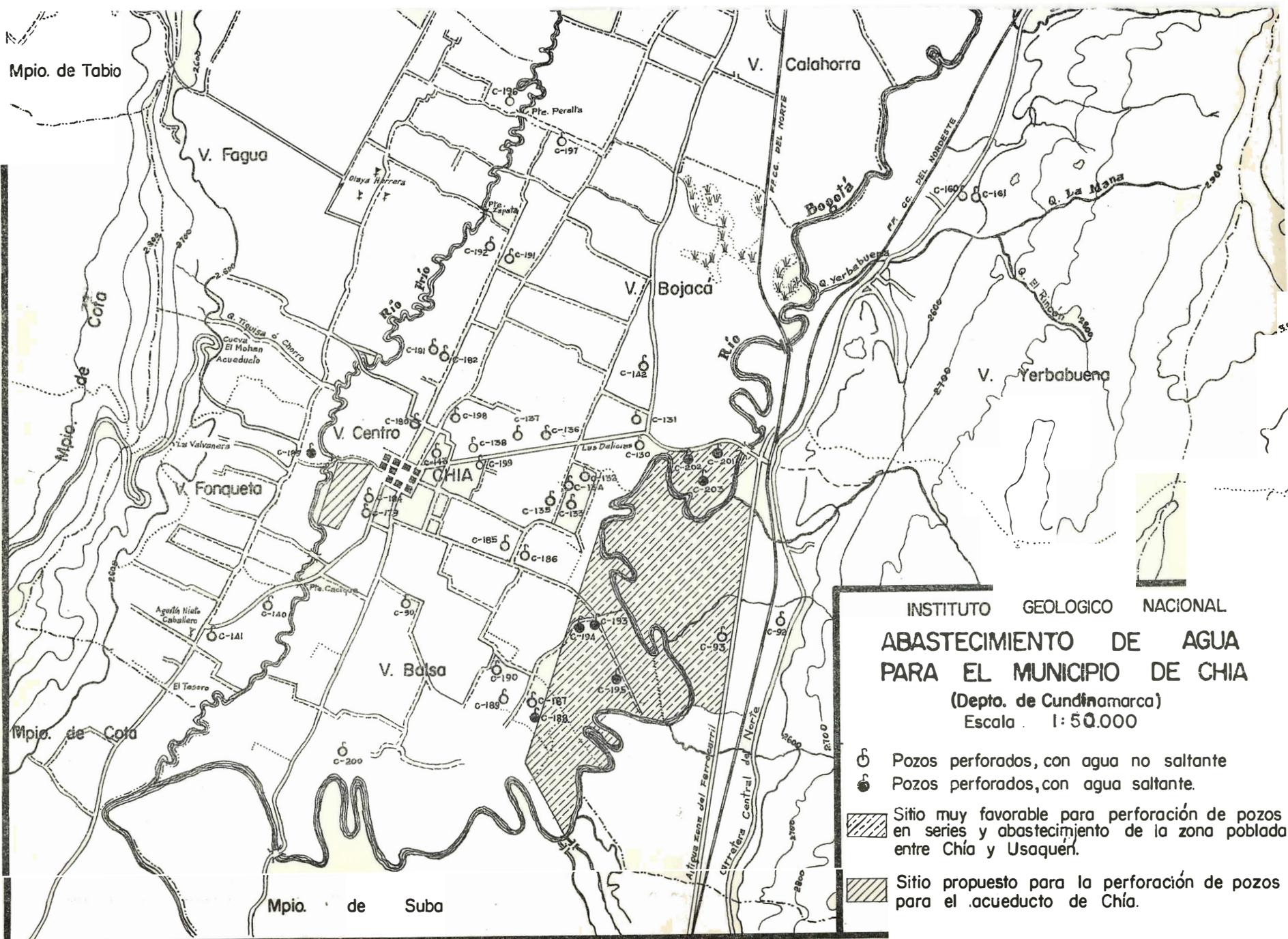


Arenisca



WOLFGANG DIEZEMANN
HIDROGEOLOGO - JEFE

ALFREDO CORTES P.
CARTOGRAFO-DIBUJANTE



Base cartográfica reducida de los Censos Nacionales

Dib. A. CORTES POSADA

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL

EL PROBLEMA DE AGUA POTABLE PARA LA
URBANIZACION NUEVA EN LA ISLA DEL MORRO.
MUNICIPIO DE TUMACO--NARIÑO

INFORME No. 871

WOLFGANG DIEZEMANN
GEOLOGO

INVESTIGACIONES DE HIDROGEOLOGIA

Bogotá, Septiembre de 1.952

EL PROBLEMA DE AGUA POTABLE PARA LA
URBANIZACION NUEVA EN LA ISLA DEL MORRO.
MUNICIPIO DE TUMACO-NARIÑO

Introducción.-

El traslado del puerto de Tumaco a la Isla del Morro y la construcción planeada de una urbanización en ella fué motivo para que el Ministerio de Obras Públicas solicitara al Ministerio de Minas y Petróleos un estudio sobre las posibilidades de abastecimiento del nuevo puerto de El Morro con agua potable.

Mediante la Resolución No. 308 del 19 de Agosto de 1952, el Ministerio de Minas y Petróleos dispuso una comisión a Tumaco a cargo del suscrito quien salió el 25 de agosto de 1.952 a ese lugar para estudiar el problema.

Se agradece tanto al señor interventor del Ministerio de Obras Públicas, Dr. Julio Garzón, como al señor Ingeniero Jefe de la Empresa Frederick Snare, Sr.- Knud Holtved, la valiosa ayuda, que prestaron para facilitar el trabajo de campo.

El Problema.-

Es de suponer que la urbanización nueva en la Isla del Morro tendrá en los próximos 5 años 5.000 habitantes. Para este número de habitantes se necesita un a cueducto que dé diariamente 1250 m³. Se aprecia el consumo diario de cada persona en 250 litros. En el futuro probablemente se tendrá que ampliar el acueducto.

Sitio, Medida y Población de la Isla.-

El Morro es la más grande de las tres islas-

de Tumaco, La Viciosa y el Morro, que están situadas en el Suroeste de Colombia, sobre el Océano Pacífico, en la Bahía de Tumaco. Dentro de un tiempo corto estas tres islas se conectarán entre sí por un viaducto de concreto y por terraplenes que están en construcción. La distancia entre las dos islas principales, El Morro y Tumaco, es de más o menos 700 m.

El Morro tiene una extensión longitudinal de casi 4 km, una anchura máxima de 1,9 km y una anchura mínima de 1,2 km.

En el Nordeste, Sureste y Sur de la Isla se encuentran algunos "esteros" con una superficie de 84,5 has, en los cuales penetra la marea. Se ha previsto el relleno de estas hondonadas.

La superficie total de la Isla, sin incluir los "esteros" mencionados es de 491,3 has. De éstas pertenecen 21,23 has a colinas miocenas. El resto es casi plano.

Hoy día la Isla de Tumaco está poblada casi en su extensión total, mientras que en El Morro se encuentran solamente el Cuartel del Ejército y los edificios del aeropuerto de la Lansa en el Suroeste, El Campamento de la Empresa Frederick Snare en el Norte, algunas casas para obreros del puerto en construcción en el Nordeste y algunos ranchos sobre estacas en la playa del Nordeste y al pié de la loma del Faro. En un plazo breve se piensa comenzar con la construcción de la urbanización nueva en El Morro.

Altura de la Isla sobre el Nivel del Mar.-

El terreno de las dunas de la Isla está situado más o menos a 2,80 m sobre el nivel medio de las aguas bajas y a más o menos 1,50 m sobre el nivel medio de las aguas altas. El terreno al interior de esta faja -con excepción de las colinas- tiene una altura de 0,50 m sobre las aguas altas y más adentro una altura más reducida.

La parte suroccidental de la Isla probablemente se inunda un poco cuando hay marea alta.

Vegetación.-

La zona de dunas en la parte noroccidental muestra por lo general escasas yerbas de dunas, mientras que la parte principal de la Isla está cubierta de matorrales y árboles. En la parte suroccidental se encuentran manglares.

Clima.-

Desde que se trata primeramente de abastecer la urbanización con agua subterránea obtenible a poca profundidad, los datos pluviométricos son importantes.

Las cantidades mensuales de lluvia, que se midieron en el Suroeste de la Isla cerca de la pista de aterrizaje de la Lansa, tiene los siguientes datos :

	<u>1950</u>	1951
Enero	357,00 mm	351,30 mm
Febrero	594,00	184,10
Marzo	223,00	88,00
Abril	218,30	155,90
Mayo	248,50	276,80
Junio	293,70	454,20
Julio	232,20	403,80
Agosto	157,80	224,80
Septiembre	30,50	398,30
Octubre	171,00	156,90
Noviembre	77,30	46,10
Diciembre	476,40	99,80
	<u>3079,70</u>	<u>2840,00</u>

Las medidas de la empresa Frederick Snare en el campamento al Norte de la Isla muestran las siguientes cantidades de lluvia en los años 1949 hasta 1952 :

	<u>1949</u>	<u>1950</u>	<u>1951</u>	<u>1952</u>
Enero		209,1 mm	283,5 mm	191,0 mm
Febrero		377,0	163,5	213,5
Marzo		129,6	85,5	151,0

	<u>1949</u>	<u>1950</u>	<u>1951</u>	<u>1952</u>
Abril		154,0 mm	157,0 mm	357,0 mm
Mayo		155,5	186,0	281,0
Junio	311,0 mm	267,0	308,0	293,0
Julio	234,5	148,0	298,5	160,0
Agosto	158,5	107,5	145,5	
Septiembre	75,5	19,0	217,5	
Octubre	66,5	127,0	136,5	
Noviembre	14,5	65,0	47,0	
Diciembre	132,3	<u>326,0</u>	<u>141,0</u>	
		2084,7	2169,5	

Se considera que las medidas de lluvia en la pista de aterrizaje de Lansa y también las del campamento de la empresa Snare son exactas y así se deduce que la cantidad de lluvia disminuye desde el Suroeste hacia el Nordeste de la Isla. El aire, saturado con humedad, sopla de preferencia en la misma dirección. Este se enfría durante la noche en la superficie de la Isla y provoca la lluvia que disminuye hacia el Nordeste.

La precipitación anual mínima es de unos 2.000 mm y la máxima de unos 3.100 mm. Ellas se distribuyen entre 210 hasta 260 días de lluvia.

La temperatura media es de 26°C. El cielo está casi siempre nublado.

Hidrogeología.

El subsuelo del grupo de islas en el golfo de Tumaco consiste de estratos terciarios que generalmente están cubiertos con arenas marinas, y de dunas. Solamente en algunas colinas del Nordeste de El Morro afloran estratos terciarios, compuestos de areniscas muy arcillosas, blandas, de grano fino y de color amarillo a pardo y arcillas arenosas, en las cuales está intercalada una capa de arenisca de grano grueso con numerosos fósiles (gastropodos, lamelibranquios), de un espesor de 60 cm. La arenisca está cementada por cal.

Según la determinación de los macrofósiles por J. Royo y Gómez los estratos terciarios descritos probablemente pertenecen al mioceno superior. Algunas muestras de arcillas recogidas por el suscrito en la pendiente suroeste de la loma del Faro, contienen foraminíferos que el paleontólogo H. Buergl determinó como pertenecientes al mioceno medio a superior.

El material terciario, que aflora en El Morro, no parece muy apto para la conducción de agua subterránea. La roca chupa mucha agua por su capilaridad pero no la deja salir más. Grietas que atraviesan el complejo están rellenas por arcillas arenosas de color gris.

Pero existe la posibilidad de que las areniscas y los conglomerados, intercalados a mayor profundidad, conduzcan agua en sus grietas, fisuras y poros. La zona de captación de agua de los estratos acuíferos, probablemente está cubierto por el fango negro de los pantanos de manglares. Estos se extienden en una faja angosta de 15 km a 20 km a lo largo de la costa, y el agua del mar penetra, cuando hay marea, en esta comarca. Por eso existe el peligro de que las areniscas y conglomerados conduzcan agua salada.

Los estratos cubiertos por los pantanos de manglares afloran raras veces. Observé solamente un afloramiento de una extensión de más o menos 30 m en la orilla derecha del Río Rosario entre Cenizo y Santa María durante las aguas bajas. Se trata de una arcilla lajosa, arenosa y de color gris (N 15°W; 1-4°W). Allá no se encontraron ni macrofósiles ni microfósiles.

Areniscas y conglomerados más profundos que los anteriormente mencionados, que tienen una zona de captación más lejos de la costa, fuera de la faja en la cual penetra la marea, pueden conducir agua dulce. No es posible adelantar una opinión sobre la profundidad aproximada y sobre la cantidad de agua que tienen estos estratos ya que su determinación se sustrae a la observación directa.

Los estratos de arcilla, arenisca y conglomerados tierra adentro, muestran una leve inclinación de 1° a 4° hacia el Oeste E. Hubach fija la posición de las

islas de Tumaco, La Viciosa y El Morro en un leve anti-clinal, poco al Oeste del eje del ancho sinclinal del Pacífico (Tuyra - Atrato - San Juan - Tumaco).

El terciario yacente de las islas Tumaco y El Morro - con excepción del terreno de colinas - está cubierto de arenas. Este material se originó de los conos de deyección de los ríos al Este, y de los estratos-terciarios de las islas mismas, que erodó el mar para sedimentarlos otra vez como arenas. Estas arenas están mezcladas con valvas de gastrópodos, lamelibranquios y crustáceos. Sobre la superficie, especialmente en las márgenes de las islas, el viento forma dunas bajas.

La zona del suelo arenoso de El Morro cubre un área de 470,07 has. No se conoce todavía el espesor de las arenas y no se sabe si hay intercaladas capas o lentes de arcillas de una extensión mayor. En la margen-nordeste de la isla se hicieron algunas perforaciones de ensayo debajo del agua del mar para los pilotes de hormigón del muelle. Estas perforaciones se extienden al Suroeste de la loma del Faro más o menos 400 m hacia el Suroeste. Parece que el espesor de las arenas acuíferas aumenta desde el Nordeste hacia el Suroeste.

Las siguientes columnas estratigráficas tomadas de un informe de la empresa Frederick Snare se ordenaron desde el Nordeste hacia el Suroeste :

<u>No.</u>			
	+)	0,25 - (-)	2,00 m Silt and Sand
		(-)	6,70 Sand
		(-)	10,20 Shale (consolidated Clay)
		(-)	10,70 Slightly Soften Shale
		(-)	12,40 Shale (consolidated Clay)
			Terciario (?)
<u>No. 2</u>		(-)	0,10 m Water
		(-)	1,50 Silt and Sand
		(-)	7,50 Sand
		(-)	9,20 Consolidated Clay (terciario ?)

