

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE MINAS

LIMA - PERU

**“El Yacimiento de Borato de la Laguna
de Salinas en Arequipa”**

*Tesis para optar el grado de
Ingeniero de Minas, presentada
por:*

José O. Rodríguez Rodríguez

LIMA - PERU

1968

DEDICADO

A mis padres y hermanos.

INDICE

I ESTUDIO GEOLOGICO

1. Introducción
2. Fisiografía~~ta~~
 2. 1 Ubicación del yacimiento y Vías de acceso
 2. 2 Características climáticas
3. Geología Regional
 3. 1 Estructuras y Litología
 3. 2 Actividad Volcánica y Aguas Termales.
4. Geología del Yacimiento
 - 4.1 Extensión y forma del Yacimiento
 - 4.2 Composición Mineralógica
 - 4.3 Estimado de las reservas de Borato
 - 4.4 Teorías sobre el origen del Yacimiento.
5. La Industria del Bórax
 5. 1 Antecedentes Históricos
 5. 2 La Industria de Boratos en el Perú
 5. 3 Antigua explotación de la Boratera de Salinas en Arequipa.

II PROYECTO DE EXPLOTACION

6. Estudio del Mercado
 6. 1 Especificaciones de los productos comerciales.
 6. 2 Usos de los compuestos del Boro

- 6. 3 Precios
- 6. 4 Producción y Comercio Mundial
- 6. 5 Mercado Nacional de Boratos
- 6. 6 Mercado Internacional.
- 7. Ingeniería del Proyecto
 - 7. 1 Extracción del Mineral
 - 7. 2 Planta de Procesamiento
 - 7.2.1 Tamaño y ubicación de la planta
 - 7.2.2 Procesos y diseño de los equipos e instalaciones.
- 8. Estimado de las Inversiones Fijas
- 9. Estimado de los Costos de Operación
 - 9. 1 Costo de Salarios
 - 9. 2 Costo de Sueldos
 - 9. 3 Costo de Combustible
 - 9. 4 Costo de energía Eléctrica
 - 9. 5 Costos Varios
 - 9. 6 Costo de depreciación
 - 9. 7 Costo de Transporte
- 10. Estimado del Capital de Trabajo
- 11. Evaluación del Yacimiento
 - 11.1 Precios de Venta
 - 11.2 Estimado de la Rentabilidad del Proyecto
 - 11.3 Valor presente por fórmula Hoskold
- 12. Conclusiones; cuadros, figuras, Planos.

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION.

El presente trabajo es el resultado de un estudio detallado, sobre la Geología y la factibilidad técnico-económica de la explotación del depósito de Borato de la Laguna Salinas en Arequipa. Este trabajo fue realizado durante los meses de abril a setiembre del presente año, por encargo de mis/asociados Drs. Rodríguez-Banda & Cía., S.A; a quienes agradezco el haberme permitido la utilización de los datos y resultados consignados en el presente trabajo. Deliberadamente he omitido el tratar sobre los Derechos Mineros pues hay numerosos denuncios en trámite sobre este depósito.

En lo posible se ha procurado cumplir con los requisitos exigidos en una tesis de grado Profesional, según lo prescriben los Estatutos de la Universidad Nacional de Ingeniería.

En el aspecto geológico se ha analizado el problema, agotando toda la información bibliográfica existente. Se han realizado numerosas excursiones de observación sobre el depósito y sus alrededores; efectuando muestras de comprobación por sondajes y pozos. El análisis económico del proyecto de explotación ha sido hecho en base a índices de costos y precios aproximados a la realidad actual de la zona donde se realizará el proyecto.

El proyecto en conjunto ha sido concebido si-

guiendo una orientación nacionalista; dando prioridad a los aspectos sociales, pero sin descuidar la rentabilidad del capital privado quien será el que lleve a efecto este proyecto. Se ha preferido la explotación manual del yacimiento pero sin descuidar la eficiencia total de la industria. Uno de los objetivos de la política de mercadeo ha sido el sustituir los Boratos importados por producto nacional, e incluso llegar a la exportación, creando de esta manera un factor positivo en nuestra balanza de pagos internacionales.

Quiero también en esta oportunidad expresar mi profundo agradecimiento a todo el Cuerpo Docente de la Facultad de Minería de la Universidad Nacional de Ingeniería, por las enseñanzas recibidas en mis años de estudiante, en particular, mi reconocimiento al Dr. George Petersen por sus orientaciones, sugerencias e información bibliográfica, generosamente proporcionada.

I ESTUDIO GEOLOGICO

2. FISIOGRAFIA.

2.1- Ubicación del Yacimiento y Vías de Acceso.

La posición de la laguna de Salinas se muestra detalladamente en el "Plano de Ubicación Geográfica" adjunto como anexo. Este plano ha sido preparado en base a las hojas AREQUIPA y OMATE de la Carta Geográfica Nacional a escala 1: 200,000. publicada por el Instituto Geográfico Militar.

Políticamente esta área pertenece al Distrito de San Juan de Tarucani, provincia y departamento de Arequipa. Está comprendida dentro de la Jurisdicción de la Jefatura Regional de Minería de Arequipa.

Tal como se muestra en el Plano de ubicación, la laguna Salinas se encuentra sobre el lado sur de la carretera Arequipa-Puno, bordeándola en el tramo del kilómetro 72 al kilómetro 79. Por esta circunstancia el acceso se considera relativamente fácil. Utilizando automóvil se puede llegar desde la ciudad de Arequipa en el tiempo de dos horas. En este tramo la carretera Arequipa-Puno tiene un gran número de curvas y fuertes pendientes, llegando en casos a pasar del 10 % de gradiente. El ancho varía entre 6.00 y 8.00 mts. y en la actualidad se encuentra solamente afirmada. Los puentes y rellenos actuales soportan el tráfico de camiones hasta de 12 T.M. de peso bruto. Esta ca -

retera es transitable durante todo el año y su mantenimiento lo hace la Dirección de Caminos. La elevación del lecho de la laguna cuando está desecada es de 4,295 m. s. n. m. según las fuentes de información consultadas.

2.2 Características Climáticas.

Considerando que la laguna Salinas está completamente rodeada por cerros, y su altura sobre el nivel del mar, vemos que las temperaturas mínimas registradas son notoriamente inferiores a las que correspondería a tal posición geográfica. Algunos datos sobre temperaturas máximas y mínimas registradas pueden verse en el cuadro N° 1.

Aunque no ha sido posible obtener datos recientes sobre temperaturas, se puede inferir que estos serán en la actualidad, similares a las registradas en los años 1916 y 1917.

Durante el invierno el clima es sumamente riguroso, según datos del Cuadro N° 1, continuamente se presentan variaciones de temperatura de hasta 60° C, llegando el mínimo hasta -20° C. Los factores que contribuyen a esta gran variación de temperatura son, en primer lugar la salinidad de las aguas. El cloruro de sodio y sulfato de sodio disueltos hacen bajar el Punto de Congelación de la solución, no siendo posible la formación de una capa de hielo, que impida la evaporación y por ende, un mayor enfriamiento.

to de la solución. También contribuyen a disminuir la temperatura, la baja presión atmosférica y los fuertes vientos alizos que se presentan en las tardes.

Las lluvias se presentan en los meses de Verano, de Diciembre a Marzo, siendo éstas de regular intensidad, y muy frecuentemente van acompañadas de fuertes tempestades.

Debido al sistema de captación de aguas construido por la Compañía Irrigadora Porongoche, la mayor parte de las aguas que discurrían anteriormente hacia la laguna, son recogidas por un canal que rodea los lados Sur y Oeste de la laguna: estas aguas son posteriormente conducidas por un túnel hacia la cuenca del río Chiguata, formando posteriormente el río Sabandía.

La evaporación es bastante intensa debido, a los fuertes vientos, la baja presión atmosférica y pequeña humedad relativa. La laguna permanece seca casi la totalidad del año. Solamente, cuando hay intensas lluvias el nivel del agua sube unos pocos centímetros tardando de tres a cuatro semanas para evaporarse y quedar nuevamente seca.

Observaciones Meteorológicas hechas por el Dr. Isaías Mendoza del Solar, de la Universidad de Arequipa, en el mes de Noviembre de 1935 dieron los siguientes resultados:

Día 26 de Noviembre de 1935, hora 10:00 p.m.

Vientos Este-Oeste 0.16 m/seg.

Temperatura, + 2° C

Humedad Relativa 40 %

Presión atmosférica 480 m.m.Hg.

Día 27 de Noviembre de 1935, hora 5:00 a.m.

Temperatura -5° C.

Presión atmosférica 450 m.m Hg

Punto de ebullición del agua 84° C

En la actualidad la compañía Andes del Perú, subsidiaria de la Anaconda Company; ha adquirido los derechos de la Compañía Irrigadora Porongosche, y se encuentra construyendo un sistema de canales destinados a captar todas las aguas de la cuenca de esta laguna, las mismas que serán utilizadas en el proyecto cuprífero de Cerro Verde. De esta manera, la laguna perderá todos sus riachuelos tributarios y seguramente permanecerá seca todo el año.

El rigor del clima y la altura no son propicios para el desarrollo de vegetación, la planta más común es la "Paja de Puna", también crece la "Yareta". Sin embargo, esta vegetación pobre permite el crecimiento de algunos rebaños de ovejas y alpacas

La "Yareta" es una especie de la familia de las "Saxigrafas", se desarrolla alrededor de las piedras formando montículos redondeados. El tallo y las hojas contiene una resina que la hace un buen combustible después de un ligero secado a la intemperie.

Los habitantes de la región escogen para sus viviendas los sitios alejados de la laguna y protegidos de los vientos. Sobre el lado sur **existe** el caserío de Chilitía y el depósito San José del Estanco de Sal. También se conserva todavía lo que era la Oficina Progreso de la "Borax Consolidated". Se puede ver los restos de los hornos de secado, la cancha de escogido, oficinas y campamentos.

Sobre el lado norte y a lo largo de la carretera Arequipa-Puno, se encuentra el depósito principal del Estanco de Sal. También los campamentos de la Dirección de Caminos. Se hallan los restos de un campamento que fue un observatorio Meteorológico de la Dirección de Aguas. El total de habitantes de la zona llega a unas doscientas personas. Su principal actividad económica es el pastoreo de ovejas y llamas. Durante los meses de Junio a Noviembre trabajan para el Estanco de Sal en el recojo y transporte de este producto.

3. GEOLOGIA REGIONAL

3.1 Estructuras y Litología.-

La laguna Salinas ocupa el fondo de una gran hoyada, encerrada totalmente por una cadena de cerros cuyas cumbres sobrepasan los 5,000 m.s.n.m. La elevación más notable es el Pichu-Pichu que se presenta por el lado Oeste. El volcán Ubinaa aparece por el lado Este.

La depresión topográfica puede tener dos orígenes. Un origen tectónico o uno Volcánico. El origen tectónico se explicaría por un movimiento diastrófico acompañado de fallamientos que habrían logrado levantar el lado sur, ocasionando el represamiento de un riachuelo que corría de Norte a Sur. Se ha inspeccionado el terreno, pero, no se ha encontrado indicios significativos de fallamiento.

La otra posibilidad que explicaría el origen de la hoyada sería el crecimiento del nevado Pichu-Pichu debido a su actividad volcánica. Al producirse los derrames volcánicos y depositarse las cenizas y material piroclástico, éstos habrían formado una barrera cerrando el paso al drenaje de lo que hoy es la laguna.

La opinión del autor es en favor del origen volcánico, en mérito a la forma peculiar de presentarse el nevado Pichu-Pichu, pues prácticamente es una barrera que cierra el drenaje de la cuenca por el lado Oeste.

La roca dominante en la región es una Andesita a biotita y hornblenda, presenta grandes cristales de plagioclasas que destacan claramente sobre una pasta gris muy fina. Bajo la lupa se puede observar cristales muy pequeños de Plagioclasas y de minerales ferro-magnesianos.

3.2 Actividad Volcánica y Aguas Termales.-

Es evidente la intensa actividad volcánica que

ha tenido lugar en esta zona. Por el lado Este se presenta el volcán Ubinaş el mismo que todavía dá muestras de actividad eruptiva. El Dr. Parodi Isolabella de la Universidad de San Agustín de Arequipa, ha estudiado las fumarolas existentes en el cono y cráter del Ubinaş y establece la posibilidad de su utilización industrial debido a la gran cantidad de vapor que despiden. Se ha encontrado también depósitos de azufre en el Ubinaş y Pichu-Pichu.

Por el lado Oeste se presentan los volcanes Misti y Pichu-Pichu. Se puede afirmar que los demás cerros de los alrededores tienen origen volcánico, pues, se observa fácilmente que están formados por "corridas de lava" de gran espesor.

