

T
552.5
R175
E2



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra



**"Caracterización y Preparación de dos Muestras de Diátomita
Para su Utilización Como Filtros, Pinturas y Bloques Aliviados.**

TESIS DE GRADO

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERA DE MINAS

Presentada por:

VERONICA A, RAMOS COBOS



Guayaquil

Año

Ecuador

1996

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS TIOS

AGRADECIMIENTO

A la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL por haberme brindado **una** formación profesional.

Al Ing. **Hugo Eguez**, director de tesis por **su** ayuda , apoyo y colaboración **para** el desarrollo del presente estudio.

Al Ing. **Walter Camacho**, Profesor de la Escuela de Minas por su contribución en mi formación personal y profesional.

Al Dr. **David Choéz** y su ayudante **Lourdes** del Instituto de Química de la ESPOL por su ayuda y colaboración.

Al Centro Técnico del Hormigón y su equipo técnico y humano: Ing .**Hugo Eguez**, ing. **Jorge Flores**, Ing **Wolfy Ribadeneira**, **Juan Carlos**, y **Félix**.

A la Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico -Minero Metalúrgica , en especial al Ing **Salomón Brito** por **su** colaboración.

A mis padres y hermanos por su apoyo moral, espiritual, y material.

A mis tíos : **Martha** , **Miguel**, **Violeta**, y **Rodrigo** por su apoyo moral, espiritual, y material.

A mis amigos espirituales : Jesús , y la niña Narcisa

A mis amigas : Kenita, Doris, Bethy, Diana y Marta Cecilia por su apoyo y ayuda brindada.

A mis amigos: César, Alfonso, Julio , Richard, Carlos P., y Bolívar por el apoyo y ayuda brindada.

A mis Compañeros : Fernando S, Gévaro, Mauricio, Pablo, Beto, Anibal, Sr Recalde, por su ayuda y colaboración

A mi primo el Econ. Luis Naranjo por su colaboración.

Ya todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron posible la realización y culminación del presente trabajo.


DECLARACION EXPRESA

" La responsabilidad por tos hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL "

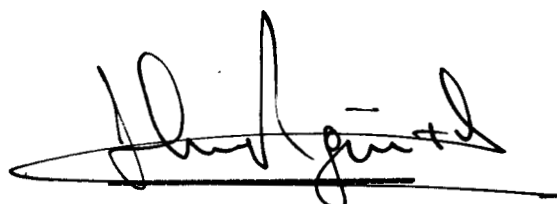
(Reglamento de Exámenes y Titulos profesionales de la ESPOL).

Verónica A Ramos
.....

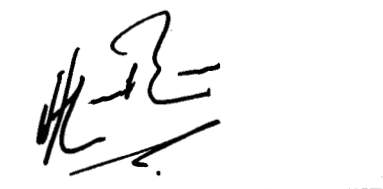
Verónica A Ramos Cobos.




Ing. Miguel Angel Chávez M
Presidente del Tribunal



Ing. Hugo Eguéz A.
Director de Tesis



Ing. Walter Camacho
Miembro del Tribunal



Ing. Mario Fálquez
Miembro del Tribunal

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la diatomita de forma natural para poder utilizarla en filtros, pinturas y bloques aliviados.

Las muestras de diatomita fueron recolectadas en el yacimiento denominado Sucre, Cantón Santa Elena, Provincia del Guayas, de donde se tomaron dos muestras clasificándolas como muestra M-1 la muestra de la parte superior del yacimiento y M-2 la muestra de la parte inferior del yacimiento.

El análisis químico realizado en las muestras dio como un resultado para M-1 57,65% de sílice, M-2 62 % de sílice, además un promedio de 15,5 % de contenido de carbonatos.

Los análisis físicos que se realizaron a las muestras fueron los siguientes. Gravedad específica, densidad aparente, porosidad, absorción, permeabilidad, granulometría.

Como parte del proceso mineral para su uso en filtros se realizaron pruebas de flotación de la sílice presente en la diatomita, obteniéndose unas mínimas recuperaciones de flotación.

Para la utilización en pinturas se obtuvo un pigmento de coloración amarillo crema y con una granulometría menor a 45 μ m.

En la aplicación para bloques alivianados se realizaron dosificaciones con cemento blanco, cementina con un porcentaje en peso de 5, 10, 15, 20 % respectivamente, luego los bloques se sometieron a ensayos de compresión, obteniéndose valores de resistencia acorde a las exigencias para bloques livianos.

Finalmente se presenta un estudio de mercado en el que se analiza la producción nacional, importación, y distribución del consumo por usos.

INDICE GENERAL

	Pág.
<i>RESUMEN</i>	<i>VII</i>
<i>INDICE GENERAL</i>	<i>IX</i>
<i>INDICE DE FIGURAS</i>	<i>XII</i>
<i>INDICE DE TABLAS</i>	<i>XIII</i>
<i>INDICE DE GRAFICOS</i>	<i>XIV</i>
<i>INDICE DE FOTOGRAFIAS</i>	<i>XVI</i>
ABREVIATURAS	XVII
<i>INTRODUCCION</i>	<i>19</i>
I <i>DIATOMITAS</i>	20
1.1 <i>Generalidades</i>	20
1.2 <i>Localización de las muestras obtenidas</i>	23
1.3 <i>Clasificación</i>	27
1.4 <i>Aplicaciones</i>	2%
II <i>DIATOMITA COMO MATERIAL FILTRANTE</i>	32
2.1 <i>Generalidades</i>	32
2.2 <i>Caracterización de las muestras</i>	37
2.2.1 <i>Análisis mineralógico</i>	37
2.2.2 <i>Análisis químico</i>	38
2.2.3 <i>Análisis físicos</i>	39
2.2.3.1 <i>Gravedad específica</i>	39
2.2.3.2 <i>Densidad aparente</i>	43

