

ESTUDIO GEOLOGICO - MINERO



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

CARLOS
FERNANDO
MOSQUERA CRUZ,
ING. DE MINAS,
U. DE CHILE.

EN EL PRESENTE
TRABAJO SE ESTUDIA
LAS CARACTERISTICAS
DE LOS YACIMIENTOS
DE ARENAS SILICEAS
DE LIMON INDANZA.

CARLOS
FERNANDO
MOSQUERA CRUZ

Ing. de Minas, U. de Chile.

ESTUDIO GEOLOGICO - MINERO DE LOS YACIMIENTOS DE ARENAS SILICEAS DE LIMON INDANZA, PROV. MORONA SANTIAGO Y DE EL PINCHO, PROV. ZAMORA CHINCHIPE DE LA REGION ORIENTAL

INTRODUCCION

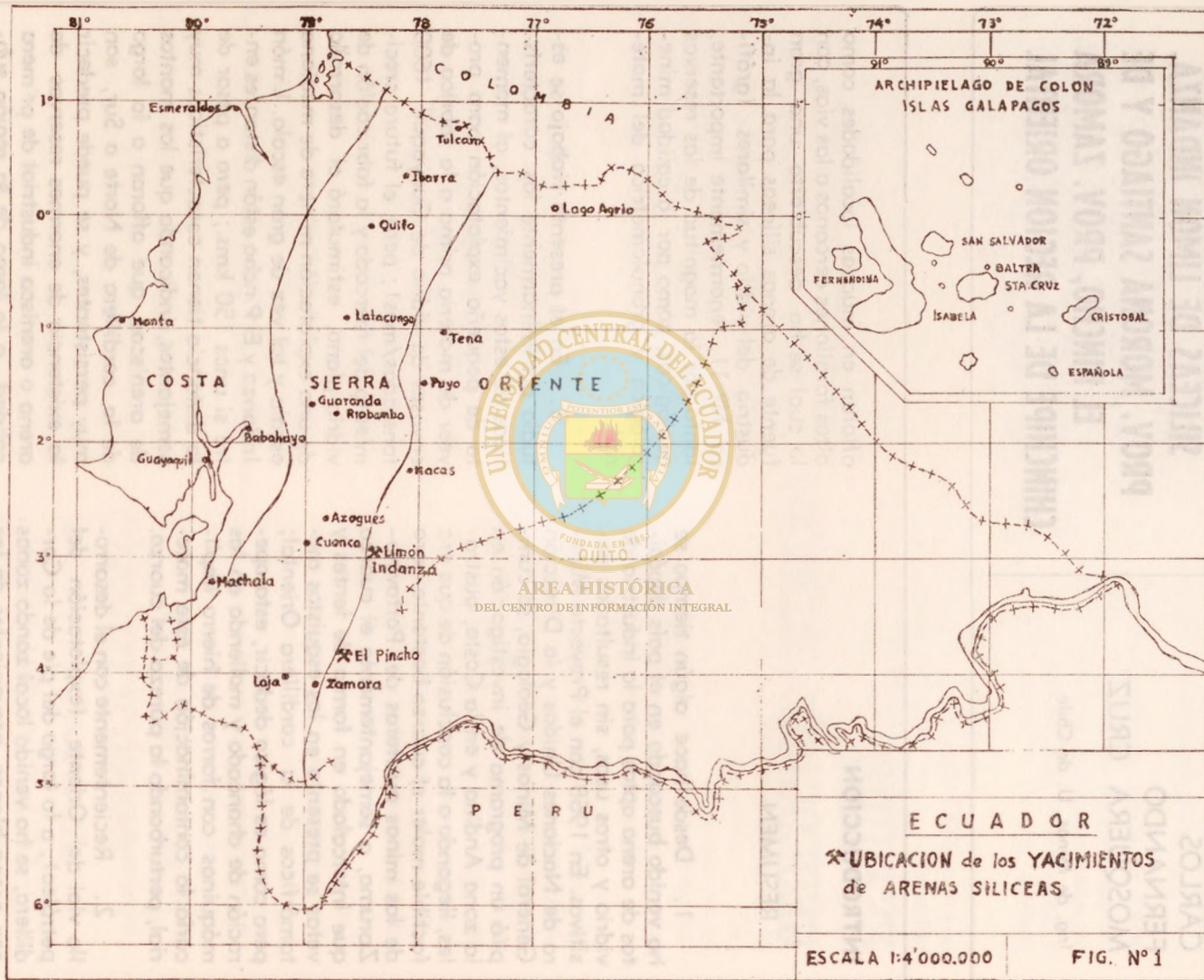
RESUMEN

1. Desde hace algún tiempo se ha venido buscando en el país depósitos de arena aptos para la industria de vidrio y otros usos, sin resultados positivos. En 1968 con el Proyecto Minero de Naciones Unidas y la Dirección General de Minas y Geología, se cumplió un programa de investigación en la zona Andina y en la Costa, australes, llegando a la conclusión de que era factible moler el cuarzo bastante puro de las minas auríferas de Portovelo-Zaruma, o semejantemente el cuarzo que intercalado en forma de lentes y vetas se presenta en los esquistos metamórficos de la cordillera Oriental; pero como es lógico deducir, esta operación de chancado y molienda en las máquinas con forros de hierro implicaría la contaminación de este material, perturbando la pureza del cuarzo.

2. Recientemente con el desarrollo vial del Oriente (explotación del petróleo), a lo largo del pie de la Cordillera, se ha venido localizando zonas con arena blanca, provenientes de las areniscas de la Formación Hollín, que

afloran en muchas localidades como altos farallones cercanos a las vías, con lo cual se ha descubierto una gran fuente de arenas silíceas para la industria del vidrio y similares (gráfico Nº 1), enormemente importante, tanto por la magnitud de las reservas geológicas, como por la calidad mineralógica y granulométrica del material.

3. En el presente trabajo se estudia preliminarmente las características de estos yacimientos, al momento de pequeña explotación para proveer de materia prima a la fábrica de envases de vidrio de Guayaquil (600 toneladas/mes); pero, el futuro crecimiento del mercado y la fabricación de vidrio plano, estimulará el desarrollo de una explotación minera de mediana escala y tal vez de gran escala. Limón Indanza y El Pincho están distantes entre sí unos 150 kms.; pero a pesar de la distancia tienen características muy semejantes, indicando que los mantos de areniscas, que afloran a lo largo de la cordillera de Norte a Sur, son muy persistentes, y se puede predecir la existencia de enormes reservas de arena o arenisca industrial de primera calidad, a lo largo de la región subandina oriental.