Entre los kilómetros 7 y 8 de la carretera Arequipa-Puno, lado sur, se encuentran dos fuentes de aguas termales, "El Pozo El Negro" y "Baños de Jesús". La composición química de los minerales disueltos en estas aguas se muestra en los cuadros Nos. 2 y 3.

El contenido de estas aguas hace presumir una relación directa entre estas fuentes termales y el origen de las sales presentes en la laguna de Salinas.

4. GEOLOGIA DEL YACIMIENTO.

4.1 Extensión y Forma del Yacimiento.

El yacimiento de Borato consiste en una forma -

ción lenticular discontinua de Ulexita, presentándose a poca profundidad por debajo del lecho de la laguna de Salinas. Se han excavado varios pozos de exploración en las zonas ricas y en las zonas pobres en Borato. Los resultados de estas exploraciones están gráficamente representados en la Columna Estratigráfica mostrada en la figura N° 1.

La forma del yacimiento se muestra claramente en el "Plano de Reservas de Borato" adjunto. La profundidad a la que se encuentra el mineral es variable, siendo mayor en el centro de la laguna y menor cerca de las orillas; pero nunca mayor de 2.00 m.

4.2 Composición Mineralógica.

En la costra superficial que se precipita al evaporarse el agua de las lluvias, se presenta cloruro de sodio y sulfato de sodio. La Halita cristaliza en formas cúbicas bien definidas, dando un producto granular bastante puro explotado por el Estanco de la Sal. El sulfato de sodio, Thernardita, se precipita en forma de un polvo blanco muy fino, el mismo que posteriormente es arrastrado por el viento dejando los cristales de Cloruro de Sodio en forma limpia y concentrada. La composición de esta capa salina es de 25 % Na Cl y 42 % de Na₂ S O₄, cantidades menores de Ca S O₄, Na₂ C O₃, impurezas y regular cantidad de humedad.

Haciendo un muestreo preliminar el autor ha calculado la existencia de unas 140,000 T.M. de estas sales, solamente en la capa superficial. Debe tenerse en cuenta que si se recogiese en un año toda la costra de sal, con las lluvias del verano se disolverían las sales del suelo, formándose otra salmuera, probablemente con menor concentración, y al desecarse la laguna en invierno se volvería a depositar una nueva capa salina. Las reservas de sales son, pues, considerables y se estiman en unas 200,000 Tns.

El mineral de boro presente es la BORONATROCALCITA, ó también conocida como Ulexita, químicamente es un Borato de Sodio y Calcio hidratado, su fórmula química es:



El mineral químicamente puro contiene 43.0 % de $\text{B}_2 \text{O}_3$; 7.7 % $\text{Na}_2 \text{O}$; 13.8 % CaO y 35.5 % $\text{H}_2 \text{O}$. Cristaliza en el sistema Triclinico, fácilmente se observa un clivaje perfecto según el Biquipinacoide. Se presenta en la forma de masas redondeadas fibrosas, de color blanco con brillo sedoso; es sumamente blando; se le asigna la dureza del grupo 1 en la escala de Mohs. Bajo la llama del soplete funde muy fácilmente dando un vidrio claro, tiñe la llama de un color amarillo debido a la presencia del sodio. Desprende agua al calentarlo en tubo cerrado. Muy poco soluble aún en agua caliente. Soluble en ácidos. Con menor frecuen-

cia, la Ulexita también se presenta en la forma de masas de estructura terrosa, color blanco, con algunas impregnaciones de Sulfato de Calcio, sedimentos arenosos y pequeñas manchas de óxido de fierro.

La capa de borato es impermeable y no permite que las aguas subterráneas suban a la superficie; esta es una propiedad útil en la exploración, pues permite descartar las áreas de la laguna que permanecen fangosas y que son las áreas pobres en borato.

El agua subterránea surgente que se encuentra en las zonas fangosas y después que se haya extraído la capa de borato, contiene muy pequeña proporción de sales en disolución que no pasa del 0.25 % de Cloruro de sodio. Se nota más bien la presencia de ácido sulfídrico fácilmente identificable por su olor característico.

4.3 Estimado de las Reservas de Borato

La distribución del Borato es sumamente irregular, tanto en sentido horizontal como en profundidad. Por lo general se presenta en la forma de masas fibrosas lenticulares, también cerca de la superficie se presenta en la forma de venillas fibrosas muy finas. Ni las venillas ni las masas alcanzan un gran desarrollo y siempre se presentan mezcladas con impurezas de arcilla y arena. En los sitios ricos la agrupación de las masas lenticulares es mas

densa, llegando a formar zonas de Borato casi puro. Corrientemente estas formaciones ricas alcanzan potencias de hasta un metro, pero, su extensión no pasa generalmente de unos dos metros cuadrados. No se observa señas de estratificación en la formación de Borato, y la profundidad a la que se le encuentra es algo variable; por lo general, en los bordes de la laguna se le encuentra a poca profundidad, pero a medida que se avanza hacia el centro, la capa de borato yace a mayor profundidad, habiendo zonas en las que se encuentra a dos metros de la superficie.

El año 1916, el Ing^o. J. W. Mac Millan de la Compañía Borax Consolidated, realizó un muestreo sistemático y completo sobre toda la extensión de la laguna Salinas. Los resultados de este muestreo se encuentran representados en el "Plano de Reservas de Borato" adjunto al presente trabajo. El área de la laguna que aparece en blanco, representa la ausencia completa de boratos. El área sombreada uniformemente representa la formación de Borato compuesto por nódulos erráticos y pequeños con diámetro menores de dos centímetros (0.02).

Esta zona se considera inexplorable bajo cualquier circunstancia.

La zona cubierta con puntos representa la formación compuesta por nódulos de dos a cincuenta centímetros de diámetro, pero, que por la dilución de ellos se considera

su explotación antieconómica, debido a la gran cantidad de material arcilloso que tendría que extraerse. Mediciones sobre el plano de Reservas nos dan una extensión de 425 Has. , para esta formación.

El área pintada de negro representa la formación más rica, contiene nódulos de diez a cincuenta centímetros, y a veces más de un metro. Esta zona contiene todo el mineral explotable y su extensión es de 1,747 Has.

El área del plano cubierta con cuadrícula pequeña , representa la extensión del depósito que estaba totalmente explotada a fines del año 1916, fecha en que hizo el muestreo el Ing^o. Mac Millan. Por mediciones sobre este plano hemos establecido que la extensión de esta área explotada era de 325 Has. En el cuadro N^o 5 se presenta las estadísticas de producción de borato hasta el año 1926. Según esta tabla, hasta fines del año 1916, fecha en que se efectuó el muestreo, se habían producido 73,480 toneladas de borato seco con un contenido promedio de 45.9 % B_2O_3 .

El Ing^o. Jochamowitz (9), describe muy detalladamente las condiciones en que se realizaba la explotación de Borato por la Compañía Borax Consolidated. Así nos dice que para obtener una tonelada de Borato seco, se empleaba 2 y 1/2 carros de borato húmedo escogido, cada carro, llevaba una carga de 800 Kgs. También afirma que gran can -

tividad de Borato con impurezas era dejado en el lugar de extracción . La cantidad de mineral abandonado era por lo menos igual a la enviada a los hornos de secado. El hecho de que el escogido se hacía a mano y sin reducción de tamaño previa, nos permite suponer que el contenido de $B_2 O_3$ del mineral abandonado no era muy inferior al del mineral despachado a los hornos.

De toda esta información podemos deducir, que: Para producir una tonelada de mineral seco con 45.9 % $B_2 O_3$ se tenía que extraer del depósito 4 toneladas de mineral conteniendo aproximadamente 23 % $B_2 O_3$. Mediciones efectuadas sobre el Plano de Reservas, nos muestran que hasta el año 1916 se habían explotado 325 Has. El Cuadro N° 5 nos indica que hasta ese mismo año se habían producido 73,480 toneladas de mineral seco. El mismo Plano de Reservas muestra que todavía hay 1,747 Has. por explotar, porque a partir del año 1918 la producción bajó considerablemente quedando completamente paralizada pocos años mas tarde. Considerando que para producir una tonelada de mineral concentrado seco se extraían del depósito cuatro toneladas de mineral bruto: se llega a establecer que las reservas de Borato explotable en la laguna de Salinas, alcanzan a 1'580,000 toneladas de mineral con un contenido promedio de 23 % $B_2 O_3$.

Como resultado del estudio de Factibilidad Eco

nómica de un Proyecto de Explotación que se discute en sección posterior, se llega a establecer que bajo las condiciones actuales de costos y precios, la explotación de este depósito puede realizarse con provecho económico; por lo tanto, el mineral que lo veníamos tipificando como Explotable, es en realidad MINERAL PROBADO, de acuerdo a la terminología académica y legal vigente.

Reservas:

Mineral Probado - 1'580,000 Tns. métricas.

Contenido $B_2 O_3$ = 23 %

4.4 Teorías Sobre el Origen del Yacimiento.

La presencia de sales Borásicas está generalmente relacionada a fenómenos volcánicos recientes. Así, en las fumarolas de Italia que son muestras de vulcanismo activo, se presenta y se recupera ácido bórico por un proceso de condensación del vapor emitido. En Norte América, los Boratos tienen la forma de capas interpuestas con derrames lávicos. También en todos los depósitos Sudamericanos la relación con volcanes vecinos es evidente. Es cierto que el proceso que ha seguido el Boro, desde su fuente magmática primitiva, hasta los variados compuestos en que se le encuentra en la actualidad, está todavía sin explicación científica satisfactoria.

R. T. Chamberlin (Journal of Geology, Vol. 20,

1912, "The Physical Setting of the Chilean Borate Deposits"), cree que los compuestos de Boro emitidos por los volcanes, se depositaron en sus flancos y fueron arrastrados luego por las aguas de lluvia hasta los lagos cercanos, lugar donde reaccionaron con otras sales dando lugar a la precipitación de ulexita. A. Joohamowitz (9) sugiere la posibilidad de que las emanaciones subterráneas habrían llegado directamente al lago, en donde el ácido bórico reaccionaría con las sales disueltas formando la Ulexita que inmediatamente precipitaría debido a su escasa solubilidad.

J. Mendoza del Solar (19), sugiere la misma teoría que Joohamowitz para explicar el origen del Boro, pero atribuye un origen marino al cloruro y Sulfato de Sodio disueltos en el agua de la Laguna. El autor considera que el origen marino de las sales disueltas en la Laguna es muy improbable por las siguientes razones: Primero, la gran distancia tanto horizontal como vertical que separan a la laguna del mar. Segundo, cualquier lago de origen marino que hubiese sido levantado durante el proceso del Geosinclinal Mesozoico, habría sido lavado durante las glaciaciones de la era Cuaternaria; a la par que los movimientos orogénicos y volcánicos habrían hecho imposible la contención de las aguas marinas por tanto tiempo.

El autor propone la siguiente teoría para explicar el origen del yacimiento de Borato de la Laguna Salí

nas: En época reciente se habría levantado lo que hoy es el nevado Pichu-Pichu cortando el paso a algún pequeño riachuelo y formando la actual laguna de Salinas. Por lo árido del clima se habría formado una laguna salada de pequeño fondo.

Las escasas lluvias del verano discurrían hacia la laguna, donde posteriormente se evaporaban produciéndose una concentración de sales de Sodio y Calcio. Los magmas subyacentes habrían producido emanaciones de ácido bórico, las mismas que al ascender y mezclarse con el agua fría de la laguna habría dado lugar a la reacción del ácido bórico con las sales de Sodio y Calcio formándose la Ulexita.

Para comprobar la validez de esta teoría sería necesario efectuar pruebas de laboratorio para determinar la posibilidad de esas reacciones químicas. Estos experimentos serían también de gran utilidad en el estudio de procesos para producir el ácido Bórico a partir de la Ulexita. Como puede verse hay un gran campo abierto para futuras investigaciones, las mismas que además de proporcionar una explicación científica del origen de este yacimiento, servirían para sentar las bases de la industria química del Boro en nuestro país.

5.- LA INDUSTRIA DEL BORAX

5.1 Antecedentes Históricos

La industria encargada de producir y procesar compuestos químicos del Elemento Boro es conocida como industria del Bórax. La razón es que el Bórax es el compuesto de Boro que tiene mayor uso industrial; sin embargo, hay otros minerales que se utilizan directamente, tales como la Colemanita, Ulexita y Acido Bórico.

