

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Tomo VIII

Julio de 1953

Nº 3

GEOLOGÍA DEL ALTO PARANÁ

EN RELACIÓN CON LOS TRABAJOS DE DERROCAMIENTO
ENTRE ITUZAINGÓ Y POSADAS

Por ENRIQUE DE ALBA

SUMARIO

Se describe la geología regional del río Alto Paraná, entre Ituzaingó y Posadas, en relación con los trabajos de canalización, con el objeto de obtener un nivel de agua que permita la navegación normal, aun en épocas de bajante. Además, se describe la geología de detalle en los Pasos Ituzaingó, Km 1460, Mbaracayá, Salto Apipé, Tres Hermanas, Carayá, 25 de Mayo, Júpiter, San Miguel, Talavera, Curupaity, Mborebí, Ombá, Yacarey, Islas Perdidas de Abajo y de Arriba, hasta Posadas.

PREFACIO

Este trabajo es parte del entregado a la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables del Ministerio de Obras Públicas de la Nación, que se halla trabajando en el derrocamiento del canal de navegación del río Alto Paraná, entre Ituzaingó (Corrientes) y Posadas (Misiones), con el fin de asegurar un nivel de agua mínimo que permita la navegación en épocas de bajante.

Ante la necesidad de contar con el estudio geológico correspondiente el suscripto visitó la zona a fines de diciembre de 1951, reconociendo la geología de Paso Carayá (lugar donde actualmente se derroca) sobre cuyos aspectos y características se expidió en una breve información de fecha 22 de enero de 1952. Al mismo tiempo se planeó la tarea a seguir en todo el tramo afectado por la canalización, concluyendo que debía realizarse lo siguiente:

- 1) Relevamiento geológico general del río y costa argentina en escala 1 : 100.000.
- 2) Relevamiento geológico de detalle de cada Paso en escala 1 : 5.000.
- 3) Comprobar y completar las observaciones geológicas de superficie

This One

9



DL05-AY7-OPE7

por medio de perforaciones, en la franja a canalizar y en tierra firme. Para el relevamiento geológico general fueron utilizadas las planchetas Ituzaingó, Estancia San Borjita y Posadas del Instituto Geográfico Militar y el plano de Navegación del río Alto Paraná, entre Posadas y Confluencia, láminas segunda y tercera, que sirvió de base en lo que respecta al relevamiento en el río.

Para el estudio de detalle se utilizó en vez de lo proyectado, un plano topográfico del río, del Ministerio de Obras Públicas en escala 1:25.000. El cambio no representa ningún inconveniente, dado que la geología de la zona es sencilla, sin complicaciones tectónicas como para necesitar una representación más detallada.

Durante el reconocimiento geológico se contó con la eficaz colaboración de la División Corrientes, del M. O. P., la cual proporcionó la movilidad y además los elementos necesarios para la realización de los trabajos.

Por razones de espacio, la carta geológica del río Alto Paraná entre Ituzaingó y Posadas, escala 1:100.000, es reemplazada por un croquis de orientación entre los mismos lugares escala 1:500.000.

Se agradece a la Dirección Nacional de Minería y a la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables hayan permitido y facilitado la publicación de este trabajo.

I. GEOLOGÍA REGIONAL

La región estudiada se caracteriza por su monotonía geológica, que deriva de la secuencia de las formaciones, de los caracteres particulares de cada una de ellas, de la escasez de los afloramientos, así como de la estructura regional. Se ve acentuada por el gran desarrollo que alcanzan los sedimentos cuartarios, que al cubrir prácticamente todo, en especial, al oeste del Arroyo Naranjito, imposibilitan o dificultan la observación directa. Además, el hecho de que los afloramientos de las distintas formaciones sólo aparezcan en las barrancas del río, o relacionados con la zona de playa del mismo, donde a su vez existe un monte en galería, da idea más real sobre la monotonía anotada.

Es de destacar que ella, en el área considerada, no debe llamar la atención, dado que es parte de otra mayor, donde no sólo subsiste sino que se acrecienta. En efecto, en el Alto Paraná y el valle del río Uruguay, hasta un poco al sur de Concordia (Entre Ríos), existe predominancia absoluta de una formación de origen volcánico, representada por rocas basálticas ¹. En tierra firme, entre Arriba Ituzaingó y Arroyo Naranjito, se admite su continuidad a pesar de las grandes superficies cubiertas

¹ También llamadas meláfiro en consideración a su edad.

y no obstante la presencia de afloramientos dispersos y apartados entre sí de arenas y areniscas poco consolidadas del Plioceno inferior.

Desde luego que, especialmente en las áreas apartadas del río Paraná, estas formaciones se hallan a menudo cubiertas por otras de edad menor, hasta reciente.

La pequeñez de los afloramientos, su reducido número, la presencia de una cubierta reciente de gran desarrollo que oculta a las rocas más antiguas, sólo proporcionan una idea pobre sobre las condiciones generales y particulares de los caracteres geológicos (litología y estructura) que interesan de acuerdo a la finalidad del trabajo.

Es por ello, que al describir en particular cada uno de los terrenos que afloran, se tratará de dar a conocer no sólo sus características geológicas sino también su importancia con respecto a la canalización, al ser variadamente afectados por la obra que se está realizando.

De este modo, se considerarán únicamente aquellos terrenos que interesan, eliminándose los otros, con el objeto de simplificar el problema a resolver.

1) *Formaciones geológicas, su distribución y litología.* — A continuación se tratará la distribución y litología de cada una de las formaciones que afloran en el área estudiada, debiendo consultarse el croquis de orientación (fig. 1) para seguir su descripción.

a) *Eruptivas de Serra Geral*: Esta formación, constituida por rocas ígneas de facies efusiva de un magma básico, de gran fluidez, es conocida con la denominación de Eruptivas de Serra Geral.

Afloran principalmente en casi todo el cauce y barrancas del río, siempre a escasa distancia de éste hacia el sur, desde aproximadamente el Km 1400 hasta superar la ciudad de Posadas, salvo entre los Kilómetros 1495 y 1535 donde son cubiertas por sedimentos.

En algunos lugares, el río ha labrado su margen izquierda en la roca volcánica, determinando barrancas de altura e inclinación variable, en ocasiones cortadas a pique (frente al puerto de Posadas) y generalmente coronadas por formaciones más modernas (Paso Yacarey, frente a Kilómetro 1540). En otros casos son de pendiente muy pronunciada (Punta Gómez).

Desde Posadas hacia Ituzaingó, los afloramientos de basalto aparecen en forma discontinua, formando grupos de asomos pequeños y separados entre sí, que se describen a continuación.

Al oeste de la ciudad de Posadas, los afloramientos son continuos hasta el lugar denominado La Choza, y luego de una pequeña fracción cubierta por sedimentos modernos, alcanzan el Destacamento de Gendarmería Laurel. Aguas abajo vuelven a aflorar en: la margen izquierda de la desembocadura del Arroyo Caimán o Carpincho, frente a la isla Tatayndi; frente al Rincón de Itaembé y aguas abajo del Arroyo Cara-

guatay o Los Barreros, donde forman una barranca sobre el río Parauá; frente a isla Perdida de Arriba; frente al Paso Yacarey hasta pocos metros antes del Puesto de Gendarmería Luján; aparecen nuevamente junto al río en Rincón Ombú (Km 1540) para no volver a aflorar en las proximidades de aquél sino varios kilómetros al oeste en Paso Curupaity y aguas abajo del Puesto de Gendarmería Garapé. De este lugar hasta las inmediaciones de Paso Júpiter está cubierto por arenas y areniscas poco consolidadas del Plioceno y sedimentos modernos en un tramo de 45 km de extensión aproximada. Hacia aguas abajo, si bien afloran esporádicamente, pueden considerarse como continuos hasta las cercanías del Km 1460.

En otros lugares, en cambio, la formación no es visible debido a la cubierta sedimentaria más moderna que la oculta. En tierra firme los afloramientos son aún más discontinuos y ralos. Su mayor avance en esta dirección se observa en la parte oriental del área, a partir del Arroyo Naranjito, donde los asomos son más numerosos, apareciendo tanto en los valles de erosión como en las crestas de las lomadas, cada vez con mayor frecuencia. En cambio, aguas abajo de este arroyo, el basalto aflora en las adyacencias de Paso Júpiter y algo más abajo de Paso 25 de Mayo y Paso Rápido Apipé.

Además, las rocas fueron observadas a lo largo del cauce del río, o supuestas por la presencia de correderas, en distintos lugares cuando fué realizado el reconocimiento.

En la zona comprendida entre Arriba Ituzaingó y Paso San Miguel, a pesar de la falta de afloramientos de la serie eruptiva de Serra Geral, su distribución horizontal se supone a profundidades variables del nivel del suelo, que aumentan a medida que la formación se aleja del río.

En esta zona existen algunas perforaciones realizadas por el Ministerio de Obras Públicas, como parte del estudio de los canales laterales, las cuales no merecen fe en cuanto a la clasificación del material atravesado y, además, pueden dar una idea errónea sobre la calidad del mismo, desde el momento que se utilizó el método de percusión que termina por triturar todo el material perforado. De todos modos, es conveniente efectuar el estudio petrográfico de las muestras de las perforaciones para obtener alguna conclusión de valor. Si ello no fuera posible, en cualquier caso de consideración de los proyectos de canalización lateral, deberían efectuarse nuevamente, pero bajo la supervisión directa de un geólogo.

Es conveniente recordar que esta formación tiene amplia difusión areal hacia el este. En efecto, poseen su máximo desarrollo en Rio Grande do Sul (Brasil); cuenca del río Uruguay y parte norte de la República Oriental; parte oriental de la República del Paraguay; cuenca del río Alto Paraná y prácticamente todo el territorio de Misiones.

En la cuenca de los ríos Alto Paraná y Uruguay, a medida que se alejan del Territorio de Misiones, los afloramientos basálticos desaparecen de la observación directa cuando se separan de ambos cursos, al ser cubiertos por sedimentos más modernos. Sin embargo, su presencia en el subsuelo ha sido confirmada mediante perforaciones que lo revelaron a distintas profundidades en las provincias de Entre Ríos (perf. Ramírez, al SE de la ciudad de Paraná, a unos 700 m), Santa Fe (perf. n° 8, San Cristóbal, entre 734,90 y 787,80 m y entre 833,90 y 862,40 m) y Corrientes (perf. n° 1, Curuzú Cuatiá a 4,50 m).

El espesor de las Eruptivas de Serra Geral es grande, como lo certifica una perforación en la República Oriental del Uruguay (Arapey) que atravesó 540 m de rocas basálticas y otras que, sin llegar a pasarlo, revelan los siguientes valores: perf. n° 1, Posadas 470.33 m; n° 2, Posadas 477,55 m; perf. n° 1, Curuzú Cuatiá 301.64 m.