ESCALA 1:4'000,000

FIG. N° 1

GEOLOGIA

4. Las arenas blancas silíceas, provienen de la disgregación de las areniscas conocidas en la columna estratigráfica del Oriente ecuatoriano como la Formación Hollín de edad Cretácica, y de origen marino, la cual ha sido muy estudiada por los geólogos petroleros, por cuanto es uno de los "almacenes" más importantes del petróleo hacia la planicie, en las cuencas petrolíferas orientales.

Los eventos diastróficos de la orogénia andina han causado el levantamiento y deformación del flanco occidental de las cuencas, para formar las altas estribaciones andinas y la depresión subandina, separadas entre sí por el sistema de las grandes fallas Norte-Sur. La Formación Hollín ha quedado en esta forma expuesta a modo de altas paredes o gradas, en las estribaciones de la Cordillera, cuyas partes más altas, la Formación calcárea Napo, igualmente de edad Cretácica, y la misma Formación Hollín han sido erosionadas. La compilación más reciente de los estudios de Geología regional de la cuenca del Oriente ("Guide to the Puerto Napo area, eastern Ecuador, with notes of the regional Geology of the Oriente basin". C. J. Campbell, Ecuadorian Geological and Geophysical Society. Quito, noviembre, 1970), indican un espesor para la serie de bancos de arenisca de la Formación Hollín de 130 m., teniendo a la base rocas piroclásticas, aglomerados silíceos de la formación Chapiza (Jurásico), y microconglomerados, grises nodulares de transgresión.

5. Los bancos de areniscas que se observan en Limón Indanza y en El Pincho, pertenecen a los pisos bajos de la Formación Hollín y consisten de areniscas blancas o gris claras, constituidas de granos de cuarzo finos principalmente, subredondeados y bien

clasificados. A la base de la sucesión, la arenisca es disgregable en arenas sueltas, pero llega a ser más dura o maciza hacia arriba. Frecuentemente, se observa en las zonas bajas, estratificación cruzada, horizontes de arcilla carbonáceas con restos de plantas, y aún en El Pincho, lutitas arenáceas oscuras impregnadas de hidrocarburos (bitumen). A la base misma, se observan sedimentos piroclásticos, profundamente caolinizados, con mantos locales de arcillas amarillentas, rojizas y violáceas.

6. Analizaremos a continuación los factores determinantes para que estos yacimientos de arenas silíceas puedan ser económicamente explotables:

- a) Tamaño del depósito;
- b) Cantidad y calidad de la sobrecarga;
- c) Proximidad al mercado;
- d) Tamaño de gradación de la arena;
- e) Características químicas y físicas de la arena; y,
- f) El mercado; es asunto de otra clase de estudios.