La historia moderna de este producto empieza con la introducción en Europa del Bórax traído de las montañas del Tíbet a comienzos del siglo XIV, aproximadamente en la época de los viajes de Marco Polo y muy posiblemente por él mismo. En ese entonces ya se conocían las propiedades fundentes y vitrificantes del Bórax y fue ampliamente usado y bien cotizado. En la América pre-hispánica también se conoció y utilizó el Borax como vitrificante, prueba de ello está en las magníficas cerámicas encontradas.

A principios del siglo XIX se comenzó la explotación del ácido Bórico contenido en las fumarolas de la Toscana en Italia. Estos yacimientos fueron los principales proveedores de Europa hasta fines del siglo pasado, tiempo en el que fueron descubiertos los yacimientos de Norte y Sudamérica.

El año 1864 se descubrió el depósito del Bórax Lake en el Norte de California, este fue un depósito rico

y de fácil explotación. Posteriormente se descubrió Ulexita y Bórax en varias lagunas de Oregón, Nevada y California del Sur. A fines del siglo XIX se descubrieron importantes depósitos en América del Sur, tales como los Boratos del Salar de Ascotán en el norte de Chile; los del Salar del Hombre Muerto en el Noroeste Argentino y el importante depósito de ulexita en la laguna Salinas al Sur del Perú, y del mismo que se ocupa el presente estudio.

5.2 La Industria de Boratos en el Perú.

El año 1890 fue descubierto el depósito de Borato de la laguna "Salinas" cerca de la ciudad de Arequipa. Se dice que el descubridor fue un arriero argentino que había tenido alguna experiencia en yacimientos similares de su país.

La noticia llegó a los señores Bizé-Escomel y Forga, vecinos de Arequipa quienes procedieron a efectuar denuncios, que en ese tiempo eran llamados "Estacas" y se hacían ante el Juez en lo Civil de la localidad. Poco tiempo después, el Dr Juan Manuel Ecurra y un ciudadano alemán apellidado Hilfiger presentaron numerosos denuncios en la misma zona. Como los señores Bizé, Escomel y Forga no habían tomado posesión ni habían hecho trabajos de reconocimiento, se declararon procedentes los denuncios de Ecurra. Al final Ecurra resultó favorecido con 40 Estacas y el grupo Bizé con solamente 10 Estacas.

Escurra formuló nuevas denuncias y constituyó la "Compañía Boratera de Arequipa" con un capital de L. P. 2,000.00 (Dos Mil Libras Peruanas). Esta compañía inició la explotación construyendo hornos de secado en Arequipa, el negocio marchó muy bien; consiguió un adelanto de L.P. 15,000, de una Casa compradora de Boratos en Europa; dinero con el que se instaló hornos de secado en la orilla de la laguna Salinas.

Los precios del Mercado Internacional permitían trabajar con utilidad, llegando la Compañía Boratera de Arequipa a exportar 7,000 Tns. el año 1896. Arequipa llamaba la atención en el mercado Mundial; ocurrió una fuerte baja de precios, de L.P. 12.00 que costaba la tonelada el año de 1893, bajó a L.P. 7.00 a fines de 1898. Sin embargo, la Cía. Boratera de Arequipa seguía produciendo y exportando aunque posiblemente, acusando pérdidas. En esas circunstancias recibió una oferta de compra de la Borax Consolidated Limited de Londres. La venta del depósito e instalaciones se efectuó siendo el precio pagado de soles oro peruanos 1'250,000 de los cuales S/ 1'000,000.00 correspondió al grupo del Sr. Juan Manuel Escurra; S/ 125,000.00 al Sr. Forga y S/ 125 mil al Sr. Bizé y Escomel.

De esta manera se consumó uno de los negocios mineros más fructíferos que se recuerda en la región de Arequipa; pues accionistas que aportaron un capital de soles

20,000.00 recibieron de la Borax Consolidated \$ 1'000,000; ó sea, el 50 por 1; después de haber recibido buenos dividendos y estar en los últimos años al borde de la quiebra.

La Borax Consolidated dio mayor impulso a la explotación construyendo en Salinas 12 hornos tipo reverbero, para el secado, y tendió 15 km. de lina decauville para la extracción del mineral.

Posteriormente un señor Chabaneix inició una reclamación judicial a la Cía. Borax, por la misma que pedía indemnización por el Borato que había sido extraído de algunas concesiones que le pertenecían. La Cía. Borax respondió paralizando la explotación momentáneamente, actitud que llevó a una transacción recibiendo el Sr. Chabaneix la suma de \$ 140,000.00. Así quedó la Cia. Borax dueña de todas las concesiones sobre la laguna Salinas. Se calcula que en arreglos, litigios, pagos y alcabalas, la Cia. Borax desembolsó la suma de 1'500,000.00 Soles peruanos, dinero que pasó íntegramente a manos nacionales.

La Cia. Borax a fin de dejar bien definidas sus concesiones, solicitó la remensura de sus denuncios, operación que fue ejecutada por el Ing^o. Alberto Jochamowitz, siendo Director del Cuerpo de Ingenieros de Minas, en el mes de diciembre de 1907.

5.3 Antigua Explotación de la Boratera de Salinas.

Cuando la Cia. Borax inició la explotación en

gran escala, la forma de trabajo se sistematizó llegando a obtenerse buenos resultados de recuperación y rendimiento. La extracción se hacía por medio de pozos de un metro de ancho por dos de largo, dejando caminos intermedios.

Cuando se extraía todo el borato de un pozo, este se llenaba de agua subterránea. Seguidamente se abría otro pozo contiguo dejando un tabique de separación. Los pozos se disponían en series alineadas, dejando entre ellas espacio suficiente para el acceso y transporte. Haciendo la explotación sistemática se lograba una recuperación elevada.

El trabajo de excavación y escogido era hecho totalmente a mano. Un buen peón lograba producir una tonelada de mineral escogido por día. Este mineral tenía que estar libre de arena, arcillas y toda sustancia extraña. El color debía ser completamente blanco. La cantidad de Borato impuro abandonado en los pozos era aproximadamente igual a la cantidad enviada a los hornos de secado. El mineral extraído tenía de 55 a 60 % de agua; un secado a la intemperie por espacio de unas semanas permitía bajar el contenido de agua hasta un 45 %. Para efectuar el secado posterior se construyeron 12 hornos del tipo reverbero, de 3 metros de ancho por 8 de largo. El combustible empleado era la yareta. Un kilogramo de yareta seca rendía 3,000 calorías.

El Borato húmedo se trituraba y cernía con una

malla de dos centímetros de abertura; se le colocaba sobre el techo del horno y se alimentaba por unas claraboyas; la extracción se hacía por unas puertas laterales. El tiempo de secado duraba de 3 a 6 horas. Los humos circulaban por debajo del horno; lugar donde se precipitaban los finos. Cada horno era atendido por un fogonero y dos ayudantes; se trabajaba continuamente con dos guardias de 12 horas cada una. La capacidad de cada horno era de 3.8 Tns. por cada 24 horas. Para rebajar el contenido de agua a 5% se necesitaba una tonelada de yareta por cada tonelada de borato seco producido; finalmente el borato seco obtenido era envasado en sacos de yute impermeable.

En el cuadro N° 6 se presenta los componentes del costo de explotación de borato obtenidos por la Cía. Borax Consolidated. Estos costos corresponden al año 1913 y están expresados en soles peruanos por tonelada de mineral seco.

El Borato que se produjo de Salinas era de buena calidad y tuvo buena aceptación en el mercado internacional. La composición promedio de los minerales exportados se muestra en el cuadro N° 4.

II.- PROYECTO DE EXPLOTACION

El presente Proyecto de Explotación Minera, se rá enfocado desde el punto de vista del inversionista privado; quien tiene como objetivo obligatorio, el buscar la máxima rentabilidad sobre su inversión, sin descuidar las obligaciones de carácter social que le correspondan.

6.- ESTUDIO DEL MERCADO.-

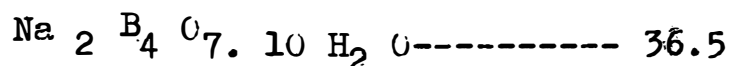
6.1 Especificaciones de los Productos Comerciales.

El principal producto comercial del metal Boro es el Bórax. Para su venta se le prepara en tres formas ; Bórax decahidratado, pentahidratado y anhidro. El siguiente producto en volumen de consumo es el Acido Bórico. Se consume menores cantidades de Ferrobóratos, carburo de Boro, Bibóratos y Pentaboratos de hidrocarburos; Nitrato de Boro y también Boro metálico. El óxido de Boro, un polvo negruzco y brillante es otro de los productos cuyo consumo ha aumentado últimamente.

Dentro de la industria se acostumbra expresar el contenido de Boro en porcentaje de $B_2 O_3$. Para los productos químicamente puros la composición es la siguiente:

% $B_2 O_3$ en peso

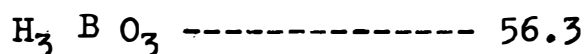
Bórax decahidratado



Bórax Anhidro



Acido Bórico



6.2 Usos de los Compuestos del Boro.

El Boro se emplea principalmente en la forma de Bórax, sea anhidro o hidratado. Los usos más importantes da tan desde los albores de la civilización, tiempo en el que se le empleaba como fundente de óxidos y para colorear las cerámicas. En la actualidad aproximadamente una cuarta parte de todo el bórax producido, es destinado a la industria cerámica, de sanitarios y a la de fierro aporcelanado. En Metalurgia y Calderería se emplea bórax como fundente y de soxidante.

La industria del vidrio utiliza otra cuarta parte del bórax producido; se le utiliza por la propiedad que tiene de darle al vidrio mayor resistencia al calor y facilidad para su trabajo en caliente. En este uso la Colemanita y Ulexita tienen gran aceptación y son indispensables en los casos de fabricación de lana de vidrio y fibra de vidrio. El vidrio conocido comercialmente como "Pyrex", muy utiliza do en utensilios de cocina e implementos de laboratorio, con tiene del 12 % al 14 % de $\text{B}_2 \text{O}_3$.

El Bórax y Acido Bórico en especial, son utiliza

dos como detergentes y desinfectantes. Se le prepara como aditivo en polvos, soluciones y jabones. También es ingrediente de algunos cosméticos.

Hay muchos materiales industriales que utilizan Bórax en su fabricación tales como pinturas especiales, Colas, pegamentos especiales, esmaltes de caseína para papeles decorativos etc.

Las industrias de curtido de cueros y textilera utilizan también apreciable cantidad de boratos. Como se aprecia, hay buen número de usos y aplicaciones relativamente nuevos del Boro y sus compuestos. así, el boro elemental, aunque es un producto costoso se le emplea como absorbente de neutrones en cascos protectores de aparatos para procesos radioactivos. Una pequeña proporción de boro im parte mayor dureza al acero, e incluso ^{reemplaza} a otros metales mas costosos. Algunos compuestos orgánicos que contienen Boro se emplean como insecticidas y mata-yerbas. También se emplean como aditivos a los combustibles, mejorando su rendimiento en motores de alta compresión.

La existencia de trazas de boro en los suelos es indispensable para el buen crecimiento de las plantas. La deficiencia de algunos terrenos de cultivo es subsanada en parte, añadiendo a los fertilizantes empleados, cantidades de Boratos poco solubles. La Ulexita es un mineral que se usa bastante con este fin, para lo cual se le pulveriza y a-

diciona a los fertilizantes comunes.

Entre los recientes usos del Boro, uno de los más interesantes es el de los combustibles químicos de alto poder energético. Estos combustibles se fabrican a base de Boro e Hidrógeno más algunos estabilizadores; estos combustibles de Boro rinden 50 % más energía por libra de peso en comparación con los hidrocarburos corrientes. En los Estados Unidos de Norte América hay en la actualidad dos fábricas que producen estos combustibles, los mismos que se emplean en cohetería espacial.

El Nitrato de Boro cúbico, es un producto relativamente nuevo, y de gran utilidad en el futuro. Comercialmente se le conoce como "Borazón", y tiene el mismo grado de dureza que el diamante, además de la ventaja de soportar temperaturas de hasta 3,500 ° F., mientras el diamante entra en combustión en presencia de aire a los 1,600° F.

Se puede afirmar que habrá una gran demanda de Boratos en el futuro; el consumo de estos productos ha ido en aumento durante los últimos años. El volumen de consumo en las industrias básicas, tales como metalurgia, vidrios, cerámicas, tiende a incrementarse conforme al crecimiento vegetativo de la población y el mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores. Las últimas estadísticas al respecto en el plano internacional, arrojan un incremento del 10 % en el consumo de compuestos de Boro dentro de

los países industrializados. Las estadísticas del Perú muestran un incremento en el consumo mayor del 12 % anual, esto posiblemente como consecuencia de las nuevas industrias de vidrio y cerámica recientemente establecidas.