En la zona de estudio no se tiene ninguna referencia al respecto, salvo los datos que proporcionan las perforaciones de Posadas citadas. Sin embargo, se prevé que hacia el oeste el espesor disminuye, aunque no es posible determinar en qué proporción, en especial, en la zona Carayá-Mbaracayá, lugares cercanos a la zona frontal de su distribución hacia occidente. Allí, es admisible la existencia de irregularidades que se traducirán principalmente en el espesor y en el recorrido del frente de la colada.

Sin embargo, desde ya, es posible adelantar que, de acuerdo a la profundidad necesaria a canalizar, la roca basáltica ofrece espesores que determinan la seguridad de la obra en cuanto a posibilidad de ejecución.

En base a la observación de los hechos es posible reconstruir el proceso de formación de estas rocas.

Como ya fué expresado, esta formación es de origen eruptivo y corresponde a un magma básico caracterizado por su gran fluidez. Sus lavas alcanzaron la superficie terrestre a lo largo de gran cantidad de fisuras, derramándose en coladas sucesivas y discontinuas, como lo demuestra la presencia de pequeñas lentes, de espesores y superficies variables, de arenisca de origen eólico intercaladas y diversamente afectadas por la temperatura de las distintas coladas. Se destaca que estas intercalaciones representan un escaso porcentaje en el conjunto.

Al derramarse cada colada la superficie preexistente pudo estar representada por rocas de mayor edad que la serie eruptiva o por una colada anterior, o aun, ocasional y parcialmente, por arenas eólicas. La fluidez de las lavas les permitió recorrer distancias considerables a partir de las grietas de efusión.

Las lavas, primitivamente ricas en gases, los han dejado escapar al derramarse sobre la superficie. Se forman así numerosas burbujas que tienden a ascender, aumentando su cantidad y tamaño hacia la parte

superior de cada colada. Cerca de la superficie, la rapidez de la solidificación permite la conservación de parte de las burbujas, que confieren a la roca un aspecto esponjoso; la parte media de la colada se enfría más lentamente y conserva por más tiempo su plasticidad; de este modo permite el escape casi total de los gases, convirtiéndose en una roca prácticamente compacta. Además, la parte basal de cada colada, por su fuerte fricción con la superficie preexistente, se desplaza con menor velocidad que la parte superior; tal hecho da lugar, en estas rocas, al tipo de estructura lajosa con cierta apariencia sedimentaria (1).

Esta sucesión de tipos de rocas en la masa de cada colada, corresponde a una sección vertical ideal de la misma. Según donde se efectúe la penetración, aparecerán más o menos definidas las características descriptas, las que variarán según se perfore en el centro o en el borde del escorial.

Dentro de los tres tipos principales precedentemente mencionados, se diferencian en atención a su color, compacidad, grado de alteración, etc., otros tipos que se detallan a continuación:

Tipo I: Basalto color gris o pardo rojizo, compacto. Aflora en las cercanías de Paso 25 de Mayo, frente a La Tapera; aguas arriba del Puesto de Gendarmería Garapé; en ambas márgenes del Arroyo Caraguatay y a la altura de la isla Tatayndi.

Tipo II: Basalto color superficial pardo rojizo, compacto, con diaclasas. Aflora frente a la isla Diablo o Pacú con disyunción estratiforme, al este de Paso Apipé; en Punta Gómez; en la calle que pasa frente a Y. P. F. y llega al balneario El Brete, con diaclasas verticales.

Tipo III: Basalto de color pardo rojizo, regularmente compacto, de estructura amigdalóide. Aflora en Salto Apipé; parte norte de la isla Pacú (lám. II, 1); en Paso Júpiter; aguas abajo del Puesto de Gendarmería Garapé en la desembocadura del Arroyo Mártires y en La Choza.

Tipo IV: Basalto con grado variable de alteración, de coloración pardusca grisácea o rojiza, con escasas o abundantes oquedades. Aflora en los Pasos Carayá, Yacarey; isla Perdida de Abajo; frente a la Prefectura, parte media de la barranca de Punta Gómez y en la calle que llega al balneario El Brete de la ciudad de Posadas.

Tipo V: Basalto color pardo rojo, bastante alterado en superficie. Aflora en Paso Mbaracayá, aguas arriba del Aserradero Luján y aguas abajo de la desembocadura del Arroyo Nanbiy.

En términos generales el tipo de roca dominante es de textura densa, de color oscuro, grisáceo o pardo rojizo por alteración. Se caracteriza por su gran consistencia, salvo en los pocos casos en que se encuentra alterada, lo que generalmente ocurre en las partes superficiales.

Los minerales esenciales que constituyen estas rocas son una plagioclasea básica, en general labradorita, a veces con reemplazo parcial de

albita por alteración; entre los ferromagnésicos es común hallar clinopiroxeno (augita) y olivina. Como minerales accesorios predominan hematita, magnetita y clorita. Los minerales que rellenan las cavidades en las especies amigdaloides son con preferencia zeolitas y cloritas. Referencias más detalladas respecto a este tipo de roca se harán en el capítulo de Geología Especial y en la descripción petrográfica. En cuanto a sus condiciones técnicas, desde ya es posible adelantar que cuando se trabaje en las rocas de los tipos I, II, III y IV, dada su consistencia y su carácter impermeable, no surgirán inconvenientes que puedan provocar disturbios en la marcha de la obra. En los casos en que la roca presente diaclasas o fisuras no siempre soldadas o estructura vacuolar o alteración, puede admitirse lo supuesto anteriormente, porque no pierde su consistencia sino en zonas limitadas y conserva su carácter impermeable en el conjunto. Esto es posible porque las fisuras se sueldan en profundidad; los vacuolos no son intercomunicados y la alteración siempre se reduce a una zona superficial como lo demuestra el estudio petrográfico realizado en algunas muestras.

b) *Formación de Ituzaingó — Plioceno inferior* : Esta formación, cuyos depósitos se superponen discordantemente sobre las Eruptivas de Serra Geral, corresponde a la Serie Mesopotámica (horizonte inferior) de Bonarelli (2) y se relaciona estratigráficamente con el Plioceno con maderas fósiles del río Uruguay.

Sus afloramientos, dentro de la zona en cuestión, alcanzan su mayor desarrollo desde Ituzaingó hasta unos 500 m aguas arriba de Arriba Ituzaingó, formando las barrancas ribereñas en cuyos cortes naturales se manifiestan sus condiciones estratigráficas uniformes (lám. I, 1). Desde allí continúa aflorando, aunque esporádicamente, hasta Paso Mbaracayá.

Hacia oriente no vuelve a aflorar al quedar cubierto por sedimentos modernos hasta la proximidad del Km 1551, donde aparece aguas abajo y arriba de la desembocadura de la Zanja San Miguel, cuyas barrancas también forma. Vuelve a aflorar en las proximidades de Estancia Puerto Valle constituyendo las barrancas del río por un trecho aproximado de 5 km.

Nuevamente una área cubierta por arena, producto de desintegración de esta formación, dificulta la observación al este de la estancia Puerto Valle. Sin embargo, vuelve a asomar frente al borde oriental de la isla Durand, desapareciendo luego, para aflorar otra vez aguas arriba de la isla Mborebí.

Más al este de los últimos afloramientos citados, no se observan otros depósitos de esta formación. En tierra firme no se ven afloramientos entre Ituzaingó y la isla Mborebí, salvo en los cortes de las zanjas Loreto y San Miguel, aunque la presencia de un suelo arenoso cubriendo

esta superficie, presupone su continuidad a pesar de lo disperso de sus asomos. Esta suposición se verifica, con las perforaciones de M. O. P. realizadas al estudiar las variantes de los canales laterales.

La formación tiene, en cambio, amplia difusión hacia el oeste, presentándose en afloramientos discontinuos aunque en partes bastantes desarrollados, por lo menos hasta la ciudad de Corrientes. « Notables son los de: La Punta Ita-Piré (Piedra Seca) y la lomas de Hueso Cué, frente a Paso de la Patria; la restinga de Carayacito y La Punta de Piedras, en Itatí; el Cerrito Paraguayo frente a Yahapé, etc...; pero el más interesante de todos los afloramientos que estamos pasando en reseña es el Cerrito Argentino, al otro lado del río Paraguay »... (2; págs. 319-20). El autor observó estos afloramientos cuando realizó un viaje en lancha, a la ciudad de Corrientes.

La Formación de Ituzaingó con espesores reducidos, desde el punto vista geológico, puede tener en la práctica suma importancia, en especial por su posición y algunas de sus propiedades técnicas.

Como no presenta una distribución superficial continua, o se halla por arriba de la cota de la futura canalización, su influencia se localiza principalmente a las barrancas de Ituzaingó donde, además, adquiere el máximo espesor observado: 12 m. La perforación n° 2, efectuada sobre la primera traza en los estudios del canal lateral Apipé, dió 49, 90 m de espesor, a pesar de que no llegó a atravesarlos.

Litológicamente, se caracteriza por estar constituida por un conjunto de depósitos de arenas y areniscas de poca consolidación, blandos, friables, de grano fino, mediano hasta grueso bastante redondeado y de coloración variable en la que domina el tono amarillento o amarillento rojizo. También existen pocos conglomerados. Su grado de cementación, en general pobre, está determinado por un cemento limonítico ligeramente arcilloso. El mayor o menor porcentaje de limonita determina no sólo su coloración, sino también su mayor o menor grado de compacidad, llegando en ocasiones a formar intercalaciones muy duras conocidas con la denominación de « asperones guaranícos ». Estas intercalaciones forman lentes mucho más compactas que el resto, pero no constituyen un elemento preponderante en el conjunto. Por el contrario, en el área considerada, son pocos los afloramientos que presentan intercalaciones de este tipo; por ejemplo: en las barrancas de Ituzaingó, aguas abajo de la Estancia Puerto Valle y aguas arriba de la isla Mborebí.

En los depósitos el contenido de arena es variable y en general elevado, llegando ocasionalmente a constituir areniscas muy friables, a veces, feldespáticas. Su grano es bien redondeado y su tamaño puede alcanzar como máximo 1,5 cm de diámetro. Predomina cuarzo sobre feldespato, magnetita, anfíbol, micas y turmalina. La coloración oscila entre pardo claro y pardo anaranjado.

Además, ocasionalmente se intercalan rodados silíceos de tamaño medio y costras limoníticas en menor proporción.

Las características litológicas precedentemente señaladas dan idea de la heterogeneidad del conjunto, y además traducen fundamentalmente sus propiedades tecnológicas. De ellas la más importante es la permeabilidad, sobre la cual no pueden existir dudas, dado que se trata de un material en general blando y friable.

Según referencias de los pobladores de Ituzaingó, los pozos efectuados dentro de los sedimentos del Plioceno encuentran agua a diferente profundidad. Esta circunstancia indicaría permeabilidad de los mismos en ciertos niveles.

Si bien no se debe generalizar suponiendo que son sedimentos completamente permeables, dado que en numerosos casos fué posible observar vertientes en las base de la barranca, esta circunstancia obliga a conocer el comportamiento del agua subterránea y su relación con el río Paraná pues de ella dependerá el grado de hundimiento y aun deslizamientos que puedan producirse.