TAMAÑO DEL DEPOSITO

7. Limón Indanza:

La propiedad minera "Clam", tiene una área de 200 x 500 m., es decir, 10 hectáreas. El terreno se empina unos 100 m. hacia el Sur y hacia el Este. La arenisca se presenta prácticamente despejada en unas 8 hectáreas con pocos tramos de sobrecarga consistente en tierra vegetal de 2 a 3 m. de espesor.

Observando la cantera de explotación, situada en el vértice Noroccidental, los cortes del camino, las quebradas y los afloramientos, se deduce

que los mantos de arenisca tienen una inclinación o buzamiento hacia el Occidente aumentando en esta dirección hasta 25° y 30° con respecto a la horizontal. El espesor posible de estos mantos o bancos de arenisca no es inferior a 16 m. Por lo tanto una cubicación provisional podría ser la siguiente:

$$80.000 \text{ m}^2 \times 16 \approx 1'300.000 \text{ m}^3$$

Asumiendo un PE-2,4 para la arenisca, se tendría **3,1 millones de toneladas** explotables, posibles en la mina "CLAM", pudiendo ser las reservas geológicas considerablemente mayores, sólo determinables por el método de perforaciones.

8. Naturalmente, en la región, a uno y otro lado del río Yunganza, se observa que existen yacimientos de arenisca similares; las cuales están bajo propiedades mineras, pero que todavía no se explotan.

9. Zona de El Pincho:

En esta zona, de Noroeste a Suroeste existen las tres siguientes propiedades mineras:

- Mina de "Pichicutza" con una área de 100 hectáreas;
- Mina de "El Pincho" con una área de 40 hectáreas; y,
- Mina "Rosita" con una área de 60 hectáreas.

La zona de "El Pincho", se presenta con elevadas serranías, con altas paredes o escarpas de farallones de areniscas, por cuyo pie pasa la carretera. Por el portillo entre los farallones de la mina Pichicutza y mina de El Pincho, sobre la carretera están emplazados los tres sitios de explotación actual.

Los mantos de arenisca se observa que en general están en una posición subhorizontal, con buzamientos descompensados por las fallas que dividen a la serie en bloques o gradas muy notorios, los cuales obligan a estimar que el espesor posible de los mantos explotables no puede ser inferior a 16 m. Por lo tanto, una cubicación provisional, a base de la estimación del área de arenisca, demarcada por las escarpas de los farallones, podría ser la siguiente en cada propiedad:

10. Mina "Pichicutza":

$$678.000 \text{ m}^2 \times 16 \approx 10'800.000 \text{ m}^3$$

O sea unos 26 millones de toneladas explotables posibles, pudiendo ser las reservas geológicas mucho mayores a esta cifra. Se debe anotar que por la falta de caminos, son las reservas poco accesibles de la zona.

11. Mina "El Pincho":

$$250.000 \text{ m}^2 \times 16 \approx 4'000.000 \text{ m}^3$$

O sea 9,6 millones de toneladas explotables posibles, pudiendo ser las reservas geológicas mucho mayores a esta estimación. Esta propiedad minera está cruzada en su mayor parte por la carretera, y por lo tanto son las reservas más accesibles de la zona.

12. Mina "Rosita":

$$500.000 \text{ m}^2 \times 16 \approx 8'000.000 \text{ m}^3$$

O sea 19,2 millones de toneladas explotables posibles, pudiendo ser las reservas geológicas mucho mayores a esta estimación. Por la falta de caminos a los distintos sectores, en la actualidad son reservas no accesibles.

Es decir, en la zona de El Pincho hay unos **55 millones de toneladas** de arenisca posibles, industriales, con reservas geológicas mucho mayores determinables sólo por perforaciones.

13. Con respecto a la sobrecarga en la zona de El Pincho, es de espesor variable, entre 0 a posiblemente 5 m. constituida por suelo y escombros de falda, sin constituir un problema para la explotación.

Proximidad al Mercado:

14. Los yacimientos de Limón Indanza, distan de Guayaquil unos 320 km. y los de El Pincho unos 580 km. El costo de transporte en camión, no puede ser inferior a \$ 3,00 (sucre) por tonelada km.