No. 3
0 - (-) 0,20 m Water
(-) 2,50 Silt and Sand
(-) 8,80 Sand
(-) 10,00 Soft Clay and Sand
(-) 11,00 Sand with some Shells and Soft Clay
(-) 14,30 Soft blue Clay
(-) 15,00 Hard Clay
(-) 16,60 Medium hard Clay
(-) 17,10 Hard Clay
(-) 17,50 Medium hard Clay
Chale (terciario ?)

No. 4
0 - (-) 2,85 m Water
(-) 8,35 Silt
(-) 12,25 Coarse Sand mixed with fine gravel
and Shell
(-) 16,05 Soft Clay
(-) 17,35 Clay mixed with Sand
(-) 18,00 Hard Clay (terciario ?)

No. 5
0 (-) 4,80 Water
(-) 5,80 Silt and Sand
10,00 Sand
17,90 Sand with some Clay
24,00 Soft bluish grey Clay

No. 6
0 (-) 4,00 Water
(-) 9,00 Silt
(-) 12,50 Sand mixed with Shell
(-) 13,20 Sand mixed with Clay
(-) 15,70 Soft Clay
(-) 19,40 Rock (terciario ?)

No. 7
0 (-) 3,30 m Water
(-) 10,30 Fine Sand
10,80 Very fine Sand, mud

(-) 11,40 m Medium Sand, coarse Sand, Shell
(-) 13,70 Shale, consolidated Clay
(-) 14,10 Sandstone
(-) 15,10 Shale (consolidated Clay)
(-) 15,50 Clay
(-) 16,50 Sandstone
(-) 19,20 Clay
(-) 20,50 Hard Clay

No. 8

0

(-) 3,70 m Water
(-) 9,00 Sand
(-) 10,90 Hard Clay
(-) 15,80 Shale, Hard Clay
----- Rock or Stone Particles
(-) 17,90 Shale (terciario ?)

No.

(-) 2,40 m Water
(-) 9,30 Sand
(-) 11,20 Clay
(-) 11,80 Very hard Clay

No. 10

0

(-) 3,50 m Water
(-) 5,20 Silt and Sand
(-) 10,80 Sand
2" Layer of Stone
(-) 11,40 Medium hard Clay
(-) 16,80 Consolidated Clay, Shale, each sam-
ple of which contains particles of
rock as if there were loose stones-
scattered throughout the shale

No. 11

0

(-) 3,60 m Water
(-) 8,00 Vegetable Matter and Fine Sand
(-) 9,70 Fine Sand, Muddy
(-) 11,70 Sand, Shells, Soft Clay
(-) 11,40 Sandstone (terciario ?)

No. 12

0

- (-) 3,00 m Water
- (-) 9,30 Muddy Sand
- (-) 12,10 Coarse Sand and Shells
- (-) 13,20 Hard Clay
- (-) 18,20 Shale, consolidated Clay

No. 13

0

- (-) 3,30 m Water
- (-) 4,50 Silt and Sand
- (-) 12,30 Sand
- (-) 12,90 Hard Clay
- (-) 14,90 Compacted Sand and Clay
- (-) 15,80 Soft Clay
- (-) 17,00 Shale, consolidated Clay

No. 14

0

- (-) 3,50 m Water
- (-) 8,10 Silt, some vegetable matter
- (-) 12,75 Sand mixed with Shells
- (-) 14,00 Coarse Sand and Shalle mixed with Clay

No. 15

0

- (-) 6,25 m Very fine Sand
- (-) 10,20 Sand mixed with Clay
- (-) 15,20 Soft Clay
- (-) 17,00 Hard Clay
- Rock (terciario ?)

No. 16

0

- (-) 2,40 , Water
- (-) 8,50 Muddy Sand
- (-) 10,00 Fine Sand, Mud, Shell
- (-) 10,70 Shell and Coarse Sand
- (-) 13,40 Medium Sand some Shell
- (-) 14,10 Mud, some Fine Sand
- (-) 15,10 Fine Sand
- (-) 17,40 Shale, consolidated Clay, very fine sand and Clay

No. 17

0	(-	0,90 m	Water
	(-	2,20	Sand and Silt
	(-	9,80	Fine Sand
	(-	12,10	Sand
	(-	17,70	Fine Sand
	(-	23,00	Medium Sand and Clay

No. 18

(-	0,20	Water
(-	8,90	Muddy Sand
(-	12,70	Medium Sand, some Shells
(-	13,70	Medium and Coarse Sand
(-	15,50	Conglomerate, Shell and Sand

Se perforó, como se dice en Tumaco, en la Plaza Nueva, cerca de la iglesia, un pozo de una profundidad de 185 m. El perfil de la perforación no se conoce. Se encontró según informaciones, desde arriba hasta abajo solamente arena. A una profundidad de 70 m salió agua saltante, pero salobre y a una profundidad de 185 m agua salada. Por razones desconocidas se tapó el pozo con cemento. Es posible que los estratos superiores conduzcan agua dulce. Probablemente se perdió el pozo porque no se sabía como se explota una capa de agua dulce que nada sobre una capa de agua salada.

Tumaco tiene un cierto número de aljibes de una profundidad de 2 hasta 5 m y en El Morro hay también algunos aljibes o charcos sin revestimiento de una profundidad de 1,80 m hasta 2,70 m, que conducen agua dulce.

Los datos de los aljibes son los siguientes:

Nº 1 Aljibe

Municipio : Tumaco, Isla del Morro 100 m al Suroeste de -
la loma del Faro.

Profundidad: 2 m de profundidad

Observaciones Hueco sin revestimiento, 1 m de agua en el hueco; se usa el agua dulce para los trabajos de concreto; hueco en una distancia de más o menos 150 m del mar.

N-2 Aljibe

Municipio ; Tumaco; Isla del Morro
Propietario: Villa Javier
Profundidad: 2,50 m de profundidad
Tipo de Bomba: Motobomba
Nivel Piezométrico: 1 m abajo de la superficie
Observaciones: Agua dulce, el pozo nunca se seca, cons
truido en hormigón

N-3 Aljibe

Municipio: Tumaco; Isla del Morro, Taller viejo de la Reconstrucción
Profundidad: 2,70 m de profundidad
Observaciones: Aljibe revestido de madera, 70 cm de agua dulce en el pozo

N-4 Aljibe

Municipio: Tumaco; Isla del Morro, Cuarteles del Ejército
Profundidad: 1,80 m de profundidad
Observaciones: Aljibe de hormigón, 20 cm de agua dulce en el pozo

N-5 Excavación sin revestimiento
Municipio: Tumaco; Isla del Morro, Campamento
Profundidad: 2 m de profundidad
Observaciones: Agua dulce 1,20 m abajo de la superficie, 6 - 7 m³ por día

N-6 Excavación sin revestimiento
Municipio: Tumaco; Isla del Morro, Campamento
Profundidad: 2 m de profundidad
Observaciones: Agua dulce 1,20 m abajo de la superficie 6 - 7 m³ por día
Excavación N-6 vecino a la excavación N-5

N-7 Aljibe

Municipio: Tumaco; Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 3 m de profundidad
Observaciones: Aljibe construido en hormigón 1 m ϕ
Observaciones: Aljibe tapado con arena y por eso seco

N-8 Aljibe

Municipio: Tumaco; Isla de Tumaco
Propietario: Jorge Micolta
Profundidad: 3 m de profundidad
Observaciones: Aljibe revestido en madera
Observaciones: 60 cm de agua dulce en el pozo, nunca se seca

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2,40 m de profundidad
Observaciones: Revestido con hormigón, 1 m ϕ
Observaciones: 20 cm de agua en el pozo, siempre hay agua

N-10 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 5 m de profundidad
Observaciones: Construido en hormigón, 1 m \emptyset
Observaciones: 40 cm de agua en el pozo

N- 11 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 3 m de profundidad
Observaciones: Construido en hormigón
Observaciones: 30 cm de agua en el pozo

N-12 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2,50 m de profundidad
Observaciones: Construido en hormigón
Observaciones: 10 cm de agua en el pozo

N-13 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2,20 m de profundidad
Observaciones: Construido en hormigón, 1 m \emptyset
Observaciones: 20 cm de agua en el pozo

N-14 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 3 m de profundidad
Observaciones: 1 m \emptyset construido en hormigón
Observaciones: 66 cm de agua en el pozo

N-15 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: -2 m de profundidad
Observaciones: Construído en hormigón, 1 m \emptyset
Observaciones: 25 cm de agua en el pozo

N-16 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2 m de profundidad
Observaciones: Construído en hormigón, 1 m \emptyset
Observaciones: 30 cm de agua en el pozo, 50 m de distancia del mar

N-17 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2 m de profundidad
Observaciones: 1 m \emptyset , construído en hormigón
Observaciones: 20 cm de agua en el pozo

N-18 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2m de profundidad
Observaciones: Construído en hormigón, 1 m \emptyset ,
Observaciones: 10 cm de agua en el pozo

N-19 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2,20 m de profundidad
Observaciones: Construído en hormigón, 1 m \emptyset
Observaciones: 30 cm de agua en el pozo

N-15 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: -2 m de profundidad
Observaciones: Construido en hormigón, 1 m \emptyset
Observaciones: 25 cm de agua en el pozo

N-16 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2 m de profundidad
Observaciones: Construido en hormigón, 1 m \emptyset
Observaciones: 30 cm de agua en el pozo, 50 m de distancia del mar

N-17 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2 m de profundidad
Observaciones: 1 m \emptyset , construido en hormigón
Observaciones: 20 cm de agua en el pozo

N-18 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2m de profundidad
Observaciones: Construido en hormigón, 1 m \emptyset ,
Observaciones: 10 cm de agua en el pozo

N-19 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2,20 m de profundidad
Observaciones: Construido en hormigón, 1 m \emptyset
Observaciones: 30 cm de agua en el pozo

N-15 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: -2 m de profundidad
Observaciones: Construído en hormigón, 1 m \emptyset
Observaciones: 25 cm de agua en el pozo

N-16 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2 m de profundidad
Observaciones: Construído en hormigón, 1 m \emptyset
Observaciones: 30 cm de agua en el pozo, 50 m de distancia del mar

N-17 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2 m de profundidad
Observaciones: 1 m \emptyset , construído en hormigón
Observaciones: 20 cm de agua en el pozo

N-18 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2m de profundidad
Observaciones: Construído en hormigón, 1 m \emptyset ,
Observaciones: 10 cm de agua en el pozo

N-19 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2,20 m de profundidad
Observaciones: Construído en hormigón, 1 m \emptyset
Observaciones: 30 cm de agua en el pozo

N-20 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2 m de profundidad
Observaciones: Construido en hormigón, 1 m \emptyset
Observaciones: 25 cm de agua en el pozo

N-21 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Municipio
Profundidad: 2,50 m de profundidad
Observaciones: Construido en hormigón, 1 m \emptyset
Observaciones: 50 cm de agua en el pozo

N-22 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Finca del señor Alcalde
Profundidad: 2,20 m de profundidad
Observaciones: Construido en madera, 1 m \emptyset
Observaciones: Agua dulce, 60 cm de agua en el pozo
15 m de distancia del mar

No-23 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco
Propietario: Hospital de Tumaco
Profundidad: 3,20 m de profundidad
Observaciones: Construido en hormigón, 1,20 m \emptyset
Observaciones: Agua dulce, 1 m de agua en el pozo mas
o menos 50 m de distancia del mar,
10,60 mg/ ltr. de Cl.

N-24 Aljibe

Municipio: Tumaco, Isla del Morro
Propietario: Edificio General de la Reconstrucción
Profundidad: 2 m de profundidad
Observaciones: Construido en madera, 1,20 m \emptyset

Observaciones: 40 cm de agua en el pozo, mas o menos en una distancia de 180 m del mar, 70,64 mg/ ltr. de Cl.

N-25

Municipio: Tumaco, Isla de Tumaco, Plaza Nueva - junto a la iglesia.
Propietario: Municipio
Profundidad: 185 m de profundidad (?)
En 70 m de agua saltante, poco salobre (?)
En 185 m agua salada (?)
Observaciones: Taparon el pozo con cemento

Calidad del Agua en las Arenas Cuaternarias.-

Se tomaron varias muestras de agua de los aljibes de Tumaco y de El Morro, que se mandaron al Laboratorio Químico Nacional. Cuando se escribía este informe no estaban terminados todavía los análisis químicos completos. Solamente se determinó el contenido de Cl., que es en nuestro caso muy importante. Los pozos de Tumaco muestran un contenido de Cl de 10,60 mg/l hasta 102,44 mg/l y las aguas de El Morro un contenido de Cl de 3,53 mg/l hasta 70,64 mg/l. Si se considera que las aguas con un contenido de Cl hasta 250 mg/l todavía son potables, las aguas de las arenas de Tumaco y de El Morro son buenas, por lo menos en las capas superiores.

Las muestras tomadas tienen el siguiente contenido de Cl:

1.- N-3 Taller viejo (Reconstrucción)	7,06 mg/l
2.- N-24 Edificio General	70,64 mg/l
3.- N-5 Campamento	3,53 mg/l
4.- N-4 El Morro-Cuarteles	42,39 mg/l
5.- N-23 Hospital	10,60 mg/l
6.- N-9 Tumaco (Aljibe Municipal)	102,44 mg/l

Los habitantes de Tumaco dicen, que las aguas de los aljibes en parte son malas. Pero la culpa no es - del agua subterránea en sí, sino de la mala construcción y la inadecuada escogencia de los sitios de los pozos. A sí hay abundante posibilidad de infección del agua subterránea, sea por las aguas negras que se infiltran entre la pared del aljibe y del suelo o sea por animales pequeños que caen en los pozos etc.

Consideraciones Hidrológicas y Técnicas.-

De las consideraciones hidrogeológicas precedentes se infiere que en profundidades hasta de probablemente 350 m y más se puede encontrar agua salada en areniscas y conglomerados intercalados entre arcillas, mientras que a una profundidad de 350 m hasta profundidades mayores bajo ciertas circunstancias puede existir agua dulce en una cantidad indeterminada en areniscas y conglomerados. Por los pocos e insuficientes afloramientos y por la falta de perforaciones los datos son supuestos.

En cambio es cierto que hay agua dulce en las dunas y en las arenas marinas de la Isla del Morro.

Así, por ejemplo, el campamento al Norte de la Isla destinado a la construcción del puerto, se abastece hasta ahora en parte con agua lluvia y en parte con aguas subterráneas (aguas de dunas). Se bombea el agua subterránea de dos charcos vecinos, sin revestimientos, de una profundidad de 1,50 m y se explota de estos diariamente 13 hasta 14 m³.

El agua para los trabajos de concreto del muelle se toma de otro charco de una profundidad de 2 m al Suroeste de la loma del Faro.

Por esto y por razones prácticas y económicas se propone primeramente tratar de explotar el agua subterránea de las arenas. En el caso de que estos ensayos no resulten suficientes, hay que correr el riesgo de hallar agua del Mioceno mediante una perforación profunda de ensayo.

En la Isla del Morro, el agua salada del mar penetra de los lados en las arenas permeables, mientras que de arriba infiltra el agua dulce de precipitación. El agua dulce tiene un peso específico menor que el agua salada y flota por eso sobre la última. Entre el agua dulce y el agua salada existe un equilibrio hidráulico.