Este problema se tratará más extensamente en el capítulo de Agua Subterránea.

c) *Cuartario*. — Estos depósitos, a pesar de su gran extensión superficial, no tendrán ninguna influencia en el desarrollo de los trabajos proyectados. Ello es debido a su posición, litología (arenas, limos arenosos, limos arcillosos) y distribución, en general por arriba de la cota de construcción del canal de navegación.

Por lo tanto no serán considerados.

II. GEOLOGÍA ESPECIAL

En este capítulo se describirá la geología de cada uno de los pasos que se encuentran desde Ituzaingó hasta Posadas, dando preferencia a la ubicación de los afloramientos y características litológicas, con el objeto de ampliar lo expresado en el capítulo anterior.

a) *Paso Ituzaingó* — Km 1460: El primer paso abarca la zona comprendida aproximadamente entre la ciudad de Ituzaingó y el Km 1460. Allí, las barrancas que forman la margen izquierda del río Paraná, con alturas que oscilan entre 12 y 15 m, están constituídas exclusivamente por los sedimentos de la Formación de Ituzaingó, cuyos caracteres litológicos, espesor, etc., fueron indicados precedentemente.

Para más detalles, leer en el Apéndice la descripción petrográfica correspondiente.

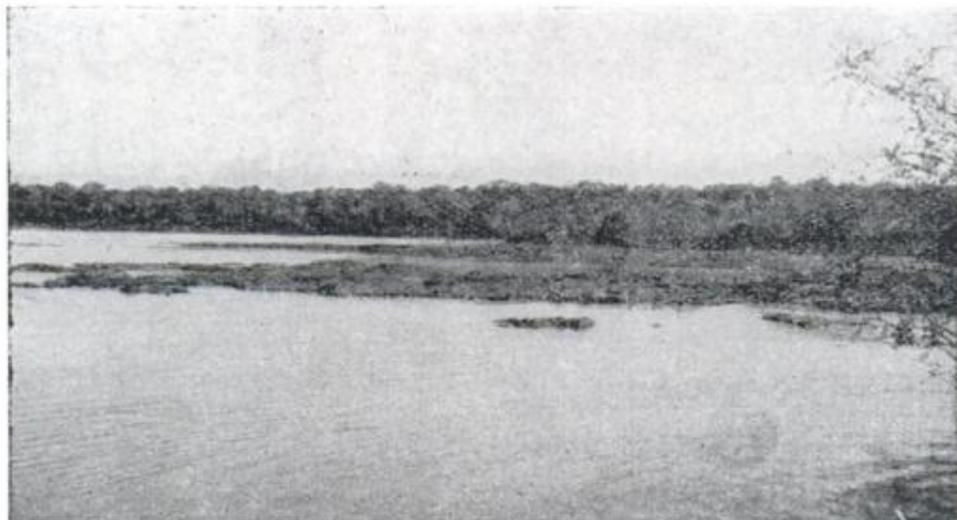
El afloramiento de estos sedimentos sobrepasa la ciudad de Ituzaingó, alcanzando las proximidades del Km 1460, y se aleja del río sólo



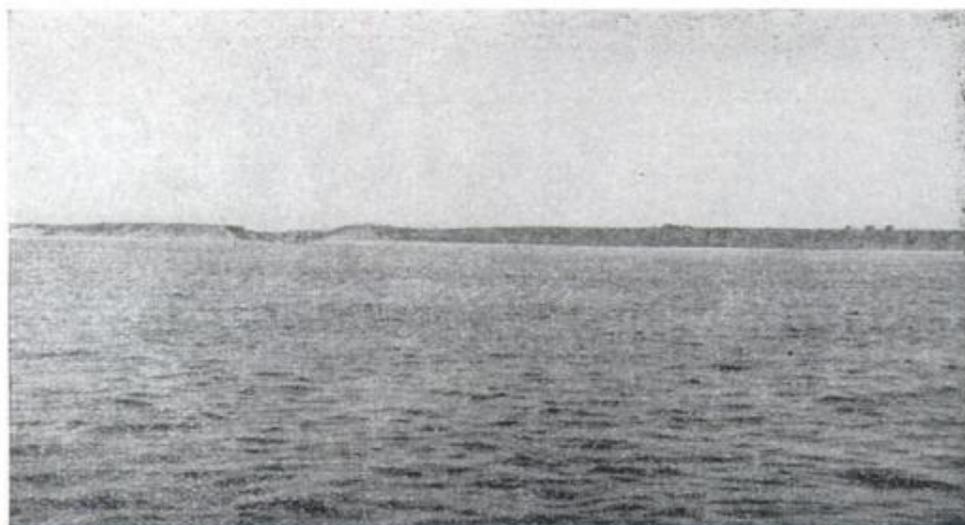
Vista de las barrancas de Ituzaingó, tomada desde el Puerto hacia occidente



Estratificación entrecruzada en los sedimentos pliocenos, en la margen derecha de la 1ª zanja, aguas arriba de la Zanja Loreto. Vista tomada hacia el este



Basalto al este de la isla Pacú (Diablo). Vista hacia el sur

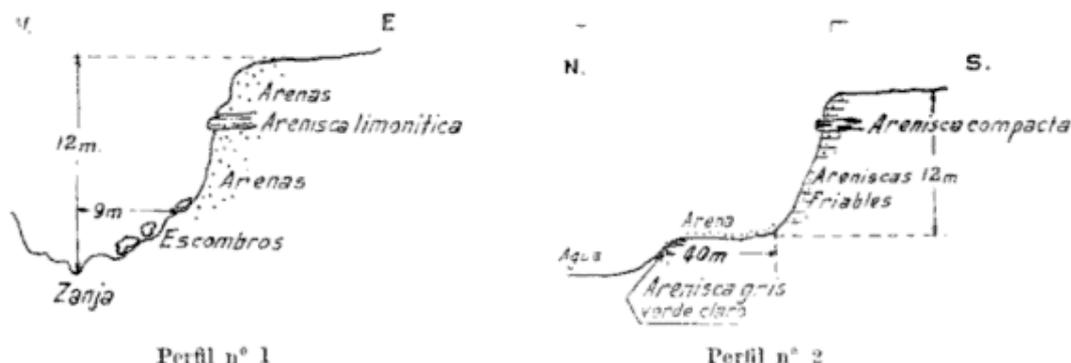


Formación de Ituzaingó a la altura de la 2ª Zanja, aguas arriba de Zanja Loreto.
Vista tomada hacia el sur

cuando sigue las paredes de las zanjas (arroyos), en especial la Zanja Loreto. En este caso se aleja de aquél, hasta algo más al sur del camino que une Ituzaingó con Paso Carayá (ruta vieja a Posadas).

En las barrancas de la Zanja Loreto se observaron areniscas de grano medio a fino, muy poco consolidadas, manchadas por limonita, la cual le confiere coloración más o menos amarillenta, sin estratificación marcada, aunque en ocasiones con estratificación alternada (lám. I, fot. 2). La mayor o menor proporción de limonita presente influye notablemente en su grado de compactidad y da lugar a la formación de partes más duras que sobresalen del talud natural actual.

Esas partes más duras son areniscas compactas algo micáceas.



Aguas arriba del puerto de Ituzaingó, frente al embarcadero viejo, la base de la barranca presenta arenisca de color amarillento, poco consolidadas y de grano medio, que incluyen fragmentos de arenisca y toba de tamaño aproximado al de un huevo de gallina, de forma más o menos angulosa aunque con cierto redondeamiento.

Aguas arriba de la Zanja Loreto (lám. II, 2), entre la primera y segunda zanja, aflora en la base de la barranca, dentro de la zona de playa, arenisca arcillosa, de grano medio, deleznable y de color gris verdoso claro.

En el tercio superior de la barranca del Paraná, junto a la desembocadura de la segunda zanja, existe arenisca limonítica de unos 50 cm de espesor, formando una intercalación lenticular (perfil n° 1).

La misma intercalación se observó en la margen derecha de la tercer zanja, aguas arriba de la Zanja Loreto, a unos 250 m de su desembocadura en el Paraná (perfil n° 2). En esta zona, las areniscas muy poco compactadas, se hallan totalmente desintegradas y lavadas, dando lugar a la formación de arenas blanquecinas en las cuales aún se conserva, como testigo que certifica su origen, un banco duro de arenisca limonítica.

Aguas arriba, siempre en relación con el río Paraná, la barranca está constituida por arena, cuyo origen ha sido la desintegración de los sedimentos del Plioceno. La misma característica litológica continúa por cerca de 1 1/2 km de longitud.

En la base de las barrancas del Paraná, Zanja Loreto, etc., se observan vertientes de muy reducido caudal, y en ciertos casos sólo aparece humedad como indicio de que existen filtraciones. Además se comprobaron manifestaciones locales de hundimientos y deslizamientos de poco valor, pero a los cuales hay que tomar en cuenta para el futuro, con el fin de evitarlos o por lo menos estar preparados si se los ve aumentar.

b) *Paso Mbaracayá (Gato)*: El basalto comienza a aparecer, limitado a la zona de playa, cuando se pasa unos 200-300 m el Km 1460, antes de llegar a Paso Mbaracayá. Son dos pequeños afloramientos de color borra de vino apagado, que se hallan algo alterados y con diaclasas de enfriamiento cuyos principales rumbos son: N 45°W y N 25°E. Las diaclasas dividen la roca en fragmentos, cuyo tamaño oscila alrededor de los 20 cm de diámetro. (Ver fig. 2).

Existen otros tres asomos de esta roca antes de llegar a Paso Mbaracayá, donde el basalto aparece en situación relativamente baja. Es de color pardo rojizo y se halla bastante alterado.

Sobre el Paraná, aguas arriba de la desembocadura del arroyo que baja del Rincón del Salto, se encuentra cubierto por sedimentos del Plioceno, representados por un conglomerado constituido por rodados de sílice cuyo tamaño oscila entre 3 y 12 cm, en matriz arenosa y cemento ferruginoso. En este lugar, la roca volcánica se halla afectada por fugas que le confieren aspecto estratiforme. El basalto forma un afloramiento de 1 1/2 km de longitud aproximada, bastante pequeño en su exposición y cubierto también por plioceno. Está surcado por diaclasas, siendo las más comunes las de rumbo N 55°W, N 10°E y N 95°E que lo dividen en fragmentos que pueden alcanzar 30 cm de longitud. Es de notar que las diaclasas son abiertas. Inconvenientes¹: poca agua. Solución: profundizar, derrocando.

a) *Paso Salto Apipé*: Dentro de Salto Apipé, el paso de más velocidad de corriente, se consideran incluidos todos los afloramientos que aparecen desde Guardia Cué (Guardia que Estuvo) hasta el arroyo Iba-poi, dado que forman prácticamente un solo asomo de basalto. Ya se entra en zona de franco predominio de roca volcánica, pues abunda mucho más, no sólo en el cauce, sino también en ambas márgenes del río.