15. En forma general, tanto de la zona de Limón Indanza, como de El Pincho, tratándose del cálculo de reservas, normalmente la presente determinación preliminar de la extensión y naturaleza del depósito, debe ser seguida por un programa detallado de exploración, con el objeto de obtener una razonable comprobación, no sólo en la cantidad del material disponible, sino del grado de uniformidad en calidad a través del depósito y la variación del tamaño de las partículas,

tanto verticalmente como lateralmente. El problema es complicado por el inherente aspecto de uniformidad del depósito de arena, debido al proceso natural en que se ha formado. Los cortes del camino, los farallones, las excavaciones de las explotaciones, los pozos y afloramientos, ofrecen ayuda en la interpretación. Los métodos geofísicos podrían ayudar en las mediciones preliminares. La exploración detallada puede hacerse mediante la excavación sistemática de pozos de caeteo, trincheras, perforaciones con recuperación de muestras y otros procedimientos con el objeto de conseguir secciones o perfiles de los depósitos que integrándolos, arrojen los datos necesarios para los proyectos de industrialización. Hay un factor que dificultaría estos trabajos y es la densa y feraz vegetación.

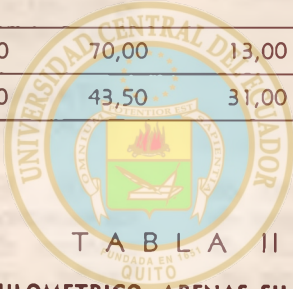
TAMAÑO DE GRADACION DE LA ARENA

16. El análisis granulométrico de las muestras de arena recogidas en las canteras de Limón Indanza y de El Pincho, (ver las tablas siguientes), realizado en los laboratorios de la DGGM, permiten ordenar las siguientes tablas de los valores granulométricos, cuya representación gráfica, (gráficos N° 2 y N°3) permite la comparación de las características granulométricas de las arenas de ambas localidades, distantes entre sí unos 110 km.:

T A B L A I

ANALISIS GRANULOMETRICO, ARENAS SILICEAS DE LIMON INDANZA

Mallas Nº Tyler		20	60	80	100	120	-120
Tamaño en Milímetros		0,84	0,25	0,175	0,149	0,125	-0,125
Arena Silicea Natural	B ₁	51,80	27,20	9,86	2,94	6,20	2,00
" "	B ₂	3,00	66,00	21,00	3,80	5,50	1,00
" "	B ₃	3,20	62,10	17,70	3,00	5,50	7,00
" "	B ₄	1,20	67,20	19,50	4,50	6,25	1,10
" "	B ₅	0,40	52,50	31,25	4,25	9,00	2,60
Promedio (sin tomar en cuenta B ₁ por parecer no usual)		1,95	61,95	22,36	3,89	6,56	2,92
Producto arena lavada y cernida	K	0,25	48,50	28,25	10,00	11,50	1,50
Desecho grueso	M	10,00	70,00	13,00	2,75	3,25	1,00
Desecho fino	N	1,00	43,50	31,00	9,00	15,00	1,00



T A B L A II

ANALISIS GRANULOMETRICO, ARENAS SILICEAS DE EL PINCHO

Mallas Nº Tyler		20	60	80	100	120	-120
Tamaño en Milímetros		0,84	0,25	0,175	0,149	0,125	-0,125
Arena Silicea Natural	B ₁	1,00	40,50	19,50	10,00	25,50	6,50
" "	B ₂	2,25	41,00	23,75	10,50	18,00	4,00
" "	B ₃	1,50	29,50	26,50	14,25	27,25	1,50
" "	B ₄	1,25	28,75	19,25	12,00	38,00	0,75
Promedio		1,50	34,94	22,25	11,69	27,19	3,19
Producto arena lavada y cernida	L-2	1,00	29,50	25,50	15,00	26,00	4,00
Desecho grueso	L-1	15,50	46,50	11,50	6,50	17,00	3,00
Desecho fino	L-3	7,50	51,00	16,50	9,00	11,20	4,80

T A B L A III

**ANALISIS "MECANICO" REPRESENTATIVO
ARENAS DE LIMÓN-INDANZA**
(PROMEDIO ARENA NATURAL)

Grado granulométrico (m. m.)	%	% Acumulativo
0,84	1,95	1,95
0,25	61,95	63,90
0,175	22,36	86,26
0,149	3,89	90,15
0,125	6,56	96,71
— 0,125	2,92	99,63

T A B L A IV

**ANALISIS "MECANICO" REPRESENTATIVO
ARENAS DE EL PINCHO**
(PROMEDIO ARENA NATURAL)

Grado granulométrico (m. m.)	%	% Acumulativo
0,84	1,50	1,50
0,25	34,94	36,44
0,175	22,25	58,69
0,149	11,69	70,38
0,125	27,19	97,57
— 0,125	3,19	100,76