	2.2.3.3 Porosidad.....	44
	2.2.3.4 Absorción.....	45
	2.2.3.5 Permeabilidad.....	47
	2.2.4 Análisis Granulométrico.....	56
III	PROCESAMIENTO MINERAL PARA LA OBTENCION DEL MATERIAL FILTRANTE.....	61
	3.1 Pruebas de flotación.....	61
	3.2 Características del material obtenido.....	69
	3.2.1 Gravedad específica.....	69
	3.2.2 Granulometría.....	69
IV	PROCESAMIENTO MINERAL PARA SU UTILIZACION EN PINTURAS.....	71
	4.1 Proceso de obtención del material para su utilización como pintura.....	71
	4.2 Características del material obtenido.....	74
	4.3 Propiedades típicas de Celite.....	76
V	UTILIZACION EN BLOQUES ALIVIANADOS.....	80
	5.1 Generalidades.....	80
	5.2 Dosificaciones ensayadas.....	85
	5.3 Ensayos de resistencia.....	88
	5.4 Análisis de resultados.....	90
VI	ESTUDIO DE MERCADO DE DIATOMITA EN EL ECUADOR.....	91
	6.1 Generalidades.....	91
	6.2 Oferta.....	93
	6.3 Demanda.....	94

6.4	<i>Análisis de oferta y demanda</i>	96
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
	BIBLIOGRAFIA	101

INDICE DE FIGURAS

NO	. . Pág.
1. MAPA DE UBICACION DEL YACIMIENTO.....	26
2. APLICACIONES PARA DIATOMITA.....	30
3. TORTA DE FILTRADO SOBRE EL TAMIZ DE APOYO. A MEDIDA QUE PROGRESA LA FILTRACION, LA ADICION DE AUXILIAR FILTRANTE MANTIENE SU POROSIDAD.....	33
4. SISTEMA TIPICO DE FILTRADO CON DIATOMEAS.....	34
5. SISTEMA DE ALIMENTACION ENSECO	35
6. MARGEN MINIMO DE FLOTACION DE CUARZO COMO UNA FUNCION DE pH, 1×10^{-4} DE SULFONATO, 1×10^{-4} M DE ION METAL.....	63
7. FLOTACION DE CUARZO COMO UNA FUNCION DE pH, 1×10^{-4} M DE SULFONATO, 1×10^{-4} M DE ION METAL (Fe^{+++} , Pb^{++} , Mn^{++}).....	63

INDICE DE TABLAS

No	Pág.
I. APLICACIONES COMERCIALES DE DIFERENTES GRADOS DE DIATOMITA COMO AUXILIARES FILTRANTES.....	31
II. ANALISIS QUIMICO DE LA DIATOMITA.....	38
III. RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA.....	43
IV. DENSIDADES APARENTES.....	44
V. POROSIDAD.....	45
VI. ABSORCION.....	47
VII. ENSAYO DE PERMEABILIDAD.....	56
VIII. DISTRIBUCION GRANULOMETRICA M-1.....	58
IX. DISTRIBUCION GRANULOMETRICA M-2.....	58
X. RANGOS DE pH CON UN 90% DE RECUPERACION ES OBTENIDA EN LA PRESENCIA DE VARIOS ACTIVADORES, CONDICIONES $1 \times 10^{-4} M$ DE SULFONATO, $1 \times 10^{-4} M$ DE SALES DE METAL.....	64
XI. RESULTADOS DE LA FLOTACION DE DIATOMITA.....	69
XII. PROPIEDADES TIPICAS.....	77
XIII. OTRAS PROPIEDADES TIPICAS.....	77
XIV. DOSIFICACION DE CEMENTO BLANCO EN BLOQUES DE DIATOMITA.....	86
XV. DOSIFICACION DE CEMENTINA EN BLOQUES DE DIATOMITA.....	86
XVI. DIMENSIONES DE LOS BLOQUES.....	88
XVII. DENSIDAD DE LOS BLOQUES.....	88

<i>XVIII. ENSAYO DE COMPRESION A LOS BLOQUES DE DIATOMITA</i>	<i>89</i>
<i>XIX. DATOS DE RESERVAS DE LOS YACIMIENTOS DE DIATOMITA MAS IMPORTANTES EN EL ECUADOR</i>	<i>93</i>
<i>XX. IMPORTACIONES DE DIATOMITA POR PAIS DE PROCEDENCIA 1985- 1995.....</i>	<i>94</i>
<i>XXI. IMPORTACIONES EFECTIVAS DE DIATOMITA 1985-1995.....</i>	<i>95</i>
<i>XXII. EMPRESAS QUE REALIZARON IMPORTACIONES DE DIATOMITA AÑO 1995.96</i>	

INDICE DE GRAFICOS

No		Pág.
1.	CURVA GRANULOMETRICA M-1	59
2.	CURVA GRANULOMETRICA M-2	60
3.	CONSUMO DE DIATOMITA	98
4.	CONSUMO DE DIATOMITA (BARRAS)	98



INDICE DE FOTOGRAFIAS

NO	Pág.
1. VISTA PANORAMICA DEL YACIMIENTO.....	25
2. EQUIPO DE LA PRUEBA DE PERMEABILIDAD.....	52
3. EQUIPO DE LA PRUEBA DE FLOTACION.....	68
4. MEZCLADORA DE LOS MATERIALES PARA LA FABRICACION DE BLOQUES.....	82
5. COLOCACION DE LA MEZCLA EN EL MOLDE DEL BLOQUE	83
6. BLOQUE DESMOLDADO.....	84
7. BLOQUEA (DOSIFICACION CON CEMENTO) BLOQUE B (DOSIFICACION CON CEMENTINA).....	87
8. BLOQUE SOMETIDO AL ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE.....	89