En la curva es de color pardo rojizo, con alvéolos que se hallan vacíos. Aguas arriba, a la altura de la isla Diablo (Pacú), el basalto es de color pardo rojizo, cortado por diaclasas horizontales que le dan cierto aspecto sedimentario. En esta zona, la roca forma una barranca de 3 ó 4 m de altura sobre el río, y se prolonga en tierra firme por los cauces de los arroyos hasta unos 200-300 m de la ribera.

¹ Según referencia verbal del baqueano señor Cáceres, que estuvo de patrón en la lancha 411 B. de M. O. P. cuando se realizó el estudio geológico.

En la isla Diablo o Pacú, el basalto aflora bordeando su límite oriental y prolongándose un poco hacia al norte y sur de la misma (lám. II, 1).

Los primeros son bajos y relacionados con la parte inferior de la barranca, de color pardo, con disyunción circular y cortados por diaclasas de rumbo N 20°W y N 83°E.

El basalto que aflora en la parte norte es alveolar.

Paso Guardia Cué	Paso Salto Apipé
<i>Inconvenientes</i> : Poca agua	Entrada explayada
<i>Solución</i> : Profundizar derrocando	Profundizar entrada derrocando

d) *Paso Tres Hermanas* : Formado por basalto, el cual aflora en las partes bajas bordeando las islas, según puede verse en el mapa geológico.

Inconvenientes : Poca profundidad y bancos de arena.
Solución : Profundizar y dragar bancos de arena.

e) *Paso Carayá (Mono-Macaco)* : Aparecen sólo 4 afloramientos, siempre en relación con la zona de playa del río y su observación queda supeitada a las condiciones de bajantes y crecientes del Paraná. Se pueden observar, aproximadamente de oeste a este, en los siguientes lugares : frente al punto de triangulación del M. O. P. que lleva el n° 174, frente a la casa del jefe, frente al campamento unos 200 m aguas arriba del anterior, y a unos 500 m aguas arriba de este último. Además, aparece aproximadamente a 1 km hacia oriente del último afloramiento.

En todos los casos la roca es basalto alveolar, algo alterada, con cavidades rellenas por minerales secundarios, de color verde (clorita) y blanco (zeolitas o analcima) y con diaclasas de rumbo principal N 30°-40°W. Además, incluye trozos de arenisca color rojo y granos de calcedonia.

Las muestras sacadas por la pala mecánica también corresponden a la misma roca, en variado estado de conservación (4, pág. 6).

Inconvenientes : En Km 1473 de babor, el basalto forma una saliencia conocida con el nombre de Codillo de Carayá.
Solución : Quitar el codillo derrocando.

f) *Paso 25 de Mayo* : Comprende pequeños afloramientos que aparecen en la ribera aguas abajo y arriba de las islas 25 de Mayo y en sus bordes orientales.

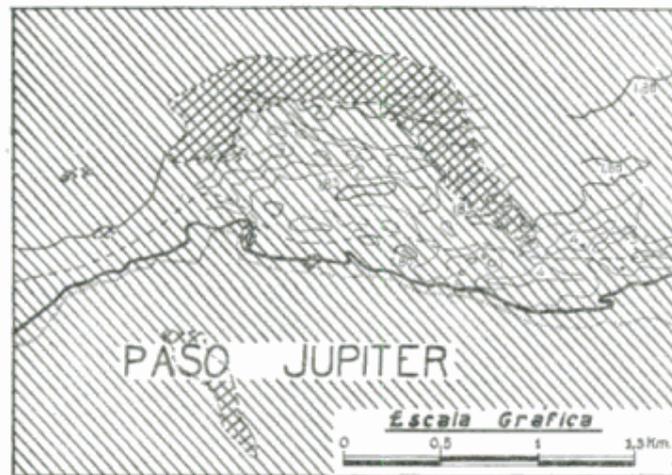
Aguas abajo, aparece basalto alveolar, color pardo rojizo, el que aflora también en tierra firme formando pequeños pedregales que revisten las faldas de las lomadas. Normalmente, los alvéolos son menores que 1 cm de diámetro, rellenos por zeolitas, clorita, etc. En la zona del paso la roca sigue siendo la misma y forma un salto de dirección NW que pasa por el límite oriental de las islas 25 de Mayo. Aguas arriba, siempre en el río, frente a La Tapera, los afloramientos relacionados con la zona de

playa apenas emergen del nivel de agua (el río estaba bajo). Se caracterizan por su color grisáceo, compacto, dividido por diaclasas en fragmentos más o menos redondeados (aspecto de bochones) que forman escombros « in situ ».

Vuelve a aflorar pasando unos 200 m el arroyo Urunday, donde es de color pardo rojizo, alveolar, igual al de Paso Júpiter pero con cavidades muchos más pequeñas. Remontando el río se observa que la zona de playa se encuentra cubierta por un manto de grava de rodados de sílice, hasta la vuelta que hace las veces de entrada a Paso Júpiter.

Inconvenientes : explayado del lado Paraguayo.

Solución : profundizar derrocando.



CUARTARIO	1 2	Limos, arenas, etc
TERCIARIO SUPERIOR	1 2	Formación de Ituzáingo-Sedimentos arenos, areniscoso
TRIÁSICO SUPERIOR JURÁSICO	1 2	Eruptivas de Serra Geral, basaltos

1-Afloramiento
2-Cubierto

Figura 3

El mismo inconveniente y solución presenta el Paso Tebón Cué (Tebón Estuvo) que se encuentra antes de Paso Júpiter.

g) *Paso Júpiter* : Aguas abajo, asoma basalto alveolar con cavidades de tamaño uniforme que en ocasiones alcanzan 1 cm de diámetro. Ver figura 3.

Las cavidades están rellenas por zeolitas y cloritas; también parece contener pequeñas inclusiones de arenisca roja. Es de color pardo rojizo por alteración superficial y con diaclasas que le confieren aspecto aborregado.

También aparece basalto alveolar pardo rojizo al este y junto al Puesto Júpiter y a lo largo del arroyo homónimo, donde forma un afloramiento de unos 300 m de longitud aproximado.

Sobre la ribera del Paraná aflora en el mismo paso, frente al Km 1490 y a unos 200-300 m aguas arriba de éste.

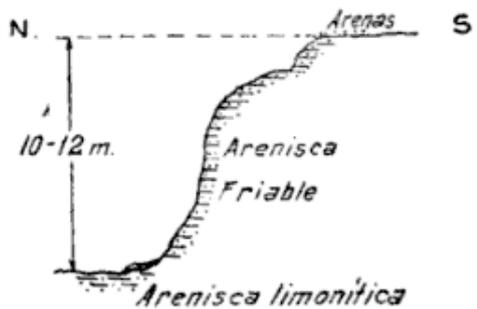
El basalto del Km 1490 es alveolar, pardo rojizo, en buen estado de conservación, con cavidades que no llegan al centímetro de longitud. Existen diaclasas de rumbo principal N 30°W y N 55°W, y fugas horizontales lo dividen en capas de aspecto estratiforme.

También aflora en el borde oriental, sur y parte norte de la isla Júpiter. Este último aparece sobre la isla formando un promontorio.

Inconvenientes : Es angosto.

Solución : Ensanchar derrocando.

h) *Paso San Miguel y Talavera* : En la zona comprendida aproximadamente entre los kms 1490 y 1520, que incluye los Pasos San Miguel y



Perfil n° 3

Talavera, la roca volcánica queda cubierta por los sedimentos del Plioceno que se presentan en afloramientos espaciados.

En Zanja San Miguel se hallan bastante desintegrados; frente al muelle o atracadero del aserradero Valle, están virtualmente cubiertos por suelo arenoso, pero cavando un poco se observa un material arenoso, en partes

bastante arcilloso color grisáceo, con manchas de limonita y rodados de sílice de hasta 2 1/2 cm de diámetro mayor.

Aguas arriba, en la vuelta hacia Estancia Valle, vuelve a aflorar, formando un talud casi vertical del mismo material cuya base está representada por arenisca limonítica bastante dura. Este material penetra en el río determinando una corredera (perfil n° 3).

Aguas arriba, más o menos 1 km arriba de Estancia Puerto Valle, el suelo es arenoso y la ribera del río tiene abundante arena hasta las proximidades del arroyo o Zanja Garapé, donde existe otro afloramiento frente a la punta superior de la isla Durand. Son arenas y areniscas limoníticas en avanzado estado de desintegración, que dan lugar a la formación de arenas y suelo arenoso. En conjunto el material es mucho más coloreado que el de Ituzaingó predominando las arenas de color rojizo. Este afloramiento se halla cerca de Paso Talavera.

Inconvenientes : poca profundidad.

Solución : dragar.

i) *Paso Curupaity* : Aflora basalto sobre costa argentina aguas abajo y arriba del Puesto de Gendarmería Garapé. Aguas abajo es alveolar, color pardo rojizo en superficie, pero en fractura fresca grisáceo rosado. Los vacuolos son de tamaño pequeño menores a 1 cm de diámetro y se hallan rellenos por zeolitas. A pesar de ello es compacto, cortado por diaclasas

de rumbo principal : N 55° W y N 55° E. Existen otras como N 25° E.

Las diaclasas son cerradas y algunas rellenas por arenisca silícea roja de hasta 10 cm de ancho (ver fig. 4).

Aguas arriba de Puesto Garapé, aparece basalto compacto de aspecto superficial negruzco, aunque en fractura fresca tiene coloración pardo rojiza. Un carácter conspicuo es su gran dureza.

Inconvenientes : poco profundo.

Solución : profundizar derrocando.

j) *Paso Mborebí* : Situado aproximadamente en el Km 1530, se lo supone abarcando la zona que se halla entre Paso Curupaity y la isla Picardía. En todo este tramo a lo largo de la zona ribereña no existen afloramientos. La abundancia de arenas en la playa, y cantos rodados y arenas en las lomas, en tierra firme, permiten suponer la presencia de los sedimentos del Plioceno (ver fig. 5).

En el mapa de navegación del M. O. P. figuran piedras (rocas), las cuales no han sido vistas por el autor. En realidad no se sabe si son de basalto o de areniscas (no se poseen los resultados de las perforaciones); pero la presencia de arenas y cantos rodados en la playa de la isla Mborebí induce a suponer que son las segundas, más aún, teniendo en cuenta que a unos 1000 m aguas arriba de la isla citada aflora arenisca limonítica, la cual vuelve a aparecer a 500 y 700 m aguas arriba respectivamente del primer afloramiento.

El primer asomo incluye gran cantidad de rodados silíceos cuyo tamaño varía entre 5 y 1 $\frac{1}{2}$ cm de diámetro, en ocasiones algo más grande.

Inconvenientes : poco profundo.

Solución : profundizar por dragado.

k) *Paso Ombú* : Comprende la zona que va desde la isla Picardía hasta el Paso Yacarey. Allí, los afloramientos de basalto son más abundantes, si se los compara con aquellos que aparecen en los Pasos últimos, aun incluyendo los sedimentarios (ver fig. 6).

La roca volcánica comienza a aparecer, sobre costa argentina, un poco más arriba de la isla Picardía. Es de color pardo rojizo, compacta, en buen estado de conservación y cortada por diaclasas netas de rumbo principal : N5°E y N50°W; existen otras menos importantes de rumbo N70°W y N80°E.