17. En el histograma, gráfico N° 2, o pirámide de frecuencia de distribución granulométrica, dibujado con las cifras de los promedios de la arena natural, tablas I y II, el ancho de las columnas indica que en El Pincho, y

Limón Indanza predominan las arenas de tamaño comprendido entre 0,25 a 0,84 milímetros, siendo este grado granulométrico más frecuente o componente principal o máximo en las arenas de Limón Indanza (62%) que en las de El Pincho (35%). Las arenas de tamaño mayor a 1 milímetro son poco frecuentes (2% y 1,5% respectivamente). Los granos de tamaño menores a 0,25 hasta 0,175 milímetros tienen aproximadamente la misma frecuencia (22%). Los tamaños comprendidos entre 0,175 - 0,149 y 0,125 milímetros son más frecuentes en las arenas de El Pincho. Los tamaños inferiores a 0,125 milímetros tienen la misma frecuencia 3%, significando con esto que estas arenas no tienen un exceso de material fino, que crearían problemas de lavado.

18. La representación gráfica de la composición granulométrica, gráfico N° 2, mediante las curvas acumulativas, dibujando con las cifras de las tablas III y IV, indican que las arenas de Limón Indanza y las de El Pincho, tienen una ligera diferencia en la selección de las fracciones más finas y difieren en el tamaño promedio del grano (50% acumulativo) de 0,32 milímetros para las arenas de Limón Indanza, frente a 0,189 milímetros para las arenas de El Pincho. (Las condiciones hidrodinámicas que produjo la selección fueron diferentes). La forma de las curvas sin embargo, son muy semejantes para ambos, a pesar de su distancia de 110 km. uno del otro, lo que indican el mismo origen.

**CARACTERISTICAS QUIMICAS
Y FISICAS DE LAS ARENAS**

19. Los granos de cuarzo que forman casi totalmente las arenas, son de forma subredondeadas; pero, sobre este aspecto se necesita estudios determinados para determinar la forma pre-

dominante de los granos de arena, factor muy importante en la aplicación industrial de las arenas. Observando al microscopio en la fracción de 60 mallas (0,25 mm.) apreciativamente es posible que el 40% son granos redondos.

20. Otras propiedades físicas tales como: humedad libre, peso específico, índice de refracción, absorción de aceite, absorción de agua, densidad aparente en "pelusa" y en "fardo", % en peso del residuo de mallas de 200 y 325 mallas, etc., deberán también determinarse en estudios más detenidos.

Los análisis químicos de las muestras de arenas obtenidos en los sitios de explotación actual, ver las tablas siguientes, permiten anotar los valores de análisis químicos típicos que a continuación se indican:

(VER FIGURAS 2 Y 3)

Análisis Químicos:

21. Limón Indanza

T A B L A V

**PRODUCTO DE ARENA PARA VIDRIO
(arena lavada y cernida en Limón Indanza)**

SiO ₂	96,22%	CaO	0,91%
Fe ₂ O ₃	3,10	MgO	0,47
Al ₂ O ₃	0,00	Perd. Calcin.	0,08

T A B L A VI

ANALISIS DE MALLAS DEL PRODUCTO DE LA TABLA V

Mallas Tyler	% peso	Mallas Tyler	% peso
20	0,25	100	10,00
60	48,50	120	11,50
80	28,25	- 120	1,50