La investigación científica sobre el Boro y sus compuestos puede conducir a grandes y útiles descubrimientos, en nuevos usos y productos. La gran cantidad de reservas y su precio relativamente bajo lo hacen propicio para que pueda sustituir a muchos productos industriales actualmente caros y escasos.

6.3 Precios.-

Los precios de los productos de Boro en el mercado interno americano son cotizados semanalmente en el periódico "Oil, Paint and Drug Reporter". Los precios se han mantenido relativamente estables desde el año 1959.

Los precios cotizados se refieren al producto, puesto en las plantas de refinación que están localizadas en el Estado de California. Los precios para la última semana del año 1967 fueron:

	Precio U.S.	\$/Tn.Larga
Borax, grado industrial:		
Anhidro, 99 % pureza		
Embolsado, por vagones, F O.B. Planta		92.00
A Granel " " " "		83.00

Decahidratado, 99.5 % puro	Prec. \$/Tn. Larga
Embolsado, por vagones, F.O.B. Planta	50.00
A granel " " " "	43.50
Pentahidratado, 99.5 % puro	
Embolsado, por vagones, F.O.B. Planta	64.50
A granel " " " "	58.00

Acido Bórico, grado Industrial:

Anhidro, 99.9 % puro.	
Embolsado, por vagones, F.O.B. Planta	335.00
Cristalizado 99.9 % puro	
Embolsado, por vagones, F.O.B. Planta	186.50
En cilindros " " "	193.50
Granular, 99.9 % puro	
Embolsado, por vagones, F.O.B. Planta	112.00
En cilindros " " "	137.00
A granel " " "	106.00

El ácido Bórico grado U.S.P., embolsado tiene un sobreprecio de \$ 25.00 por tonelada. El Bórax decahidratado también grado U.S.P. tiene un recargo de \$ 4.00 por Tn. Larga. El grado U.S.P. es una especificación para productos de mayor pureza y calidad, y que se emplea en la industria farmacéutica y de cosméticos.

Siendo estos productos de precio relativamente

bajo, los fletes por transporte hasta los centros industriales de consumo tiene gran incidencia en el precio final pagado por el consumidor. Así, por ejemplo, en el año 1967 se pagó U.S. \$ 45 por el transporte de una tonelada desde California hasta la ciudad de Nueva York.

6.4 Producción y Comercio Mundial.

El primer país productor de Boratos es los Estados Unidos de Norte América, quienes producen alrededor del 75 % del total de la producción de los países no comunistas.

No ha sido posible conseguir estadísticas de producción de los países Socialistas; pero, se estima que también poseen reservas apreciables y en la actualidad son autosuficientes.

Las últimas estadísticas publicadas muestran que la producción de los Estados Unidos de Norte América, fue durante el año de 1966 igual a 788,000 toneladas, con un valor de U.S. \$ 68'200,000.00.

Durante el año 1967 la producción alcanzó a 876,000 Tns., con un valor de 67'000,000.00 de dólares americanos. Turquía durante el año 1966 produjo 252,000 Tns. de Boratos. Argentina, durante el año 1963 produjo 26,691 Tns.; Chile, en el mismo año produjo 3,286 Tns. de Ulexita. Italia también totalizó el año 1963 la producción de 567 Tns. de ácido Bórico.

El principal país exportador es así mismo los EE. UU., y cubren prácticamente la totalidad del mercado de países no comunistas. El año 1966, el 50 % de su producción fue destinada a la exportación, siendo sus principales compradores los países europeos y el Japón. Han construido un terminal de distribución en el puerto de Rotterdam; y el transporte lo hacen desde Los Angeles vía Canal de Panamá utilizando un barco especial para transporte a granel.

Las principales compañías americanas productoras de boratos son, en orden de importancia:

1.- La U.S. Borax Co., subsidiaria americana de la Borax Consolidated Ltd. con sede en Londres; tiene concesiones mineras sobre casi todos los yacimientos de Bórax conocidos en el mundo. En la actualidad casi la totalidad de su producción proviene del depósito de Kern, en California. Este es un yacimiento gigantesco que se explota a cielo abierto, y sus reservas pasan de los 100'000,000 de toneladas.

2.- American Potash and Chemical Corporation; procesa las salmueras del Lago Searles en California.

3.- West End Chemical Company, subsidiaria de Staussfer Chemical Co., también procesa salmueras del lago Searles. Las reservas contenidas en el lago Searles sobrepasan los 150'000,000 de toneladas.

4.- Kern County Land Co., produce Colemanita en el dis

trito Ynyo, California. El año 1966 había 50 pequeñas compañías mineras que producían boratos y operaban en los Estados de California, Oregón y Nevada.

El segundo país productor de boratos es Turquía, Etibank, una compañía estatal produce más del 75 % del total de la producción nacional. Recientemente ha construido una refinería en la localidad de Bandirna, con una capacidad de 20,000 Tns. por año de bórax penta-hidratado y 5,000 Tns. de ácido Bórico. Los países europeos son los principales consumidores de los productos turcos.

Los Estados Unidos también importan pequeñas cantidades de Colemanita procedente de Turquía. Las reservas de los depósitos turcos llegan a 20'000,000 Tns.

Argentina es el tercer país productor; explota yacimientos de Ulexita en las provincias de Salta y Jujuy. La compañía más importante es Boroquímica Ltda.; cuenta con una capacidad de producción de 20,000 Tns. anuales de minerales. Durante el año de 1964 exportó 8,932 Tns , siendo el Brasil su principal comprador.

Chile también es un productor de importancia, actualmente la Cia. Borax Consolidated explota el yacimiento de ulexita del Salar de Ascotán, en la provincia de Antofagasta cerca de la frontera con Bolivia, el año 1963 produjo 3,285 Tns. de ulexita.

Italia es otro importante productor de Boratos

en el año 1963 produjo 567 Tns. de ácido Bórico, el mismo que fue extraído de las fumarolas de la región volcánica de la Toscana.

Alemania figura como otro importante exportador de productos de Boro, durante el año 1965 exportó más de 40,000 Tns. de productos Manufacturados con materia prima importada.

6.5 Mercado Nacional de Boratos.-

Para determinar la magnitud del mercado nacional para compuestos de Boro, se hizo acopio de los datos publicados por ^{la} Superintendencia de Aduanas en el "Boletín de Estadística del Comercio Exterior", para los años de 1962, 1963. y 1966. Estas cifras de importación reflejan fielmente el consumo nacional por cuanto en los últimos 40 años no se han registrado producciones ~~de~~ ^{nacionales} de importancia.

A partir del año 1964 la Superintendencia de Aduanas adoptó las "Normas Internacionales de Convenio de Bruselas" para la clasificación de los productos de comercio exterior. Esta nueva clasificación es más completa, pues a mas de contener un mayor número de partidas tiene carácter internacional.

En el Anuario del año 1966 se registran las siguientes importaciones:

Partida N° 25.30.0.02

Boratos Naturales y sus compuestos

99 K. B. Valor S/ 917.00

Arancel: Soles Oro 1.00 K.B.

30 % A. V.

Partida N° 28.12.0.01

Anhídrido y Acido Bórico

Procedencia EE. UU.

234,631 K.B., Valor S/ 1'085,018.00

Arancel: Soles Oro 0.30 K.B.

30 % A.V.

Partida N° 28.46.1.01

Borato de Sodio

394,518 K.B., Valor S/ 1'279,320.00

Arancel: soles Oro 0.30 K.B.

30 % A. V.

Partida N° 28.46.2.01

Perborato de Sodio

13,118 K.B., Valor S/ 103,422.00

Arancel : Soles Oro 0.30 K.B.

30 % A. V.

Las estadísticas anteriores al año 1964 aglomera-
ran todos los productos de Boro en solamente dos partidas.

Año 1962:

Borato y Perborato de Sodio: 362,088 K.B.

Valor : S/ 951,711.00

Acido Bórico : 51,653 K.B.

Valor: S/ 306,981.00

Año 1963:

Borato y Perborato de Sodio: 336,479. K.B.

Valor : S/ 946,085

Acido Bórico : 124,665 K.B.

Valor : S/ 759,769.00

En base a tales estadísticas se ha preparado el cuadro N° 7 en el que se muestran tabuladas las importaciones nacionales de compuestos de Boro. Del estudio de este cuadro se puede deducir las siguientes conclusiones, que servirán para proyectar la demanda futura del mercado peruano.

1.- El consumo total de compuestos de Boro ha ido creciendo constantemente. La "tasa" de crecimiento anual promedio ha sido de 12.7 % .

2.- Los precios CIF. Callao de los diversos compuestos han experimentado aumentos sucesivos, mientras que en el mercado internacional los precios se mantuvieron estables.

Asumiendo que la tasa de aumento en el consumo na

cional se mantenga constante en el futuro, podemos estimar cual será la demanda futura del mercado peruano.

Estimado de la Demanda Futura para Boratos
en el Mercado Nacional.

Años	Demanda en K.B.
1969	920,000
1970	1'040,000
1971	1'170,000
1972	1'320,000
1973	1'500,000
1974	1'672,000
1975	1'884,000
1976	2'123,000
1977	2'393,000
1978	2'697,000
1979	3'040,000

6.6 Mercado Internacional.

Los Estados Unidos de Norte América es el primer país productor y exportador de Bórax; sin embargo, Turquía ha logrado colocar su Colemanita en el mismo mercado americano, suministrando a las industrias en las que como la de Fiberglass; los boratos de calcio son mejor cotizados que el Bórax.

Del mismo modo Argentina ha logrado exportar apreciable cantidad de Ulexita al Brasil y Uruguay. Chile también es exportador de Ulexita.

Con estos antecedentes, es lógico suponer que la Ulexita peruana, procesada y ofrecida a un precio competitivo, tendrá buena aceptación en algunos mercados extranjeros en donde tenga ventajas para sustituir al Bórax americano. Como posibles mercados se consideran Ecuador, Colombia, algunos países europeos y principalmente Japón.

7. INGENIERIA DEL PROYECTO.

7.1 Extracción del Mineral.

Teniendo presente la forma en que se presenta el Borato en el yacimiento de Salinas, se considera que la extracción manual será la más conveniente. La ulexita yace a profundidades no mayores de un metro (1.00 m.) presenta la forma de masas lenticulares discontinuas. La potencia rara vez excede un metro. Estas características imponen la adopción de un minado altamente selectivo que solamente puede ser hecho a mano.

La resistencia a la compresión del suelo es muy pequeña y no creemos que pueda soportar libremente piezas o equipos pesados. Otro factor adverso es el brusco descenso de la temperatura en las noches; haría muy difícil el mantenimiento de cualquier motor de combustión interna.

Solamente queda adoptar el método manual de extracción, en la misma forma que fue empleado por la Compañía Borax Consolidated Ltd., al comienzo de este siglo.

Este método de explotación manual tiene la ventaja desde el punto de vista del interés nacional, de proporcionar ocupación estable a un mayor número de personas en una zona apartada y de bajo nivel de desarrollo económico. La otra ventaja es la mínima inversión en equipos y herramientas. Los datos que aparecen en las publicaciones del Ing^o. Jochamowitz permiten hacer un cálculo bastante aproximado de los futuros costos y rendimientos.

Para determinar la cantidad anual de mineral a extraerse se han tomado en cuenta los factores que tienen ^{gran} influencia, por ejemplo la capacidad del mercado nacional. El factor decisivo ha sido la ley N^o 16066, aunque todavía no ha sido reglamentada, establece claramente que después del quinto año del período de explotación, los concesionarios que no sean considerados como "Pequeños Productores Mineros", deberán producir una cantidad de minerales o concentrados que guarde una adecuada relación con las reservas que contengan sus concesiones. En el caso de incumplimiento, estarán sujetos a un sobre canon cuádruplo, el mismo que se irá duplicando anualmente. Para los depósitos de minerales no metálicos la producción mínima obligatoria ha quedado establecida en un centésimo de la suma de ~~mineral~~

Probado y Probable.

Siendo las reservas de Mineral Probado de este depósito igual a 1'580,00 toneladas; para cumplir este requisito legal, habría que minar unas 16,000 toneladas anuales, las mismas que después de un escogido manual en los pozos, quedarían reducidas a 8,000 toneladas. Este tonelaje sería despachado a la planta de secado.

Con el sistema de explotación manual se obtendrían los siguientes resultados:

Un hombre asignado a un pozo, equipado con botas impermeables y una lampa de mango largo, podrá en una jornada de 8 horas remover y extraer 2 tns. de mineral, que luego del escogido se reduciría a 1 Tn. Este mineral escogido tendría entre 55 y 60 % de agua. El transporte de los pozos a la orilla de la laguna, lugar por donde pasa la carretera Arequipa-Puno, se haría por tracción mecánica en carros sobre línea decauville; la distancia promedio recorrida será de 10 km.