Otros afloramientos se hallan en la curva de la línea de la ribera, frente al Km 1540, frente a la isla Ombú y en el límite norte de la isla mencionada.

Inconvenientes : angosto y profundo.

Solución : ensanchar y profundizar derrocando.

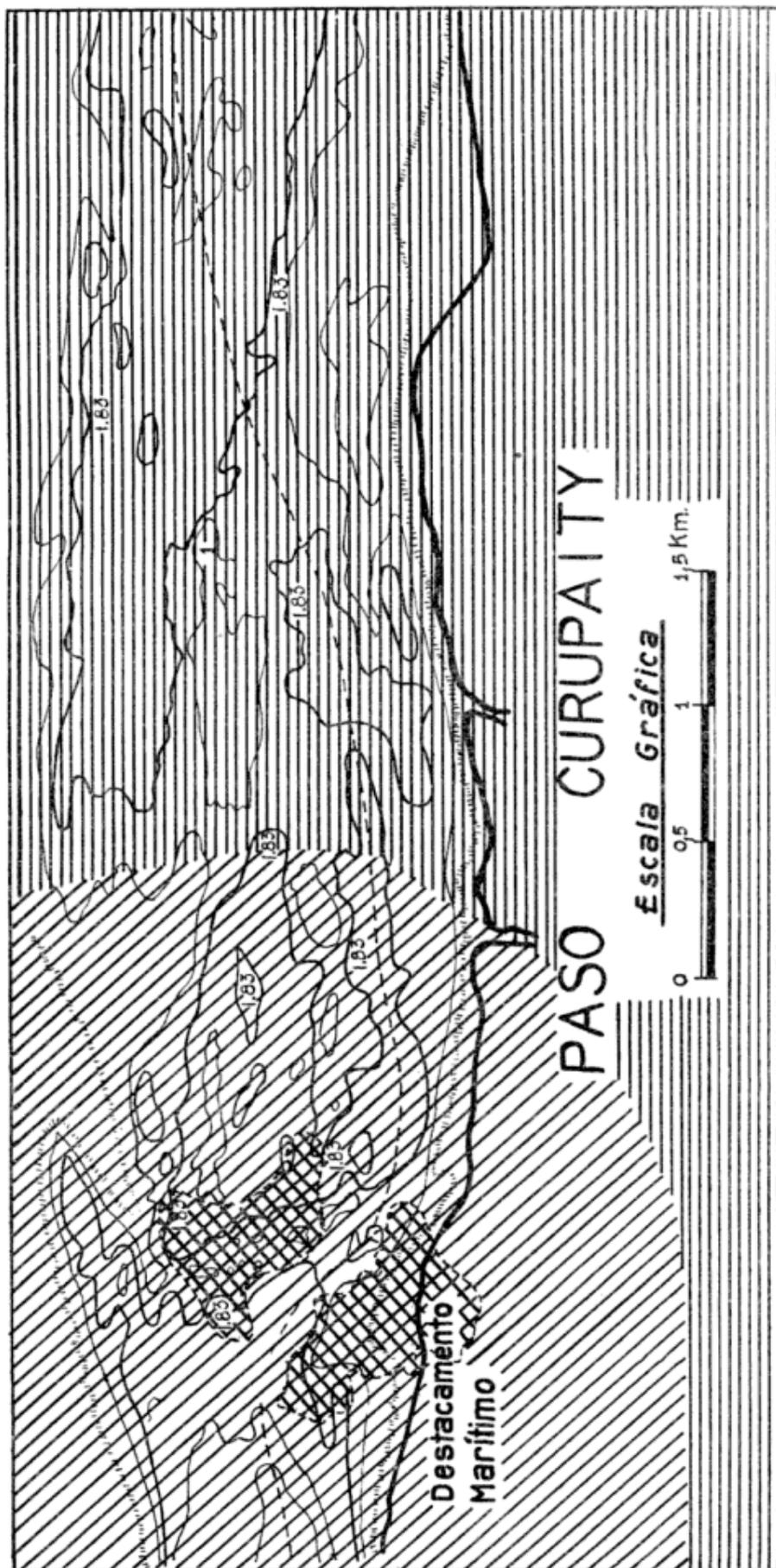


Figura 4

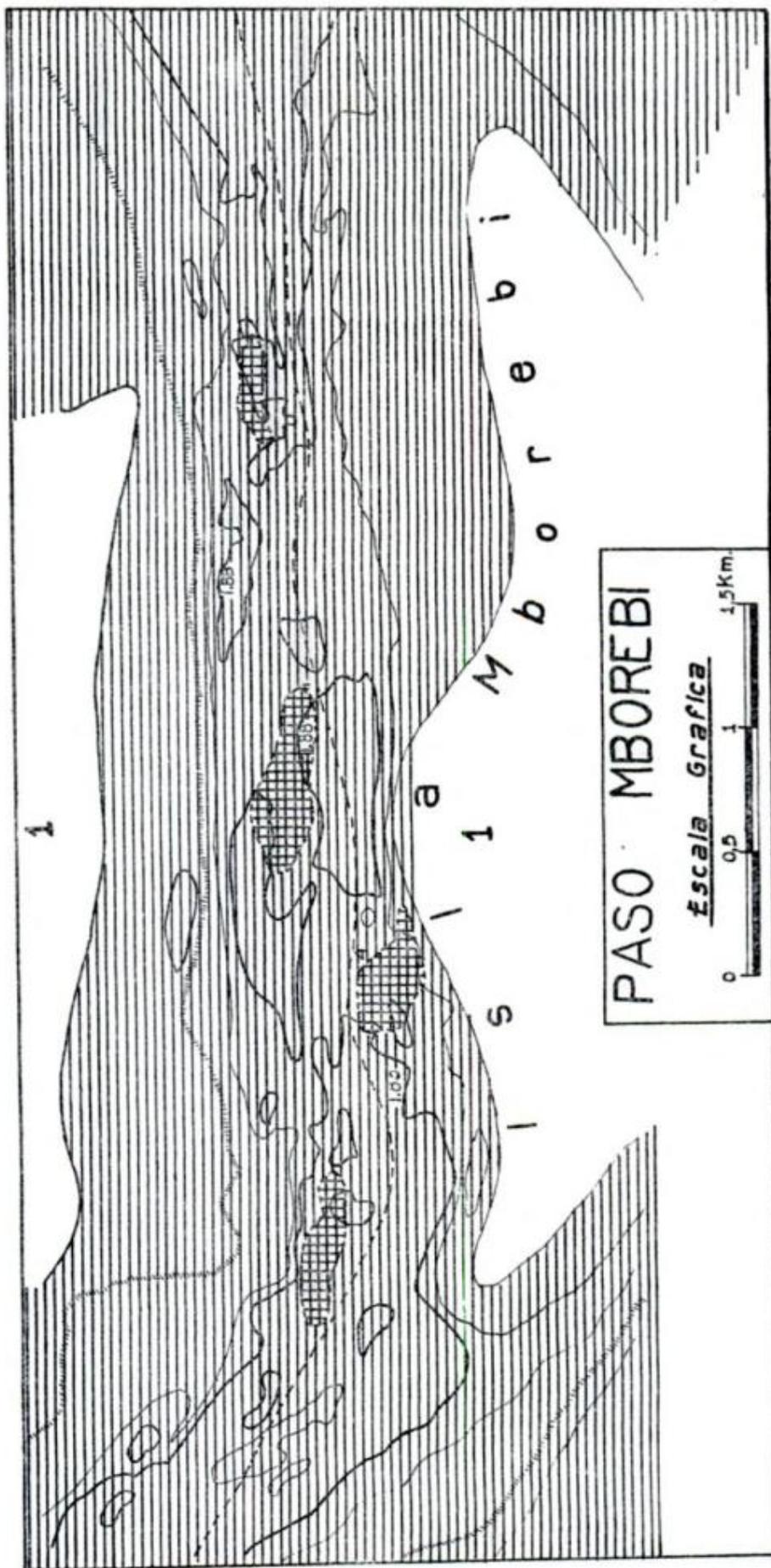


Figura 5

l) *Paso Yacarey (Yacaré chico)*: Aflora basalto aguas arriba del Aserradero Luján. Se encuentra bastante alterado, causa por la cual presenta superficialmente coloración pardo rojiza, es vacuolar, carácter que pierde hacia adentro, con cavidades cuyo tamaño varía entre 1-2 cm de diámetro, rellenas por un mineral color verde (clorita) y blanco (zeolitas). En fractura fresca es de color grisáceo rosado (ver fig. 7).

Inconvenientes: angosto y poco profundo.

Solución: ensanchar y profundizar derrocando.

m) *Paso Isla Perdida de Abajo*: Si bien no se ven afloramientos se admite la existencia de basalto, cubierto por sedimentos modernos (ver fig. 7).

n) *Paso Isla Perdida de Arriba*: El único afloramiento observado se encuentra aguas abajo de la desembocadura del arroyo Nanbiy. Es alveolar, bastante alterado en superficie, con cavidades que no llegan a 1 cm de diámetro. La alteración da óxidos de hierro e intercala arenisca que resulta mucho más dura que la roca basáltica y forma por lo tanto pequeñas saliencias (ver fig. 7).

ñ) *Pasos hasta Posadas*: Sólo aparecen pocos afloramientos que pueden resumirse según se detalla.

En ambos lados de la desembocadura del arroyo Caragatúa, compacto, superficialmente de color pardo y gris en fractura fresca; dividido por diaclasas de rumbo principal N45°E; y N87°W, rellenas por calcedonia de hasta 1 cm de ancho. Hacia arriba la roca se hace alveolar, siendo el tamaño de las cavidades de 0,5 a 1 cm de diámetro.

Frente a la isla Tatayndí aflora basalto compacto, duro, en buen estado de conservación, con una pátina superficial oscura. En fractura fresca tiene color gris acero y se halla surcado por numerosas diaclasas, siendo las principales de rumbo NS aproximadamente, N45°W y N45°E.

Vuelve a aparecer aguas abajo del arroyo Mártires y se caracteriza por ser alveolar, con cavidades normales menores a 1 cm de diámetro mayor, algunas rellenas, otras no. Aunque superficialmente alterado, resulta compacto e incluye areniscas rojas, las que en parte parecen rellenar grietas o diaclasas de rumbo N74°W y N14°E.

Aflora nuevamente desde el Destacamento de Gendarmería Laurel hacia aguas arriba, siendo alveolar, de color pardo rojizo por alteración superficial y cruzado por diaclasas principales de rumbo N74°W, N10°W y N13°E. Incluye arenisca roja muy compacta, la que se presenta en pequeños manchones.

Frente al lugar denominado La Choza, se observan sobre el río rodados de basalto alveolar cuyas cavidades varían entre $\frac{1}{2}$ cm y 2 cm de diámetro. Son parte del derrumbe de la barranca formada por el afloramiento de la roca volcánica y que es la continuación del de Punta Gómez.

