

ESTUDIOS GEOLOGICOS

LAGUNAS DE YANACOCHA  
TACRACOCHA Y JARACOCHA

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



DISTRITO: OCROS  
PROVINCIA: BOLOGNESI  
DEPARTAMENTO: ANCASH

Lima, Diciembre 1, 1964



## ESTUDIO GEOLOGICO PARA LA PRESA DE YANACocha

### a.- Introducción.-

- Ubicación.- La laguna de Yanacocha está ubicada al Noreste de Ocros, al Norte de la laguna de Jaracocha y al Sur de Pucacocha, a 14 Km. de Ocros y 3.5 Km. de la carretera que conduce al pueblo de Llipa.
- Clima.- El clima de esta zona es lluvioso durante los meses de Diciembre a Marzo, con grandes precipitaciones pluviales y seco y frío durante los meses de Abril a Noviembre.
- Escurrimiento.- En esta laguna desaguan gran cantidad de riachuelos de todas las partes del circo glaciar que conforman la cuenca.  
Los materiales morrénicos en ciertos lugares de la cuenca son favorables para la acumulación de aguas, en la laguna por la permeabilidad que presentan.
- Cuenca.- La cuenca de Yanacocha está formada por un circo glaciar de paredes empinadas en las cabeceras y pendientes moderadas en los flancos. El área de la cuenca se ha calculado en 1.825 Km<sup>2</sup>., y que por precipitaciones y filtraciones en esta área el agua se concentra en la laguna.

### b.- Formaciones Geológicas Generales.-

Rocas ígneas.- En esta laguna se ven aflorar rocas ígneas hipabisales, ácidas a intermedias y son las siguientes: andesita, diorita, latita y granodiorita, todas de textura porfirítica y pertenecientes a una diferenciación magmática del Batolito Granítico de la



Cordillera Blanca, o sea, que pertenecen a la intrusión ígnea Terciaria.

- Andesita porfirítica.- Esta roca presenta un aspecto masivo compacto, al microscopio no presentó microfracturas, por lo que se hace inalterable a la acción química, y su porosidad es nula. Conforman el área de la cabecera de la laguna.
- Diorita porfirítica, latita porfirítica, y granodiorita porfirítica.- Estas rocas también presentan un aspecto masivo, compacto, no se vieron microfracturas al microscopio, son inalterables a la acción química, y tienen porosidad nula. Estas rocas conforman los flancos de la laguna.

La descripción de estas rocas está en el acápite de Petrología.

- Rocas sedimentarias.- Las únicas rocas sedimentarias que se han encontrado en el área correspondiente a la cuenca de esta laguna son depósitos glaciares cuaternarios del tipo de morrenas laterales y terminales. Ocupan las partes laterales y el área de la boquilla.

Estas morrenas parecen ser las mas potentes y las mas antiguas de la zona de Ocros y es posible que la potencia sobrepase los 12 m. por lo que es necesario tener las precauciones necesarias en la construcción de la presa para las fugas de agua.

- La ubicación, extensión y contactos de estas rocas se dan en el plano geológico. Ver plano geológico y Foto N° 9.



c.- Rocas solubles.-

En la zona no se han encontrado ningún tipo de rocas solubles, no existen calizas ni basaltos, por lo tanto no hay peligro de formación de cavernas, por las cuales pueda fugarse el agua.

d.- Estructuras Geológicas.-

Las únicas estructuras geológicas de consideración son las primarias.

f.- Geomorfología.-

El origen de la laguna es glaciario y se formó por erosión glaciario de las rocas ígneas y por deposición de las morrenas laterales y terminales y que posteriormente se ha ido modificando la morrena terminal por erosiones sucesivas, pero, ha quedado una parte de esta morrena, sirviendo de dique natural debido a su fuerte compactación.

e.- Estado de conservación de los materiales debido a la acción del intemperismo y factores mecánicos estructurales.-

Las rocas en esta laguna se conservan bien y son de fuerte resistencia a la alteración química y a los factores mecánicos estructurales, puesto que las diaclasas existentes en el lugar se encuentran bien distanciadas y además las rocas no presentan microfracturas. Tan solo se ha notado que la andesita ubicada en las cumbres de la cabecera de la laguna se halla bastante fracturada. En términos generales las rocas del lugar son buenas y se han de conservar frescas con la nueva masa de agua a acumularse.



Ver Foto N° 9.

g.- Minerales deletéreos.-

No se ha encontrado ningún tipo de minerales en el área de esta laguna, la roca es pura y no se ha encontrado mineralización, salvo algunas venas de cuarzo, en las partes altas de la cabecera de la laguna.

h.- Depósitos salinos.-

No existen. Se inspeccionó en toda el área de la cuenca y no se visitó ninguna clase de depósitos salinos.

La no existencia de depósitos salinos ni minerales deletéreos se ha determinado en el Laboratorio, mediante la aplicación de reactivos sobre las muestras recogidas en el terreno.

i.- Permeabilidad de los depósitos glaciares.-

La permeabilidad de los depósitos ubicados dentro de la cuenca favorecen al drenaje para la acumulación de aguas en el vaso, pero, las morrenas ubicadas en el área de la boquilla nos indican una permeabilidad que va a ser necesario tener ciertas precauciones, tal como la construcción de una presa de arcilla, o combinada. Ver corte geológico B-B.