Debido a las lluvias del verano, el período de trabajo será solamente de mayo a noviembre de cada año. Acumulando 160 días de trabajo, con jornadas de 8 horas; de 6 a.m. a 3 p.m., se podrá obtener una producción diaria mínima de 50 toneladas de mineral escogido.

Este trabajo ha efectuarse se hará mediante el sistema de contratos, calculando que trabajarán unos 50 obre-

ros en los pozos de extracción. El control del escogido ha de estar a cargo del un empleado de la empresa explotadora.

7.2 Planta de Procesamiento.-

7.2.1 Tamaño y Ubicación de la Planta

Hemos establecido que el volumen de producción anual de la mina será de 8,000 Tns.; las mismas que deberán ser procesadas durante once meses de trabajo de la Planta, resultando una capacidad diaria de 24 Tns. de mineral alimentado. El mineral de alimentación tendrá alrededor del 55 % de agua, y se le secará hasta rebajar su contenido a menos de 5 %, de esta manera el tonelaje producido por la planta será de 4,000 Tns. de mineral seco por año.

Se ha escogido para ubicación de la Planta la ciudad de Arequipa; de preferencia en el lado Sur Este, lugar por donde entra la carretera Arequipa-Puno, vía que será utilizada para el transporte del mineral húmedo. En esta zona de Arequipa hay disponibilidad de terreno suficiente lo mismo que de agua, desagüe y fuerza eléctrica.

A priori podemos afirmar que el falso flete pagado por la humedad del mineral, tendrá mucha menor incidencia en el costo final, comparado con la mayor inversión que significaría el ~~instalar~~ la Planta en las ~~proximidades~~ de la mina; donde no existe energía eléctrica, agua potable, ni viviendas y en donde el clima es extremadamente riguroso.

7.2.2 Procesos y Diseño de los Equipos e Instalaciones.

La Planta de procesamiento tendrá como objeto producir mineral Ulexita que cumpla con los requisitos siguientes:

Tamaño $\lt \# 1/2''$

Contenido total de $H_2 O$ $\lt 6 \%$

Color blanco y constitución homogénea.

Contenido $B_2 O_3$ = 46 %

Para conseguir este producto tendremos que someter el mineral a los siguientes procesos:

- 1.- Reducción de tamaño.
- 2.- Secado a la Intemperie
- 3.- Tamizado
- 4.- Secado por calor artificial.
- 5.- Pesada y ensacado.

El mineral húmedo será bastante blando y plástico; los trozos serán menores de 8". Hemos seleccionado una chancadora de martillos con las siguientes características:

Abertura de entrada 8" x 12"

" " descarga 1/2"

Velocidad 1500 r. p.m.

Potencia del Motor 15 H. P.

Peso sin accesorios 2,000 Lbs.

Capacidad: 8 Tns./ hora.

Considerando que el clima de Arequipa es extremadamente seco y la radiación solar durante el día es intensa; un secado preliminar a la intemperie sería una gran ventaja económica por el ahorro en combustible para el secado final.

Diseño de la cancha de secado: Tiempo de secado, según rendimientos obtenidos por la Compañía Boratera de Arequipa a fines del siglo pasado; se estima que en 8 semanas de secado el contenido de agua bajará a un 40 %.

Capacidad de la cancha para 8 semanas = 1340 Tns.

Peso Específico del mineral húmedo = 1.47 Tns/m^3

Volumen Total = 915 m^3 .

Espesor del lecho de mineral = 0.25 m.

Area de Secado = $3,660 \text{ m}^2$

Dimensiones = $30 \times 130 = 3,900 \text{ m}^2$.

Después del secado a la intemperie el mineral pasaría a un cedazo clasificador y posteriormente al alimentador del horno de secado. Las características del cedazo serían:

Capacidad = 24 Tns/8 horas.

Sistema de vibración = polea excéntrica

$$\text{Abertura} = 1/2''$$

Cálculo del tamaño: según fórmula Stephens-Adamson :

$$A = \infty \frac{T \times B}{W \times Q}$$

A = Area del cedazo en pies cuadrados.

T = Alimentación en Tns/hora.

B = Factor de capacidad = 20

W = Peso por pie cúbico del mineral.

Q = Abertura en pulgadas.

∞ = Factor de humedad = 3

$$A = 8 \text{ pies}^2, + 50\%$$

Dimensiones = 3' X 4'

Potencia instalada 2 ½ H.P.

Diseño del Horno de Secado Rotatorio.

Luego de una serie de cálculos de aproximaciones sucesivas, se han determinado las características óptimas del horno rotatorio que podría efectuar el secado del mineral.

Las características del horno en referencia son las siguientes:

Sistema: Rotatorio de fuego directo con hogar exterior.

Dimensiones: 6 pies de diámetro, 45 pies de largo.

Temperatura de gases, al ingreso $T_i = 842^\circ \text{ F.}$

Temperaturas de gases, salida $T_e = 230^\circ \text{ F.}$

Capacidad máxima = 150 % de la normal.

Capacidad Normal = 24 Tns/día.

Contenido de agua en el mineral, entrada = 40 %

" " " " Salida = 5 %

Combustible: petróleo N° 5, de 145,000 B.T.U/gal.

Consumo de Combustible = 10.6 gal/Tn. mineral

Potencia total instalada = 18 H.P.

Peso de embarque = 45,000 Lbs.

Cálculos de Comprobación:

Relación de volumen,

$$\frac{V \text{ total}}{V \text{ carga}} = \frac{\pi D^2 / 4 \cdot L}{t \cdot T \cdot C}$$

D = diámetro, 6'

l = longitud, 45'

t = tiempo de secado, 20 minutos

T = Volumen específico, 24 pies³/Tn.

C = Capacidad.

$$\frac{V \text{ total}}{V \text{ carga}} = 4.5 ; \text{ aceptable.}$$

Cantidad de Calor Necesario para el secado

Según Tabla N° 5 de Taggart (30)

Cantidad Teórica = 1'350,000 BTU/Tn.

Asumiendo una eficiencia del sistema de 90 %.

$$Q = 1'350,000 \times \frac{1}{0.90} = 1'500,000 \text{ BTU/Tn.}$$

$$\text{Consumo de Combustible} = \frac{Q}{\text{Poder calórico combustible.}}$$

$$= \frac{1'500,000}{145,000} = 10.6 \text{ galones/Tn.}$$

Volumen de los gases de Secado:

$$W_g = \frac{Q}{hg (T_i - T_e)} = 10,600 \text{ Lbs. aire/Tn.}$$

W_g = Peso de aire necesario para el secado.

Q = Calor total para el secado de 1 Tn.

T_i = Temperatura de entrada = 842° F.

T_e = Temperatura de salida = 230° F.

hg = Calor específico del aire = 0.23

Volumen de los gases a la salida:

$$V = \frac{W_g}{0.0368} \frac{T_e + 491}{212 + 491} = 278,000 \text{ pies}^3/\text{Tn.}$$

Velocidad de los gases:

$$v = \frac{V \cdot 9.4}{rd^2 \times} = 246 \text{ pies/minuto}$$

Esta velocidad se considera adecuada pues no arrastrará muchos finos.

Consumo de Energía:

Según fórmula aproximada de O.Labahn (13), para consumo de energía total, incluye rotación, quemador y ventilador de aspiración

$$P = D \times L \times Kt = 9 \text{ H.P.}$$

D = diámetro

L = Longitud

Kt= Factor experimental

$$\text{Potencia Instalada} = 2 P = 18 \text{ H.P.}$$

La última etapa del proceso será la pesada, el en sacado y almacenamiento. Esta operación se hará manualmente, utilizándose balanzas de plataforma pequeñas. Los sacos serán de yute impermeabilizados, e irán llenados cada uno con 60 kilogramos de mineral.

8. ESTIMADO DE LAS INVERSIONES FIJAS SIN CONSIDERAR EL VALOR DEL YACIMIENTO.

8.1 Estudios y Proyectos S/. S/. 200,000.00

8.2 Equipos de Mina

Herramientas, palas, etc.	20,000.00	
Carros mineros	200,000.00	
Línea Decauville	100,000.00	
Una locomotora	200,000.00	520,000.00

8.3 Planta de Secado

Terreno, 10,000 m². 300,000.00

Obras Civiles:

Pisos de concreto, 4500 m² 270,000.00

Cimientos y Bases 200,000.00

Cercos y puertas 100,000.00

Oficinas y Servicios 300,000.00

Equipos:

Una chancadora 8"x12"

Precio cif Matar. \$4500. = 190,000.00

Un cedazo 3' x 4'

Cif. Matarani \$1,200. = 50,000.00

Un horno rotatorio

Cif. Matar. \$10,500. = 456,000.00

Refractarios, transmis.

quemador y Colector 970,000.00

Costo de Instalación y

pruebas 10 % 164,000.00 3'000,000.00

Total de Inversiones Fijas S/. 3'720,000.00

9. ESTIMADO DE LOS COSTOS DE OPERACION.-

Los Costos de Operación

Para mayor claridad, serán referidos a la tonelada métrica de producto, o sea, de mineral seco.

9.1 Costo de Salarios.

La extracción del mineral se hará por el sistema de contrato: con los salarios pagados en la actualidad por el Estanco de Sal, se calcula que el costo de 1 Tn. de mineral húmedo será de S/. 60.00 . Para producir una tonelada de mineral seco se necesitan dos de mineral húmedo, por lo tanto, el costo de extracción será S/ 120.00/Tn.

El número de obreros necesarios para operar en la Planta son los siguientes:

1. Portero
- 1 Obrero para la chancadora.
- 4 Paleros para cancha de secado
- 1 Obrero para cedazo.
- 6 Fogoneros para el horno
- 4 Ensacadores y almaceneros
- 2 Cuidantes.
- 1 Mecánico.
- 1 Electricista.

Gastos Semanales.

Ocupación:	No.	Salario:	Planilla
Guardianes	3	S/. 70.00	S/. 1,470.00
Motorista Mina	1	90.00	630.00
Chancadora	1	80.00	480.00
Secado	4	70.00	1,680.00
Cernido	1	80.00	480.00
Horno	6	80.00	3,360.00
Ensayado	2	80.00	1,280.00
Mantenimiento	2	90.00	1,080.00
Ayudantes	2	70.00	<u>840.00</u>

TOTAL PLANILLA SEMANAL S/.11,300.00

Beneficios Sociales:

Concepto:	% de Planilla:
Dominical	14.3
Vacaciones	8.4
Indemnizaciones	8.4
Días festivos	2.8
Recargo por domingos	2.2
Seguro y Jubilación	8.0
Bonificaciones	<u>3.9</u>
TOTAL - - - - -	49.0 %

Costo Semanal:

Planilla	S/	11,300.00
Beneficios Sociales		<u>5,537.00</u>
TOTAL	S/	16,837.00

$$\text{Producción Semanal} = \frac{4,000}{54} = 74.2 \text{ Tns/semana.}$$

$$\text{Costo por Tn. de mineral} = \frac{16,837}{74.2} = \text{S/ } 227.00$$

9.2 Costo de Sueldos.

Ocupación	Planilla:
1 Supervisor Mina	S/ 2,500.00
1 Ingeniero, Gerente	12,000.00
1 Químico	6,000.00
1 Contador	5,000.00
1 Auxiliar de Oficina	<u>2,500.00</u>
TOTAL	S/ 28,000.00

Beneficios Sociales:

Concepto	% de Planilla:
Vacaciones	8.3
Indemnizaciones	8.3
Bonificaciones	8.3
Seguro y Pensiones	<u>5.5</u>
TOTAL	30.5 %

Costo Mensual:

Planilla	S/	28,000.00
Beneficios Sociales		<u>8,820.00</u>
TOTAL	S/	36,820.00

Producción Mensual = 334 Tns.

Costo por Tonelada = S/ 110.00

9.3 Costo de Combustible:

Consumo de combustible = 10.6 Gal/Tn.

Precio por galón de petróleo = S/ 5.50

Costo de Combustible = 58.40 S/ /Tn.

9.4 Costo de Energía Eléctrica:

Consumo diario promedio,

Chancadora	44.00 Kw/hr.
Cedazo	11.5 Kw/hr.
Horno	158.0 Kw/hr.
Alumbrado	<u>20.0 Kw/hr.</u>
TOTAL	233.5 Kw-hr/día

Precio = S/ 1.80 Kw/hr.

Costo de Energía Eléctrica = 17.60 S/ /Tn.

9.5 Costo Varios:

Sacos de Yute	130.00 S/ /Tn.
Lubricantes, repuestos 10%	66.00
Gastos Generales 10%	<u>66.00</u>
TOTAL VARIOS	262.00 S/ /Tn.