La superficie superior del agua dulce probablemente forma una cúpula suave que se inclina en todas partes hacia el mar.

La cantidad de agua que se puede explotar continuamente de las arenas, depende de la cantidad mínima anual de precipitación, de la cantidad de infiltración, del espesor de las arenas acuíferas y de las arcillas intercaladas.

Como se ha mencionado antes, la cantidad mínima anual de precipitación en El Morro es de 2 000 mm, y probablemente más. La infiltración depende de la vegetación y de la mezcla de la arena superficial con el humus. Creo que en la zona de dunas se puede calcular por lo menos con una cantidad mínima de infiltración de 30%. En efecto en la Isla del Morro se pueden explotar diariamente de 1 km² de la zona de dunas 1643 m³ de agua sin que exista el peligro de que el contenido de sal aumente considerablemente. Pero se debe suponer un espesor suficientemente grande de las arenas acuíferas.

Una cantidad de agua de 1643 m³ alcanzaría para abastecer 6572 habitantes, si cada persona consume diariamente 250 litros.

Estos cálculos son teóricos y son indispensables trabajos hidrológicos preliminares, para llegar a conclusiones ciertas.

Se consideran como trabajos hidrológicos preliminares aquellos que son indispensables para la construcción económica y técnica de las captaciones definitivas ; 2) para que estas produzcan siempre la misma cantidad de agua durante un largo tiempo, sin que aumente perjudicialmente el contenido de cloruros en el agua.

A Los trabajos hidrológicos preliminares pertenecen las perforaciones de ensayos con un diámetro pequeño para la determinación del espesor de las arenas acuíferas, además los bombeos de ensayo para la determinación de la cantidad posible de agua que se puede explotar en las captaciones definitivas, sin perturbar el equilibrio hidráulico entre agua dulce y agua salada, luego la determinación del límite aproximado entre agua dulce y agua salada, la determinación del factor del valor de la permeabilidad de las arenas acuíferas, la determinación de la clase de las captaciones definitivas (pozos verticales o captaciones horizontales) etc.

Las perforaciones de ensayo no se pierden, se las puede usar en el futuro como pozos de observación para el acueducto definitivo.

El límite entre agua dulce y agua salada se puede determinar muy bien, por medidas eléctricas. Así se ahorran, no todos, pero un gran número de pozos de ensayo. Ambos métodos se complementan.

Es muy importante, entregar los trabajos hidrológicos preliminares a una empresa con suficiente práctica en la explotación de agua subterránea de dunas. Se tiene que comenzar con estos trabajos todavía antes de la construcción de la urbanización.

Los trabajos hidrológicos preliminares determinan la clase de captaciones. No es de importancia construir pozos con un rendimiento grande, sino un número mayor de pozos pequeños que desagüen un área grande sin bajar mucho el espejo del agua subterránea. El método es similar al que se usa para bajar el espejo de agua subterránea en las excavaciones de una construcción.

La figura No. 1 muestra el esquema de la distribución de pozos para un acueducto de agua de dunas según Truelsen. En el caso de que el espesor de las arenas acuíferas no sea muy profundo, son preferibles captaciones horizontales, como se ve en la figura No. 2.-

En agua de dunas en la mayoría de los casos es muy agresiva, así que se debe usar material neutro y anticorrosivo para los filtros y para la tubería como lo son el Eternit o gres.

Una vez construída la urbanización, es de importancia recoger el agua lluvia de los techos y de las calles y no derivarla como agua negra en el mar, sino dejarla infiltrar por medio de pozos en el subsuelo, para aumentar el agua subterránea. La empresa que construya el acueducto puede también elaborar un plano técnico y económico-para éste.

La loma del Faro tiene una altura de 79 m sobre el nivel del mar y es muy conveniente construir aquí el tanque de reserva y de la distribución.