J.- Impermeabilidad del vaso.-

La impermeabilidad del vaso está asegurada, pues las rocas conformantes tienen una porosidad nula, son impermeables y bastante resistentes a la alteración física y química. Estas rocas presentaron microfracturas dentro de las plagioclasas, pero, sin continuar en los demás minerales



componentes. Ver corte geológico A-A.

k.- Materiales de cimentación.-

El material de cimentación a utilizarse en la construcción de la presa será la andesita porfirítica, cuya cantera está ubicada a 150 m. de la boquilla y la arcilla habrá que transportarla del lado Norte de la laguna Pucacocha y está ubicada a 3.5 Km. de la boquilla de Yanacocha. Se estima en unos 15,000 m<sup>3</sup>.

Las condiciones mecánicas de la andesita porfirítica son buenas.

Por otra parte la roca que se encuentra en el posible eje de la boquilla y debajo de los 12 m. de sedimento morrénico es la andesita porfirítica, de alta resistencia que soporta favorablemente todos los esfuerzos transmitidos por la Presa.

Descripción.- Minerales esenciales: plagioclasas (oligoclasas) y (andesinas); minerales accesorios: diópsido y turmalina.

- Propiedades físicas y químicas.- Presenta minerales alterables pero, la ausencia de microfracturas y la porosidad nula hacen que la roca se conserve fresca y sea resistente a la alteración química.

- Textura: Porfirítica.

- Resistencia al esfuerzo cortante

2,800 - 3,500 lbs/pulg<sup>2</sup>

210 - 275 Kg/cm<sup>2</sup>

Ver Foto N° 9.



l.- Construcciones actuales en la presa y peligro con la construcción de la nueva presa.-

No existen construcciones en los alrededores de esta laguna tan solo una pequeña presa de gravedad cementada con material champoso, y que al construir la proyectada se eliminará la antigua.

m.- Peligro de tubificaciones.-

En esta laguna existe el peligro de la formación de canales por los cuales permitirá las fugas de agua, sobre todo por el contacto entre los sedimentos glaciares y la roca subyacente ubicada en la boquilla, por lo que se recomienda en el acápite correspondiente construir una presa combinada, o sea, de albañilería revestida de arcilla, (núcleo de arcilla) para disminuir las presiones hidrostáticas sobre el fondo de la presa y con esto evitar las fugas de agua. Ver corte geológico A-A.

n.- Petrología.-

- Muestra petrográfica OY3.
- Muestra en mano.- La roca presenta una coloración gris leucocrata. Es muestra fresca de granos afaníticos, estructura masiva, textura equigranular (?), con lupa de 20X se determina la presencia de magnetopirita y plagioclasa (?).
- Muestra al Microscopio.- Minerales esenciales: Esta representado por granos de oligoclasa principalmente y en menor cantidad están las andesinas. Estos granos contrastan notablemente en cuanto a dimensión: los granos que son fenocristales miden 0.8



mm. de longitud y sus tamaños varían muy poco dentro de este promedio. Todos estos granos se encuentran dentro de una fina pasta de plagioclasa de 0.2 mm. de longitud promedio, también estos granos tienen una dimensión muy uniforme.

Estos granos tienen desarrollo algo anómalo presentando extinciones desiguales y algo zonados. Siendo mas cálcica la parte central. Presentan pequeñas microfracturas es mas notorio en el caso de los fenocristales.

Minerales accesorios: Es importante la presencia de los granos de diópsido, especialmente porque se desarrollan en pequeñas concentraciones y tienen desarrollo intersticial. El diópsido tiene una constante asociación con los granos de magnetita, sus dimensiones fluctúan entre 0.1 y 0.3 mm.

En menor cantidad se presentan las esferas.

La turmalina que se localiza es escasa y parece ser producto de reacción de esta roca con un cuerpo que ha sido instruido por esta muestra.

Minerales secundarios: Solo se localiza la clorita como mineral de este grupo, ella parece haberse derivado de la alteración de algunas augitas que existieron y que por alteración hidrotermal han sido transformadas a clorita.

- Textura.- Porfirítica e intersticial.

- Características físicas y químicas.- Presenta la roca pequeñas microfracturas en la plagioclasas, pero, que no se continúan en la pasta.

Los minerales que lleva en su seno son de fácil intemperización



y alteración química disminuida por la falta de microfracturas continuadas.

- Clasificación: Andesita Porfirítica.

Otros estudios.-

- Calicatas.- Se realizaron tres calicatas en el área de la boquilla para determinar la potencia de los depósitos glaciares y ver la permeabilidad. La profundidad alcanzada fue de 1.60 m., no pudiendo haber profundizado más porque los cantos semiangulosos son de diámetros mayores de 0.70 m. y era necesario el uso de explosivos y además se hizo presente el agua de filtración que dificultó más la labor, pero se deduce que estos depósitos son permeables y la potencia pasa de los 12 m. por lo que es necesario tener sumo cuidado en la construcción de la presa, combinada (albañilería con tierra).

- Cantera.- La cantera escogida reúne las siguientes condiciones:

a) La roca se muestra fresca, de buena resistencia al esfuerzo cortante y resistente a la alteración física y química.

b) Es la cantera mas cercana a la boquilla y

c) Se ha ubicado por encima de los 30,000 m3.

Posibilidad de asentamientos.-No es posible el asentamiento de la Presa porque los materiales componentes del depósito glaciario, podrán soportar su peso al formarse los canales de percolación no se producirán asentamientos porque los materiales grandes están unos sobre otros y hay ausencia de



capas de arcilla.

Las estructuras de la roca subyacente no presentan peligro de asentamientos al construirse **la** presa.

Posibilidad de otra boquilla.- La roca subyacente a las morrenas laterales se la puede ver claramente en el terreno (andesita cuarcífera), es una roca masiva ígnea que nos indica su continuidad por debajo de estos depósitos glaciares, además de la evolución geomorfológica de las morrenas laterales y terminales nos muestra claramente la no existencia de otra boquilla.