9.6 Costo de Depreciación

Los gastos en estudios y proyectos de ingeniería serán amortizados en los cinco primeros años.

Costo de los proyectos = \$/ 200,000.00

Producción en 5 años = 20,000 Tns.

Depreciación = 10.00 \$/Tn.

Inversión en equipamiento de la mina = \$/ 520,000.00

Tiempo de depreciación = 5 años

Depreciación anual = \$/ 104,000.00

El costo total de las obras civiles = \$/ 870,000.00

Tiempo de depreciación = 20 años

Depreciación anual = \$/ 43,500.00

Costo de equipos de Planta = \$/ 1'830,000.00

Tiempo de depreciación = 10 años

Depreciación Anual = \$/ 183,000.00

Costo depreciación Total = 92.60 \$/Tn.

9.7 Costos de Transporte.-

Según los fletes vigentes ofrecidos por transportistas independientes, el costo de transporte de la mina a la planta de secado será 130.00 \$/Tn.; el costo por tonelada de producto seco será:

\$/ 260.00 /Tn.

Costo del Transporte Arequipa-Lima = S/ 500.00 /Tn.

De Arequipa al puerto Matarani = S/ 130.00/Tn.

Resumen de Costos de Producción.

Gastos Variables:	S/ Tn.	
Extracción en Mina, Contratistas.	120.00	
Salarios Planta	227.00	
Combustible	58.40	
Energía Eléctrica	17.60	
Varios (Variables)	196.00	
Transporte Mina-Planta	<u>260.00</u>	879.00
 Gastos Fijos:		
Sueldos	110.00	
Depreciaciones	101.60	
Varios (Fijos)	66.00	341.00
Gastos Generales Compañía	<u>63.40</u>	
 Costo Total, Mineral en Planta	S/ Tn.	1,220.00

=====

10. ESTIMADO DEL CAPITAL DE TRABAJO.-

Consideramos adecuada una suma suficiente para operar la industria durante tres meses. Teniendo en cuenta que la mayoría de las ventas serán hechas al mercado nacional, este plazo será muy razonable. También deberá hacerse una provisión para el mineral almacenado en la cancha de secado a la intemperie durante 8 semanas. De igual modo la acumulación de mineral para la época de lluvias en que se paraliza el secado a la intemperie y la extracción en la mina.

Mineral para 6 meses	\$ 500,000.00
Planilla de Salarios 3 meses	138,000.00
Planilla de Sueldos 3 meses	84,000.00
Combustible	58,000.00
Energía Eléctrica	16,000.00
Sacos	130,000.00
Lubricantes y reparaciones	66,000.00
Gastos Generales	72,000.00
	<hr/>
Total, Capital de Trabajo	\$1'064,000.00

=====

11. EVALUACION DEL YACIMIENTO.

11.1 Precios de Venta.

Para determinar el futuro precio de venta de nuestro producto, suponemos, que el producto nacional reemplazará al importado, debido principalmente a una atractiva ventaja en precio, pero confiando que esta sustitución sea técnicamente factible. Las consultas hechas a técnicos de las industrias consumidoras nacionales, han dado resultados positivos. Así también el Ing^o. R. Robilliar, en su estudio presentado al Banco Minero (26), asegura la factibilidad de sustituir los productos de Boro importados por nacionales.

Para poder hacer una comparación de ambos productos debemos tener en cuenta el contenido de unidades $B_2 O_3$ de cada uno. Los productos importados tienen un contenido promedio de 64.7 % $B_2 O_3$, mientras que el producto nacional tendrá solamente 46 % $B_2 O_3$. Teniendo este aspecto en cuenta, vemos que se necesitarán 1.4 Tns. de Borato Nacional para reemplazar una tonelada del importado.

En el cuadro N^o 7, vemos que el valor CIF Callao promedio fue de U.S. \$ 143.8 para el año 1966, y se puede esperar que los precios se mantengan en ese nivel.

Tomamos como referencia el precio Cif Callao, porque las empresas consumidoras seguramente se acogen a la ley N^o 13270, de "Promoción Industrial", y por lo tanto, pueden importar sus materias primas libres de Dere-

chos e impuestos adicionales. Nuestro producto nacional, con la meta que se propone el presente proyecto, no tendría las mismas características que el importado; por lo tanto, no se podría pedir protección Arancelaria.

El factor decisivo será el precio inferior en un 30 % al equivalente del borato importado.

$$\text{Precio de Venta} = \text{U S \$ } 143.8 (1 - 0.30) \frac{1}{1.40}$$

$$\text{Pv.} = \text{U.S. \$ } 72.00 = \text{S/ } 2,785.00/\text{Tn.}$$

Los mercados de exportación tendrán que ganarse en los países en que tenemos ventajas ó por lo menos igualdad de condiciones en fletes marítimos. El Japón será el país con mayores posibilidades como comprador.

Los fletes marinos desde el Perú y los EE. UU. son aproximadamente iguales; por lo tanto nuestros precios no podrán ser mayores que el del producto americano. El año 1967, los boratos sin refinar tuvieron un valor promedio de U.S. \$ 48.00/Tn., F.a.s Los Angeles, California. Nuestros precios serán por lo tanto:

$$\text{Precio F.A.S. Matarani} = \text{U.S. \$ } 48.00/\text{Tn.}$$

11.2 Estimado de la Rentabilidad del Proyecto.-

Calculamos que la confección de los detalles

del Proyecto, la financiación, construcción y período de prueba, tome el tiempo de dos años. Se espera que el proyecto se inicie a comienzos del próximo año y para fines del año 1971 se habrá alcanzado operar a plena capacidad.

En el capítulo 6.5 se muestra la proyección futura de la demanda del mercado nacional de Boratos refinados, calculada en base al crecimiento que ha experimentado nuestro mercado en los últimos seis años. La introducción en el mercado nacional será progresiva y calculamos que tomará tres años para desplazar totalmente a los Boratos importados.

FUTURA DEMANDA Y PRODUCCION NACIONAL.

Año	Demanda Mercado		Producción		Destino		Ventas	
	Peruano		Peruana		Internos		Exportac.	
	Tns.		Tns.		Tns.		Tns.	
1971	1,168		4,000		616		3,384	
1972	1,316		4,000		1,260		2,740	
1973	1,483		4,000		2,080		1,920	
1974	1,672		4,000		2,340		1,660	
1975	1,884		4,000		2,640		1,360	
1976	2,123		4,000		2,980		1,020	
1977	2,393		4,000		3,350		650	
1978	2,697		4,000		3,780		220	
1979	3,040		4,200		4,200		---	

Debe tenerse en cuenta que para sustituir una tonelada de borato importado refinado, se necesitan 1.4 Tns. de borato 'seco' nacional. Por esta razón la producción de borato nacional será aparentemente mayor que la demanda que ha sido calculado para boratos refinados.

Para hacer un cálculo de las futuras utilidades que rendirá la explotación del yacimiento, tenemos que calcular separadamente las utilidades que rendirán las ventas al mercado interno y las de exportación; teniendo en cuenta que las mismas variarán anualmente.

Con los resultados del estudio de Costos de Producción podemos esperar los siguientes márgenes de utilidad bruta:

Mercado Interno:

Precio de venta al mercado interno	S/ 2,785.00 Tn.
Costo de Producción Planta	S/ 1,220.=
Flete Arequipa-Lima	<u>500.=</u>
Total Costo Lima - - - - -	<u>1,720.00</u>
Utilidad Bruta - - - - -	S/ 1,065.00/Tn.

=====

Mercado Externo

Precio de Venta Fas. Matarani	U.S.	\$ 48.00
Costo de Producción Planta S/ 1,220.=		
Flete Arequipa-Matarani	120.=	
Gastos exportación 6%	<u>79.20</u>	
 Total Costo Fas Matarani S/ 1,399.20	 U.S. \$	 <u>36.15</u>
	U.S. \$	11.85

En Soles = 387.00 S/tn.

ESTIMADO DE LAS UTILIDADES BRUTAS DE OPERACION

Año	De Ventas Mercado Peruano S/ x000	De Ventas Exportación S/ x000	Total Utilidades Brutas S/ x000
1971	656	1,309	1,965
1972	1,342	1,060	2,402
1973	2,215	864	3,079
1974	2,492	642	3,134
1975	2,812	526	3,338
1976	3,173	395	3,568
1977	3,568	251	3,819
1978	4,025	85	4,110
1979	4,473	---	4,473

Tal como puede verse en el cuadro anterior, las utilidades irán aumentando conforme aumentan las ventas en el mercado interno, por ser este más rentable que el

mercado de exportación. Para el año 1979, la totalidad de la producción será absorbida por el mercado nacional y será el año de mayores utilidades. No se han hecho estimados para el décimo y subsiguientes años por cuanto, los índices usados en la proyección, no tienen tanta consistencia y darían cifras muy desviadas. Consideramos muy apropiado el asignar una utilidad uniforme e igual a la del último año a partir del año 1979 en adelante. Como las reservas del depósito llegan a 1'580,000 Tns. y el proyecto contempla la extracción de 16,000 Tns. anuales, resulta que la vida del depósito será de 100 años, trabajando a la capacidad proyectada.

Para arribar a la utilidad neta se ha considerado un impuesto a las utilidades mineras igual al 35 % de la utilidad bruta de operación.

ESTIMADO DE LAS UTILIDADES NETAS

Año	Utilidad Bruta S/ x000	Impuesto 35% S/ x000	Utilidad Neta S/x 000
1971	1,965	688	1,277
1972	2,402	841	1,561
1973	3,079	1,078	2,001
1974	3,174	1,111	2,063
1975	3,338	1,168	2,170
1976	3,568	1,249	2,319
1977	3,819	1,337	2,482
1978	4,110	1,439	2,671
1979	4,473	1,566	2,907

En los cálculos de rentabilidad no se ha considerado una provisión por concepto de Factor Agotamiento, pues de acuerdo a las disposiciones legales vigentes, este fondo no es de libre disposición del minero y por lo tanto, no se puede considerar como parte de su utilidad neta.

Si el minero no realiza trabajos de exploración no podrá hacer deducciones por Agotamiento.

11.3 Valor Presente por Fórmula Hoskold.-

En la tabla de Estimado de las utilidades Netas, vemos que los ingresos futuros no son uniformes y serán percibidos por el inversionista después de dos años de realizada la inversión; tiempo necesario para la preparación de la mina y construcción de la planta. Para este período de construcción creemos apropiado considerar un interés del 14 % anual, que es el interés bancario en nuestro medio.

Para el cálculo del Valor Presente del Yacimiento emplearemos la fórmula de Hoskold, considerando que los ingresos anuales serán desiguales. Utilizaremos un interés especulativo sobre la inversión del 20 % anual. El interés para el fondo acumulativo de amortización será del 6 % anual.

Del cálculo de Reservas y el volumen de extracción proyectado, se deduce que la vida de la mina será

de 100 años. Para los cálculos del valor del yacimiento consideraremos solamente los 20 primeros años, pues con las tasas de interés usadas el valor presente de las ganancias más allá de veintiavo año serán insignificantes y podrán deshecharse.

Fórmula de Hoskold para Ingresos Variables:

$$V_p = \frac{\sum P_m \cdot R^{(n-m)}}{1 + r' \left(\frac{R^n - 1}{r} \right)}$$

V_p = Valor presente de las utilidades futuras.

P_m = Renta neta anual, $P_1, P_2, P_3 \dots P_n$

n = Años de vida, 20 años

r' = Interés especulativo 20 % anual

r = Interés fondo de amortización 6 % anual

r'' = Interés durante la preparación 14 % anual

Cálculo de $\sum P_m \cdot R^{n-m}$:

TABULACION DE INGRESOS Y FACTORES SEGUN TABLAS DE R. PARKS.
(23)

Año	Renta Pm S/ x000	Factor R ^{n-m}	Producto Pm x R ^{n-m} S/ 000
1971	1,277	3.0256	3,863
1972	1,561	2.8543	4,456
1973	2,001	2.6928	5,388
1974	2,063	2.5404	5,241
1975	2,170	2.3966	5,201
1976	2,319	2.2609	5,243
1977	2,482	2.1329	5,294
1978	2,671	2.0122	5,375
1979	2,907	1.8983	5,518
1980	2,907	1.7908	5,206
1981	2,907	1.6895	4,911
1982	2,907	1.5938	4,633
1983	2,907	1.5036	4,371
1984	2,907	1.4185	4,124
1985	2,907	1.3382	3,890
1986	2,907	1.2625	3,670
1987	2,907	1.1910	3,462
1988	2,907	1.1236	3,266
1989	2,907	1.0600	3,081
1990	2,907	1.0000	2,907
Suma Total =			S/ 89,100 =====

$$\frac{R^n - 1}{r} = 36.7856$$

$$V_p = \frac{P_m R^{n-m}}{1 + r' \frac{R^n - 1}{r}} = 10'662,000.00$$

Consideramos un interés del 14 % anual durante el período de construcción, el mismo que durará dos años. Por lo tanto, el valor presente de las utilidades futuras al momento de la iniciación del proyecto, en este caso a principios del año 1969, será:

$$V'_p = \frac{V_p}{(1 + r'')^n} = \$ 8'200,000.00$$

$$r'' = 14 \% \text{ anual}$$

$$n = 2 \text{ años}$$

$$V_p = 10'662,000.00$$

En el capítulo 8 hemos determinado que el monto de las inversiones fijas llegará a \$ 3'720,000.00; también hemos estimado que se necesitarán \$1'064,000.00 como capital de trabajo. Por lo tanto la inversión total será:

$$I = \$ 4'784,000.00$$

El valor del yacimiento será:

$$V = V_p - I = S/ 3'416,000.00$$

De esta manera hemos determinado el valor a la fecha, de los yacimientos de Borato de la Laguna Salinas:

Valor del Yacimiento = 3'400,000.00 Soles Oro.