WOLFGANG DIEZEMANN

Géólogo

Bogotá, Septiembre de 1952

DISTRIBUCION DE POZOS EN UNA CAPTACION DE AGUA SUBTERRANEA DE DUNAS

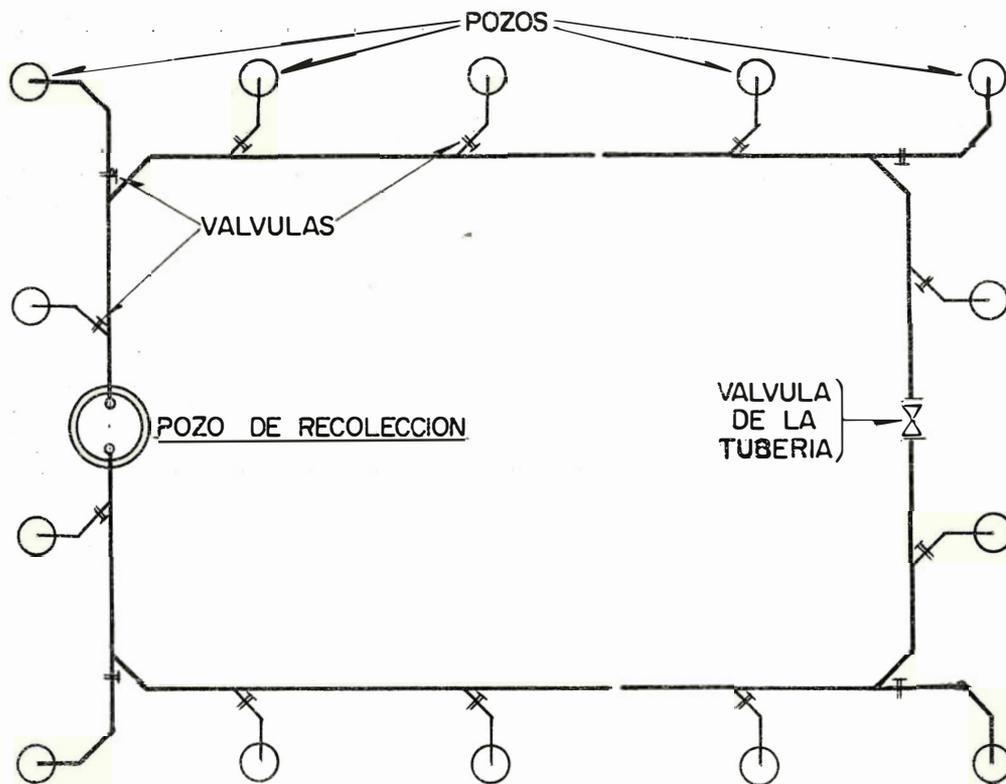


Fig. 1

POZO DE RECOLECCION
PARA UNA CAPTACION HORIZONTAL
SEGUN TRUELSEN

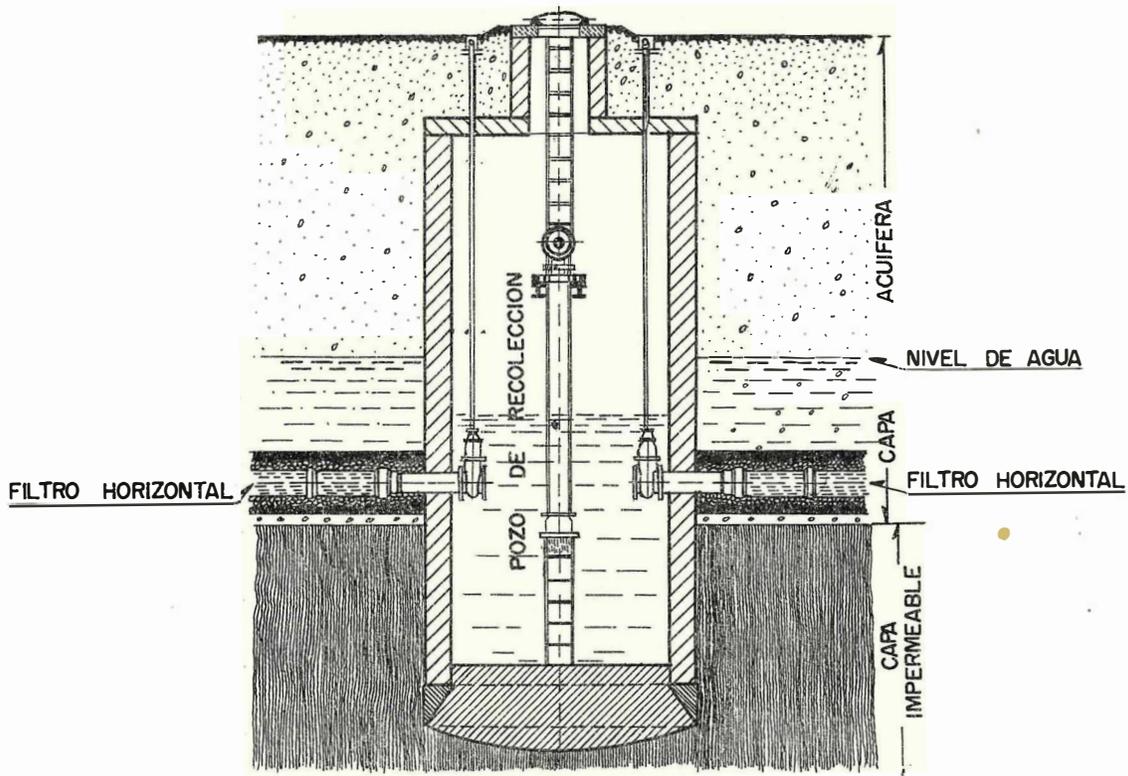


Fig. 2

EN LA
ISLA DE TUMACO
ESCALA 1:15.000

INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL

WOLFGANG DIEZEMANN
HIDROGEOLOGO-JEFE

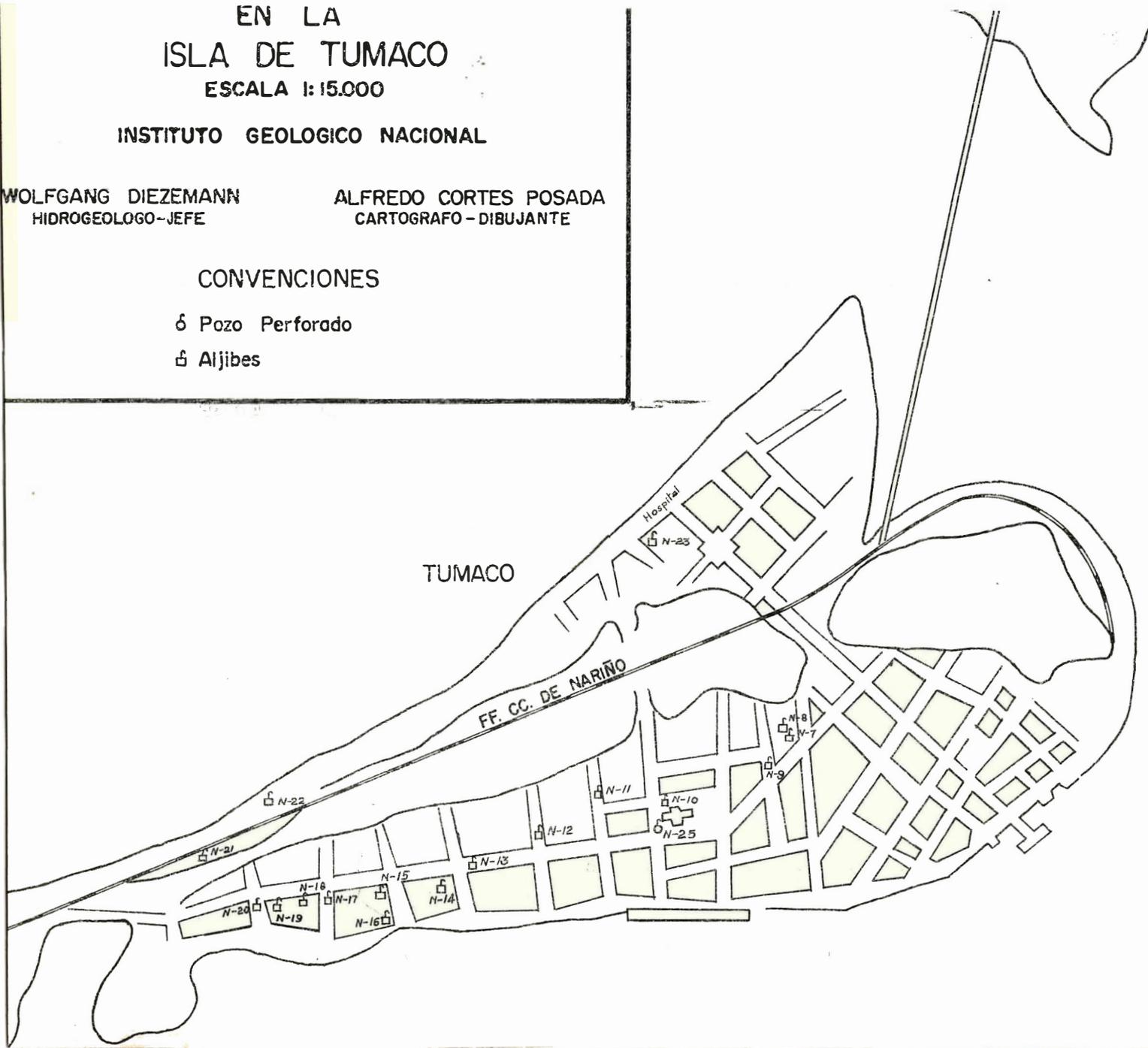
ALFREDO CORTES POSADA
CARTOGRAFO-DIBUJANTE

CONVENCIONES

⊠ Pozo Perforado

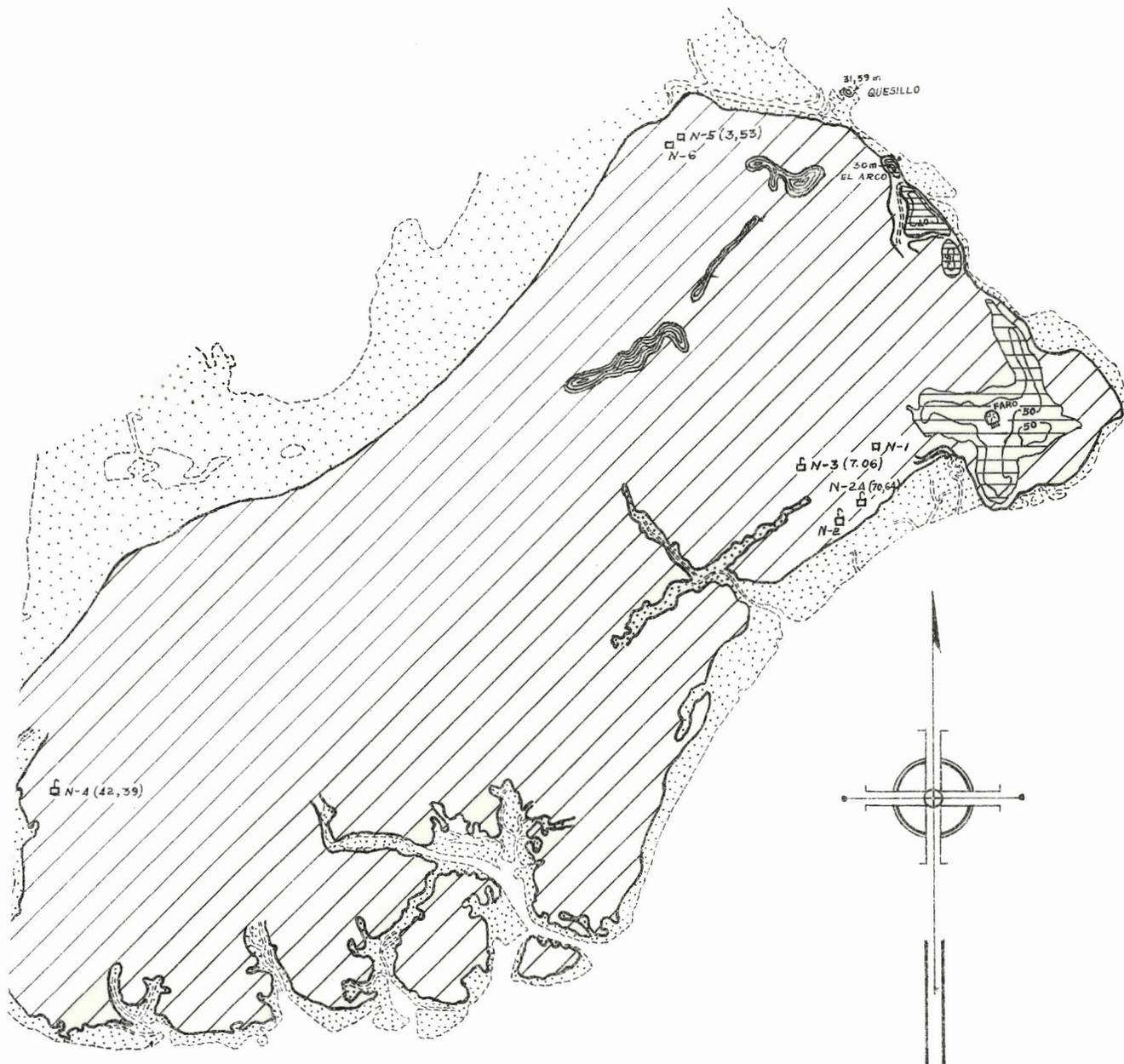
⊞ Aljibes

EL MORRO



ISLA DEL MORRO

ESCALA 1: 20.000



 Cuaternario (Suelo arenoso)

Charcos

Contenido de Cl en mg./lit.

 Playa

 Mioceno

 Aljibes

 Marea alta

 Marea baja

proy.

WOLFGANG DIEZEMANN
HIDROGEOLOGO - JEFE

dib.

ALFREDO CORTES P.
CARTOGRAFO-DIBUJANTE

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL

EL POSIBLE ABASTECIMIENTO DE TUMACO Y DE LA
URBANIZACION NUEVA EN LA ISLA DEL MORRO CON
AGUA DE DUNAS Y DE LLUVIAS

INFORME No. 935

WOLFGANG DIEZSMANN
Hidrogeólogo - Jefe

INVESTIGACIONES DE HIDROGEOLOGIA
JULIO DE 1953

EL POSIBLE ABASTECIMIENTO DE TUMACO Y DE LA
URBANIZACION NUEVA EN LA ISLA DEL MORRO CON
AGUA DE DUNAS Y DE LLUVIAS

En septiembre de 1.952 se rindió un informe sobre el problema de agua potable para la Urbanización nueva en la Isla del Morro, municipio de Tumaco, previendo una población de 5.000 habitantes dentro de 5 años. En ese trabajo se indicó que teóricamente existe la posibilidad de explotar diariamente una cantidad de 1643 m³ de agua por km² de terrenos de dunas. Esa cantidad sería suficiente para abastecer 6.572 habitantes. Para comprobar la realidad de este cálculo se necesitarían naturalmente trabajos hidrológicos preliminares, como perforaciones de ensayo, bombeos de ensayo, análisis químicos, cálculo de la superficie de los techos duros de las casas (eternit, tejas etc.) para la captación de agua lluvia, etc.

El Ministerio de Obras Públicas está últimamente en negociaciones con una empresa, especializada en el ramo de la explotación de aguas de dunas, para confiarle los trabajos hidrológicos preliminares, pero ya a base de abastecimiento con agua potable de 8.000 habitantes en la Isla del Morro y también de los más o menos 10.000 habitantes de Tumaco.

Por estas razones el Ministerio de Obras Públicas solicitó nuevamente al señor Ministro de Minas y Petróleos, doctor Pedro Nel Rueda Uribe, una comisión a Tumaco y el suscrito se trasladó el 13 de julio hasta el 16 de julio de 1.953, junto con un ingeniero de la "Preussag" especializada en la explotación de aguas de dunas, a ese lugar para realizar los estudios correspondientes.

La zona estudiada se compone de un grupo de tres islas, Tumaco, La Isla del Morro y La Viciosa en el golfo de Tumaco. La geología ya se describió en el informe número 871 del Servicio Geológico Nacional. En general se puede decir que las tres islas están cubiertas por una capa de arenas de dunas cuyo espesor no se conoce todavía con exactitud. Solamente en las colinas al nordeste de la Isla del Morro afloran estratos terciarios.

Ena cierta indicación sobre el espesor de las arenas de dunas nos dan las perforaciones de ensayo, hechas por la empresa Frederic Snare, para averiguar el subsuelo del muelle al margen nordeste de la Isla del Morro. Aquí tenemos una capa de arenas con un promedio de 10 m de espesor.

La parte nordeste de la Isla del Morro está reservada para la Urbanización Nueva, así que la parte suroccidental con el aeropuerto queda para la construcción de las captaciones e infiltraciones de agua. En la zona del aeropuerto se hicieron excavaciones de ensayo, y ensayos de infiltración, que resultaron muy favorables para la infiltración y para el almacenamiento de agua de precipitación. Creemos que por lo menos $33 \frac{1}{3} \%$ del agua lluvia se infiltre en el subsuelo. Calculando con la precipitación mínima de 2.000 mm/año y con un espesor suficientemente grande de las arenas de dunas se pueden explotar:

$$\frac{1.000.000 \cdot 2 \cdot 0,33}{1.808,21 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{día}}$$

Si suponemos que cada persona necesita 250 ltrs./día, se pueden abastecer con la cantidad calculada 7.232 habitantes. 1,1 km² serían necesarios para suministrar 2.000 m³ a 8.000 habitantes.

Este terreno de 1,1 km² nos ofrece el aeropuerto y sus alrededores. El agua subterránea se encuentra en las excavaciones de ensayo ya a una profundidad de 0,73 m, 0,85 m y 0,88 m. Por otra razón sería también conveniente elegir la región del aeropuerto como zona de explotación de aguas. Esta explotación tiene la ventaja que haría bajar el nivel de las aguas de dunas, y la pista de aterrizaje quedaría firme y utilizable también en tiempos de mucha lluvia. Naturalmente se puede regular ese nivel de agua y observar el espejo de agua por medio de los pozos de prueba que se tienen que construir con los trabajos hidrológicos preliminares. Estos pozos de ensayo ya representan una parte de la obra del acueducto mismo.

En la parte sureste de la Isla se encuentran pantanos de manglares y al nordeste de la zona del aeropuerto, donde el ferrocarril cruza la isla, también terrenos pantanosos, cuyas aguas subterráneas contienen sustancias químicas que no son aptas como agua potable. Aconsejamos por esta razón ampliar la zona de explotación e infiltración del aeropuerto hacia el occidente y noroeste.

Para abastecer con el mismo acueducto en parte también la población de Tumaco es aconsejable captar el agua lluvia de los techos de la urbanización nueva e infiltrarla técnicamente en los terrenos de la captación de las aguas de dunas. Así se aumenta la cantidad del agua explotable considerablemente. El ingeniero arquitecto, doctor Manuel Caicedo, nos indicó que en áreas urbanas se cuenta con una superficie de 16 m² de techo por habitante. Con una precipitación mínima de 2.000 mm por año se puede recibir en una urbanización de 8.000 habitantes.

$$\frac{8.000 \times 16 \times 2}{1000} = 701.36 \text{ m}^3$$

Suponiendo que cada habitante de Tumaco consume 150 litros por día se pueden abastecer con 701.36 m³ de agua 4675 personas.

Otra parte de agua potable para la población de Tumaco ofrecería una captación del agua de dunas en la isla La Viciosa. Las excavaciones de ensayo y los ensayos de infiltración en esta región resultaron también favorables. Pero sería muy conveniente prohibir que el aserrín de La Viciosa acumule el aserrín en los terrenos de la Isla. Este material orgánico contamina el agua subterránea. Se puede quemar fácilmente el aserrín. Por otra parte se tienen que evitar edificaciones en esta isla.

Cuando haya necesidad se deberán captar las aguas lluvias de Tumaco, conducir las a La Viciosa e infiltrarlas allá.

La isla de Tumaco misma está tan cubierta de - casas y ranchos que una captación de agua subterránea de dunas no parece aconsejable.

Para la conducción del agua lluvia y del agua-pura se puede usar la tubería de Eternit que ya está disponible en el Municipio de Tumaco.

Conclusiones.-

1.- Según estudios geohidrológicos preliminares un abastecimiento con agua potable de la urbanización nueva en la Isla del Morro y de la población de Tumaco por medio de agua de dunas, aumentada por la infiltración de agua lluvia parece teóricamente posible.

2.- Se tienen que comprobar estas conclusiones teóricas por medio de trabajos hidrológicos preliminares- (perforaciones de ensayo, bombeos de ensayo, análisis químicos, etc).

3.- Para el abastecimiento de la urbanización nueva de la Isla del Morro y en parte de la población de Tumaco proponemos explotar el agua de dunas de la zona del aeropuerto y del terreno al oeste y noroeste. Se tiene que aumentar el agua subterránea por la infiltración de agua lluvia, captada en los techos de la urbanización nueva.

4.- Otra parte del agua potable para Tumaco se puede recibir de las aguas de dunas de la isla La Viciosa. Cuando haya necesidad se puede infiltrar también en esta isla el agua lluvia de los techos duros de Tumaco y así - aumentar la cantidad del agua subterránea.

WOLFGANG DIEZEMANN

Hidrogeólogo Jca.

Bogotá, Julio de 1953

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL

POSIBILIDADES GEOHIDROLOGICAS PARA LA
CONSTRUCCION DE UN ACUEDUCTO DE AGUAS
SUBTERRANEAS EN SINCELEJO Y ALGUNAS
OBSERVACIONES EN COROZAL Y TOLU
(DEPTO. DE BOLIVAR)

INFORME NO. 943
POR
WOLFGANG DIEZEMANN
JEFE DE LA SECCION DE HIDROGEOLOGIA

INVESTIGACIONES DE HIDROGEOLOGIA

SEPTIEMBRE DE 1953

INFORME No. 943

POSIBILIDADES GEOHIDROLOGICAS PARA LA
CONSTRUCCION DE UN ACUEDUCTO DE AGUAS
SUBTERRANEAS EN SINCELEJO Y ALGUNAS
OBSERVACIONES EN GOROZAL Y TOLU
(DEPTO. DE BOLIVAR)

Introducción.-

A pesar de que se han hecho varios estudios hidrológicos, hidrogeológicos y sanitarios para el abastecimiento con agua potable de Sincelejo, importante centro comercial del Departamento de Bolívar, este Municipio aún no tiene acueducto y la gente sufre por la falta del agua.

En consideración de estas circunstancias el señor Gobernador del Departamento, Dr. Raúl H. Barrios solicitó del Ministerio de Minas y Petróleos un estudio hidrogeológico que, en el caso de hallar condiciones favorables, determine la manera de comenzar a la mayor brevedad trabajos hidrológicos preliminares y la obra del acueducto mismo. El Dr. Pedro Nel Rueda Uribe, Ministro de Minas y Petróleos, dispuso la comisión del suscrito por Resolución No. 621 de 1953 para que realizara dicho estudio.

El suscrito está agradecido con los doctores Eustorgio Alcocer, Alcalde de Sincelejo, Humberto Vergara Prado, M. D. y Marco Vergara Otero, abogado, así como a todas las personas que prestaron atenciones y ayuda a la comisión.

El Problema.-

Sincelejo se abastece hoy día de agua proveniente de aguadas o pequeñas lagunas artificiales alimentadas por agua lluvia y en parte también por agua subterránea, como por ejemplo la Aguada de San Francis-

co. En la población hay tanques de aguas lluvias,aljibes y algunos pozos perforados en predios particulares.

El agua de las aguadas de los tanques de recolección de aguas lluvias y de los aljibes está bacteriológicamente contaminada y aun puede ser que debido a la deficiente construcción de los pozos perforados,el agua de éstos esté también contaminada por aguas superficiales.

Según informe del señor Alcalde la zona urbana de Sincelejo tiene 30.000 habitantes y se espera que en 15 a 20 años la población aumente a 40.000 habitantes. Creemos que actualmente muchos sectores de la población consuman menos de 15 ltrs. diarios por persona en tanto que otros sectores más reducidos pueden consumir hasta 60 ltrs. por día y por persona. Estas diferencias se relacionan íntimamente con los sectores sociales de la población.

Para proporcionar 150 ltrs. diarios a cada uno de los 40.000 habitantes del futuro, cifra que nos parece suficiente para atender las necesidades del individuo, se necesita un acueducto que produzca 69,4 ltrs/s o sean 6.000 m³ de agua por día.

Geografía general.-

Sincelejo está situada a más o menos 200 m de altura sobre el nivel del mar, a una distancia de 150 km al sur de Cartagena y a 20 km del Golfo de Morrosquillo.

La ciudad y sus alrededores reposan en un terreno ondulado por cuyas hondonadas corren quebradas que en tiempos secos disminuyen considerablemente. Es probable que la poca agua que algunas de estas quebradas conservan en épocas de sequía esté alimentada por el subsuelo.

Gran parte de la región está cubierta de pastos que en los pequeños valles cuaternarios se hacen especialmente suculentos. También se ven zonas de arbustos, cultivos de maíz, tabaco, ñame, yuca y algodón y relativamente pocos árboles frutales como cocoteros, naranjos y mangos. La principal riqueza de la región la

constituye la ganadería.

Climatología.-

Como en el caso ya estudiado en Corozal (Bibl.No. 1) el mantenimiento de los depósitos de aguas subterráneas depende de la precipitación en la región misma, en los alrededores y aún en las zonas algo alejadas de Sincelejo. El porcentaje de agua infiltrada depende de la cantidad de precipitación, la densidad de las lluvias y la permeabilidad del suelo.