#### Resumen.

- Las rocas predominantes en la conformación de la cuenca de Yanacocha son: andesita porfirítica, diorita porfirítica y granodiorita porfirítica y las morrenas laterales y terminales (estas últimas ubicadas en el área de la boquilla).
- El origen de la laguna es glacial.
- No existen rocas solubles, con lo que el peligro de formación de cavernas desaparece.
- No existen minerales deletéreos, ni depósitos salinos, porque, el agua que se va embalsar resultará de excelentes condiciones, sin contaminaciones de ninguna clase.
- El vaso es impermeable.
- Las rocas conformantes del vaso y la cuenca presentan buen estado de conservación y el intemperismo es bajo.
- El material de cimentación es bueno y presenta condiciones aceptables para ser utilizado en la construcción de la presa.



Es posible la formación de canales de fuga de agua por lo que se recomienda que la presa a construirse sea combinada, escollera con tierra (arcilla) y la pendiente sea bastante suave.

o.- Conclusiones.-

- *El vaso de la laguna* está formado por rocas hipabisales de buena cohesión y de porosidad nula que hacen al vaso impermeable.
- La potencia de los depósitos glaciares en la boquilla pasa **los** 12 metros.
- Existe el peligro de la formación de canales de fugas de agua dentro de los depósitos glaciares.
- Se recomienda construir *una* presa combinada, de albañilería , y tierra.
- *Se recomienda también* construir la presa con una solución de impermeabilización adecuada.

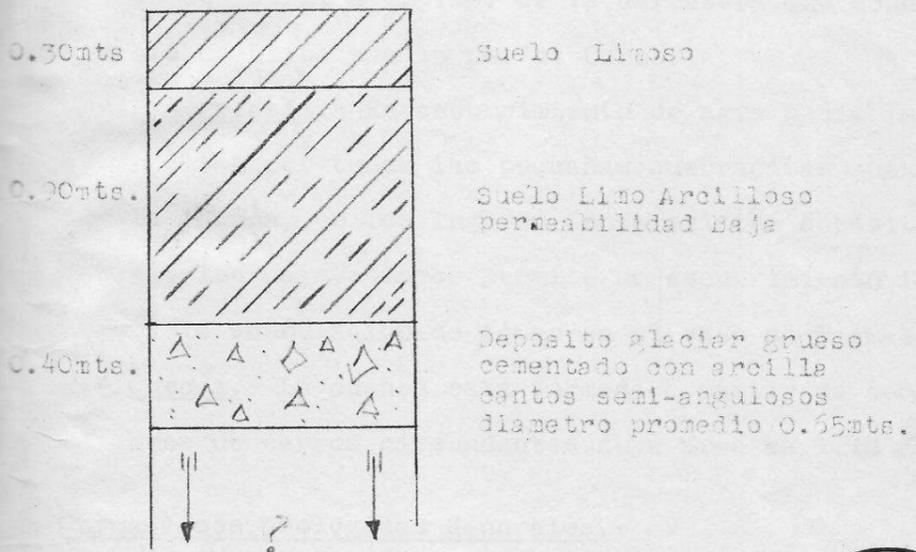
Nota.- se acompaña a este informe:

- Plano geológico.
- Cortes geológicos de la boquilla y el vaso.
- Perfil de calicatas.
- Fotografías.



LAGUNA YANACOSHA

Perfil Calicets A.



ESCALA 1/25



## INFORME GEOLOGICO PARA LA PRESA DE TACRACOCHA

### a.- Introducción. -

- Ubicación.- Está ubicada al Sureste de Ocros en la quebrada de Tacra, a 3.5 Km. de la carretera que conduce al pueblo de Llipa y a 15 Km. de Ocros.
- Escurrentía.- Es escurrimiento de agua hacia la laguna se realiza por todas las pequeñas quebraditas que desembocan a la laguna, en los lugares donde existen depósitos glaciares y talud de escombros permite un escurrimiento favorable para la acumulación de aguas en el vaso de Tacracocha.
- Cuenca.- La cuenca esta formada a partir de todas las cumbres de cerros circundantes cuya área es 1.18 Km<sup>2</sup>.

### b.- Formaciones Geológicas Generales.-

- La laguna de Tacracocha tiene su vaso formado casi esencialmente por rocas ígneas, salvo el área correspondiente a la boquilla donde se ha emplazado un depósito morrénico cuaternario.
- Rocas ígneas.- Las rocas ígneas de esta laguna pertenecen a una diferenciación magmática del gran batolito granítico de la Cordillera Blanca, perteneciente a la intrusión ígnea Terciaria, conformadas por riolita porfirítica, pórfido ondesito y pórfido traquítico.
  - Riolita porfirítica.- Esta roca está ubicada en el flanco derecho de la laguna (aguas abajo), es una roca bastante ácida, muy compacta sin microfracturas y de porosidad nula



cuya descripción se da en acápite correspondiente a Petrología, tiene una gran semejanza con el granito. Muestra OT 1. Ver fotos N°. 4 y N°. 6.

= Andesita Porfirítica o pórfido andesítico.- Esta roca conforma la parte de la cabecera de la laguna, en su parte central es afanítica (granos finos) gradando en sus partes laterales a porfirítica, también es bastante masiva y compacta, de porosidad nula, descripción de esta Muestra, en el Capítulo correspondiente. Ver foto N° 6.

= Traquita Porfirítica.- Esa roca forma el flanco izquierdo de la laguna, es también una roca masiva compacta de porosidad nula por la falta de microfracturas.