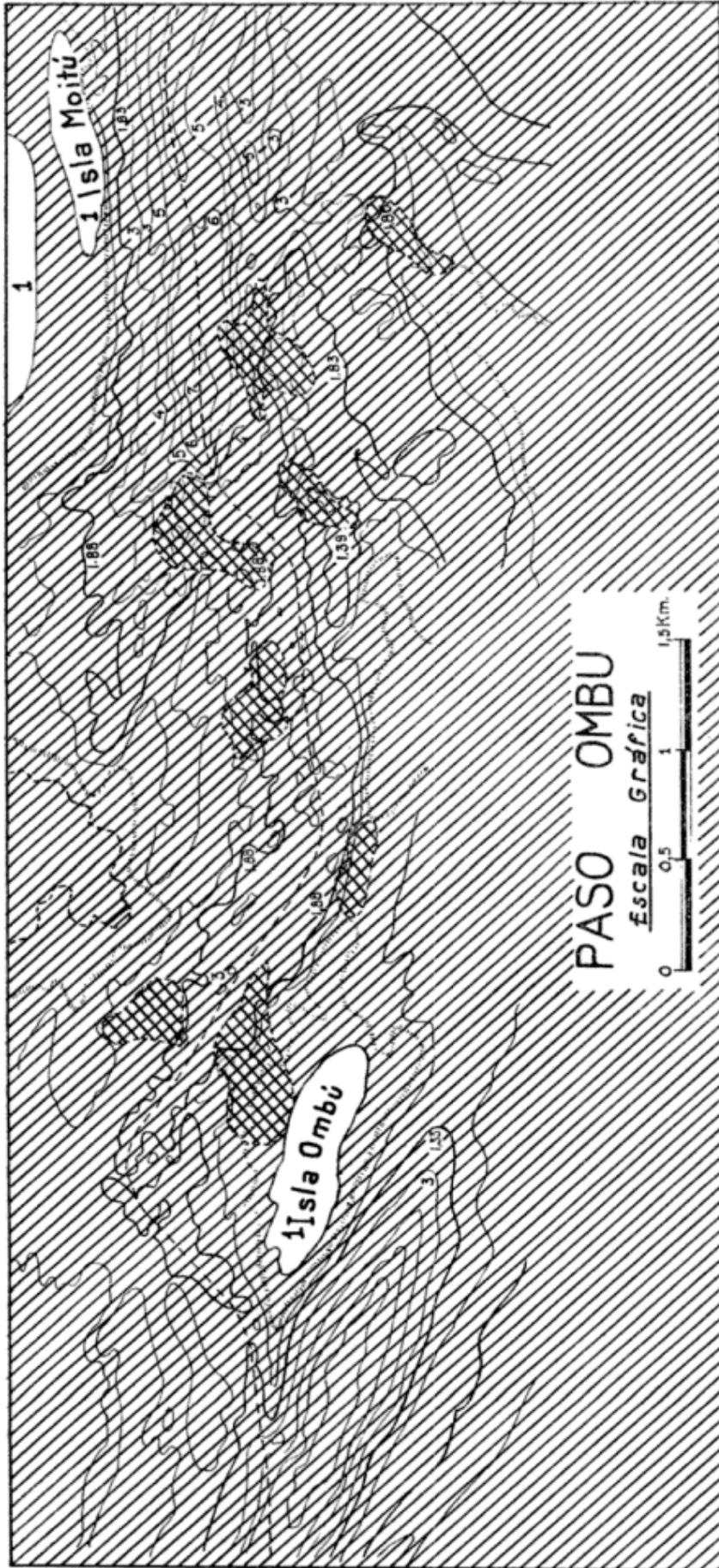


Figura 6

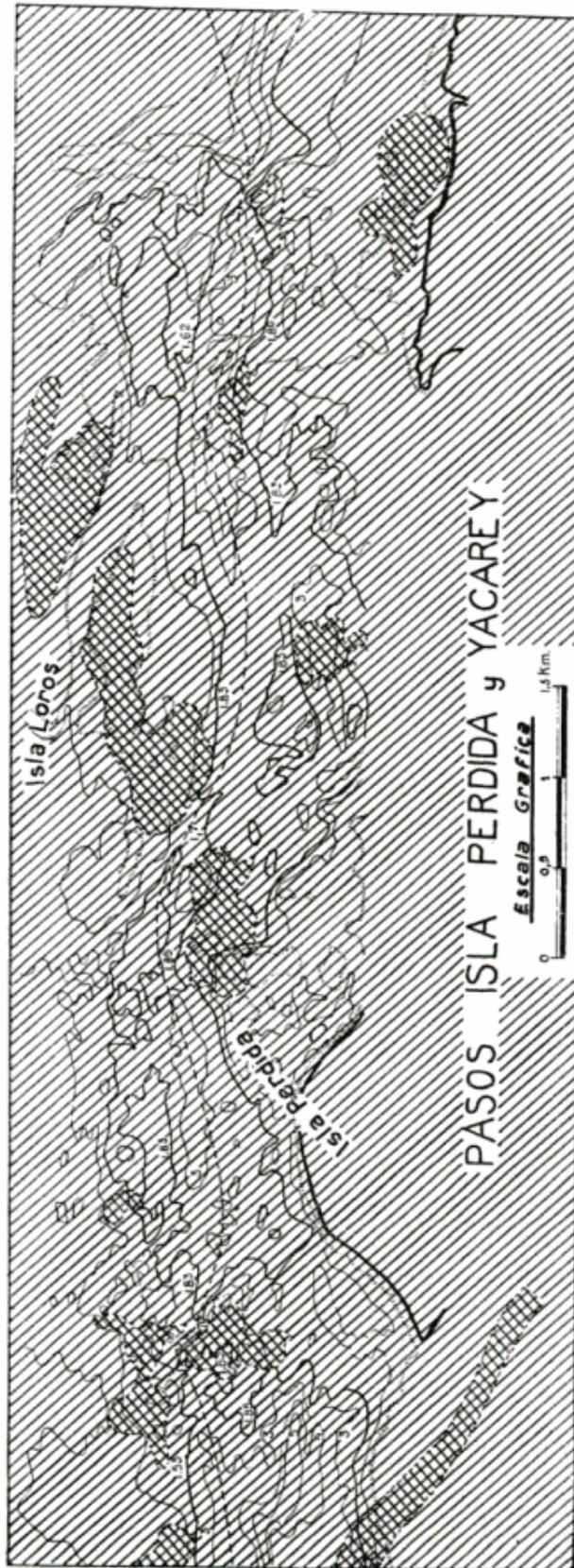


Figura 7

o) *En Posadas*: Sobre el río, frente a la Prefectura, aflora basalto vacuolar con cavidades que oscilan normalmente entre 1 y 2 cm de diámetro. Superficialmente posee coloración y aspecto terroso, pero interiormente la coloración es gris rosada. Las cavidades se encuentran rellenas por zeolita y clorita; la roca está alterada y posee diaclasamiento.

Se observan algunas venas de sílice cuyo ancho varía entre 2 y $1\frac{1}{2}$ mm.

El perfil de Punta Gómez presenta: en la base de la barranca tiene coloración superficial pardo rojizo, es compacto, con algunas diaclasas que lo dividen en bloques más o menos grandes. En superficie fresca posee coloración gris con tonos rosados y presenta algunos vacuolos de $\frac{1}{2}$ cm de longitud rellenos por zeolitas. En la parte media de la barranca está cubierto por su propio derrumbe y también por suelo limoso color pardo; en los puntos en que aflora se encuentra bastante alterado, por lo menos superficialmente; hacia arriba se vuelve poroso, con vacuolos de unos 0,02 m de diámetro.

Aguas abajo del Balneario El Brete, asoma meláfiro compacto con diaclasas en equis, muy alterado y alveolar en pequeña proporción.

Por último, aflora en la lomada frente a Y. P. F. siendo alveolar a media barranca y compacto con diaclasas verticales que le confieren aspecto columnar en la parte alta. El primero posee cavidades hasta de 3 cm de diámetro.

Desde Paso Isla Perdida Arriba hasta Posadas, en general el canal actual es bueno, salvo en Km 1580 donde hay que profundizar derrocando.

3) *Estructura*. — De la descripción de los hechos apuntados y de la observación del mapa geológico surge fácilmente la monotonía estructural general de la región.

Tanto las rocas volcánicas como los sedimentos superpuestos poseen una posición prácticamente horizontal.

Se recuerda que en la zona de Salto Grande, provincia de Entre Ríos, se anotó que la pendiente del techo de la formación de rocas volcánicas, medida entre su borde oriental y la perforación Arapey (Rep. Oriental del Uruguay) es de $1,2\text{‰}$, mientras que la del piso entre estos mismos sitios es del orden de $3,5\text{‰}$. En el mismo informe se agrega: « Si bien la inclinación real debería ser la del piso de la formación ($3,5\text{‰}$), en nuestro caso la pendiente que interesa es la de su techo ($1,2\text{‰}$) ya que a ella corresponde la de los depósitos sedimentarios superiores ... » (3, pág. 49).

La zona en estudio si bien es un poco lejana de aquella del río Uruguay, presenta en cambio los mismos aspectos morfológicos, geológicos y estructurales, de tal modo que es posible admitir la misma inclinación para el techo de las rocas basálticas.

Por lo tanto, las formaciones que afloran en la región se caracterizan

por presentar una suave pendiente hacia occidente y, a pesar de las variaciones de orden local, que la podrían modificar en valores por el momento desconocidos, la estructura regional mantendrá su carácter sencillo y sin complicaciones.

Esta suave inclinación puede darse como horizontal y a los fines del trabajo de canalización favorecerá o por lo menos no perturbará los trabajos correspondientes.

4) *Agua Subterránea.* — Respecto al agua subterránea no se poseen datos concretos que permitan dar una opinión concluyente. No obstante, la impresión que surge de la observación directa, de los pocos pozos que pudieron considerarse, de la distribución, litología y estructura de cada una de las formaciones aflorantes, permiten, respecto a este problema, dividir a la zona Ituzaingó-Posadas en 4 secciones de acuerdo a sus posibilidades de comportamiento general: a) Ituzaingó-Arriba Ituzaingó; b) Arriba Ituzaingó-Paso San Miguel; c) Paso San Miguel-Paso Talavera y d) Paso Talavera-Posadas.

Una vez consideradas se eliminarán aquellas que no interesan o que no influirán para nada en la canalización proyectada, destacando en cambio a las otras.

En las secciones Arriba Ituzaingó-Paso San Miguel y Paso Talavera-Posadas constituidas casi exclusivamente, por rocas volcánicas, cubiertas en tierra firme por cuartario, el agua subterránea no tendrá ninguna influencia. Esto es debido a que las Eruptivas de Serra Geral constituyen un conjunto prácticamente impermeable en el cual existen zonas eventualmente permeables irregularmente distribuidas (caso de basalto muy alterado o con diaclasas abiertas, etc.) las cuales retienen el agua que les llega, sin permitirle pasar más adelante. Este hecho está demostrado por la presencia de agua, a veces a presión, en la parte fisurada o alterada o vesicular de algunos escoriales (perf. n° X, Salto Grande, entre 31,10 m y 34,50 m). En la perf. n° XVIII también de Salto Grande, se efectuaron ensayos de pérdida de agua en sedimentos superiores, pero entrando el pozo aproximadamente 2 metros en el basalto que hizo de tapón a fondo.