INDICE DE ABREVIATURAS

<i>A.S.T.M.</i>	:	<i>American Society Testing Material</i>
<i>C</i>	:	<i>Compacidad</i>
<i>°C</i>	:	<i>grado centigrado</i>
<i>C.I.F.</i>	:	<i>Cost, Insurance and Freight</i>
<i>cm</i>	:	<i>centimetro</i>
<i>cm³</i>	:	<i>centimetro cúbico</i>
<i>CODIGEM</i>	:	<i>Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico - Minero - Metalúrgica</i>
<i>da</i>	:	<i>Densidad aparente</i>
<i>fig</i>	:	
<i>G</i>	:	<i>Gravedad específica</i>
<i>gr</i>	:	<i>gramo</i>
<i>in</i>	:	<i>pulgada</i>
<i>INEN</i>	:	<i>Instituto Ecuatoriano de Normalización</i>
<i>Kg</i>	:	<i>Kilogramos</i>
<i>Km</i>	:	<i>Kilómetros</i>
<i>KN</i>	:	<i>Kilo Newton</i>
<i>Lb</i>	:	<i>Wbra</i>
<i>Lbs</i>	:	<i>Libras</i>
<i>lt</i>	:	<i>litro</i>
<i>m</i>	:	<i>masa</i>
<i>m³</i>	:	<i>metro cúbico</i>
<i>ml</i>	:	<i>mililitro</i>

<i>mm</i>	:	<i>milímetro</i>
<i>M</i>	:	<i>Molar</i>
<i>N</i>	:	<i>Norte</i>
<i>Mpa</i>	:	<i>Mega Pascal</i>
<i>pág</i>	:	<i>página</i>
<i>pp</i>	:	<i>páginas</i>
<i>%</i>	:	<i>porcentaje</i>
<i>pH</i>	:	<i>Potencial de Hidrógeno</i>
<i>Pic</i>	:	<i>Picnómetro</i>
<i>S</i>	:	<i>Sur</i>
<i>T</i>	:	<i>Toneladas</i>
<i>um</i>	:	<i>micra</i>
<i>us a</i>	:	<i>Dólares</i>
<i>v</i>	:	<i>volumen</i>
<i>V</i>	:	<i>Porosidad</i>

INTRODUCCION

La diatomita es una roca sedimentaria silicea terrosa o débilmente cementada, de color blanco-amarillosa, muy porosa, ligera y dura compuesta principalmente de sílice. La diatomita se utiliza ampliamente debido a sus propiedades características, tales como bajo peso volumétrico, elevada porosidad y relacionado con ello, mala conductividad del calor y del sonido, altas propiedades filtrantes.

Siendo el mercado de materiales de construcción en el Ecuador tradicionalista, la introducción de materiales alternativos pura esta industria se hace dificultosa. Sin embargo en el país existen materias primas no metálicas en cantidad y calidad suficiente. Una alternativa podría realizarse con la utilización de bloques sílico - calcáreos, empleando principalmente las lutitas diatomíticas localizadas en los alrededores de la Comuna Sucre, en la Península de Santa Elena, Provincia del Guayas.

El presente trabajo sugiere además la aplicación de la diatomita en filtros, pigmentos para su utilización en pinturas. La metodología que se sigue es la siguiente : determinar las propiedades físicas y químicas de la diatomita, realizar las pruebas de flotación de la sílice, para lo cual se utilizaron las facilidades de los laboratorios de Mineralurgia, Mecánica de suelos, Instituto de Química de la ESPOL., finalmente la elaboración de los bloques livianos se lo realizó en los laboratorios del Centro Técnico del Hormigón.

CAPITULO I

DIATOMITAS

1.1 GENERALIDADES

La diatomita es una roca sedimentaria silícea constituida principalmente de los esqueletos remanentes fosilizados de la diatomea, una planta acuática unicelular relacionada con las algas. De manera que el material ha sido formado por la consolidación y endurecimiento de barros diatomeáceos constituyendoprincipalmente de sílice diatomeácea, una forma o variedad de ópalo, el cual es formado en las paredes de las celdas de la diatomea viva. Los términos tierra de diatomea y kieselguhr son utilizados como sinónimos de la diatomita.

La diatomita procesada posee una estructura particular, poco usual y una estabilidad química que se presta para aplicaciones no encontradas en ningún otro tipo de sílice. Entre las aplicaciones c o m e s se encuentran su uso como filtrante, el cual constituye más del 80% del consumo mundial.

La estructura única de la diatomea, baja densidad, alta capacidad de absorción, alta superficie específica y relativamente baja abrasión, son atributos responsables para su utilización en diversas aplicaciones.

*La sílice diatomeácea representa un mineral de origen orgánico, tal y como sucede **con** el aragonito y el colofano.*

La sílice del fósil de diatomea se asemeja mucho al ópalo o sílice hidratada en composición, ($\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$).

*La sílice es de gran importancia biológica, no sólo como componente en la pared de la celda, sino también para el proceso **básico** de vida. Además del agua de cristalización, la que se encuentra entre 3.5 y 8%, el esqueleto silíceo puede contener también en solución sólida o como parte de la sílice compleja, **pequeñas** cantidades de componentes inorgánicos asociados, tales como **alúmina**, o muy **pequeños** porcentajes de hierro, tierras alcalinas, metales alcalinos y otros constituyentes **menores**.*

*Asociados con la **silíce** diatomeácea e integrada como parte de la diatomita, pueden presentarse cantidades variables de materia orgánica, sales solubles y partículas formadoras de rocas, que fueron **singenéticamente** depositadas o precipitadas con las frústulas de las diatomeas, otros contaminantes típicos son las arenas, arcillas carbonatos cenizas volcánicas., feldespato, mica, anfíboles, piroxenos rutilo y circón.*

La frústula o esqueleto silíceo de la diatomea, un alga microscópica unicelular o no celular de la clase Bacillariophyceay de la orden Bacillaria, constituye el

último bloque del **cual** la diatomita está constituida El grupo contiene más de 300 géneros y 12.000 a 16.000 especies (15).

En forma viva, **las** acumulaciones de diatomeas pueden ser vistas **como** la película iridiscente sobre charcos, la película gelatinosa presente sobre las algas o **como** remanentes flotantes en fuentes termales, suelos húmedos y particularmente como masas de colonias planctónicas en los mares abiertos.