Todas estas rocas ígneas pertenecen a un mismo magma y tan sólo tienen diferenciación en cuanto a su constitución granular, careciendo de contactos.

= Formaciones Glaciares Cuaternarias.- Estos depósitos glaciares están ubicados en las pequeñas quebradas que desaguan en la laguna de Tacracocha, factor favorable para el represamiento y en la parte terminal y esencialmente en la boquilla son morrenas laterales y terminales de poca potencia.

Los elementos conformantes de estos depósitos son cantos semiangulosos de dimensiones que sobrepasan los 0.70 m. de diámetro, cementados por cantos menores con arcilla.

En los pozos exploratorios ubicados en la boquilla se ha observado una capa de 0.85 m. de potencia de arcilla fina. Otras rocas sedimentarias no se han encontrado en la zona. Estos factores han determinado el tipo de presa a construir.



La ubicación, extensión y contactos de estas rocas, se dan en el plano geológico. Ver Plano geológico y Foto N° 6.

c.- Rocas solubles.-

En esta laguna como en las demás no se han ubicado ningún tipo de rocas solubles entre las ígneas, no se han visto volcánicas deleznales ni solubles todas son rocas compactas y masivas. No hay basaltos. No se han visto rocas sedimentarias, no existen calizas, ni yesos, ni anhidritas. Por lo expuesto no es posible la formación de cavernas que permitan las fugas de agua.

En el laboratorio se ha comprobado la no existencia de depósitos salinos ni de minerales deletéreos mediante uso de reactivos especiales sobre las muestras recogidas en el terreno.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



d.- Estructuras Geológicas.-

Las rocas de la zona se presentan en forma de grandes "stocks" y parece que no existen contactos entre las rocas ígneas sino que se trata de diferenciaciones magmáticas. Las únicas estructuras de importancia son las diaclasas que en el área de la riolita porfirítica tienen rumbo N 50°E de buzamiento casi verticales y bastante distanciados, formando grandes bloques masivos. En el área de los andesitos y traquitos porfiríticos el Rumbo es N 65° E, también son verticales y con las mismas características anteriores, en ambos casos se notan diaclasas secundarias perpendiculares a las diaclasas primarias.



c.- Geomorfología.-

Es de origen glaciario y la laguna se formó por la erosión glaciario y posteriormente los depósitos morrénicos laterales y terminales poco a poco han ido disminuyendo de potencia por erosiones posteriores, hasta alcanzar las dimensiones actuales.

f.- Estado de conservación de los materiales debido a la acción del intemperismo y factores mecánicos estructurales.-

En esta laguna se notan rocas ígneas ácidas y sin microfisuras, por estas razones los materiales se encuentran alterados tan solo en las superficies que están directamente en contacto con la intemperie y en algunas partes en las diaclasas, o sea que están bien conservadas. Esta roca es muy resistente al intemperismo y a la alteración química y con la masa de agua que se ha de almacenar al efectuar la presa no se verán afectadas las rocas. Ver foto N° 6.

g.- Minerales deletéreos.-

Los minerales que se han visto dentro de los derrumbios de los taludes de escombros de esta laguna son turmalina y Chalcopirita, pero no se han visto minerales dañinos que al disolverse puedan contaminar el agua acumulada.

h.- Depósitos Salinos.- No existen depósitos salinos. Se observó en toda la cuenca.

i.- Permeabilidad de los depósitos glaciares.-

Los depósitos glaciares de esta laguna son cuaternarios, en esta etapa de glaciación la erosión se realizó en forma



Moderada y por lo tanto el cauce se ha restringido y la profundidad del canal de descarga ha sido mínima.

Por correlaciones efectuadas se ha determinado que la roca subyacente al conglomerado glaciario en la parte de la boquilla se encuentra a lo más a 5.5 m. de profundidad en promedio, es decir la riolita y traquita porfirítica ambas resistentes a la erosión, limitan la filtración y fugas de agua a esta profundidad, pero los elementos conformantes de los depósitos glaciares son grandes, cementados por arcilla que lo hacen casi impermeables. Ver corte geológico A-A.

Es muy probable la existencia de canales enterrados de mínimas dimensiones que se pueden controlar con la construcción de una uña aguas arriba de la boquilla.

Además en el área de la boquilla (pozo) se ha visto una capa de arcilla de 0.85 m. que hace más impermeable esta boquilla. Ver perfil del pozo a.

#### j.- Impermeabilidad del vaso.-

La impermeabilidad del vaso está asegurada porque las rocas conformantes del vaso son ígneas ácidas de porosidad nula y no alterables, esto se ha demostrado por los análisis petrográficos respectivos. Ver corte geológico B-B.

#### k.- Material de Cimentación.-

El material recomendado para la cimentación de la presa está ubicado a 100 m. del lugar donde se ha de ubicar la boquilla (en el plano geológico se ubica la cantera) (Foto N° ). Es la riolita porfirítica con gran cercanía a ser



grato, y la misma roca de la boquilla, como se habla líneas arriba.

Las condiciones mecánicas de esta roca son buenas:

- = Descripción.- Minerales esenciales; Ortosa, Plagioclasa, Cuarzo.
- = Minerales secundarios: Zircón, Magnetita y Epídota.
- = Textura: Porfirítica y Microbrechoide.
- = Propiedades físicas y químicas.- Presenta elementos de alteración de segundo orden. Sin embargo la gran abundancia de cuarzo y la ausencia de microfracturas la hacen inalterable.
- = Porosidad.- Nula.
- = Permeabilidad.- Nula.
- = Resistencia al esfuerzo cortante:

3,500	-	500	lbs/pulg <sup>2</sup>
2,501	-	329.3	kgs/cm <sup>2</sup> .