AL. 1º Enero 1969

oooooooooooooooooooo

oooooooooo

ooooo

ooo

CONCLUSIONES

Del estudio geológico del depósito hemos llegado a las conclusiones siguientes:

1ra.- El Yacimiento de Borato de la laguna Salinas en Arequipa, contiene reservas de Mineral PROBADO que llegan a 1'580,000 Tns. métricas. Siendo el mineral Ulexita y con un contenido promedio de 23 % $B_2 O_3$.

2da.- El origen del yacimiento se explicaría por la reacción de emanaciones volcánicas cargadas de ácido Bórico que habrían reaccionado con las aguas de una laguna salada. Esta reacción habría producido la Ulexita que se habría precipitado por su escasa solubilidad.

3ra.- Se recomienda futuras investigaciones sobre los procesos químicos que pudieron dar origen a la Ulexita, pues además de confirmar la teoría sobre el origen del depósito, serviría de base para desarrollar una industria química del Boro y sus compuestos, en nuestro País. Al haber confeccionado y analizado el proyecto de explotación, se ha encontrado que es un proyecto técnica y económicamente factible por las siguientes razones:

- El valor actual de Yacimiento se estima en \$/ 3'400,000.00, considerando una renta sobre la inversión del 20 % anual, y la recuperación total de la inversión en los primeros 20 años.

- La vida de la mina operando a la capacidad proyectada de 4,000 Tns. anuales, será de 100 años.

- El monto de la inversión sin considerar el valor del yacimiento será de S/ 3'720,000.00.

- Operando a plena capacidad se dará ocupación a 22 obreros, 5 empleados y 50 contratistas de mina, quienes percibirán en salarios y beneficios sociales la suma de S/ 1'800,000.00 soles anualmente.

- Durante los primeros diez años de operación el Estado percibirá la suma de S/ 12'430,000.00 por concepto del impuesto a las utilidades mineras.

- El año 1973, tercero de operación, fecha en el que se espera sustituir totalmente la importación de Boratos, nuestro país ahorrará la suma de U. S. \$ 213,000.00 y ganará U.S. \$ 92,160.00 por la exportación de 1,920 toneladas de Boratos.

- El 50 % de la Inversión Fija está constituida por bienes y servicios que se pueden adquirir en el mercado nacional.

Por la razones expuestas, el autor considera que el presente proyecto es técnicamente factible y económicamente muy atractivo por lo que recomienda su ejecución inmediata.

CUADRO N° 1

TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS REGISTRADAS EN
LA LAGUNA SALINAS.

JULIO DE 1916

MARZO DE 1917

DIA	MAX.	MIN.	DIA	MAX.	MIN.
1	31°	-20°	15	30°	-5°
2	40°	-20°	16	31°	-2°
3	38°	-20°	17	35°	-3°
4	39°	-19°	18	34°	-3°
5	38°	-13°	19	30°	-3°
10	39°	-23°	25	34°	-6°
11	40°	-21°	26	36°	-8°
12	35°	-20°	27	37°	-7°
13	34°	-18°	28	36°	-8°
14	40°	-18°	29	35°	-7°

Según:

A. Jochomowitz (7)

CUADRO Nº 2

ANALISIS QUIMICO DE LAS AGUAS DE LOS "BANOS DE JESUS"
EN AREQUIPA.

CATIONES:		Grs/Lt.
CALCIO,	Ca.	0.127391
MAGNESIO	Mg.	0.052085
SODIO	Na.	0.363583
POTASIO	K.	0.044176
ALUMINIO	Al.	0.000353
HIERRO	Fe.	0.000735
ANIONES:		
ACIDO CARBONICO	C O ₃	0.815918
" SILICICO	Si O ₃	0.116205
" SULFURICO	S O ₄	0.155288
" BORICO	B ₄ O ₇	0.015359
CLORO	Cl.	0.794080
ACIDO NITROSO	N O ₂	Trazas
RESIDUO A 110° C		1.887000
" " 189° C		1.798000

Según el Dr. Eduardo Maldonado (*)

año 1913

19

CUADRO N° 3

ANALISIS QUIMICO DE LAS AGUAS DEL POZO
"EL NEGRO", AREQUIPA.

CATIONES		Grs/Lt.
CALCIO	Ca.	0.34558
MAGNESIO	Mg.	0.01256
SODIO	Na.	0.41603
POTASIO	K	0.03103
ALUMINIO	Al	0.17928
ANIONES:		
ACIDO CARBONICO	C O ₃	0.59472
" SILIC	Si O ₃	0.10313
" SULFURICO	S O ₄	1.02850
CLORO	Cl	0.89451
ACIDO BORICO	B ₄ O ₇	Trazas
RESIDUO	A 110° C	3.3700
"	" 189° C	3.2800

Según el Dr. Eduardo Maldonado (✱)
19
año 1913.

CUADRO Nº 4

PROMEDIO DE LOS ANALISIS DE LOS MINERALES PRODUCIDOS
POR LA COMPAÑIA BORAX CONSOLIDATED LTD.

	PORCENTAJE PARA LOS AÑOS:			
	1907	1910	1915	1916
B ₂ O ₃	43.19	44.50	50.88	52.32
Na ₂ O	8.80	6.67	8.70	8.90
Ca O	14.41	15.55	17.41	18.23
Mg ₂ O	1.13	1.26	1.15	1.23
Na Cl	8.74	9.56	5.23	4.95
H ₂ O + Mat.Org.	14.81	11.18	7.40	5.23
F ₂ O ₃	0.30	0.82	0.75	0.88
Si O ₂	6.59	7.52	6.63	6.33
S ₂ O ₃	2.03	2.94	1.85	1.93
	100.00	100.00	100.00	100.00

CUADRO Nº 5

PRODUCCION DE BORATOS DE LA LAGUNA DE SALINAS, AREQUIPA.

AÑO	T.M. SECAS	PRODUCCION
Anterior a 1900		ACUMULADA
(Estimada)	28,000	28,000
1900	7,080	35,080
1901	4,150	39,230
1902	5,050	44,280
1903	2,466	46,746
1904	2,675	49,421
1905	1,954	51,375
1906	2,598	53,973
1907	2,451	56,424
1908	2,870	59,294
1909	2,508	61,802
1910	2,718	64,520
1911	1,923	66,443
1912	1,970	68,413
1913	2,019	70,432
1914	1,231	71,663
1915	515	72,178
1916	1,302	73,480
1917	1,200	74,680
-----	-----	-----
1926	532	75,212

CUADRO Nº 6

COSTOS DE EXPLOTACION DEL BORATO DE SALINAS AÑO 1913

EXTRACCION:	S/. T.M. SECA.
MINADO POR CONTRATISTAS	7.50
TRANSPORTE DE MIRA A CANCHA	2.05
TRANSPORTE DE CANCHA A HORNO	0.50
MOLIENDA Y CERNIDO	4.00
SALARIOS EN HORNOS	2.00
COMBUSTIBLE	12.00
FLETE SACOS AREQUIPA-SALINAS	1.20
FLETE MINERAL SALINAS-AREQUIPA	14.00
ALMACENAJE EN AREQUIPA	0.60
COSTO DE ENVASES	4.80
FLETE AREQUIPA-MOLLENDO	6.00
CONTRIBUCION MINERA	1.70
GASTOS GENERALES	9.00
COSTO POR T.M., MOLLENDO	S/ 65.55
GASTOS DE EMBARQUE	2.00
FLETE MARITIMO A LIVERPOOL	13.00
SEGURO, DESEMBARQUE, COMISIONES	3.00
COSTO POR T M ,LIVERPOOL	S/ 83.55

CUADRO N° 7

IMPORTACIONES PERUANAS DE PRODUCTOS DE BORO.

	AÑO	AÑO	AÑO
	1962	1963	1966
	K. B.	K. B.	K. B.
BORATO Y PERBORATO			
DE SODIO	362,088	336,479	407,639
ANHIDRIDO Y			
ACIDO BORICO	51,653	124,655	234,631
BORATO			
NATURAL	-- --	-- --	99
TOTAL			
BORATOS			
IMPORTADOS	413,741	461,144	642,366
PRECIO PROMEDIO			
C.I.F CALLAO			
U. S. \$/ T M.	113,40	138.20	143.80

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Agrícola, Georgius. "De Re Metalica" translated by H.C. Hoover.
- 2.- Angeles Caballero, C.A. "La tesis Universitaria, Investigación y Elementos", P.L. Villanueva; Lima, 1964.
- 3.- Boletín de Informaciones de la Superintendencia General de Aduanas, República del Perú, "Estadística del Comercio Exterior" años 1962, 1963, 1965 y 1966.
- 4.- Boletín Minero, Vol. 9, N° 86, Sociedad Progreso de la Pequeña Minería.
- 5.- Ferrand del Busto, F. "Tributación y Contribuciones de la Pequeña Minería". Tesis de Grado, U.N.I., Facultad de Minería.
- 6.- Garret, D.E., "Borax Processing at Bearles Lake", California, S.W. Mud Series A.I.M.E.
- 7.- Jochamowitz, Alberto. "Informe Relativo a las Pertenen-
cias Ubicadas sobre el Yacimiento de Boratos de la La-
guna de Salinas". Boletín del Cuerpo de Ingenieros de
Minas, N° 49, año 1907.
- 8.- Jochamowitz, Alberto. "Evolución de la Industria de los
Boratos". Informes de la Sociedad de Ingenieros del Pe-
rú, año 1917.
- 9.- Jochamowitz, Alberto. "Los Boratos de América y en Espe-
cial los del Perú", Anales del I Congreso de la Indus-
tria Minera, Tomo 5, año 1919.