Las condiciones ambientales para un gran yacimiento incluyen por lo menos **los** siguientes requerimientos :

1. **Grandes** cuencas **llanas**, preferiblemente 35 metros o menos en profundidad, para la depositación , de manera que la **fotosíntesis** puede ocurrir. Con relación a los depósitos lacustrinos, con lagos poco profundo provee suficiente luz actínica para la fotosíntesis no sólo para las diatomeas pelágicas, sino también para las formas bentónicas.
2. Un abundante suministro de sílice soluble. Existe **una** correlación mundial entre la existencia de gruesos depósitos de diatomita y la proximidad a ocurrencias de cenizas volcánicas.

3. *Un suministro abundante de nutrientes. En muchos lagos que no son tóxicos para la proliferación de diatomeas, el suministro de nutrientes es normalmente más abundante que el suministro de la sílice.*

4. *La ausencia de constituyentes tóxicos o inhibidores del crecimiento de diatomeas, Aunque muy pocos lagos contienen agua tóxica en sentido natural normal, en varios la tasa de evaporación excede el flujo durante largos periodos de tiempo. Esto provoca la formación de sales solubles hasta un punto que inhibe el crecimiento de diatomeas.*

5. *Un suministro mínimo de material clástico. Aunque esto no es esencial para el crecimiento de diatomeas, si es factor esencial para la formación de grandes depósitos comerciales (10).*

1.2 LOCALIZACION DE LAS MUESTRAS OBTENIDAS

Las muestras obtenidas para su posterior estudio se realizaron en el yacimiento denominado Sucre.

Este yacimiento se encuentra ubicado en la población denominada Sucre, Parroquia Chanduy, Cantón Santa Elena, en la Provincia del Guayas.

El acceso se lo realiza por la carretera de primer orden Guayaquil -Salinas Al yacimiento se llega partiendo desde el km. 80 por un camino secundario de unos **250 m** en dirección Norte (Coordenadas UTM x: 559.7, y: 9738.6). hoja topográfica **Gómez Rendón E** :1:50.000.

La wna tiene colinas bajas, su altitud corresponde a solo **20 a 200 m.s.n.m.** Debido a la corriente marítima fría de Humboldt, el clima es semiárido.

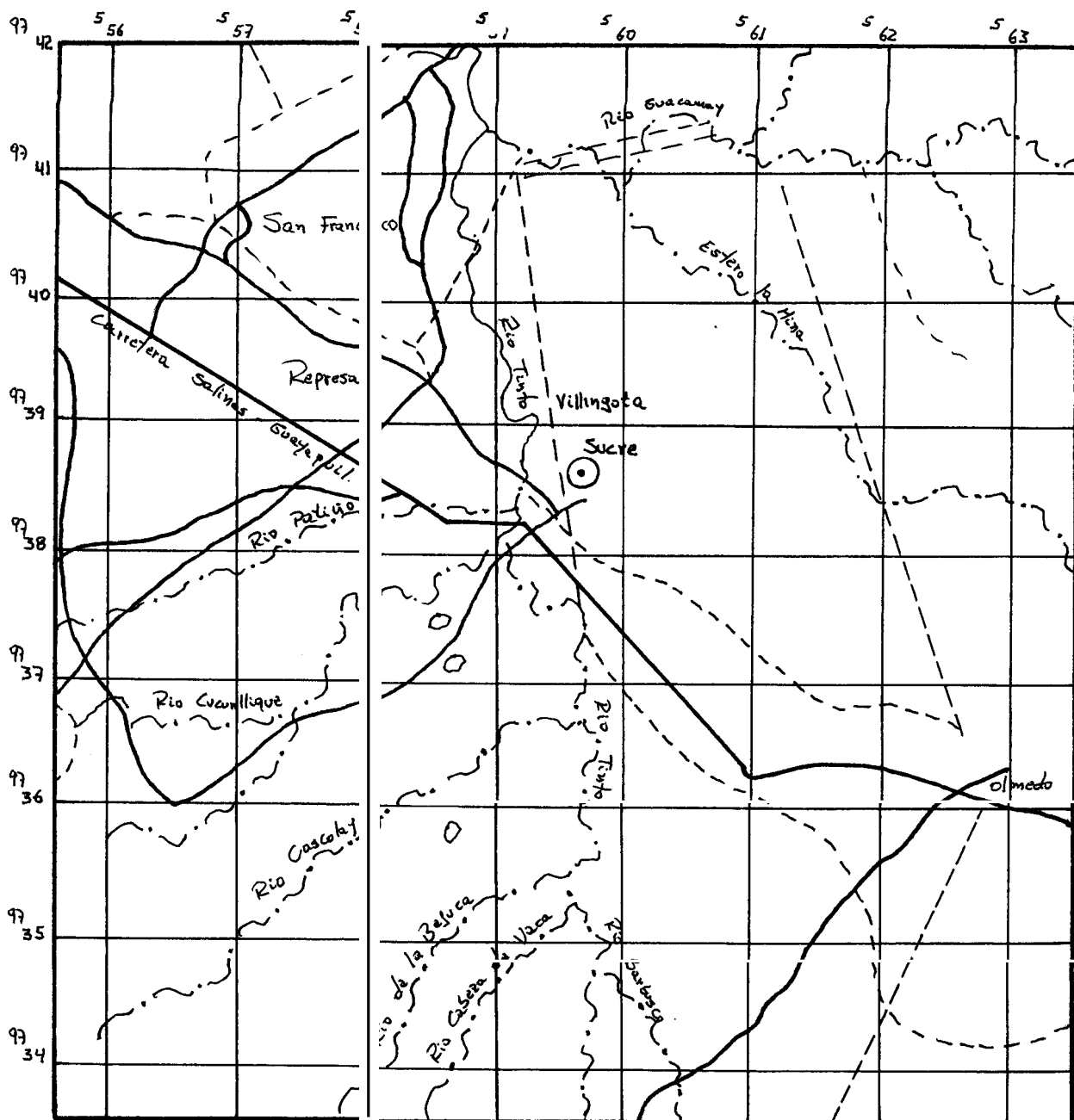
El rasgo geológico dominante en la Península de Santa Elena es la Cuenca de Progreso, en donde se halla la zona de interés. En la regional Norte y Sur de Sucre, existe una área con un buen potencial de sedimentos diatomíticos marinos, en la cual aflora la Formación Tosagua del Oligoceno - Mioceno que se presenta aquí con los miembros: Dos **Bocas** (medio) y Villingota (Superior), separados entre sí por **una** discordancia.