T A B L A VII

PROMEDIO DE 8 MUESTRAS DE ARENA NATURAL EN EXPLOTACION

SiO ₂	94,17%	CaO	1,16%
Fe ₂ O ₃	2,84	MgO	0,18
Al ₂ O ₃	0,76	Perd. Colcin.	0,09



T A B L A VIII

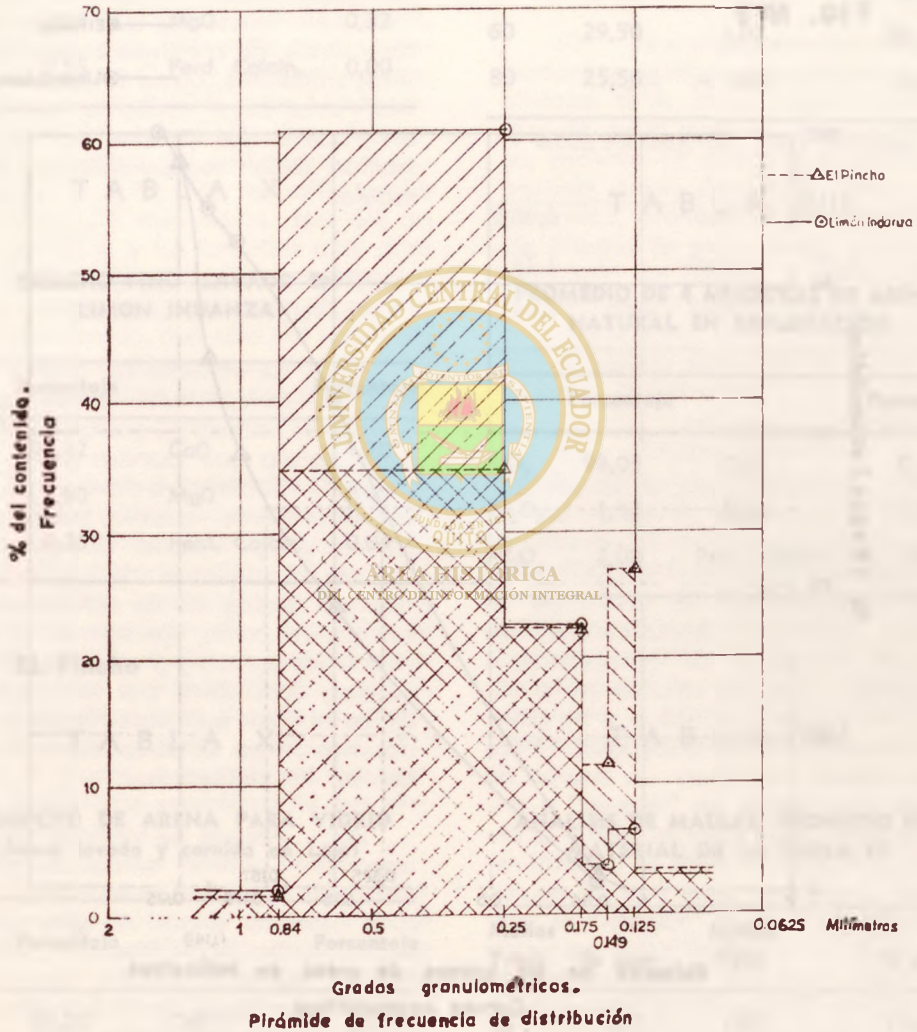
ANALISIS DE MALLAS, PROMEDIO DEL MATERIAL DE LA TABLA III

Mallas Tyler	% peso	Mallas Tyler	% peso
20	1,95	100	3,89
60	61,95	120	6,56
80	22,36	- 120	2,92

-7a.-

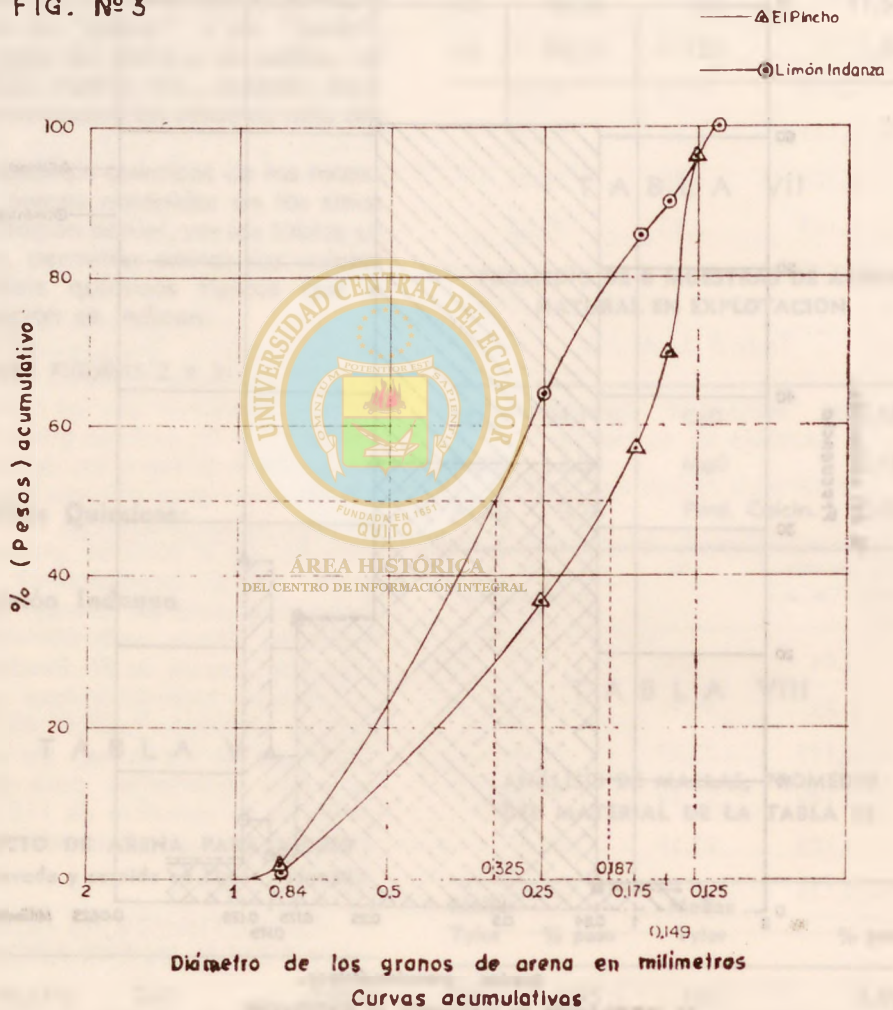
HISTOGRAMAS DE DISTRIBUCION DE TAMAÑO O GRANULOMETRIA DE LAS ARENAS SILICEAS DE LIMONINDANZA Y EL PINCHO