La velocidad de filtración obtenida fué de 0,0015 cm/seg a pesar de que en los sedimentos existe una capa de agua que no fué aislada con un caudal de 800 l/h aproximadamente (3, págs. 110-23).

Además, luego de alguna lluvia, fué posible observar escurrimiento de agua en el límite entre el cuartario y la roca basáltica en todos los lugares visitados, especialmente en la zona cercana a Posadas por la abundancia de afloramientos de la roca.

Estas circunstancias son las que inducen a suponer que las Eruptivas de Serra Geral son impermeables en el conjunto y determinan su eliminación en relación con el problema del agua subterránea.

En la sección Paso San Miguel-Paso Talavera tampoco habrá dificultades dado que el eje del futuro canal pasará bastante alejado de la costa salvo aguas abajo de Estancia Puerto Valle, donde la mayor consistencia de los sedimentos elimina cualquier eventualidad. A lo sumo se tomará en consideración lo que se expresa para la sección Ituzaingó-Arriba Ituzaingó donde el agua subterránea tiene suma importancia.

En páginas anteriores se dieron a conocer las características geológicas de la zona de Ituzaingó, con predominancia absoluta de arenas y areniscas friables, con tonos amarillentos y cemento limonítico ligeramente arcilloso. Éstas, por desintegración y lavado, dan lugar a la formación de arenas y suelos muy arenosos.

El material de acuerdo con su carácter litológico, resulta sumamente adecuado para permitir el paso del agua, la cual puede provocar arrastre de las partículas que componen los sedimentos cuyo grado es por el momento desconocido.

Además de las aguas subterráneas, sólo existe la información proporcionada por los habitantes de la zona. De acuerdo a ella puede inferirse que la primer capa de agua (freática) se halla aproximadamente a unos 4 m de profundidad término medio. Su caudal es muy variable existiendo casos en los que sólo está representada por una zona húmeda. La segunda capa de agua se encuentra alrededor de los 8 m de profundidad y no se conoce ni caudal, ni calidad de la misma. La tercera, la más importante de acuerdo a la finalidad de este trabajo por su probable relación con el río, existe entre 14 y 16 m de profundidad, dentro siempre de la Formación de Ituzaingó.

En este caso tampoco se conoce su caudal ni calidad; para algunos su caudal aumenta cuando el río baja y disminuye cuando éste crece; para otros sucede exactamente lo contrario. Si la capa de agua está relacionada con el río, el autor supone que su caudal fluctúa en mayor o menor cantidad cuando el río crece o baja.

Como único hecho observado, es necesario volver a recordar que existen pocas y pequeñas vertientes en la base de la barranca.

De todos modos, como los datos son imprecisos, es menester para obtener una buena información la ejecución por lo menos de una perforación en la ciudad de Ituzaingó, que además podrá ser de beneficio público en caso de alumbrar agua potable.

La perforación que fué solicitada verbalmente a la comisión correspondiente de M. O. P. destinada en la zona, se ajustará a las siguientes condiciones:

- 1) Se hará en cualquier sitio a no más de 200 m de distancia del río.
- 2) Se tomará la cota de la boca del pozo.
- 3) Se llevará como máximo a 20 m de profundidad.

4) Se sacará muestra de las variaciones litológicas que presenta el terreno atravesado.

5) Se anotará la profundidad de cada capa de agua encontrada y se medirá su caudal, especialmente la que se halle entre 13 y 17 m de profundidad.

6) Se tendrá en cuenta la altura del río y caudal del mismo, para cuando se realice la perforación.

La importancia del agua subterránea deriva de su probable relación con el río y de sus variaciones de caudal con respecto al régimen de aquél, tanto más cuanto más cerca se halle de él.

Si cuando el río baja drena a la capa de agua, teniendo en cuenta la poca consistencia del material que la contiene, puede ocasionar arrastre de los sedimentos, determinando en la parte baja de la barranca una zona de debilidad. Con el tiempo, el propio peso del material superior determinará asentamientos diferenciales, hundimientos y aun deslizamientos, mayores que los ya observados en pequeña escala en diversos sitios.

Sin embargo, estos inconvenientes no serán de tono alarmante aun cuando se profundice el lecho del río por dragado. Estas consideraciones tienen por objeto llamar la atención para prevenir los probables inconvenientes, para desde ya tener preparada una solución adecuada como por ejemplo table-estacado o simplemente impermeabilización de la zona de contacto, en especial, en el área de la ciudad.

III. CONCLUSIONES

Planteado el problema geológico es posible opinar entonces sobre las posibilidades de ejecución de la canalización proyectada en lo que respecta a sus dos puntos fundamentales: posibilidad de realización y estabilidad de la obra.

Cuando se trabaje en zonas constituídas por rocas volcánicas, dado sus caracteres regionales, particulares y estructurales (si bien, localmente puede presentar irregularidades y alteración variable, el resultado de las perforaciones demostrará que su estructura y litología es regular y el estudio petrográfico a su vez comprueba que la alteración es sólo superficial) *se concluye que la roca basáltica posee espesor, consistencia e impermeabilidad que aseguran la ejecución de la obra.*

Cuando se trabaje en zonas constituídas por sedimentos del Plioceno, es indudable, dado sus caracteres litológicos, que su comportamiento técnico respecto a la permeabilidad, coherencia y resistencia al hundimiento, resultará de suma importancia cuando se modifiquen las condiciones actuales al procederse a la canalización del río.

Si bien las cualidades técnicas de estos sedimentos son desfavorables en cuanto a la estabilidad de la futura obra, en cambio favorecen su realización porque sólo será necesario dragar por tratarse de sedimentos en general friables.

Por ello es conveniente tener en cuenta lo ya expresado sobre esta formación en el capítulo de Aguas Subterráneas.

Del balance de las conclusiones en los distintos aspectos considerados, *no aparecen condiciones desfavorables que puedan impedir o dificultar la realización de la obra proyectada.*

IV. SUGERENCIA

La Dirección Nacional de Navegación y Construcciones Portuarias, por intermedio de la División Paraná Superior y Bermejo, está trabajando en el derrocamiento del río en Paso Carayá, como parte de la realización del proyecto de canalización hasta Posadas.

Hasta ahora, dado que debe trabajarse en el río, que impide una labor normal, con elementos si se quiere rudimentarios y en roca dura (basalto) es muy poco el adelanto logrado a pesar del tiempo que se está trabajando. A ese paso y teniendo en cuenta que la roca basáltica debe ser extraída en gran cantidad, de acuerdo a lo que muestra la geología de la región, será largo el tiempo necesario para finalizar las obras proyectadas.

Ante esa circunstancia es conveniente considerar otros aspectos que puedan reducir, aunque sea en parte, este importante problema.

Por ejemplo es interesante tener en cuenta las alternativas que ofrecen los proyectos de canalización lateral. De ellos el más importante, por representar una solución adecuada, es el primer trazado que se extiende desde Zanja Loreto hasta Zanja San Miguel. Entre sus ventajas pueden considerarse: 1) Eliminación de los Pasos de mayores inconvenientes para la navegación normal (Mbaracayá, Salto Apipé, Tres Hermanas, Carayá, 25 de Mayo y Júpiter); 2) Disminución de la longitud del canal (por río 30 km, por canal lateral 19 km); 3) facilitará el trabajo porque, además de construirse en tierra firme, el material a remover es arenoso, de fácil extracción, bajo costo y menor tiempo a emplear, comparados con los de las rocas volcánicas que constituyen ese tramo del río; 4) ahorro de combustible y tiempo en el cruce y 5) posibilidad de obtener energía eléctrica, al construirse una esclusa.

Entre los probables inconvenientes se pueden citar: 1) dificultad en la obtención de la estabilidad en los flancos del canal y 2) dificultad en la impermeabilidad del mismo.

Si bien ambos problemas pueden dificultar o hacer fracasar las la-

bores y aun la canalización, es bueno recordar que la ingeniería cuenta con medios capaces de resolverlos asegurando la construcción de la obra proyectada.

Respecto a la estabilidad todo dependerá de la pendiente que se le de a los flancos, la cual puede ser llevada a términos de seguridad de acuerdo a las necesidades a presentarse y también fijada mediante diversos medios (entepado, plantaciones, etc.). En cuanto a la impermeabilidad sucede exactamente lo mismo y puede ser obtenida con varios procedimientos, de los cuales se usará el mejor según el resultado de los ensayos previos.

En definitiva, la importancia de esta alternativa deriva de distintos factores que son mucho más conocidos por los ingenieros que por el autor y en consecuencia serán ellos los que pueden considerar o no la presente sugerencia.

Sin embargo es necesario recordar que en caso de tenerla en cuenta se impone un estudio geológico previo, a lo largo de la traza elegida, teniendo en cuenta especialmente el grado de permeabilidad de los sedimentos, que para el suscrito es el problema de mayor importancia a resolver.

El reconocimiento geológico debe ser confirmado mediante la ejecución de una apropiada red de perforaciones que siempre serán controladas por un geólogo.

Finalmente, puede pensarse en la utilización de las aguas del canal artificial para regadío de las tierras adyacentes.

APÉNDICE

DETERMINACIÓN PETROGRÁFICA ¹

Muestra n° 1:

Ubicación: Zona ribereña frente al Puesto El Lapacho o Carpincho (Corrientes).

Clasificación: Basalto.

Descripción: Basalto escasamente porfírico de pasta intergranular fina.

La plagioclasa, componente esencial de la roca, está representada por labradorita ácida y forma fenocristales de hábito tabular corto, levemente zonales; muestra alteración sólo cuando es elemento constitutivo de la pasta, la que se refleja por contener masas pulverulentas de material caolínico y reemplazos parciales de clorita; eventualmente la clorita suele aparecer en masas aisladas de tamaños diversos.

Entre los individuos de plagioclasa se observan abundantes gránulos y

¹ Efectuada por los doctores B. Quartino y L. F. Sesana del Laboratorio Petroológico de la Dirección Nacional de Minería.

cristalitos prismáticos de augita, los cuales en su mayor parte se hallan epidotizados.

Intersticialmente es frecuente hallar masas irregulares de hematita y magnetita, las que en áreas irregulares adquieren una concentración avanzada, comunicando de este modo a la estructura un elevado carácter ferruginoso, detalle que puede establecerse también en la observación macroscópica.

Muestra n° 2 :

Ubicación : Zona ribereña, aguas arriba Destacamento Luján (Misiones).

Clasificación : Basalto.

Descripción : Basalto de estructura muy afín a la intergranular carente de fenocristales.

La plagioclasa está representada por labradorita de hábito netamente tabular, distribuída sin orientación, bien conservada, salvo reemplazos pequeños por albita ; además, también se observan escasos grumos cloríticos como productos de su alteración.