Los sedimentos del Miembro Villingota, ubicados en los alrededores de Sucre, ocupan una superficie de aproximadamente 20 km. de longitud en sentido N-S, siguiendo el rumbo de la estratificación, por un ancho de hasta **5 km.** aunque no se conoce si las capas donde aparecen las lutitas diatomíticas, **están** distribuidas en toda esta área, (Ver fotografía 1 y fig. 1) (6).



Fotografía 1.- Vista panorámica del yacimiento





⊙ Ubicación del Afloramiento Principal

Fig. 1.- Mapa de ubicación del yacimiento (6).

1.3 CLASIFICACION

El tratamiento de diatomita consiste en los siguientes procesos: secado, trituración, molienda, tamización, clasificación y calcinación con o sin fundente. El procedimiento específico depende de las características de la materia prima y del producto final deseado.

Es así que se obtienen tres productos finales: diatomita natural, calcinada y flujo calcinada o activada.

La diatomita natural es elaborada a base de la diatomita bruta mediante secado, trituración, molienda y clasificación. En caso de esfuerzo mecánico se toman medidas para conservar un máximo de la estructura fina de los esqueletos de diatomeas.

Existen muchos campos de aplicación para la diatomita natural, sin embargo se emplea raramente como agente filtrante debido a su reducida capacidad de filtración .

La diatomita calcinada es producida mediante el quemado de diatomita natural (600-800 °C) en hornos rotativos tubulares, con molienda y clasificación subsiguiente, Durante la calcinación se eliminan la humedad restante y las mezclas orgánicas . Las impurezas son escorificadas y después del proceso de

molienda son separadas en gran medida mediante clasificación por aire. Las combinaciones existentes de hierro son transformadas en óxidos ferricos dándole a la diatomita calcinada una coloración rojiza. Mediante la modificación del espacio de los poros se aumenta la permeabilidad natural y por consiguiente la capacidad de filtración. La diatomita calcinada es utilizada sobre todo como agente filtrante.

Para obtener la diatomita flujo calcinada o activada, la diatomita natural es calcinada añadiendo fundente (3-10% en peso NaCl o Na_2CO_3) a temperaturas de alrededor de 1000°C .

Con la adición de fundentes el m e n t o de granos logrado por la sinterización es reforzado y los óxidos ferricos son ligados. La diatomita flujo-calcinada es de color blanco y una vez molida y clasificada es utilizada sobre todo, gracias a su mayor permeabilidad, como agente filtrante y auxiliar filtrante (5).

1.4 APLICACIONES

Gracias a sus propiedades naturales así como las creadas mediante el tratamiento, la diatomita tiene amplias posibilidades de aplicación en la industria, tanto como materia prima como producto.

La aplicación directa de diatomita en forma natural es limitada. Sólo con el tratamiento se abren posibilidades calificadas de utilización. Las propiedades sobresalientes para la aplicación tecnológica son: la resistencia química, la alta porosidad, el bajo peso por unidad de volumen y una permeabilidad controlable mediante el tratamiento.

En la fig. 2 y Tabla I se describen detalladamente áreas de aplicación. Las más importantes, a las cuales se destina más del 80% de la producción mundial son: filtración, agentes de relleno, aislantes y material estructural. Sin embargo las prioridades de aplicación pueden variar considerablemente según las condiciones locales.

La calidad y cantidad de materia prima, así como las posibilidades de tratamiento y el mercado son factores determinantes.