Gran cohesión entre los minerales componentes.

La cantera de arena se encuentra más o menos a 8 Km. de la boquilla.

Debido a la porosidad nula ellas se pueden conservar frescas.

#### 1.- Construcciones actuales en la presa y peligros con la construcción de la nueva presa.-

La boquilla actual no acarrea ningún peligro con la construcción de la nueva presa puesto que al concluir y ponerse en servicio la proyectada tendrá que eliminar la actual. Ver Foto N° 7.



Otras construcciones, no existen por los alrededores de esta laguna y el caserío más cercano se halla a 4 km.

m.- Peligro de Tubificaciones.-

Como la potencia del glaciar es pequeña y al aumentar el caudal de almacenamiento en la laguna, aumentarán las presiones y será muy factible la formación de canales sobre todo en el contacto de los depósitos glaciares con la roca ígnea subyacente, pero este peligro se elimina con la construcción de la presa proyectada (los cimientos sobre la roca subyacente o de una uña aguas arriba de la boquilla).

n.- Estudio Petrográfico.- Muestra OT - 1

- Estudio Macroscópico.- Presenta coloración gris, leucocrata, es muestra fresca y parcialmente fanerítica. Tiene estructura masiva y textura porfirítica.

Con 20X se determina la presencia de cuarzo y feldespatos.

- Estudio Microscópico.- Minerales esenciales: Ortoclasa.-

Es el mineral más abundante y como todos los minerales esenciales de esta roca se halla fragmentada, presenta 0.6 mm. de diámetro.

Estos granos anteriormente descritos corresponden a los fenocristales que están dentro de una pasta de esferolitos de ortoclasa.

- Cuarzo.- Se hallan como fenocristales, se localizan algunos esqueletos de cuarzo con claros indicios de haber correspondido a minerales perfectamente euhedrales. Se localizan grandes cantidades de estos granos que llegan a medir hasta 0.6 mm. de diámetro.



- Plagioclasa.- Está representado por las variedades andesina y algunos granos de labradorita. Se caracterizan por estar zonadas, microfracturados, algo corroídos por el magma y algunos la macla de Carlsbad. Tienen una longitud de 0.7 mm. promedio.
- Minerales accesorios.- Los minerales de este grupo son escasos en variedades y muy pequeños de dimensión 0.05 y solo se localizan trazas. Ellos son el Zircón y la magnetita. Es importante anotar que estos dos minerales se les localiza frecuentemente asociados.
- Minerales secundarios.- También los minerales de este grupo se presentan en pequeñas cantidades y el único mineral observado ha sido la epídota.
- Textura.- La textura es porfirítica y microbrechoide.
- Porcentaje.-

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Ortoclasa	45%
Cuarzo	35%
Plagioclasa	<u>205%</u>
Total	100%

- Propiedades físicas y químicas.- La roca presenta elementos de alteración de segundo orden. Sin embargo queda contrarrestado por la abundancia de cuarzo. A todo esto; favorece a la conservación de la roca, la porosidad nula, que dificultará la acción química del agua sobre los feldespatos.
- Clasificación: Riolita Porfirítica.



- Otros estudios.-

- Calicatas.- Para estudiar las condiciones físicas y mecánicas además de la potencia del depósito glaciario se realizaron tres canales exploratorios a los costados del canal de descarga, indicándonos que el fondo del depósito está constituido por cantos semi-angulosos de 0.75 m. de diámetro promedio, cementados por barro glaciario (till), yaciendo sobre estos materiales se ve una capa de arcilla roja de 0.85 m. de potencia y sobre la arcilla se encuentra un suelo superficial formado por limo y humus típico de esas alturas, con un pequeño porcentaje de gravas, de un espesor que varía de 0.20 a 0.50 m.

La profundidad alcanzada en estos pozos fue de 1.70 m., no fue posible seguir adelante por la presencia de elementos grandes (cantos de 0.75 m. de diámetro) y por la presencia de agua por filtraciones. Ver perfil del pozo (a) y fotografía N° 7.

- Cantera.- La cantera de riolita porfirítica ha sido seleccionada porque reúne las siguientes condiciones:

- 1°.- Es la mejor roca de la cuenca de esta laguna, buena resistencia al intemperismo y a la alteración química (se nota a simple vista) Ver foto N° No está muy fracturada, etc.
- 2°.- El tonelaje de la cantera es muy superior de lo que se necesita para la presa. Hay mucho más de 50,000 m<sup>3</sup>.
- 3°.- Es la más cercana a la boquilla, se encuentra a 80 m. se ubica en el plano y en las fotos N° 4, 6 y 7.



El método mas recomendable para la explotación de la cantera es el de gradines, comenzando por la parte superior de la cantera y atacando por el centro de los bloques es decir al centro de la distancia entre diaclasa y diaclasa.

= Posibilidad de asentamientos.- No existe la posibilidad de asentamientos de la presa porque la roca subyacente a los depósitos glaciares ubicados en la boquilla es una diferenciación magmática de la riolita porfirítica, a cuarzolatita porfirítica. Según el estudio petrográfico se ha determinado, que es una roca de gran resistencia al intemperismo, a la alteración química y al esfuerzo cortante, además no existen estructuras que den la posibilidad de asentamiento, ni deslizamientos.

= Posibilidad de otra boquilla.- La conformación del depósito glacial y sus límites restringidos por la roca ígnea mencionada líneas arriba nos ha determinado que no existe otra boquilla.