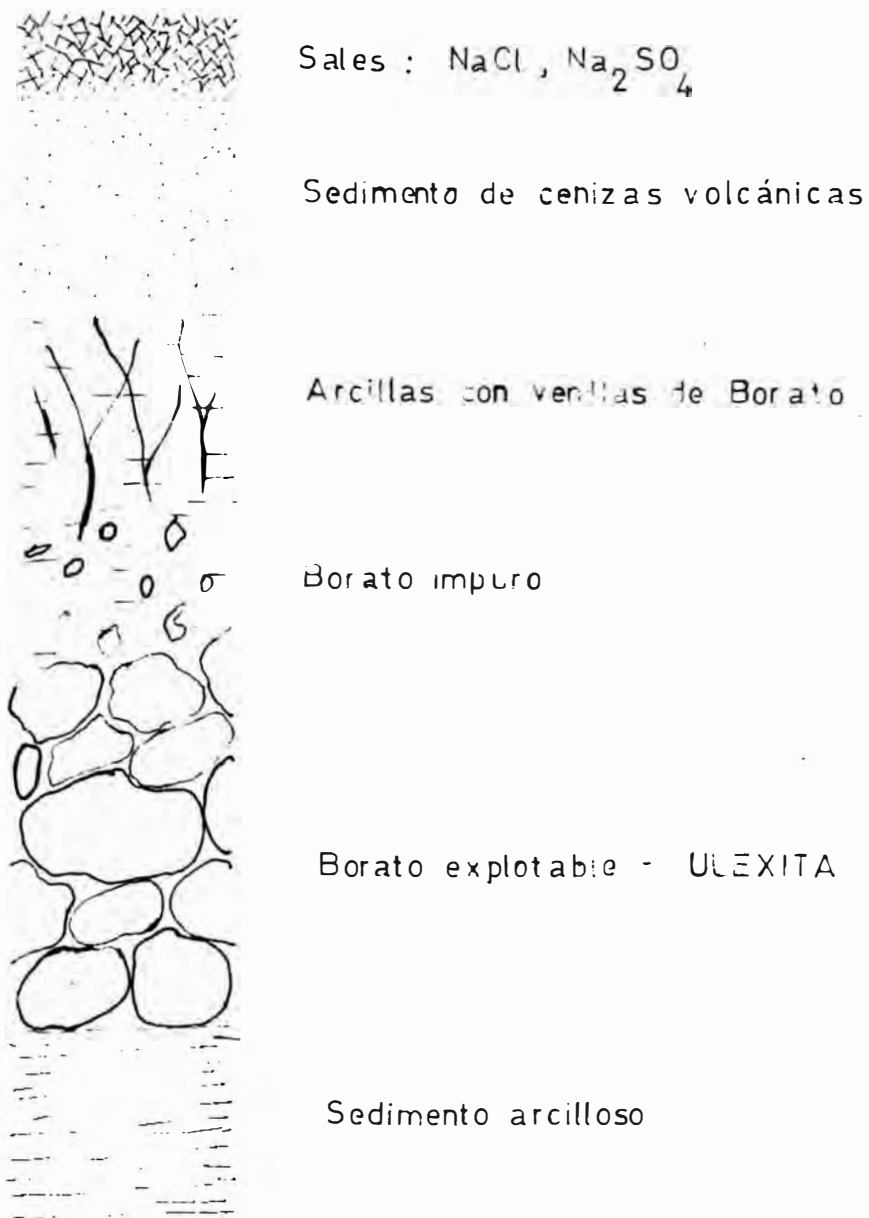
- 10.- Kemp, P.H.; "The Chemistry of Borates", J.Wiley Sons.
- 11.- Jenks, W.F., "Geología de la Hoja de Arequipa al 1 : 200,000". Instituto Geológico del Perú.
- 12.- Lewis, R.W., "Borax" 99th Annual Survey And Outlook, E. & M.J., March 1968.
- 13.- Labahn, Odo. "Cement Engineer's Handbook", Bauverlag Gm ba. Wiesbaden, Germany 1965.
- 14.- "Ley N° 16066, Texto Oficial",
Diario El Peruano, 22 de febrero de 1966,-
- 15.- Lino Samanamud, Teodoro A., "Las Salinas del Perú". Tesis de grado. Universidad de Ingeniería, Lima.
- 16.- Manual de Proyectos de Desarrollo Económico, Programa Cepal/AAf, Naciones Unidas, 1958.
- 17.- Ministerio de Fomento y Obras Públicas, "Padrón de Concesiones Mineras del año 1966"
- 18.- Miller, W.C. "Boron Chapter", Minerals year Book 1964, U.S. Bureau of Mines.
- 19.- Mendoza del Solar, Isaías. "Informe Sobre la Excursión Universitaria a los Boratos de Salinas", Revista de la Universidad Nacional de San Agustín, año IX N° 10, 1936.
- 20.- Mussing, S., "Boron Industrial Minerals in 1967"
Mining Engineering, February 1968.
- 21.- Muetterties, Earl L., "The Chemistry of Boron and its Compounds".

- 22.- Mineral Facts and Problems, Boron Chapter, U.S. Bureau of Mines, Bulletin 630, año 1965.
- 23.- Parks, R.D., "Examination and Valuation of Mineral Property", IV Edition 1957, Addison-Wesley Pub. Co.
- 24.- Paulsen, J.C. "Slope Stability Monitoring at Boron", Mining Congress Journal, September 1967.
- 25.- Raymond L.C., "Valuation of Mineral Property", Economics of the mineral Industries, S.W. Mudd Series, A.I. M.E., 1964.
- 26.- Robillard, Rex. "Informe sobre las Concesiones Alguna Cosa y Cualquier Cosa", Banco Minero del Perú, 1959.
- 27.- Salazar Romero, Carlos, "La Estructura de la Tesis Universitaria", Ediciones Peruanas, Lima 1963.
- 28.- Smith, Ward C. "Borax and Borates", Industrial Minerals and Rocks S.W. Mudd Series, A.I.M.E., 1959.
- 29.- Studies in Economics of Industries, "Cement", Nº 63.IIB. 3, United Nations, 1963.
- 30.- Taggart, A.F., "Handbook of Mineral Dressing". J.Wiley & Sons, Inc., 1956.
- 31.- White, James A. L. "Native Sulphur Deposits Associated with Volcanic Activity" Mining Engineering, June 1968.-

oooooooooooooooooooo

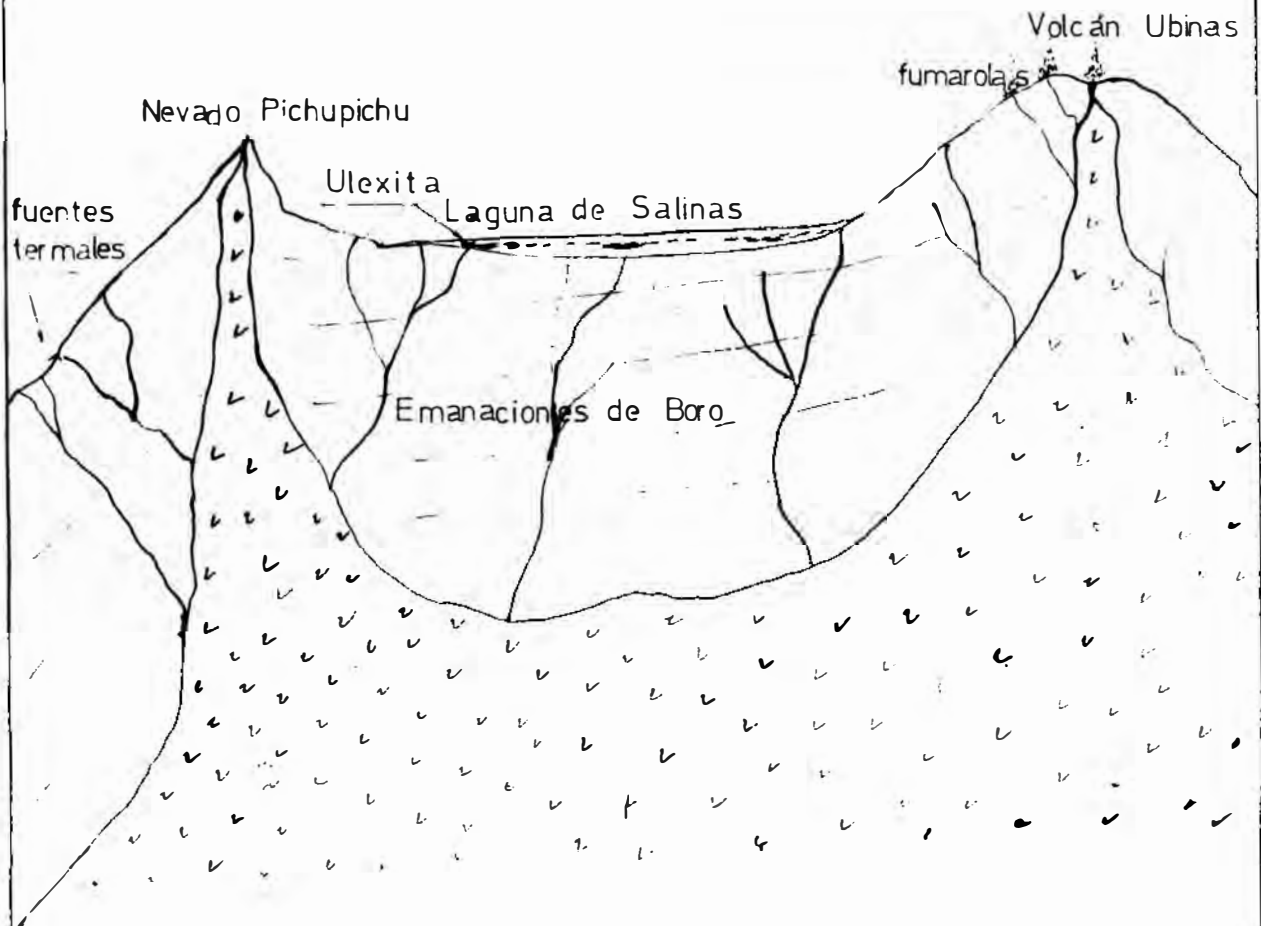
oooooooooooo

Fig. 1



**COLUMNA ESTRATIGRAFICA REPRESENTATIVA
LAGUNA DE SALINAS
AREQUIPA**

FIG. N°2



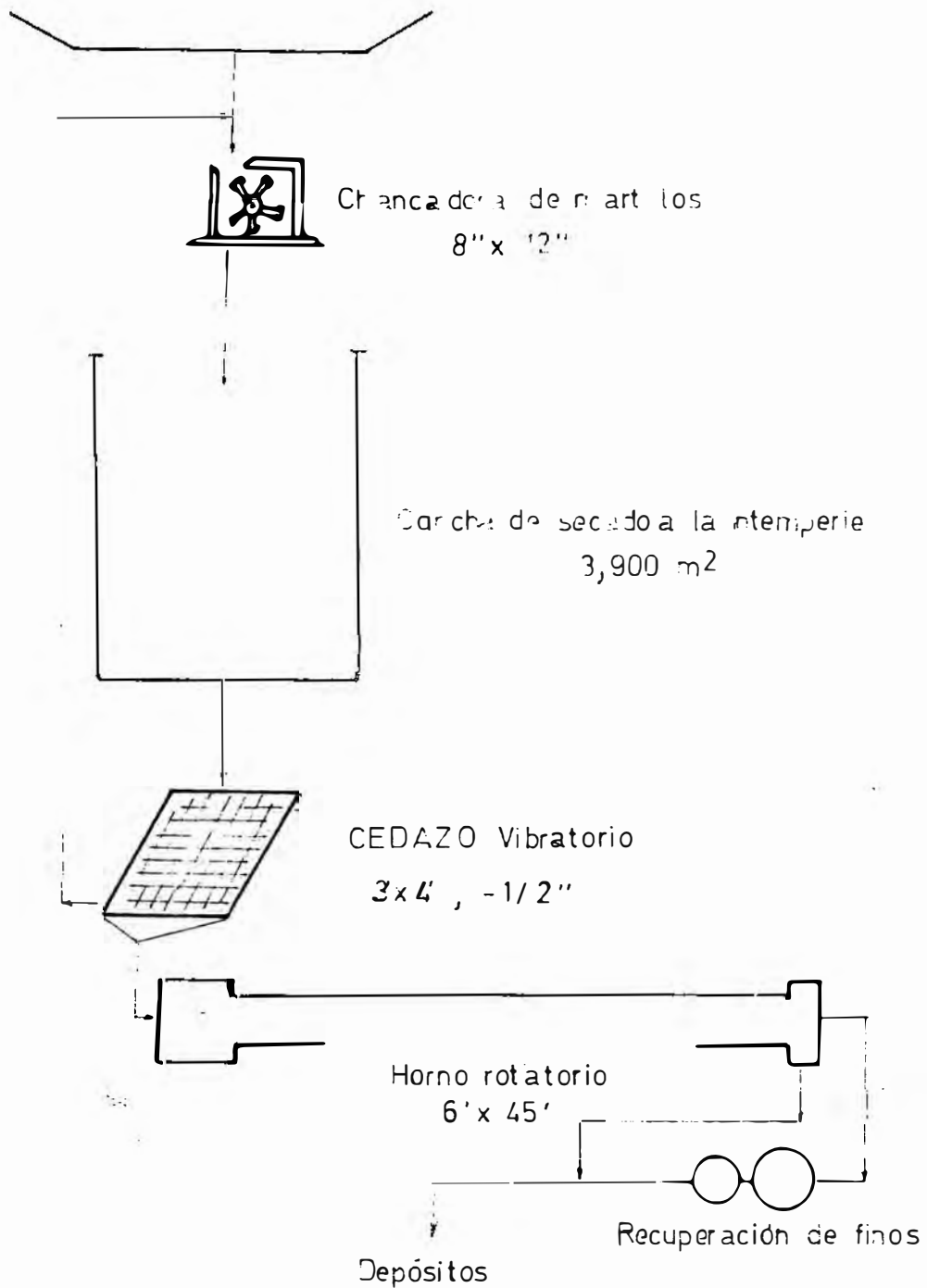
ORIGEN DEL YACIMIENTO DE BORATO

LAGUNA DE SALINAS

AREQUIPA

FIG. N° 3

Cancha de gruesos



**PLANTA PARA SECADO DE BORATOS
DIAGRAMA DE FLUJO**

TESIS "AREQUIPA"

Peral 117