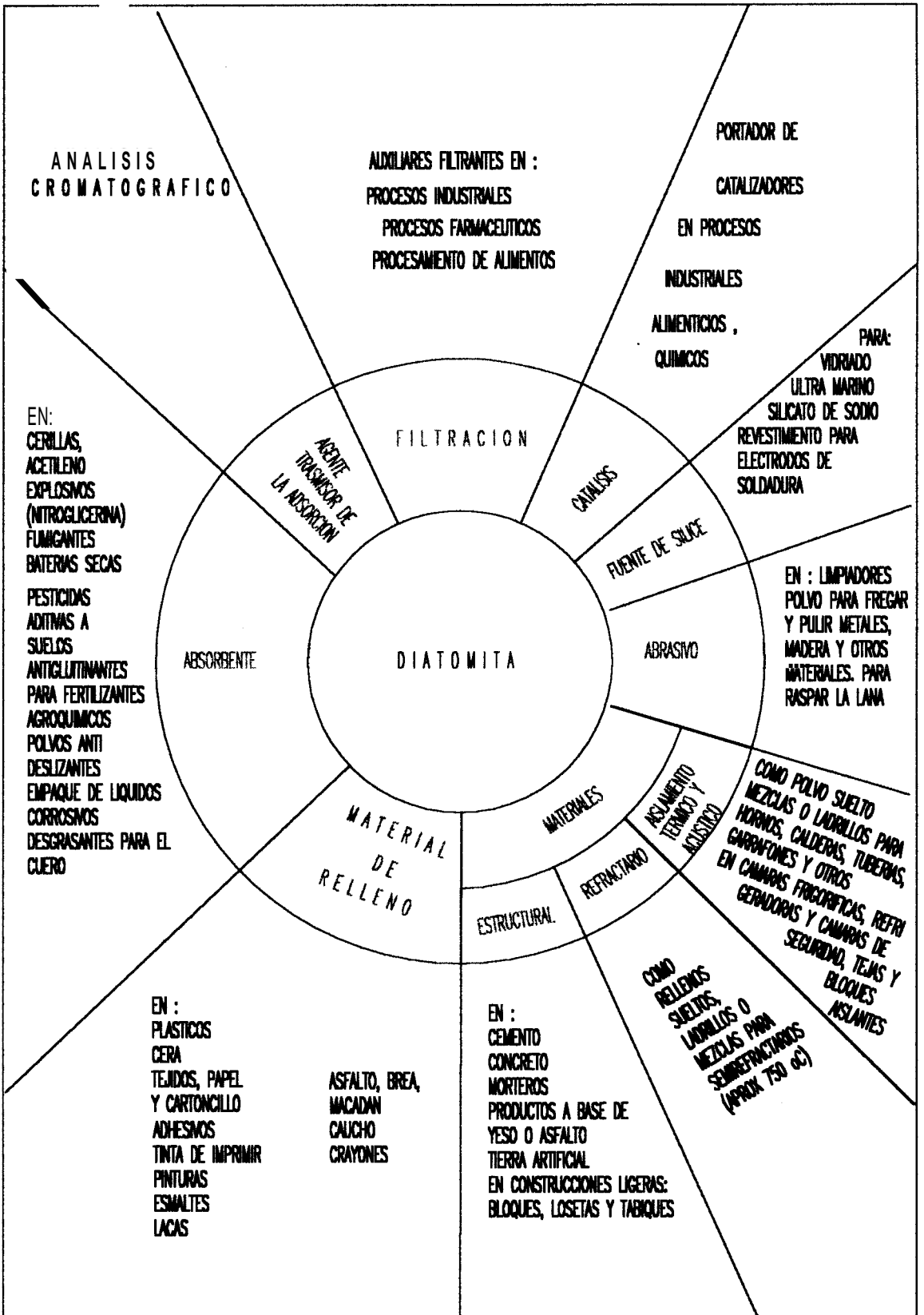


FIG. 2 : APLICACIONES PARA DIATOMITAS (EN BASE DE ROBERTSON'S SPIDERS' WEBS, LONDRES , 1960) (5)

TABLA 1 : Aplicaciones comerciales de diferentes grados de diatomitas como auxiliares filtrantes

Tipo	Tamaño promedio de grano (μm)	Rata aproximada de <u>relación relativa</u>	Aplicaciones Típicas.
Natural	25	100 o menos	Agente de pulimento, filtración de cerveza vinos y otros líquidos que requieren claridad excelente,
Calcinada	2.5 a 7.0	100 - 300	Industrial: alcohol, lubricante, aceite de aluitrán, ácido fosfórico, líquidos sulfúricos en los molinos papeleros, líquidos para lava do en seco, (composiciones de Co, Pb y Mn aceite de palma, ceras, barniz. Farmacéutico : hormonas, (alexi) piréticos, vitaminas, agar-agar, loción de ahitar, sal volátil.
Flujo Calcinada	5.5 - 13.0	300 - 1000	Procesamiento de alimentos : cerveza, vino, leche descremada, ácido cítri- co, azúcar de caña, jugo de limón, aceite de oliva, vinagre, pectina. Industrial : clarificación de grasas, lano- lina, latex, cloruro de sodio, líquidos sulfuro- sos, potasa, aceite de linaza, lubricantes, lí- quidos para lavado en seco, cloruro de mag- nesio, silicato de sodio, aceites vegetales, áci- do sulfúrico, aceite de soya, aceite para trans- formadores, líquidos para molinos papeleros soluciones para piroxilinas, aceites para moto- res, pegamentos, capas de hidróxido de alumi- nio, lacas colorantes, ceras. Farmacéutico . aceite de palma, estrepto- micina, loción de afeitar. Procesamiento de alimentos : ácido fosfórico, jugo de limón, sarcocarpio de cítricos, melaza de malta, azúcar de remola- cha y caña, cerveza, ácido cítrico, zumo de - uvas, aceite de semillas de algodón, vino, pec- tín, melazas, aceite de coco, agua potable.
Flujo Calcinado	13.0- 40.0	1.500 - 2.500	industrial : Soluciones para piroxilinas aceite de linaza, lubricantes, licores para rayón licores de acetato, grasas, barnices, agentes - adhesivos, mina de glicerina, capas de hidróxi- do de aluminio, ceras. Procesamiento de alimentos : mosto de cerveza, jugo de limón, zimo de uvas masas de cereales, jugo de naranja.

CAPITULO II

DIATOMITA COMO MATERIAL FILTRANTE

2.1 GENERALIDADES

*La filtración es aquella que tiene como objetivo remover los sólidos en suspensión, incluso de tamaño semicoloidal, de un líquido. Esencialmente el proceso consiste en **forzar** el paso del líquido a través de una tela o malla metálica, a presión o por la acción del vacío. En principio, el líquido atraviesa el medio filtrante y los sólidos son retenidos por la malla formando una torta porosa.*

*En la práctica sin embargo, las partículas **más finas** tienden a atravesar el medio filtrante siendo retenidos sólo los sólidos de **mayor tamaño**. Si estos últimos son compresibles, como es el caso en todos los líquidos orgánicos y productos para alimentación el flujo se reduce **drásticamente** por obstrucción de la tela o malla metálica, elevando **substancialmente los costos de filtración**.*

La filtración con diatomita es una operación en dos etapas. Primero se construye una delgada capa protectora de auxiliar filtrante (precapa) sobre el medio filtrante, haciendo recircular líquido claro con tierra de diatomeas a través de éste.

Después de formada la precapa, se van agregando pequeñas cantidades de auxiliar filtrante (dosificación) al líquido a filtrar.

A medida que la filtración progresa, el auxiliar filtrante, mezclado con el líquido turbio, se deposita sobre la precapa. De este modo una superficie filtrante nueva se va formando continuamente. Las diminutas partículas de diatomeas generan una multitud de canales microscópicos que atrapan las impurezas pero permiten el paso del líquido claro. (Ver fig. 3).