FIG. N° 2



COMPOSICION GRANULOMETRICA DE LAS ARENAS
SILICEAS DE LIMON INDANZA Y EL PINCHO

FIG. N° 3



T A B L A IX

DESECHO GRUESO LAVADO EN LIMON INDANZA

Porcentaje		Porcentaje	
SiO ₂	95,86	CaO	0,91
Fe ₂ O ₃	3,00	MgO	0,32
Al ₂ O ₃	0,15	Perd. Calcin.	0,00

T A B L A XII

ANALISIS DE MALLAS DEL PRODUCTO DE LA TABLA XI

Mallas Tyler	% peso	Mallas Tyler	% peso
20	1,00	100	15,00
60	29,50	120	26,00
80	25,50	- 120	4,00

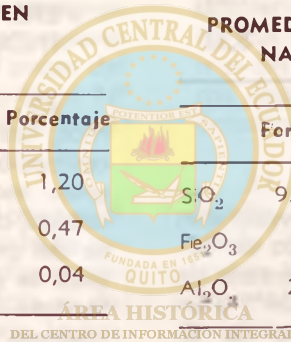
T A B L A X

DESECHO FINO LAVADO EN LIMON INDANZA

Porcentaje		Porcentaje	
SiO ₂	96,12	CaO	1,20
Fe ₂ O ₃	2,50	MgO	0,47
Al ₂ O ₃	0,25	Perd. Calcin.	0,04

PROMEDIO DE 4 MUESTRAS DE ARENA NATURAL EN EXPLOTACION

Porcentaje		Porcentaje	
SiO ₂	93,03	CaO	0,37
Fe ₂ O ₃	1,72	MgO	1,52
Al ₂ O ₃	2,00	Perd. Calcin.	0,96



22. EL Pincho

T A B L A XI

PRODUCTO DE ARENA PARA VIDRIO (Arena lavada y cernida en Loja)

Porcentaje		Porcentaje	
SiO ₂	95,00	CaO	0,57
Fe ₂ O ₃	1,30	MgO	1,22
Al ₂ O ₃	2,00	Perd. Calcin.	0,58

T A B L A XIV

ANALISIS DE MALLAS, PROMEDIO DEL MATERIAL DE LA TABLA IV

Mallas Tyler	% peso	Mallas Tyler	% peso
20	1,50	100	11,69
60	34,94	120	27,19
80	22,25	- 120	3,19

T A B L A XV

DESECHO GRUESO LAVADO EN LOJA

SiO ₂	93,86%	CaO	0,35%
Fe ₂ O ₃	3,40	MgO	1,26
Al ₂ O ₃	1,15	Perd. Calcin.	0,26

T A B L A XVI

DESECHO FINO LAVADO EN LOJA

SiO ₂	75,66%	CaO	0,40%
Fe ₂ O ₃	3,70	MgO	1,23
Al ₂ O ₃	14,80	Perd. Calcin.	5,32

PROCESAMIENTO

23. Actualmente, el lavado con agua y cernido que se realiza en Limón Indanza al pie de la cantera de explotación de la Mina "CLAM" y en Loja transportando la arena de El Pincho, tiene por objeto obtener un producto limpio y de granulometría apropiada, para su empleo en la fábrica de envases de vidrio y de objetos ornamentales de Guayaquil. Para estas faenas necesitan un equipo de lavado consistente en "tromel" o criba rotatoria para lavar el todo o la arcilla y un agitador para en general remover el material muy fino. El equipo nacional de la Mina "CLAM" es muy ingenioso y produce una agitación centrífuga enérgica y los productos resultan bien lavados (bajo contenido de Al₂O₃ y bajo contenido de la fracción - 120 mallas). El procesamiento de estas arenas, con el desarrollo industrial futuro a base de ellas, dependerá del método de excavación de los ban-

cos (hidráulico, mecánico, etc.), de la naturaleza del material que se presente en cada zona y de la demanda de la arena especial que se requiera.