Sincelejo no tiene una estación meteorológica propia pero se puede suponer que el clima de esta ciudad sea más o menos equivalente al de Corozal. Esto ha sido observado durante varios años por los habitantes de Sincelejo.

Citamos nuestras anotaciones en el informe sobre Corozal (Bibl. No. 1) que parecen ser aceptables para la situación climatológica en Sincelejo:

"La temperatura media anual es de $27,7^{\circ}\text{C}$. La precipitación media anual durante los años de 1947, 1948, 1950, 1951, fue de 992,4 mm. Los días de lluvia por año varían entre 74 y 106".

"El gráfico de los últimos 5 años muestra claramente que los períodos secos y lluviosos alternan regularmente con un período seco marcado al fin y al comienzo de cada año. Hacia la mitad del año se presentan altos bien marcados y alternos con caídas bastante fuertes.

Es de lamentar que no existen medidas sobre las oscilaciones del nivel del agua subterránea para buscar la relación entre éste y la precipitación. Una vez construido el acueducto es conveniente la construcción de pozos de observación para controlar el espejo del agua y su relación con la cantidad de lluvia. Este es también un dato muy valioso para el control del consumo del agua y para la conservación del depósito subterráneo.

La evaporación en la región de Corozal es relativamente alta dada la temperatura elevada. Sin-

embargo, las ondulaciones del terreno son leves y el suelo es lo suficientemente permeable para dar suficiente tiempo a que una cierta cantidad de agua de lluvia se infiltre, y reponga la cantidad de agua extraída por el bombeo".

Hidrogeología.-

Los terrenos de Sincelejo y de sus alrededores están formados por sedimentos terrestres que en su mayor parte se componen de estratos fluviolacustres del mioceno (?) y de algunas capas cuaternarias en las hondonadas que no deben tener gran espesor.

Los estratos terciarios en general se componen de areniscas blandas, de grano fino hasta grueso, y de conglomerados y de lentes de arcilla que pueden alcanzar gran diámetro. Las areniscas y los conglomerados casi siempre contienen materiales arcillosos. El conjunto en general está atravesado por grietas finas que en las zonas superiores han sido rellenadas por material calcáreo.

A más o menos 200 m al NW de la Aguada de San Francisco encontramos areniscas, relativamente blandas, de color gris claro a pardo y de grano fino a medio; estas areniscas contienen esparcimientos de gravillas finas. La zona superior de éstas muestran bolas intercaladas de un diámetro hasta de 40 cm, compuestas de areniscas con cemento calcáreo. Estas bolas no son tan numerosas aquí como en la región de Corozal (Bbil-1).

Las areniscas de vez en cuando contienen lentes de conglomerados compuestos de guijarros entre 0,5 cm a 2 cm de diámetro. Los estratos presentan estratificación cruzada.

Hacia abajo el color de las areniscas es más claro y éstas son más compactas y forman bancos más gruesos, pero el conjunto aún es blando.

Las fisuras y grietas finas anotadas están rellenadas por material calcáreo, blanco y muy blando. Este mismo material se encuentra en las superficies de los bancos de areniscas.

Los estratos tienen una dirección SW-NE y se inclinan 9° al SE.

En la pendiente norte del arroyo Romerito encontramos bancos de areniscas blandas, de color pardo y de grano fino a medio. Estos estratos tienen dirección SW-NE y se inclinan 11° al SE.

A más o menos $1\frac{1}{2}$ km NW del sitio anterior afloran areniscas relativamente poco coherentes, de grano fino a grueso con gravillas finas e intercalaciones de conglomerados (cuarzo, lápidas, granito) con granos entre 0,5 cm hasta 10 cm de diámetro. Estos estratos están cruzados y conservan el rumbo SW-NE con buzamientos de 12° al SE. De vez en cuando contienen lentes de arcilla de color gris a pardo.

En la región de Sincelejo los estratos están levemente plegados y conservan una dirección general SW-NE. Aparentemente existen suplegamientos pequeños. En la carretera entre Sincelejo y Corozal, en la Sierra del Chorro, existe el único plegamiento fuerte y los estratos aparecen fuertemente levantados y disturbados.

Los aluviones de los pequeños valles de la región se componen unas veces casi exclusivamente de arcillas, en tanto que otras veces aparecen más arenosos hasta permeables.

En la cuenca que se extiende al sur de Sincelejo en dirección NW-SE hicimos una excavación de ensayo hasta 3 m de profundidad, pero sólo se encontró arcilla. Al Norte de la ciudad, cerca de la Aguada San Francisco, en el valle del arroyo Paso, se hizo una segunda excavación hasta 1,65 m de profundidad. Debajo de la capa vegetal se encontró material arenoso permeable de suerte que a los 0,70 m brotó el agua de todos los lados.

Parece que los aluviones en las cuencas formadas por pendientes laterales de poca inclinación, se componen de arcillas, en tanto que aquellas con pendientes más fuertes, contienen aluviones arenosos. Esto se debe a que la capa de descomposición en las primeras es mayor y de material fino, en tanto que las segundas-

pueden tener o estar completamente desprovistas de una capa delgada de descomposición. El depósito de agua en los aluviones arenosos se alimenta no tan sólo de la infiltración de agua lluvia que cae sobre ellos, sino también del agua subterránea que penetra por los estratos terciarios laterales.

En general se puede decir que las areniscas y conglomerados del Terciario (Mioceno?) en la región de Sincelejo son poco coherentes, porosos y pueden conducir y almacenar agua. Pero por el contenido de materiales arcillosos, la filtración es relativamente lenta.

Los pozos perforados en la región de Sincelejo demuestran que los estratos del Terciario no solamente contienen agua sino que son tan permeables que parece que el espejo de agua subterránea sea continuo - en todos ellos o sea en los alrededores de Sincelejo, Corozal, Morroa, Los Palmitos etc. De acuerdo con esto aparentemente los plegamientos suaves no influyen mucho en la continuidad del espejo. Es claro que esto sólo se puede comprobar mediante la nivelación precisa de los espejos de aguas subterráneas en los diversos pozos. Es posible que hallen lentes de arcilla de gran diámetro - sobre las cuales se forman espejos secundarios y debajo de las que el espejo continuo de agua se halle bajo cierta presión.

Los pozos excavados y perforados en Sincelejo varían entre 7 y 110 m de profundidad. De ninguno de éstos se obtuvieron perfiles geológicos. El diámetro de los pozos perforados entre 4" y 6" es muy reducido y éstos producen relativamente poca agua. Igualmente no existen ensayos de bombeo como tampoco medidas sobre el descenso del espejo de agua durante el bombeo.

En el pozo Bl-53, Finca El Oasis del señor Juan Becerra, en la parte noreste de Sincelejo, se hizo un ensayo de bombeo continuo con bomba de mano durante varias horas; se pudo determinar que el pozo produce casi $\frac{1}{2}$ ltr. de agua por segundo, continuamente.

Hidroquímica. -

Quando se terminó informe los añ

lisis químicos completos no habían sido hechos todavía ; pero parece que según los primeros resultados el agua subterránea de la región de Sincelejo es buena a cierta profundidad y necesita solamente poco tratamiento.

Consideraciones Técnicas.-

José Royo y Gómez en su informe (Bibl. No 2) dice "En el sinclinal del Chorro y en el de Sincelejo, al sur de la ciudad, pueden obtenerse aguas subterráneas suficientes para abastecer a la población. En el momento actual podrían ser llevadas ya a la ciudad mediante bombas eléctricas y tanque de elevación las aguas del pozo de la carretera de Corozal y las del de Argelia". El Servicio Cooperativo de Salud Pública del Ministerio de Higiene recomendó en un estudio (Bibl. No 3) el abastecimiento de Sincelejo con aguas subterráneas. - También nosotros creemos que un acueducto alimentado por aguas subterráneas sea posible.

Royo y Gómez consideró las zonas de Argelia y el Chorro como las más favorables para la explotación de aguas subterráneas y propone llevar el agua de los pozos existentes a la ciudad. Conocemos solamente la producción del pozo del Argelia con bomba de mano; creemos que ésta es tan reducida que no valdría la pena bombearla hasta Sincelejo. El pozo del Chorro está provisto también de una bomba de mano, en la actualidad dañada. Según nuestras observaciones parece que todos los pozos perforados en Sincelejo y sus alrededores, con diámetro entre 4" y 6", dan casi la misma cantidad de agua.

Técnicamente el problema es: por la composición litológica de los estratos terciarios en Sincelejo y sus alrededores, la filtración del agua es lenta. Para captar la cantidad necesaria de agua (69,4 ltrs/s) - hay que construir pozos con un diámetro lo más grande posible pero a la vez económico y dar al pozo una profundidad tal que permita captar la capa acuífera en un espesor grande; de esta manera se tendrá una gran superficie de entrada para el agua en el pozo. Creemos sin embargo que será necesaria una cantidad abundante de pozos. Económicamente sería muy importante si no fuera necesario la instalación de una bomba de profundidad por cada pozo y se pudiera establecer una o dos bombas centrales con --

tubería de elevación; también se podría usar aire compri mido para la explotación. La tubería de elevación requiere un espejo alto de agua subterránea lo mismo que un descenso pequeño de éste durante el bombeo. Naturalmente se considera un espejo continuo de agua, que se hallará más cerca de la superficie en las hondonadas del terreno.

Otro factor económico importante es el -- costo de la tubería principal desde las captaciones hasta la red de distribución.

Poniendo en consideración las razones anteriores creemos que los sitios más apropiados para la construcción de las captaciones se encuentren en la hondonada al sur de Sincelejo en dirección NW -- SE y al norte, a lo largo del Arroyo Paso. Estas zonas están situadas cerca de la ciudad, son más o menos planas y ahí se encontrará probablemente un espejo alto de agua subterránea.

Para comprobar lo anterior, para determinar el sitio más adecuado, la capa acuífera que ofrezca las mejores condiciones según el perfil geológico, la cantidad de agua que puede producir un pozo, el diámetro más apropiado para las perforaciones, la distancia entre una y otra y el número de éstas, se hacen necesarios trabajos hidrológicos preliminares, esto es algunos pozos -- de ensayo con pruebas de bombeo y medidas hidrológicas correspondientes. Esto también permitirá el cálculo del costo de la obra total para el acueducto.

Estimamos que una profundidad entre 60 y los 100 m será necesaria para los pozos definitivos. Se puede presentar el caso de que en una serie de pozos unos den más agua que otros; esto depende de la inclusión de material arcilloso en las capas.

Debido a la poca coherencia de los estratos terciarios, es posible que granos de arena fina alcancen a penetrar a los filtros con el agua. Por esto es importante que durante el proceso de perforación se lleven registros estratigráficos exactos y se tomen muestras para análisis granulométricos. De esta manera se calcularán el diámetro de los granos y el número de capas del relleno de grava del cual se deben rodear los filtros. Las gravillas para estos rellenos pueden encon-

trarse en restos de terrazas a lo largo de la carretera a Corozal y en los mismos estratos miocenos. La desventaja de este material es que se encuentra mezclado con mucha arcilla y por consiguiente requiere un lavado y escogencia cuidadosos de los granos. Tal vez se encuentren también suficientes gravas en los cauces del río Pichelín y del Arroyo Grande.

Observaciones hidrogeológicas en Corozal.

En el informe hidrogeológico sobre Corozal (Bibl.No. 1) aconsejamos como zona favorable para la captación y construcción de un acueducto el norte de El Cerro. En una segunda visita hecha a Corozal pudimos constatar que otra zona muy favorable sería el plano al sur de la población, al lado sur del Arroyo Grande. Esta zona es especialmente aconsejable si se tiene en cuenta que se quiere dotar al acueducto de bombas con caldera de presión y no de un tanque alto de distribución. El pozo B1-54 de la Nueva Planta Eléctrica en la orilla norte del Arroyo Grande, tiene una profundidad de 53 m con un diámetro de 4" y produce 3 m³ hora. Esto nos da una idea favorable de la mencionada zona.

La construcción de un acueducto de aguas subterráneas para Corozal parece fácil y relativamente de costo reducido.

Observaciones hidrogeológicas en Tolú.

En una corta visita a Tolú, en el Golfo de Morrosquillo observamos que la población se abastece con agua lluvia y de algunos aljibes de poca profundidad. En estos aljibes, el agua es algo salobre cerca de la costa, en tanto que hacia el interior se hace más dulce. Creemos que en este caso sería muy fácil la construcción de captaciones de aguas de dunas; para comprobar estas posibilidades se necesita hacer un estudio más detenido.

Conclusiones.-

1. Sincelejo necesita 69,4 ltrs./s de a-

gua potable para abastecer 40.000 habitantes.

2. Los estratos terciarios (miocenos) , componiéndose de areniscas blandas y conglomerados, mezclados con material arcilloso y con intercalaciones de lentes de arcilla, parecen conducir suficiente agua subterránea para abastecer la ciudad.

3. La filtración de agua en las capas - acuíferas es lenta y los técnicos tienen que buscar una manera de construir las captaciones lo más económicamente posible.

4. Los análisis químicos completos no - están hecho todavía pero según los primeros resultados - el agua parece buena a cierta profundidad.

5. La construcción del acueducto hace - necesarios la perforación de algunos pozos de prueba, en sayos de bombeo y análisis químicos del agua extraída.

6. Con estos trabajos hidrológicos preliminares se puede determinar el sitio más adecuado para las captaciones del agua subterránea, la profundidad y el diámetro de los pozos, la distancia entre ellos, el número aproximado de ellos y el costo total del acueducto.

WOLFGANG DIEZEMANN
Jefe de la Sección de Hidrogeología

Bibliografía.-

1. Diezemann y López C. Posibilidades para la Construcción de un Acueducto de Aguas Subterráneas en el Municipio de Corozal (Depto. de Bolívar); 1952

2. Rojo y Gómez. Sobre el Abastecimiento de Aguas a Sincelejo y Sabanas; 1944

3. Servicio Cooperativo. : Estudio y Recomendaciones -
de Salud Pública. Generales sobre Abastecimiento de Aguas de las poblaciones situadas en las siguientes regiones :

Norte de Bolívar, Sabanas de Bolívar y Valle del Río Sinú. 1953

MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL
DEPARTAMENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS.