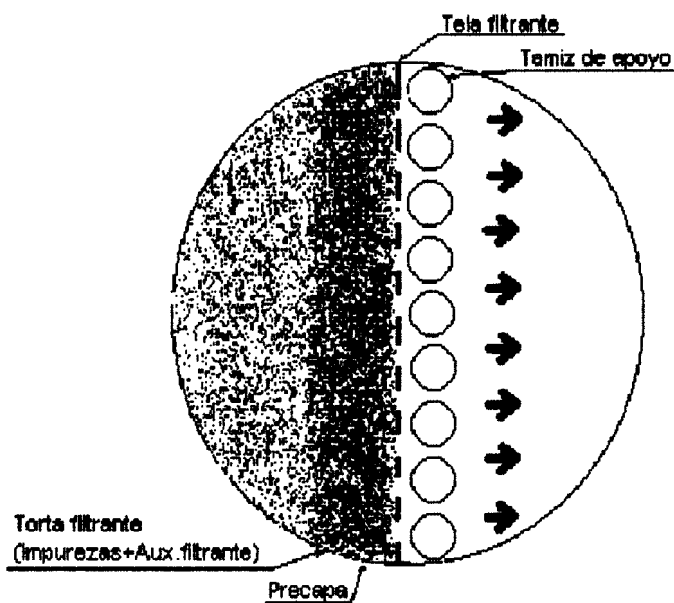


Fig. 3 : *Torta de filtrado sobre el tamiz de apoyo. A medida que progresa la filtración, la adición de auxiliar filtrante mantiene su porosidad (21).*

Un buen ayudante filtrante debe: 1) tener partículas firmes y de estructura porosa e intrincada, 2) formar una precapa altamente permeable, pero rígida e

incompresible, 3) remover los sólidos más finos manteniendo razones de flujo altas, 4) ser químicamente inerte e insoluble.

La diatomita, con su amplia variedad de partículas de intrincada estructura y su alto contenido de sílice que la hace insoluble en prácticamente todos los líquidos, satisface plenamente estos requisitos.

Los aspectos esenciales de un sistema de filtración con diatomita se muestran en la fig. 4. Los elementos principales que se exhiben son : el filtro, la bomba de alimentación del filtro, estanques que contienen auxiliar filtrante para formación de precapas y para dosificación, bomba de dosificación para la adición continua de auxiliar filtrante. Notar también los ductos para llenar el estanque de dosificación y el de precapas con líquido filtrado, y el ducto para circulación del líquido claro con auxiliar filtrante entre el estanque de precapa y el filtro.

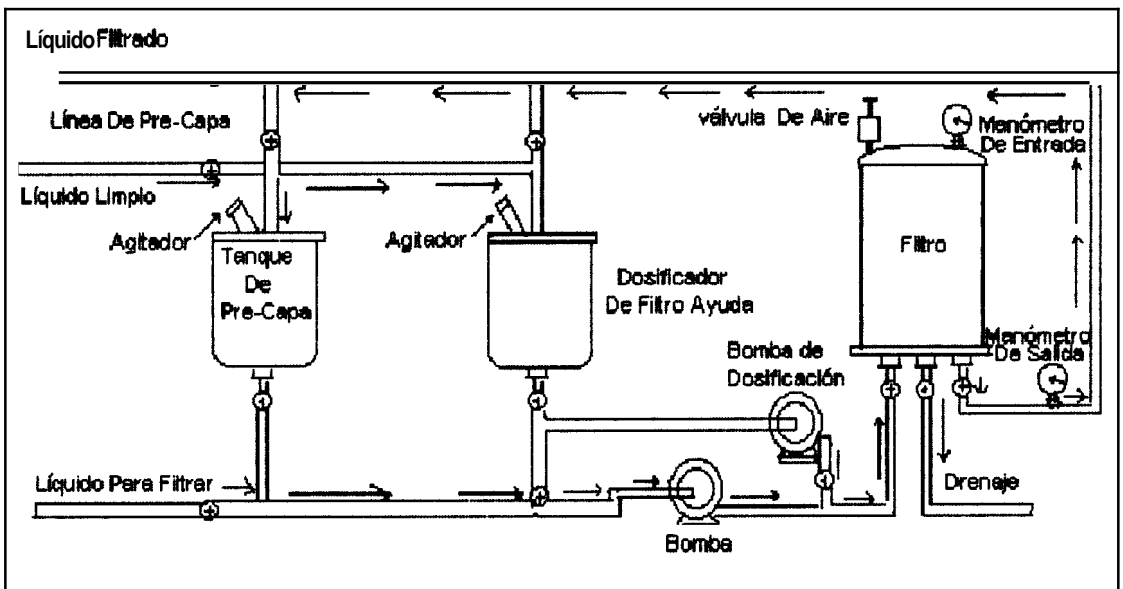


Fig.4 Sistema típico de filtrado con diatomeas (21).

El sistema puede contener una bomba para la circulación, ductos adicionales para devolver el filtrado residual al estanque de alimentación, ductos para llenar y recircular líquido de lavado y otros ductos para desprender la torta filtrante con aire, gas inerte o vapor.

La adición continua de auxiliar filtrante se realiza en suspensión acuosa o en seco. La alimentación de la suspensión acuosa se efectúa usualmente con bomba de pistón o de diafragma. Si la filtración es tipo "batch", el auxiliar filtrante puede agregarse en seco, directamente a la carga. También es posible realizar la adición en seco alimentando continuamente un recipiente pequeño, como se muestra en la fig. 5. El líquido con el auxiliar filtrante es empujado, con la ayuda de una bomba impulsora, en el ducto de alimentación del filtrado. Cambios en la dosificación de filtrante se efectúan variando la descarga del alimentador en seco.