24. No se debe pasar por alto que las investigaciones futuras de estas arenas, conducirán a determinar cuantas fracciones o clases separadas de ellas pueden producirse, para distintas aplicaciones. Y aún no está estudiada la existencia a lo mejor en estas arenas, de mínimas cantidades de otros minerales, como feldespatho, berilo, columbita, tantalita, casiterita, etc., que en los lavados, por concentración serían recuperables en buena escala.

PERSPECTIVAS DE SU INDUSTRIALIZACION

25. Es interesante anotar además, las perspectivas inmediatas de aplicación industrial posiblemente en gran escala que pueden tener estas arenas, deducibles ya claramente a base del presente estudio, mediante el cual se puede estimar en varios centenares de millones de toneladas las reservas geológicas de estas areniscas silíceas así como, sus buenas características de pureza y granulometría adecuadas, deducibles por los resultados de los análisis químicos-físicos, anotados más arriba. Estas aplicaciones pueden ser las siguientes:

26. Arenas de vidrios: Es muy importante obtener arenas exentas de óxidos de hierro. Las muestras de Limón Indanza dieron un promedio de 2,84% y las de El Pincho 1,72% de Fe₂O₃ respectivamente. Este óxido puede provenir en parte de la limonita mezclada con la arcilla, fácil de eliminar con un lavado suficientemente enérgico y con abundante agua, y otra parte debe provenir de pequeñas cantidades de arena de magnetita, fácil-

mente separable por electroimanes intercalados en las plantas de lavado. A estas conclusiones se llega comparando los resultados analíticos de la arena explotada, tablas VII y XIII y del producto, tablas V y XI, respectivamente.

27. Arenas de filtros, purificación de agua: El tamaño del grano, es muy importante. Los análisis granulométricos indican que en estas arenas, el tamaño más frecuente es el comprendido entre 0,25 y 0,84 milímetros, constituyendo el 60% para Limón Indanza y 34% para El Pincho. Los tamaños mayores a 1 milímetro son inferiores al 2%; los tamaños entre 0,175 a 0,25 milímetros son del orden del 22% y los tamaños más finos de 0,125 milímetros que pueden producir cierta dificultad en su separación por lavado, son sólo del orden del 3%. Ver el histograma (gráfico N° 2), y los análisis granulométricos adjuntos.

28. Arenas especiales para moldes metalúrgicos: El contenido de arcilla es importante para estos materiales. Por los análisis químicos se deduce que las arenas de Limón Indanza tienen alrededor de 1,5 a 2% de arcilla ($Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 + \text{impur.}$) y las de El Pincho alrededor del 4%, siendo entonces la relación de sílice a arcilla de 47:1 para Limón Indanza y 23:1 para El Pincho, proporciones que pueden controlarse posiblemente por simple lavado.

29. Arenas silíceas de grano redondo: La búsqueda de este tipo de arenas está recibiendo gran impulso porque se destina a ser, de la mayor importancia en el futuro, la recuperación "hydrafrac" del petróleo y gas,

mejorando las condiciones de permeabilidad de los pozos de explotación, con la inyección de arenas de grano redondo. Un primer análisis al microscopio de nuestras arenas, indicó que la fracción más frecuente de 60 mallas (0,25 mm.), tiene tentativamente 40% de granos bien redondeados, 50% de granos subredondeados y subangulosos y 10% de granos angulosos alargados.

30. Se puede enumerar otras importantes aplicaciones de las arenas silíceas, tales como: arenas abrasivas que se usan para papel y piedra lijadora, molinos de arena, compuestos de barrido, arena detonador, arena para cerámica, arena para la manufactura de silicato de sodio, arena para recubrimiento de hornos, y otras muchas aplicaciones industriales, en la industria del caucho, plástico, asfalto y como esqueleto portador de varios elaborados industriales.

31. Comparativamente, el pequeño tamaño empresarial nacional de la mayoría de los productores, limitan la capacidad de realizar investigaciones individuales y obras industriales de aprovechamiento de este importante recurso económico. Posiblemente, una empresa semiestatal podría llevar adelante la industrialización en mediana y luego en gran escala, de estos yacimientos de arenas silíceas.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece al personal del Laboratorio de la DGGM y primordialmente a la Dra. Martha Romero de Endara, por su valiosa colaboración en los análisis químicos y granulométricos.