Barreno para agua No. Bl-15
Municipio : Sincelejo
Sitio: Bomba de Gasolina, en la carretera a Corozal
Propietario : Alberto Mebarak Spath
Profundidad : 60 m
Explotación del pozo
Sistema de explotación : Motor de viento

Barreno para agua No. Bl-45
Municipio : Sincelejo
Sitio : Argelia
Propietario: Municipio
Profundidad : 18,50 m
Tubería : Diámetro 8,5 cm
Prueba del Pozo
Nivel piezométrico 13,5 m
Explotación del Pozo
Sistema de explotación : Bomba de mano

Barreno para agua No. Bl-46
Municipio : Sincelejo
Sitio : "Lebo", Calle 29 # 18
Propietario : Municipio
Tipo de Taladro : Rotación
Profundidad : 36 (?) m
Tubería : Diámetro 8,5 cm
Explotación del pozo
Sistema de explotación : Bomba de mano

Barreno para agua No. Bl-47 Aljibe
Municipio : Sincelejo
Sitio: Barrio Gaitán
Profundidad : 7 m
Explotación del Pozo
Observaciones : 0,50 m de agua en el pozo

Barreno para agua No. Bl-48
Municipio : Sincelejo
Sitio : Puerto Escondido, California
Propietario : Municipio
Profundidad : 39 m
Explotación del Pozo
Sistema de explotación : Bomba de mano

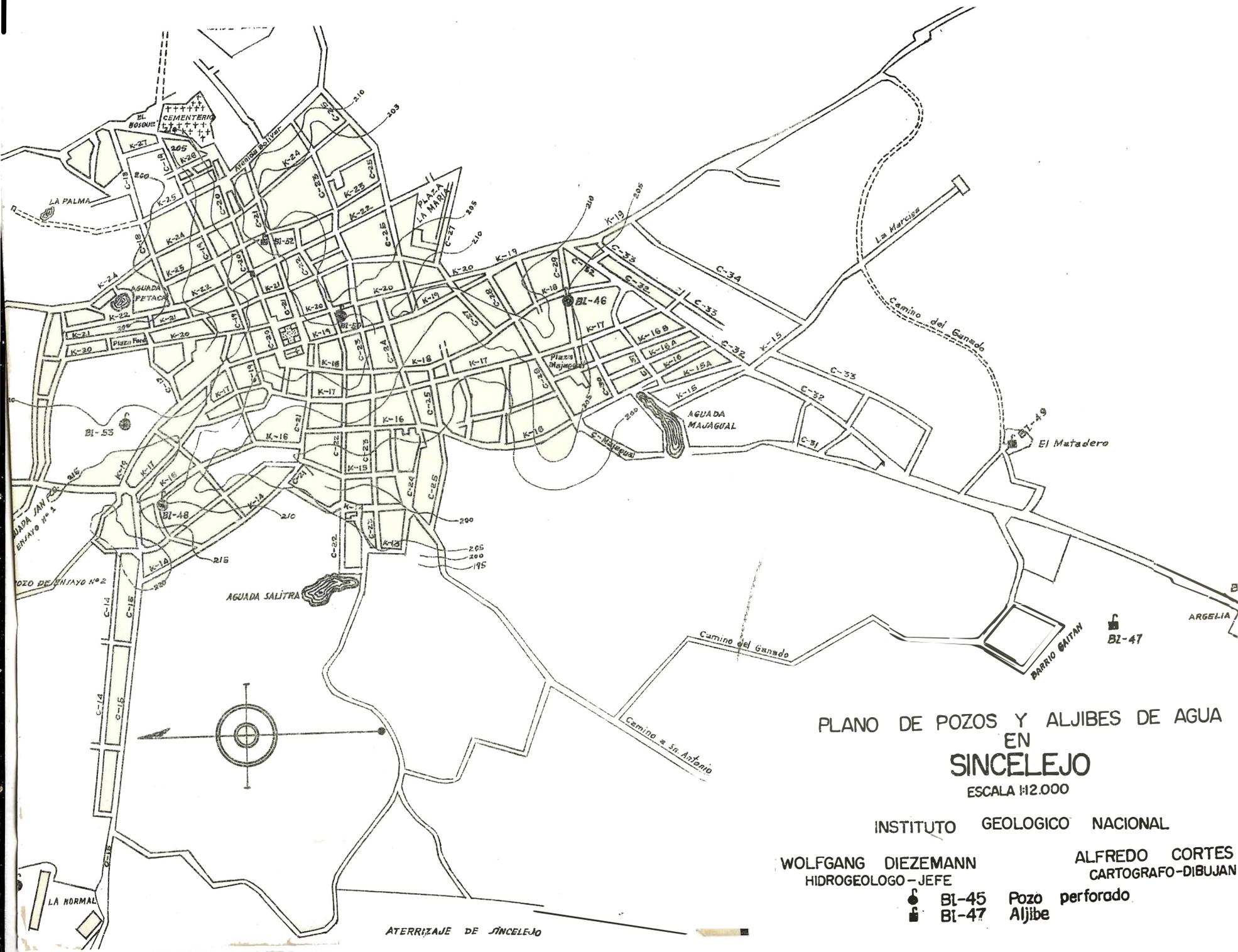
Barreno para agua No. Bl-49 Aljibe
Municipio : Sincelejo
Sitio : El Matadero
Profundidad : 17,20 m
Tubería
Observaciones : Aljibe 1 m de ϕ , construido en anillos
de hormigón
Prueba del Pozo
Observaciones : Espejo de agua, 3,35 m abajo de la super
ficie

Barreno para agua No. Bl-50
Municipio : Sincelejo
Sitio : Hotel Finzenú
Profundidad : 35 m
Tubería
Diámetro : 6"
Tipo del filtro : Sin filtros
Explotación del Pozo
Sistema de explotación : Motobomba de inyección

Barreno para agua No. Bl-51
Municipio : Sincelejo
Sitio : Escuela Normal
Empresa Constructora : Hans Goerts
Profundidad : 110 m
Explotación del Pozo
Sistema de explotación : Electrobomba

Barreno para agua No. Bl-52 Aljibe
Municipio : Sincelejo
Propietario : Lorenzo Diaz
Profundidad : 12 m
Explotación del Pozo
Observaciones : Agua permanente

Barreno para agua No. Bl-53
Municipio : Sincelejo
Sitio : Finca El Oasis
Propietario: Sr. Juan Becerra
Tipo de Taladro : Rotación
Profundidad : 43 m
Explotación del Pozo
Sistema de explotación : Bomba de mano
Observaciones Nunca se seca



PLANO DE POZOS Y ALJIBES DE AGUA
 EN
SINCELEJO
 ESCALA 1:2.000

INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL

WOLFGANG DIEZEMANN
 HIDROGEOLOGO - JEFE

ALFREDO CORTES
 CARTOGRAFO-DIBUJAN

- BL-45 Pozo perforado
- BL-47 Aljibe

ATERRIZAJE DE SINCELEJO

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
SERVICIO GEOLOGICO MINERO DE PASTO

ESTUDIO SOBRE ALGUNAS AGUAS

MINERALES DE NARIÑO

INFORME N° 941

P O R

BRAULIO C. MONTIÑEGRO
Químico Jefe de
Laboratorio

PASTO, JULIO 30 de 1.953

INVESTIGACIONES DE GEOLOGIA ECONOMICA

Estudio sobre algunas

AGUAS MINERALES DE NARIÑO

1.- AGUA MINERAL DE TERCÁN.

Ubicación: Municipio de Mallama. (véase croquis)

Nº de registro : 886Q.

Fecha de toma de la muestra: Noviembre 13 de 1952

Esta fuente se conoce con el nombre de "Baño de Tercán", y está ubicada en la margen izquierda de la quebrada de Los Baños, en terrenos de la señora Rebeca España de Burgos. Para ir a la fuente se parte del kilómetro 96 de la carretera Pasto-Diviso, del cual dista 12 kms.

La temperatura del agua es de 48º C y la altura barométrica de la fuente es de 2600 metros.

El agua se lleva a una pequeña alberca en donde se meten las personas que se bañan.

En la fuente, el agua es límpida; pero después de tomada se forma un precipitado de hidrato de hierro. No tiene olor especial, y su sabor es acídulo y salado. Su reacción es anfótera y acusa un pH de 7,0.

El flujo es de 63,467 litros por minuto, o sea 3808,02 litros por hora, y 91392,48 litros por día.

El análisis químico dió el siguiente resultado:

	<u>Miligramos por litro</u>
Anhídrido Carbónico libre	297,00
Cloruros, expresados en NaCl	2.280,00
Sílice	175,00
Alcalinidad de Bicarbonatos, en Ca(HCO ₃) ₂	2.123,12
Materia Orgánica, expresada en Oxígeno	2,10
Oxidos aluminico y férrico	15,00
Oxido de Calcio	400,10

Oxido de Magnesio	422,60
Acido sulfhídrico	0,00
Sulfatos, expresados en SO ₃	218,80
Residuo seco, a 110º C.	4.174,00

Nitratos	No hay
Nitritos	No hay
Fosfatos	No hay
Amoniaco	No hay
Potasio	Positivo
Sodio	Positivo
Estroncio	Positivo

Esta agua puede clasificarse como cloruro de alcalino-térreo ferruginoso salino estroncica. En cierta medida, podría utilizarse como agua mineral de bebida, con carácter medicinal.

= = = = =

2.- AGUA MINERAL DE LA CALERA.

Ubicación: Municipio de Mallama. (véase croquis)

Nos. de registro: 770Q y 889Q

Fechas de toma de las muestras: Diciembre de 1951 y Noviembre de 1952, respectivamente.

a) Análisis químico.

Esta fuente está ubicada en la margen derecha de la quebrada de La Calera y a una distancia de 40 metros aproximadamente. En esta región, la quebrada forma una chorrera de más o menos 45 metros de altura. Esta quebrada corta la carretera Pasto-Diviso en el kilómetro 107, y de este punto a la fuente (aguas arriba de la quebrada) hay una distancia de 1000 metros, aproximadamente.

El agua brota de una peña y en su lecho - deja un precipitado de hidróxido de hierro de color rojizo. La temperatura del agua es de 34,5º C. y la altura barométrica de la fuente es de 2506 metros.

Recién tomada, el agua es límpida; pero - con el reposo se forma un sedimento de color amarillento. El sabor es ácido y perceptiblemente salado. No tiene olor especial.

La reacción es anfótera, y presenta, en la fuente, un pH de 6,0,- el cual poco a poco, va subiendo hasta 7,0 en el agua envasada.

Sobre esta fuente se han practicado dos análisis. El primero bajo el número 770Q, cuya muestra se tomó en diciembre de 1951; y el segundo bajo el número 889Q, cuya muestra se tomó en noviembre de 1952, y, en la fuente misma, se practicaron las determinaciones de Anhídrido Carbónico libre y total.

Los resultados analíticos son como siguen:

	<u>Miligramos por litro</u>	
	<u>Nº 770Q</u>	<u>Nº 889Q</u>
Anhídrido Carbónico total		3.101,20
Anhídrido Carbónico libre, en la fuente		841,72
Anhídrido Carbónico libre, en el Laboratorio.....	550,00	479,60
Cloruros, expresados en NaCl	2.256,30	2.383,90
Sílice	133,90	150,80
Alcalinidad de Bicarbonatos, exp. en Ca(HCO ₃) ₂ ..	3.790,80	3.985,20
Materia Orgánica, expresada en Oxígeno	2,60	3,10
Oxido aluminico	7,90	6,90
Oxido férrico	22,90	20,60
Oxido de calcio	273,70	302,10
Oxido de Magnesio	258,00	371,90
Acido Sulfhídrico	0,00	0,00
Sulfatos, expresados en SO ₃	72,70	80,90
Residuo seco, a 110º C.	5.065,50	5.143,00
Nitratos	No hay	No hay
Nitritos	No hay	No hay
Fosfatos	No hay	Vestigios
Amoniaco	No hay	No hay
Potasio	Positivo	Positivo
Estroncio	Positivo	Positivo
Sodio	Positivo	Positivo

Como es natural, la cantidad de Anhídrido Carbónico libre es mayor en la fuente que la determinada en el Laboratorio, siendo en éste tanto menor cuanto mayor sea el tiempo transcurrido desde la toma de la muestra.

Habiendo revelado los resultados analíticos que esta agua puede tener importancia como agua mineral de bebida, se pensó en practicar un examen bacteriológico de potabilidad; y, al efecto, se invitó al técnico del Acueducto de Pasto, señor Federico C. Pérez A., quien no tuvo reparos en acompañar - al suscrito para tomar las muestras de aguas correspondientes a fuentes en estudio. Al volver a las fuentes, el suscrito aprovechó esa oportunidad para repetir el análisis del Anhídrido Carbónico libre en las fuentes ya estudiadas, obteniéndose en todas - éllas resultados enteramente bajos, al compararlos con los obtenidos con anterioridad. Al mismo tiempo, se practicó en las fuentes la determinación de la alcalinidad, cuyos resultados fueron idénticos a los obtenidos en el Laboratorio. Y para completar el estudio comparativo se repitió en el Laboratorio la determinación del residuo seco; obteniéndose resultados tan cercanos a los primitivos, que esas diferencias escasas podrían no tomarse en cuenta.

A continuación se presenta un cuadro que contiene los resultados, del contenido de Anhídrido Carbónico libre, Alcalinidad y residuo seco, obtenidos en las diferentes fechas, tanto en el Laboratorio como en la fuente misma sobre el agua de La Calera. Del estudio comparativo, se puede concluir que el contenido de Anhídrido Carbónico libre es variable. En cambio, la Alcalinidad y el residuo seco son prácticamente invariables.

Cuadro que presenta el contenido de Anhídrido Carbónico libre, Alcalinidad y residuo seco, a 110° C, del agua mineral de La Calera, en diferentes fechas.

	<u>Miligramos por ltr.</u>		
I.- Análisis en la fuente:	1.951	1.952	1.953
	Dic.	Nov.	Mayo
Anhídrido Carbónico libre		841,72	665,72
Alcalinidad, en $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$			4245,10
II.- Análisis en el Laboratorio:			
Anhídrido Carbónico libre	550,00	479,60	627,00
Alcalinidad, en $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	3790,80	3985,20	4050,00
Residuo seco, a 110° C.	5065,50	5145,00	5445,50

Esta agua puede clasificarse como clorurado alcalino-térreo ferruginoso estróncica. Podría utilizarse - como agua mineral de bebida, particularmente con carácter medicinal por su contenido de hierro y estroncio, que la hacen aplicable a afecciones de clorosis, anemias, etc.

La fuente de La Calera suministra 44,920 litros por minuto y que, por hora y por día, serían: 2.695,2 y 64.684,8 litros, respectivamente.

A partir del residuo seco de esta agua (5,143 gramos por litro), se han calculado las cantidades de componentes sólidos del agua que suministra la fuente durante un día y durante un año. Estas cantidades son: 332,674 kg. por día, y 121.436,0 kg. por año.

b) Análisis bacteriológico.

Aquí se copia la parte pertinente del informe que rindió al Servicio Geológico Minero de esta ciudad, el Sr. Federico G. Pérez A. sobre los resultados del análisis bacteriológico que fué practicado por él en el Acueducto de Pasto:

"Muestra N° 1. La Calera.

Fecha: 15 de mayo de 1953.

Hora de toma: 11 y media a.m..

Siembra: Mayo 18 de 1953, a las 10 am.

Resultados:

I. Presuntivo: a) a 24 horas; 37° C. Caldo lactosado:

10 cc., negativo; 1 cc., negativo; 0,1 cc., negativo; 0,01 cc., - negativo; 0.001 cc., negativo.

b) a 48 horas: Negativo total.