El espacio entre estos individuos está ocupado por clinopiroxeno y olivina, junto con algunos granos muy pequeños de plagioclasa y óxido férrico rojizo u opaco (magnetita). El grado de alteración de los dos minerales féricos es marcadamente distinto ; mientras el primero (augita) conserva su frescura, el segundo ha sido totalmente reemplazado por un agregado rojizo constituido por addingsita y óxido de hierro. Este proceso es el que ha dado la coloración exterior de la roca.

Este basalto se caracteriza por su textura dominante vesicular, las que en la mayor parte se hallan vacías o bien rellenas por zeolitas ; el tamaño de las mismas fluctúa entre 1-2 cm en las mayores a $\frac{1}{2}$ cm en las pequeñas.

Muestra n° 3 :

Ubicación : Zona ribereña Paso Mbaracayá. (Corrientes).

Clasificación : Basalto.

Descripción : Basalto de estructura intergranular bastante densa, careciendo por completo de fenocristales, presenta la particularidad de contener una elevada proporción de óxido de hierro (hematita).

La pasta está compuesta por abundantes tablitas de labradorita, levemente caolinizada, presenta en forma nítida maclas de albita y carlsbald ; acompañan a la plagioclasa abundantes individuos de augita de hábito irregular hasta bastante prismático ; algunos de éstos se hallan bastante alterados en epidoto ; en general podemos decir que no hay en ningún caso una alteración intensa.

Además hay que mencionar pequeñas masas de clorita irregularmente diseminadas y abundantes agujas de apatita.

En cuanto al elevado contenido de óxido de hierro, si bien aparentemente provendría de la total descomposición de algún ferromagnésico, no hay ningún resto del mismo que pueda llevarnos a afirmar tal cosa ; por otra parte, no debemos descartar la posibilidad de que el óxido de hierro se haya infiltrado de sedimentos ferruginosos adyacentes en ambiente acuático. En tal caso también se explicaría la presencia de la impregnación ferruginosa.

Muestra n° 4 :

Ubicación : Desembocadura arroyo Caraguatay (Corrientes).

Clasificación : Basalto.

Descripción : Basalto de estructura muy semejante a la intergranular en la que el clinopiroxeno muestra un desarrollo equivalente a la plagioclasa ; no se observan individuos que constituyen fenocristales de un carácter definido ; el aspecto textural nos pone en evidencia una roca de una densidad avanzada.

Los componentes no se hallan afectados por procesos de alteración que lleguen a afectar algunos de sus caracteres originales.

Los cristales de labradorita, perfectamente macladas, se disponen desordenadamente acompañados por abundantes individuos de augita de irregular desarrollo.

La plagioclasa se encuentra afectada por una tenue alteración en calcita y material caolínico propio en estos tipos de rocas.

El piroxeno no muestra mayor alteración salvo leves pasajes a epidoto.

Masas elongadas e irregulares de clorita ocupan buena parte de los intersticios y rellenos que muestra la estructura. Macroscópicamente la clorita aparece como individuos color verde de hasta 1 mm de diámetro. Además se observan en bastante cantidad gránulos y masas ferruginosas y agujas de apatita.

Muestra n° 5 :

Ubicación : Zona ribereña, Rincón Ombú (Corrientes).

Clasificación : Basalto.

Descripción : Basalto de textura densa y estructura porfírica de pasta intergranular.

La plagioclasa, que es el principal componente, está representada por labradorita y no presenta efectos avanzados de alteración salvo incipientes caolinizaciones parciales.

Se la encuentra en muy poca cantidad en forma de fenocristales ; es parte primordial en la constitución de la pasta que es intergranular típica con abundantes gránulos de augita, en su mayor parte con pasajes a epidoto. Además del piroxeno se encuentra olivina fuertemente alterada en óxido de hierro y serpentina, reconociéndose escasos relictos de sus caracteres originales.

También es frecuente en la pasta la presencia de gránulos y masas ferruginosas que cooperan con los productos secundarios en el tono pardo rojizo que presenta la roca.

Muestra n° 6 :

Ubicación : Perforación en Punta Gómez (Misiones).

Clasificación : Basalto.

Descripción : Basalto de color negro verdoso con estructura porfírica de pasta intersertal ; sus componentes son labradorita y piroxeno ; mantienen el mismo grado de conservación que el basalto n° 7, diferenciándose de éste en la elevada proporción de vidrio que contiene, el

que se presenta formando extensas estructuras esferulíticas de color pardo ; en partes se halla fuertemente devitrificado.

Escasas impregnaciones ferruginosas manchan levemente a los individuos de plagioclasa.

Muestra n° 7 :

Ubicación : Parte inferior barranca Punta Gómez (Misiones).

Clasificación : Basalto.

Descripción : Basalto de estructura intergranular, de grano mediano, color rosado con amígdulas de 3 a 5 mm de óxido de hierro con corona de clorita. El estado general de conservación de la roca es bueno, y si bien no muestra una pasta altamente densa, sus componentes ; plagioclasas y piroxeno no se hallan afectados por procesos de alteración.

La labradorita conserva el mismo estado de conservación que la plagioclasa ; ambos minerales no adquieren desarrollo para ser considerados como fenocristales.

Intersticialmente se observan formas pequeñas de vidrio ; además son frecuentes los grumos y gránulos ferruginosos, irregularmente diseminados en toda la pasta.

Muestra n° 8 :

Ubicación : Sobre ribera, 1000 m aguas arriba isla Mborebí. (Corrientes).

Clasificación : Arenisca limonítica.

Descripción : Se observan abundantes clastos sub-redondeados a redondeados de cuarzo ; en menor proporción, pero con el mismo hábito existe feldespato.

El cemento que es limonítico se observa en proporción elevada, notándose en él pequeños individuos de cuarzo que cooperan en la resistencia del mismo ; además es interesante citar rodados de cuarcitas.

Debido al abundante cemento limonítico y al carácter poco consistente del mismo la arenisca puede considerarse de tipo friable.

Muestra n° 9 : Material de relleno en el basalto.

Ubicación : Ribera, aguas abajo de Puesto Garapé (Corrientes).

Clasificación : Arenisca cuarcítica.

Descripción : Arenisca cuarcítica de color rojo morado, de grano fino. El componente principal es cuarzo que se presenta en abundantes individuos de forma subangulosa o subredondeada, que alternan con gránulos semejantes de plagioclasa y feldespato potásico ; además se observan escasas hojuelas de biotita desferrizada.

El cemento es netamente silíceo, constituido por un fino agregado de cuarzo microcristalino que se dispone en cantidad bastante elevada.

Además se observan gránulos e impregnaciones ferruginosas.

Muestra n° 10 :

Ubicación : Barranca 2ª zanja arriba de Ituzaingó (Corrientes).

Clasificación : Arenisca friable.

Descripción : Roca de color pardo amarillento, con variaciones de tono que se corresponde, aunque imprecisamente, con cambios en el tamaño del grano, por estratificación. Es una arenisca friable, de grano mediano, el término medio de los cuales no excede de un milímetro, de buen grado de redondeamiento y cemento poco consistente, muy escaso, de naturaleza ferruginosa, compuesto por magnetita y limonita, junto con hojuelas poco abundantes de mica y algunos granitos menores de cuarzo. Los granos son en su mayoría de cuarzo, en proporción como para justificar la denominación de arenisca cuarcítica u ortocuarcita, constituyéndose el resto de silicatos livianos (feldespato) y pesados (piroxeno, biotita, turmalina, zircón).

Muestra n° 11 :

Localidad : Punta Estancia Valle. (Corrientes).

Clasificación : Arenisca muy limonítica.

Descripción : Análoga a la n° 10 en composición, siendo de grano algo más pequeño. La coloración débese también al óxido férrico cementante, habiéndose comprobado la existencia de leve impregnación por óxido de manganeso.

Muestra n° 12 :

Localidad : Aserradero Valle (Corrientes).

Clasificación : Conglomerado.

Descripción : Friable, de color variable entre gris, pardo y amarillento con rodados que en la muestra alcanzan a tres centímetros, siendo sin embargo en su mayoría más pequeños, bien redondeados, de cuarzo o agregados microcristalinos del mismo mineral. Se hallan cementados por un material areno-arcilloso (parcialmente conglomerádico fino) de textura muy irregular, con mucho óxido de hierro bajo la forma de limonita y poca magnetita, que contiene granitos de cuarzo, principalmente, con feldespato, grumos de zeolita y apatita.

Muestra n° 13 :

Localidad : Barranca 3ª zanja al este de Zanja Loreto (Corrientes).

Clasificación : Arena mediana.

Descripción : De coloración pardo clara, de granos bien redondeados de tamaño que oscila alrededor del medio milímetro, con gránulos escasos que llegan a 0,5 cm. Son en su gran mayoría de cuarzo, habiendo menor cantidad de feldespato, óxido de hierro (principalmente magnetita) anfíbol, mineral férrico muy alterado, mica incolora, biotita y turmalina.

Muestra n° 14 :

Localidad : Pueblo Ituzaingó (Corrientes).

Clasificación : Arena.

Descripción : Arena pardo grisácea seleccionada en cuanto a la abundancia de gránulos y composición mineralógica, con gran mayoría de cuarzo, menor cantidad de feldespato, óxido de Fe (principalmente magnetita), anfíbol, mineral férrico muy alterado, mica incolora (biotita) y turmalina. El redondeamiento de los granos es marcado y su tamaño oscila alrededor del medio milímetro. Contiene gran cantidad de restos orgánicos vegetales, pequeños fragmentos terrosos que se componen de material arcilloso-arenoso con óxido férrico y materia orgánica, y gránulos de arenisca muy fina.

Summary. — Geologic investigations were conducted along the Paraná River, between Ituzaingó and Posadas, to establish the conditions for the construction of a canal to facilitate navigation. The river course affects two formations: 1) a series of basaltic lava-flows with intercalated sandstone lenses (Serra Geral eruptives, Triassic), and 2) sands and sandstones, ferruginous, locally cemented by limonite (Ituzaingó formation, Pliocene).

Canalization through the eruptive formation offers no special problems; on the other hand, banks cut into the poorly consolidated Ituzaingó formation are liable to landslide because drawing of phreatic water.

BIBLIOGRAFIA

1. GROEBER, P. Boletín n° 17 del Instituto Geológico del Uruguay.
2. BONARELLI y LONGOBARDI. Memoria explicativa del mapa geo-agrológico y minero (Catastral-gráfico), T. 1. 1929, provincia de Corrientes.
3. DE ALBA, E. y SERRA, N. *Informe sobre las condiciones y características geológicas de la región del río Uruguay en estudio, con motivo del proyecto de aprovechamiento Hidroeléctrico y de navegación.* 1950 (inédito), Dirección Nacional de Minería.
4. DE ALBA, E. *Informe preliminar sobre Paso Carayá (prov. de Corrientes), río Alto Paraná, en relación con el derrocamiento del lecho del río.* 1952 (inédito) Dirección Nacional de Minería.