Resumen.-

- Las rocas predominantes en la geología de la laguna de Tacracocha son: riolita porfirítica, andesita de texturas afanítica y porfiríticas y cuarzolatita porfiríticas y las morrenas terminales y laterales (ubicadas en la boquilla).
- El origen de la laguna es glacial cuaternaria.
- No existen depósitos salinos ni minerales deletéreos, eliminándose por lo tanto el peligro de contaminaciones.
- El vaso es impermeable.
- Las rocas conformantes del vaso y de la cuenca presentan buen



estado de conservación y un intemperismo bajo.

- El material de cimentación es bueno y presenta condiciones mecánicas muy aceptables para ser utilizado en la presa.
- Es posible la formación de canales de fuga de agua, por lo que se ha recomendado la construcción de las bases sobre la roca subyacente a los depósitos glaciares o bajando una uña aguas arriba de la boquilla.
- No existen rocas solubles que puedan dar origen a la formación de cavernas.

q.- Conclusiones.-

- El origen de la laguna es glacial y el vaso está formado por rocas ígneas ácidas a intermedias, son inalterables por acción química. El vaso es impermeable.
- La boquilla está formada por un dique natural de depósitos glaciares cuaternarios. (morrena terminal).
- No se ha encontrado en las cercanías de esta laguna cantera de arcilla.
- Se recomienda construir una presa de albañilería de gravedad, por la existencia de buen material rocoso cuya cantera se ubica en el plano geológico y por la falta de canteras de arcilla.
- La presa debe ubicarse 15 metros aguas abajo de la boquilla actual.
- Profundizar lo más posible las bases de la presa para poder alcanzar la roca subyacente y evitar así el peligro de tubificaciones o en cambio construir una uña aguas arriba de la boquilla.



Nota.- Se acompaña a este informe:

- Plano geológico.
- Cortes, geológicos de la boquilla y el vaso.
- Perfil de calicatas.
- Fotografías.

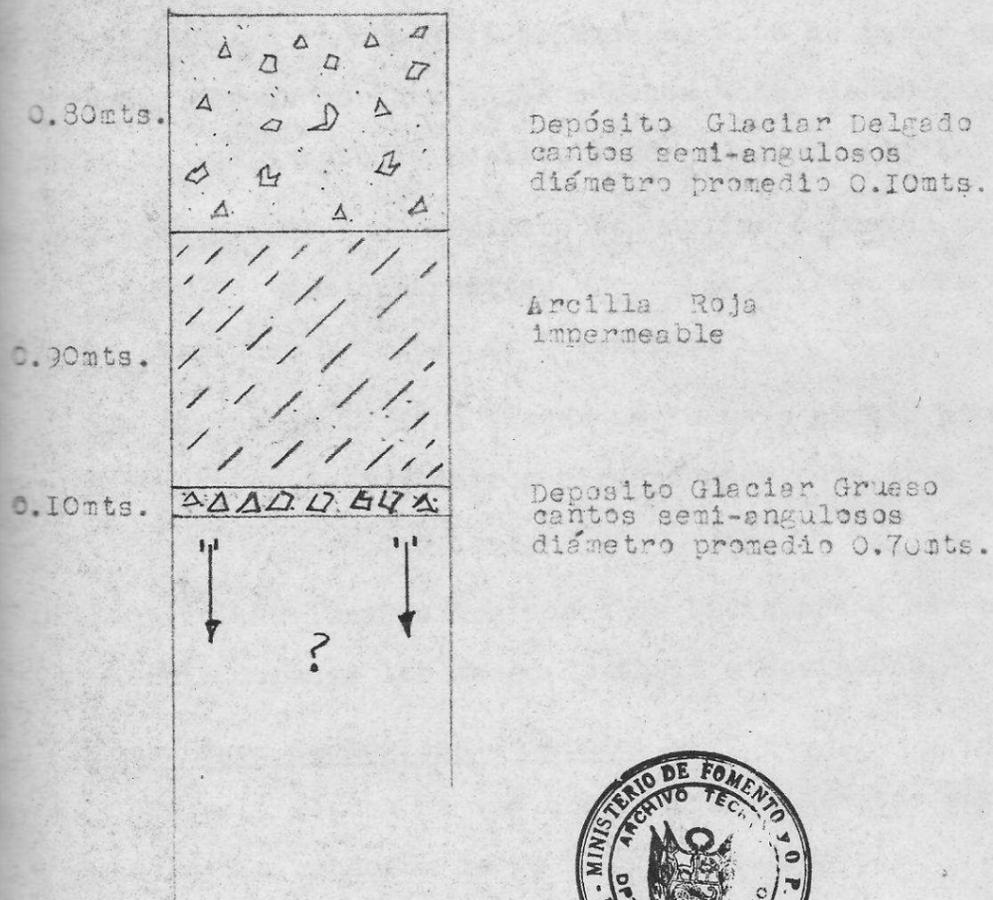


AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



LAGUNA TACRACOCHA

Perfil Calicata A.



ESCALA 1/25



## ESTUDIO GEOLOGICO

### LAGUNA DE JARACOCHA

#### a.- Introducción.-

Ubicación.- Esta laguna está ubicada al este de Ocros en la quebrada de Yara a más o menos 4 Km. de la carretera que conduce al campamento de Huallac y más o menos a 13 Km. de Ocros.

Escurrimiento.- El escurrimiento se realiza a través de las pequeñas quebraditas o por las filtraciones de los depósitos glaciares y taludes de escombros.

Cuenca.- La cuenca de esta laguna se forma a partir de todas las cumbres de los cerros circundantes cuya área es de 0.56 Km<sup>2</sup>.