II. Bacterias por centímetro cúbico en Agar sólido, Promedio: 20.

III. Índice Coliforme: Cero.

IV. Clasificación de la muestra: Excelente."

3.- AGUA MINERAL DE LA CURVA DE LA NARIZ DEL DIABLO

Ubicación: Municipio de Mallama (Véase croquis)
 Nº de registro: 891Q.
 Fecha de toma de la muestra: Noviembre 13 de 1952.

a) Análisis químico.

La fuente está situada en la margen izquierda de la quebrada La Calera, a 220 metros abajo del punto en que la carretera Pasto-Diviso cruza dicha quebrada. La distancia de la fuente a Pasto es de 107 kilómetros. La fuente brota del talud a 2 metros de altura sobre el nivel del agua de la quebrada. Deja en el lecho abundante depósito de hidróxido de hierro.

La temperatura del agua es de 27º C. El flujo llega a 9,393 litros por minuto; lo que da 563,58 litros por hora y 13.525,92 litros por día. El agua en la fuente es límpida; pero, pronto se enturbia después de recogida, formando un depósito de hidróxido de hierro. Su sabor es acídulo. No tiene olor alguno y su reacción es anfótera. Acusa un pH de 6,9.

Miligramos per litro

Anhidrido Carbónico libre	517,00
Cloruros, expresados en NaCl	1772,50
Sílice	126,20
Alcalinidad de Bicarbonatos, en Ca(CO ₃) ₂	3223,80
Materia Orgánica, expresada en Oxígeno	2,20
Oxidos aluminico y férrico	4,20
Oxido de Calcio	275,80
Oxido de Magnesio	222,60
Acido Sulphúrico	0,00
Sulfatos, expresados en SO ₃	35,94
Residuo seco, a 110º C.	4079,00

Nitratos	No hay
Nitritos	No hay
Fosfatos	Vestigios
Amoniaco	No hay
Potasio	Positivo
Sodio	Positivo
Estroncio	Positivo

Esta agua se clasifica como agua clorurada alcalino-térreo estróncica. Puede utilizarse esta agua - como agua mineral de bebida, con carácter medicinal.

En mayo 15 de este año, al tomar la muestra para el análisis bacteriológico, se practicó en la fuente la determinación del Anhídrido Carbónico libre, obteniéndose un resultado extraordinariamente bajo, comparado con el resultado de Laboratorio, anteriormente obtenido (Noviembre de 1952).- En cambio, la Alcalinidad y el residuo seco no se diferencian sino en cantidades mínimas, como puede verse en el siguiente cuadro:

	<u>Miligramos por litro</u>	
	1.952 Nov.	1.953 Mayo
I. Análisis en la fuente:		
Anhídrido Carbónico libre		92,40
Alcalinidad, en $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$		3175,20
II. Análisis en el Laboratorio:		
Anhídrido Carbónico libre	517,00	22,00
Alcalinidad, en $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	3223,80	3175,20
Residuo seco, a 110° C.	4079,00	3995,50

Estos resultados comprueban la variabilidad del contenido de Anhídrido Carbónico libre en las fuentes de aguas minerales, de acuerdo con las diferentes épocas del año.

b) Análisis bacteriológico.

Del informe del señor Federico C. Pérez A., Operador Jefe de la Planta del Acueducto de Pasto, copiamos la parte correspondiente:

"Muestra N° 2. Agua de la Curva de la Nariz del Diablo.

Fecha: 15 de mayo de 1953.

Hora de toma: 3:15 p.m.

Siembra: Mayo 18 de 1953, a las 10:20 a.m.

Resultados:

I. Presuntivo: a) a 24 horas; 37^o C. Caldo lactosado:

10 cc., positivo; 1 cc., positivo; 0,1 cc., negativo, 0,01 cc., -
negativo; 0,001 cc., negativo.

b) a 48 horas: los mismos resultados que a 24 horas.

II. Bacterias por centímetro cúbico en Agar sólido, Promedio: 250.

III. Índice coliforme: 100 organismos, grupo coliforme, por 100 cc.
de muestra.

IV. Clasificación de la muestra: Agua Pura.

Esta muestra se confirmó en B.V.B. y E.A.M. con resultado positivo".

= = = = =

4.- AGUA MINERAL DE TUTACHA

Ubicación: Municipio de Túquerres (véase croquis)

Nº de registro: 893Q.

Fecha de toma de la muestra: Noviembre 13 de 1952.

a) Análisis químico.

Esta fuente está ubicada en la margen derecha de la quebrada de Tutachá, junto a una pequeña chorrera formada por la misma quebrada, a una distancia de 500 metros del punto en que la carretera troncal Túquerres-Ipiales cruza la quebrada de Tutachá. La fuente dista de Túquerres dos kilómetros y medio, aproximadamente.

El agua de la fuente tiene una temperatura de 16^o C., en tanto que el agua de la quebrada tiene 14^o centígrados. La altura barométrica es de 3002,5 metros. El flujo es de 10,1945 litros por minuto, o sea por hora 611,67 litros, y por día 14.680,08 litros.

Recién tomada, el agua es límpida; pero con el tiempo se forma un pozo de hidróxido de hierro, el cual se ve en el lecho de la fuente.

El sabor es acídulo agradable, y no tiene olor alguno. La reacción es ligeramente ácida al tornasol, y acusa un pH de 5,7 en la fuente.

El análisis químico dió el siguiente resultado :

Miligramos por litro :

Anhídrido Carbónico libre	796,80
Cloruros, expresados en NaCl	363,50
Sílice	98,80
Alcalinidad de Bicarbonatos, en $\text{Ca}(\text{CO}_3\text{H})_2$.	619,60
Materia Orgánica, expresada en Oxígeno	1,00
Oxidos aluminico y férrico	9,90
Oxido de Calcio	52,70
Oxido de Magnesio	33,30
Acido Sulfhídrico	0,00
Sulfatos, expresados en SO_3	109,50
Residuo seco, a 110° C.	1017,00

Nitratos	No hay
Nitritos	No hay
Fosfatos	Trazas
Amoníaco	No hay
Potasio	Positivo
Sodio	Positivo
Estroncio	No hay

Esta agua puede clasificarse como agua mineral ligeramente acídula clorurado salino ferruginosa. Puede ser utilizada como agua mineral de bebida, con resultados terapéuticos de algún valor, por su contenido en Acido carbónico y en Hierro.

También sobre el agua de esta fuente se repitió el análisis del Acido carbónico libre, en la fuente misma y en el Laboratorio, comprobándose una vez más la variabilidad del contenido de este compuesto en las aguas minerales. Los resultados obtenidos se dan a continuación:

Miligramos por litro

1.952	1.953
Nov.	Mayo

I. Análisis en la fuente:

Anhídrido carbónico libre	759,00
Alcalinidad, en $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	631,80

II. Análisis en el Laboratorio:

Anhídrido Carbónico libre	796,80	552,20
Alcalinidad, en $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	619,60	623,70

b) Análisis Bacteriológico.

Los resultados del examen bacteriológico son los siguientes :

"Muestra Nº 3. Agua de Tutachá.
Fecha: 15 de mayo de 1953.
Hora de toma: 5 y media p.m.
Siembra; Mayo 18 de 1953, a las 10 a.m.

Resultados:

- I. Presuntivo: a) a 24 horas; 37° C. Caldo lactosado:
10 cc., negativo; 1 cci, negativo; 0,1 cc., negativo; 0,01 cc., -
negativo; 0,001 cc., negativo.
b) a 48 horas: los mismos resultados que a 24 horas.
- II. Bacterias por centímetro cúbico en Agar sólido, Promedio: CERO.
- III. Índice coliforme: CERO.
- IV. Clasificación de la muestra: EXCELENTEMENTE PURA".

5.- AGUA MINERAL DE CHIMANGUAL

Ubicación: Municipio de Mallama (véase croquis).
Nº de registro : 8940.
Fecha de toma de la muestra: Noviembre 14 de 1952.

Esta muestra de agua mineral corresponde a una de las fuentes que brotan en la margen derecha de la quebrada de Los Baños de Chimangual. Esta quebrada está formada por numerosas fuentes de agua termal que manan todas de la margen derecha de dicha quebrada y a una altura casi constante de un metro sobre el lecho de la quebrada. Las diferentes fuentes están distribuidas a lo largo de unos doscientos metros, aproximadamente. La temperatura del agua de la quebrada es de 40º C.

La quebrada de Los Baños de Chimangual se encuentra en el fondo de un gran cañón de 80 metros de profundidad y de 120 a 150 metros de ancho en la parte superior, y sirve de límite en esta región a los Municipios de Mallama y Saipuyes.

La fuente, cuyo análisis se da más abajo, está situada en la parte media de los diferentes manantiales, y brota de una gran cueva. Su temperatura es de 55º C., y tiene un pH de 6,7. Recién tomada, el agua es transparente, pero pronto se enturbia y forma un sedimento abundante. No tiene olor alguno y su sabor es ligeramente salado.

El Anhídrido Carbónico libre y total se determinaron en la fuente. Además, se hizo una determinación de Anhídrido Carbónico libre en el Laboratorio. Los resultados se dan a continuación:

	Miligramos por litro
Anhídrido Carbónico Total	485,60
Anhídrido Carbónico libre, en la fuente	64,46
Anhídrido Carbónico libre, en el Laboratorio	37,40
Cloruros, expresados en Na Cl	1503,40
Sílice	142,80
Alcalinidad de Bicarbonatos, expresada en Ca (HCO ₃) ₂	415,50

Miligramos por litro

Materia orgánica, expresada en Oxígeno	2,40
Oxidos aluminico y férrico	7,30
Oxido de Calcio	146,00
Oxido de Magnesio	105,90
Acido Sulfhídrico	0,00
Sulfatos expresados en SO ₃	168,50
Residuo seco, a 110º C.	2286,00
Nitratos	No hay
Nitritos	No hay
Fosfatos	Vestigios
Amoníaco	No hay
Potasio	Positivo
Sodio	Positivo
Estroncio	Positivo
Bario	Trazas

Esta agua se clasifica como clorurado alcalino-térreo salina.

Dentro del plan de trabajo que lleva el Servicio Geológico Minero de Pasto, las otras fuentes de la quebrada de Los Baños de Chimangual se irán estudiando conjuntamente con otras fuentes importantes de diferentes regiones del Departamento de Nariño.

6.- AGUA MINERAL DE EL SALADO DE SAPUYES.

Ubicación: Municipio de Sapuyes (Véase croquis).

Nº de registro: 939Q.

Fecha de toma de la muestra: Mayo 16 de 1953.

a) Análisis químico.

Esta fuente se encuentra en la margen derecha del río Sapuyes y a una distancia aproximada de 30 metros de la ribera del mismo. La distancia de la fuente a la población de Sapuyes es más o menos de 3 kilómetros, y está muy cerca de la loma denominada Morro de Sapuyes.

En el sitio mismo en que brota el agua se ha hecho una pequeña alberca, en la que se mete la persona para bañarse. Como el fondo de la alberca está a unos cuarenta centímetros por debajo de la superficie del suelo circundante, es difícil tomar la muestra de agua tal cual sale del suelo. Esta circunstancia impidió también medir el flujo de la fuente, para lo cual habría que hacer un trabajo de excavación, junto a la alberca.

En la fuente, el agua se presenta límpida, pero se enturbia al poco rato, formándose un sedimento amarillento.

La temperatura del agua es de 27°C.- No tiene olor especial, y el sabor es ácido agradable y perceptiblemente salado. El pH, medido en la fuente, es de 6,3.

Se determinó el Anhídrido Carbónico libre en la propia fuente y en el Laboratorio. Los resultados analíticos son como siguen:

	<u>Miligramos por litro</u>
Anhídrido Carbónico libre, en la fuente	631,40
Anhídrido Carbónico libre, en el Laboratorio	418,00
Cloruros, expresados en NaCl	4650,70
Sílice	133,50
Alcalinidad de Bicarbonatos, expresada en $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$..	3969,00
Materia Orgánica, expresada en Oxígeno	5,43
Oxido Alumínico	6,60
Oxido Férrico	11,00
Oxido de Calcio	289,65
Oxido de Magnesio	496,22
Acido Sulfhídrico	0,00
Sulfatos, expresados en SO_3	155,82
Oxido de Estroncio	15,20
Residuo seco, a 110°C.	7244,50
Nitratos	No hay
Nitritos	Vestigios
Fosfatos	Vestigios
Amoníaco	No hay
Potasio	Positivo
Sodio	Positivo

Esta agua puede clasificarse como agua mineral clorurado alcalino-térreo ferruginoso estróncica, ligeramente acídulo salina. Puede utilizarse como agua mineral de bebida; pero, debido a su alta mineralización, tendría que emplearse a dosis moderadas. Sin embargo, tal como se encuentra la fuente - en la actualidad, no es recomendable su empleo como bebida, pues la presencia de Nitritos en el agua y su contenido de Materia orgánica algo superior a cuatro miligramos (máximo admitido para el agua potable), la hacen sospechosa. Esto queda confirmado con el examen bacteriológico que se transcribe más abajo, en el cual se la clasifica apenas como Agua pura, en tanto que otras fuentes se han clasificado como excelentes y aún excelentemente puras. Afortunadamente, este defecto puede remediarse fácilmente independi- zando la alberca del nacimiento de la fuente.

b) Análisis bacteriológico.

"Muestra N° 4. El Salado de Sapuyes.
Fecha: 16 de mayo de 1953.
Hora de toma: 10:40 a.m.
Siembra: Mayo 19 de 1953, a las 10 y cuarto.

Resultados:

- I. Presuntivo: a) a 24 horas; 37° C. Caldo lactosado:
10 cc., positivo; 1 cc., positivo; 0,1 cc., negativo; 0,01 cc., -
negativo; 0,001 cc., negativo.
- b) a 48 horas: los mismos resultados que a 24 horas.
- II. Bacterias por centímetro cúbico en Agar sólido, Promedio
220 (colonias).
- III. Índice coliforme: 1000 organismos del grupo coliforme por
100 cc. de agua de la muestra.
- IV. Clasificación de la muestras Agua pura.

Los resultados anteriores se confirma-
ron en B.V.B. y E.M.B. con resultado positivo.

- NOTAS: I. La clasificación de las muestras se ha hecho siguiendo a Whipple y Miquel.
- II. En bacterias por cc., léase, colonias de bacterias por cc."

Analizó,

Braulio C. Montenegro
Químico Jefe de Laboratorio del
SERVICIO GEOLOGICO MINERO

Pasto, Julio 30 de 1953.

BGB.

INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL
SERVICIO GEOLOGICO MINERO
-PASTO-

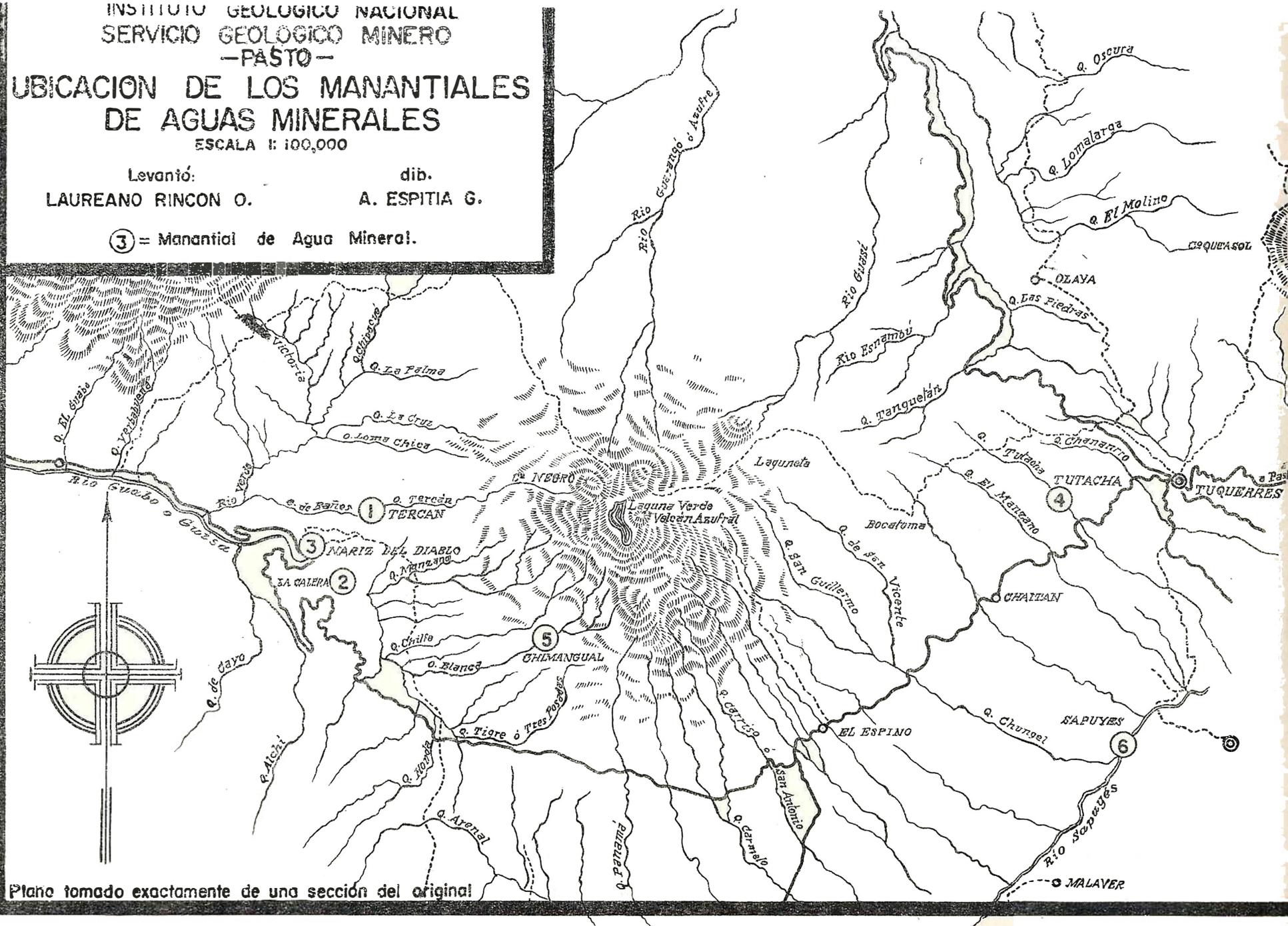
UBICACION DE LOS MANANTIALES DE AGUAS MINERALES

ESCALA 1:100,000

Levantó:
LAUREANO RINCON O.

dib.
A. ESPITIA G.

③ = Manantial de Agua Mineral.



Plano tomado exactamente de una sección del original

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL

INFORME DE LAS LABORES DEL
INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL
EN EL MES DE MAYO DE 1953.

JESUS A. BUENO O.
INGENIERO SUBDIRECTOR

LABORES DEL INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL

EN MAYO DE 1.953

Conceptos_sobre_informes_y_propuestas_de_petróleos

Prop. # 667.- Mayo 4/53.- José Sandoval
Prop. # 668.- Mayo 5/53.- José Sandoval
Prop. # 669.- Mayo 8/53.- José Sandoval
Prop. # 670.- Mayo 8/53.- José Sandoval
Prop. # 671.- Mayo 11/53. José Sandoval

Informes rendidos.-

Informe 929.- Gutiérrez, G.- "Informe sobre el mineral de feldespato situado en el municipio de Sabaneta (Antioquia). Estudio de flotación".- En este informe se consignan los resultados de los estudios hechos en el Servicio Geológico Minero de Medellín para la depuración de los feldespatos de un yacimiento que se explota en el municipio de Sabaneta.- Los estudios de laboratorio revelan que por un proceso combinado de separación magnética y de flotación se puede obtener un feldespato con impurezas de hierro tolerables dentro de las especificaciones de la industria cerámica. La aplicación industrial de este proceso permitiría la producción de una materia prima de alta calidad, lo mismo que el aprovechamiento de un mayor volumen del mineral. El material depurado por flotación sale con un contenido de hierro de 0.10- a 0.026 % que se ajusta amplia-

mente a las especificaciones para cerámica.

Informe 921.- Arenas, R. y Lucena, E.- "Informe sobre la visita practicada a unos yacimientos de plomo y zinc en el municipio de Valparaíso (Antioquia)", Existen varios filones paralelos que se están explorando para definir su explotabilidad como fuentes de mineral de zinc y plomo. Lo conocido hasta ahora revela un predominio del zinc y un desarrollo de los depósitos en forma de lentes o bolsones de mineral separados por zonas estériles. Los minerales contienen también plata. Las expectativas de estos yacimientos se podrán valorar mejor con el avance de la cruzada en construcción, con la cual se busca cortar a lo menos cinco de los filones conocidos, en sus afloramientos.

Informe 922.- Gutiérrez, G. y Lucena, E.- "Informe sobre la visita practicada a la mina de oro "Vende-Cabezas" municipio de Riosucio (Caldas)". A solicitud de los interesados, el Servicio Geológico Minero de Medellín hizo un estudio de esta mina que está paralizada por agotamiento de las reservas de mineral comercial. Como resultado, se indicó la continuación de algunos trabajos subterráneos hacia zonas de probable mineralización. La mina se caracteriza por zonas erráticas de alto contenido de oro, lo cual dificulta la labor sistemática de exploración y explotación.

Informes mensuales.-

S. Sección de Paleontología. - Los primeros días

mayo se hizo un estudio estratigráfico y paleontológico de la Mesa de los Santos, en el Departamento de Santander, y luego en la oficina se examinaron numerosos ejemplares de fósiles colectados en esa región. La Base de esta Mesa está constituida por rocas paleozóicas y de la formación Girón. Sobre ellas reposa el Cretáceo con formaciones que abarcan desde el Valanginiano hasta el Aptiano. Por medio del control paleontológico se pudo diferenciar muy bien cada una de estas formaciones. Se continuó el estudio micropaleontológico de muestras de la sección Girardot-Nariño y Girardot-Melgar y se inició también el de 48 muestras colectadas por el Paleobotánico Jefe en la región de Guachetá. En estos trabajos de investigación micropaleontológica colaboran con éxito creciente los aspirantes, señorita Yolanda Dumit y señor Toro García.

Sección de Fotogeología.— Los doctores Raasveldt y Keiser y el señor Luis E. Parra, dirigidos por el doctor Hubach, llevaron a cabo un estudio de la estructura de los yacimientos carboníferos de la región de Timbá (Valle del Cauca). Se ha estudiado en forma preliminar la geología de la región Zarzal-Cartago, el abanico aluvial de Pereira en el Valle del Cauca y la región de Buenos Aires, en el Cauca, con base en el plano topográfico levantado en esa Sección.

Se hizo además el dibujo preliminar para las planchas de las regiones ya nombradas, dibujo de-

los planos topográficos del lote para el edificio del Instituto y el dibujo de una plancha preliminar para litografía escala 1:25.000 (detalles) del Tolima; perfiles geológicos del Atlántico para la comisión del doctor Diezemann.

Sección de Petrología.- En una comisión realizada en mayo se hizo el levantamiento geológico de las secciones Mariquita-Manizales, Manizales-La Enea, Manizales-Salamina-San Félix y Manizales-Risaralda-Anserma. En uno y otro flanco de la Cordillera Central entre Mariquita y Manizales el basamento está constituido por rocas metamórficas y por granitos, unos y otros por lo regular muy alterados. En la cumbre el fundamento está cubierto por rocas efusivas modernas de tipo andesítico. Entre Mariquita y El Fresno (localidad La Estrella) aparecen granitos biotíticos de muy buen aspecto, como para construcción u ornamentación, pero desgraciadamente muy diaclasados. En la sección Manizales-La Enea se estudiaron los yacimientos de mármol de la quebrada Guayabal; un afloramiento revela un banco de mármol de 5 metros de espesor, y más arriba aparecen capas más potentes de mármol compacto que da buen pulimento. A la explotación de estos yacimientos se opone por ahora la falta de vías de acceso favorables. En la sección Manizales-Salamina-San Félix se hizo un estudio interesante por la carretera en construcción de

Salamina a Manzanares. Al E. de San Félix, hacia la cima de la Cordillera, se encontraron capas gruesas de un conglomerado con intercalaciones delgadas de esquisto arcillosos que muestra impresiones de hojas de plantas que según determinación corresponden a Cycadáceas. Las Plantas son del género Otozamites, pero la especie es distinta de las del Valanginiano de la Cordillera Oriental. Dado que la transgresión del Cretáceo hacia la Cordillera Central no se inicia sino en el Aptiano, se supone que las Otozamites de San Félix sean también aptianas o quizás más jóvenes. El hallazgo del Cretáceo en la cumbre de la Cordillera Central en este lugar es una contribución muy valiosa para la dilucidación de las relaciones entre los dos geosinclinales que tienen como línea divisoria esa cordillera y que poseen características litológicas y paleobiológicas bien diferenciadas. En la sección Manizales-Risaralda-Anserma se encontraron a uno y otro lado del río Cauca las rocas diabásicas ya reconocidas en otras regiones del Occidente Andino, cuya edad cretácea se ha deducido por su asociación con sedimentos fosilíferos.

Sección de Paleobotánica. - En la primera quincena de mayo se hicieron estudios de campo en la región de Lenguazaque, donde se determinaron las formaciones de Bogotá, y Guaduas y el Cretáceo superior y medio. La sección completa del flanco oc-

cidental del sinclinal de Lengua - guazaque se podrá establecer cuando se terminen los estudios paleontológicos de las muestras colectadas. Al SE de Lengua - que y en Guachetá existen yacimientos de esmeraldas, probablemente relacionados con fallas que han sido reconocidas en esas regiones. Han continuado los trabajos sobre polenfósil de los carbones de Suesca y Santa Rosita y se inició la preparación de los carbones de la zona de Cali.

Sección de Geología Minera. - Se hizo una exploración preliminar en la región de Sumapaz (Cundinamarca). En la vertiente septentrional del Nevado se confirmó la existencia de potentes yacimientos de caliza de edad paleozóica. Según lo observado en la Hoya de Cobre afluyente del río Gallo, la caliza se presenta en dos horizontes: el superior, con 200 metros de espesor, de caliza densa, cristalina, de color gris claro a negro, en parte dolomítica, en parte muy pura y bituminosa; y el inferior, con 40 metros de espesor, de caliza gris, densa, fosilífera. El afloramiento del horizonte superior se observó en una extensión de más de 10 kilómetros y se estima que los yacimientos contienen reservas visibles superiores a mil millones de toneladas. Las condiciones son favorables para una explotación a tajo abierto. Por ahora la dificultad para la explotación estriba en la falta de medios favorables de acceso.

La prolongación de la carretera Bogotá-Usme-Bruselas-Chisacá hacia la Hoya de Cobre, o la de Bogotá-Gutiérrez podría solucionar el problema del transporte. Un afloramiento de minerales de cobre investigado en la zona cárcara aludida no ofrece perspectivas comerciales.

Sección de Hidrogeología e
Ingeniería Geológica.-

En la primera quincena de mayo se terminaron los estudios de campo en el Departamento del Atlántico referentes a las posibilidades de abastecimiento de aguas subterráneas a 14 poblaciones de ese Departamento. Se determinaron varias zonas aparentemente favorables para la obtención de agua en masas sueltas cuaternarias y en capas de areniscas y conglomerados terciarios. El informe correspondiente está en elaboración. Se hizo la determinación de las posibilidades de perforaciones de pozos en estratos cuaternarios en Chiquinquirá, Tunja y Gachancipá. Se ha continuado la organización del archivo hidrogeológico en el que se recopilará toda la información existente en el país en lo relativo a aguas subterráneas.

Museo Geológico.-

Las labores técnicas y administrativas en las ramas paleontológica y petrográfica han continuado cumpliéndose normalmente. Al museo de paleontología entraron en mayo más de cien ejemplares de ammonites colectados por el Paleontólogo Jefe -

en el Departamento de Santander. También entró al museo petrográfico con el material colectado y estudiado por el Petrólogo Jefe, originario de la región de Prado, Dolores, Alpujarra y Matagaima, en el Departamento del Tolima.

Trabajos de colaboración. - En los últimos días de mayo llegaron al país los doctores T. J. McCarril y L.E. Smith, de la U.S. Atomic Energy Commission, enviados para estudios sobre expectativas de minerales radioactivos en Colombia. El Instituto Geológico Nacional ha colaborado con ellos en las investigaciones que están realizando en diferentes secciones del país.

Servicios Regionales.

Servicio Geológico Minero de Pasto. - Se realizaron trabajos de campo en la región minera de la Llanada, donde se estudió la mina de oro San Juan Bosco. En los municipios de Túquerres y Sapuyes se visitaron varias fuentes de aguas minerales de las cuales se están haciendo los análisis respectivos. En la sección de laboratorio se hicieron 165 determinaciones químicas y 2 pruebas de cianuración.

Laboratorio de Fundición y Ensayes - Quibdó. - Se terminó la elaboración del informe sobre los estudios practicados a lo largo de la carretera Quibdó-Bolívar en el sector Quebrada Catugadó-La Equis. La mayor parte de este sector está cubierta por rocas terciarias. Al Este de La Granja apa

recen calizas arcillosas con un contenido promedio de 47% de carbonato de calcio. Aproximándose a La Equis afloran rocas igneas y metamórficas del fundamento.

Servicio Geológico Minero de Medellín.— Las actividades en esta Dependencia se redujeron a algunos trabajos urgentes de laboratorio y a funciones administrativas y de organización, en vista de que no se cuenta todavía con el personal técnico para labores de campo y de laboratorio. Se espera que en breve término esta dificultad quedará solucionada y los trabajos del Servicio puedan reanudarse normalmente.

JESUS A. BUENO O.
INGENIERO SUBDIRECTOR