Clima.- Lluvioso durante los meses de Diciembre a Marzo, seco y frío durante los meses de Abril a Noviembre.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



#### b.- Formaciones Geológicas Generales.-

En esta laguna se ven que afloran andesitas porfiríticas, que conforma la cabecera de la laguna y latita porfiríticas ambas de buena cohesión entre los minerales componentes resistente a la alteración química e impermeables.

Estas rocas ígneas pertenecen a la intrusión ígnea terciaria, con diferenciaciones magmáticas del gran batolito granítico de la Cordillera Blanca.

El dique natural está formado por la misma roca ígnea de las paredes laterales o sea de la latita porfirítica, porque la roca en dicho sector ha resistido a la erosión tanto química



como mecánica.

Es frecuente ver en las paredes inclinadas de los cerros circundantes de la laguna gran cantidad de derrubios en taludes de escombros.

Rocas Igneas.- Intrusión Terciaria.-

Latita porfirítica.- Esta roca conforma la parte oeste de la laguna o sea la boquilla en ambos flancos es resistente al intemperismo, buena cohesión, porosidad nula y sin microfracturas. Descripción de la muestra OJ5 en el acápite de petrología.

Andesita porfirítica.- Conforman la zona de la cabecera de la laguna y los flancos laterales, también es masiva, compacta de porosidad nula sin microfracturas. Descripción en acápite correspondiente. Ver plano geológico.

Rocas sedimentarias.- Depósitos Glaciares Cuaternarios.

En esta laguna no se han encontrado rocas sedimentarias, tan solo formaciones glaciares cuaternarias y estas restringidas a ciertas quebradas chicas que desaguan en la misma laguna. Ver plano geológico y foto N° 10.

c.- Rocas Solubles.-

No existen ningún tipo de rocas solubles, ni calizas, ni basaltos ni otros, por lo tanto no hay peligro de la formación de cavernas.

d.- Estructuras Geológicas.-

En la zona las únicas estructuras geológicas que se notan son diaclasas cuyo Rumbo predominante es N 60 E,



verticales, sin movimiento y de bloques potentes con diaclasas secundarias casi perpendiculares a las primarias.

Estas diaclasas son debidas a la intrusión de la masa ígnea de la Cordillera Negra.

e.- Geomorfología.-

La laguna es de origen glaciar pero el dique se ha formado por la resistencia a la erosión de la latita porfirítica y no por depósitos glaciares.

Esta laguna es la más moderna de todas formada posiblemente después de la última glaciación Cuaternaria, en toda su extensión no se han encontrado sedimentos morrénicos.

f.- Estado de conservación de los Materiales debido a la acción del intemperismo y factores mecánicos estructurales.

Las rocas confortantes de la laguna de Jaracocha son latita porfirítica y andesita ambas bastante conservadas pues no tienen microfracturas y tan solo se ven afectadas por el intemperismo las superficies que están directamente en contacto con el aire y en algunas partes de las diaclasas.

i.- Minerales Deletéreos.-

No existen, tan solo se ha podido observar pequeñas pintitas de pirita y calcopirita que no han de afectar en lo mínimo las aguas a embalsarse.

j.- Depósitos Salinos.-

No existen; la sola ausencia de rocas sedimentarias, hace pensar la no existencia de estos depósitos y además se ha explorado materiales en toda la cuenca y comprobado la carencia



de estos.

La no existencia de depósitos salinos ni de minerales deletéreos han sido comprobados en el laboratorio, mediante pruebas llevadas a cabo con reactivos especiales, sobre las muestras recogidas en el terreno.

k.- Permeabilidad de los depósitos glaciares.-

En la quebrada de Jara y en especial en la laguna de Jaracocha no existen depósitos glaciares; la boquilla formada por la misma roca ígnea (latita porfirítica) ha resistido a la erosión y si existen están colocados de tal modo que favorecen el escurrimiento para el embalsamiento de la laguna. Por lo tanto no existen peligros de filtraciones. Ver corte geológico A-A.

l.- Impermeabilidad del vaso.-

La roca conformante del lugar y predominante es una latita porfirítica y además la andesita; la primera por sus componentes mineralógicos es presa fácil a la alteración química, pero bajo ciertas condiciones que tiene esta roca, tales como gran cohesión en sus minerales componentes, sin microfracturas y bajo gran cantidad de agua **sin** movimiento no se alterará, la segunda es resistente a la alteración por lo tanto la impermeabilidad del vaso está asegurada. Ver corte geológico B.B.

m.- Materiales de Cimentación.-

El material sobre el cual se va cimentar la Presa es una latita porfirítica.

Propiedades físicas y químicas: Las características de esta roca son:



Gran cohesión entre sus minerales componentes, ausencia de microfracturas, como material de cimentación se comporta muy bien.

- Minerales esenciales: Ortosa y Plagioclasas.
- Minerales secundarios: Zicón, esfena, magnetita.

Permeabilidad: Nula

Porosidad: Nula

Resistencia al esfuerzo cortante

3,300 - 4,200 lbs/pulg<sup>2</sup>

240 - 318 kg/Cm<sup>2</sup>

**-Textura:** Porfirítica.

n.- Construcciones actuales en la presa y peligro con la construcción de la nueva presa.-

- No existen construcciones en los alrededores de esta laguna.

o.- Peligro de Tubificaciones.-

- En esta laguna no existe peligro de formación de canales, ni cavernas, puesto que no hay depósitos glaciares ni calizas. Ver Foto N° 10.

Petrología.-

- Estudio Petrográfico.- Muestra: OJ - 5

- Muestra en mano.- La muestra es de color gris, mesocrata, de estado bien conservado, granulaciones afanítica con estructura masiva y textura porfirítica.

Con 20x se determina feldespatos (?) y pequeños granos de pirita.

- Muestra al microscopio.- Minerales esenciales:



Ortoclasa.- Se presenta como fenocristales dentro de una pasta microlítica con bordes algo corroídos.

Son granos anhedrales de 0.9 mm. de diámetro promedio. Muchos de estos granos están intensamente reemplazados por epidota.

Plagioclasa.- Corresponden a la variedad **oligoclasa y andesina**. **Estos** granos son anhedrales de 0.8 mm. de longitud promedio. Algo corroídos y resorcidos por la acción magmática.

También estas plagioclasas están como fenocristales.

Minerales Accesorios.- Los minerales de este grupo son bastante escasos. Solo se localizan trazas de titanomagnetita, zircón esfena, magnetita y pirita.

De ellos la esfena se caracteriza por presentarse intersticialmente. Y la magnetita esta dispersa en toda la masa de la roca.

Minerales Secundarios.- Destaca solo la epídota que ha reemplazado intensamente a los feldespatos, en especial a las horneblendas. Se han localizado casos en que el reemplazamiento ha **sido total** en los anfiboles que han existido pero que actualmente no quedan ni trazas de ellos.

En la pasta se determina pequeños xenolitos de origen volcánico.

- Textura.- La textura es porfirítica con xenolitos de pasta gluidal, felsofídica y hay reemplazamiento.

- Porcentaje.- Dada la naturaleza de la roca solo se hace un cálculo muy aproximativo. La relación de pasta a fenos es de 7 pastas a fenos. Entre los fenocristales se halla 60% para las plagioclasas y 40% para las ortoclasas.



- Clasificación.- Latita porfirítica.
- Propiedades físicas y químicas.- Los elementos de esta roca son de fácil intemperización. Debido a la poca porosidad (Nula) ellas se pueden conservar frescas.

Otros estudios.-

- Calicatas.- Para ver la impermeabilidad de la boquilla y la impermeabilidad del vaso de Jaracocha no fue necesario hacer ningún pozo exploratorio, pues los afloramientos de las rocas ígneas conformantes de la cuenca y de la boquilla son notorios.

- Cantera.- En casi toda la cuenca de Jaracocha, se encuentra aflorando la latita porfirítica, así es que, se ha escogido la cantera ubicada en el plano por encontrarse cerca de la boquilla (a 40 metros).

El material ubicado sobrepasa los 12,000 m<sup>3</sup>. de roca y presenta buenas condiciones físicas y químicas.

El método recomendado para explotar esta cantera es el método de gradines, y atacándose por el centro de los bloques.

- Posibilidad de asentamientos.- No existe la posibilidad de que al efectuarse la presa ésta se asiente o se desplace, porque la roca que se hace presente en la boquilla es una latita porfirítica que tiene una buena resistencia al esfuerzo cortante y además no presenta estructuras favorables para estos asentamientos.

- Posibilidad de la existencia de otra boquilla.- La conformación de esta laguna es rocosa, los afloramientos ígneos se notan perfectamente, en ningún lugar los depósitos glaciares cubren grandes áreas y en la boquilla no existen, por lo tanto, no es posible que exista otra boquilla para la laguna de Jaracocha.



Resumen. -

- Las rocas aflorantes son ígneas hipabisales ácidas, tal como latita porfirítica y una andesita porfirítica, no existen depósitos glaciares.

- El origen de la laguna es glaciario, pero, no se encuentran depósitos glaciares.

- No existen rocas solubles capaces de formar cavernas.

- El vaso es impermeable.

- La boquilla es impermeable.

- No existen depósitos salinos ni minerales deletéreos.

- **Las** rocas conformantes del vaso presentan buen estado de conservación y se nota que el intemperismo es bajo.

- El material de cimentación que se va a utilizar en la presa presenta condiciones mecánicas aceptables.

- No es posible la formación de canales de fugas de agua.

p.- Conclusiones. -

- La roca ígnea predominante y la que forma el vaso de la laguna roca hipabisal, masiva y compacta, de porosidad y permeabilidad nulas.

- La Permeabilidad del vaso y de la boquilla están aseguradas por la conformación rocosa expuesta.

- En la zona no existen materiales arcillosos.

- Se recomienda construir una presa de albañilería con material rocoso de latita porfirítica, cuya cantera se indica en el plano geológico.



Nota:

Se acompaña a este informe:

- Plano geológico.
- Cortes geológicos de la boquilla y del vaso.
- Fotografías.

*Manuel Torres*





DEC \* 64



DEC \* 64

Successión de pozos exploratorios en la boquilla de Yanacocha.









Foto N° 7.  
Muro de concreto en V de la Bo-  
quilla de Tacracocha



Fragment of a paper label with some illegible text, possibly "en la" and "alguno".



Foto N° 8

Cañon aguas abajo de la Laguna de Tacracocha, mostrando la típica erosión glacial en forma de U.



Laguna de Tacracocha, se muestran las formaciones rocosas y los efectos del intemperismo.

Foto N° 4

Laguna de Tacracocha, ubicacion de la cantera



Foto N° 9

Cuenca y vaso de la Laguna de Tacracocha.



Recorrido de la laguna de Pucacocha a la laguna de Huallac.



Campamento tras el eje de la Boquilla de la laguna de Huallac.



DEC · 64

Vaso y Cantera de la Laguna  
Jaracocha. Foto N° 10



DEC · 64

Parte Laguna de Jaracocha  
notese Cuenca rocosa y  
nevada parcial.



Equipo Técnico y personal  
obrero empleado en los  
Estudios del Contrato.



Vista parcial de la Campiña  
de Cercas, notese cultivos de  
Alfalfa.