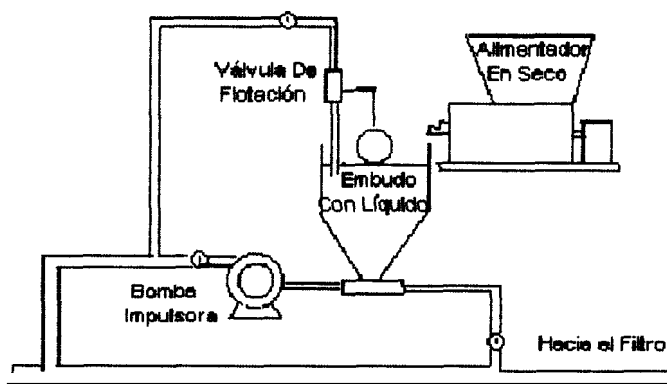


Fig. 5. _ Sistema de alimentación en seco (21)

En el funcionamiento de un equipo de filtración, primero se construye la precapa haciendo circular **una** mezcla de ayuda filtrante y líquido claro del estanque de precapa, **a** través del filtro y de regreso al estanque de filtración.

Una vez que todo el **auxiliar** filtrante se ha depositado sobre el medio filtrante, se procede **a** conectar el circuito de dosificación, cuidando que la fluctuación de la presión sea mínima.

Los tipos de **filtrantes** diatomáceos se clasifican de acuerdo **a su** distribución de granulometría de **más** gruesos **a** más finos.

Las distintas granulometrías promedio **están** relacionadas tanto con las velocidades de **flujo** como con el rendimiento volumétrico total.

En general, manteniendo todos los **parámetros** de filtración fijos, **a mayor** granulometría los rendimientos volumétricos aumentarán.

Los rendimientos volumétricos no sólo están relacionados con las distintas granulometrías, sino también con la disminución en la superficie específica de las diatomeas por activación, **que** reduce el roce viscoso **a** través de la torta de filtrado.

Es **axiomático** en el **uso** de los auxiliares filtrantes que **a** medida que el tamaño de las partículas y por lo tanto la velocidad del **flujo** aumenta, la habilidad del auxiliar filtrante **para** remover partículas pequeñas de las impurezas del filtrado,

disminuye. A la inversa en la medida que el tamaño de las partículas del auxiliar filtrante y por lo tanto la velocidad del flujo disminuye, la capacidad del filtrante de remover partículas pequeñas de filtrado aumenta.

El resultado que se obtenga de un determinado proceso, dependerá fuertemente del tipo, y distribución granulométrica de los sólidos en suspensión. En la filtración se remuevan por la filtración (21).



BIBLIOTECA
CENTRAL

2.2 CARACTERIZACION DE LAS MUESTRAS

La caracterización del material de diatomita es el primer paso que se efectúa previo a los demás procesos.

Tiene por objeto determinar las características del mineral en lo que se refiere a su composición química, composición mineralógica, densidad, tamaño de las partículas.

2.2.1 ANALISIS MINERALOGICO

Para la fracción fina arcillosa de las muestras se determinó la composición mineralógica por medio de *Difractometría de Rayos X*.

Este análisis se lo realizó en el laboratorio de difractometría en la Facultad de Ciencias de la Tierra ESPOL.

En las dos muestras los minerales principales son los siguientes: sustancia amorfa, calcita, y esmectita, otros componentes son feldespatos, cristobalita y caolinita.

2.2.2 ANALISIS QUIMICO

El análisis químico de las muestras de diatomita (método de fluorescencia de rayos x) se lo realizó en el Instituto de Química de la ESPOL.

Los resultados de estos análisis se muestran en la Tabla II.

TABLA II

**ANALISIS QUIMICO DE LA
DIATOMITA.**

ELEMENTOS %	MUESTRA 1	MUESTRA 2
<i>SiO₂</i>	<i>57,64</i>	<i>62,01</i>
<i>Al₂O₃</i>	<i>13,12</i>	<i>13,45</i>
<i>Fe₂O₃</i>	<i>3,79</i>	<i>3,65</i>
<i>CO₃Ca</i>	<i>17,98</i>	<i>12,80</i>
<i>MnO</i>	<i>0,01</i>	<i>0,011</i>
<i>MgO</i>	<i>1,08</i>	<i>1,03</i>
<i>CaO</i>	<i>4,78</i>	<i>2,49</i>
<i>N₂O</i>	<i>0,35</i>	<i>0,23</i>
<i>K₂O</i>	<i>0,022</i>	<i>0,054</i>

2.2.3 ANALISIS FISICOS

Las propiedades físicas son una herramienta muy importante para la determinación rápida de los minerales. Las propiedades físicas que se utilizaron para la descripción se muestran a continuación.

2.2.3.1 GRAVEDAD ESPECIFICA

Se define como gravedad específica de un material la relación entre el peso de los sólidos del material y el peso del volumen del agua que dichos sólidos desalojan.

Equipo :

- Balanza sensible a 0,001 gr.
- Estufa.
- Horno de secado a temperatura constante de 105 °C.
- Termómetro graduado de 0 a 50 °C, con divisiones de 0.1 grado.
- Matraz calibrado de 500 cm³ de capacidad.
- Cápsulas de porcelana.
- Pipeta.
- Embudo de vidrio.

Procedimiento :

1.- De la muestra preparada que haya pasado por la malla número 4 se toman unos 200 gr, se colocan en una cápsula de porcelana y se dejan secar en el horno a temperatura constante de 105 °C durante 12 horas.

Transcurrido este tiempo, se retira la cápsula con el material del horno, se deja enfriar a la temperatura ambiente en un lugar seco de manera que no adquiera humedad y se pesan 50 gr.

2.- Se lava perfectamente un matraz de 50 cm³, calibrado con anterioridad, con agua, jabón y un escobillón que pueda introducirse en el matraz, enjuagándolo al final con agua destilada.

3.- Los 50 gr del material seco se vacían en el matraz y luego y luego se llena este con agua destilada hasta el cuello, esta operación se facilita mediante un embudo de vidrio.

4.- Se pone el matraz en baño de maría a fin de expulsar el aire contenido en el material, si se cuenta con una trompa o bomba de vacío, su uso mejora la operación permitiendo, además hervir la suspensión a temperatura más baja.

Tratándose de *materiales arenosos* generalmente **son suficientes** 10 minutos de hervido en el baño **de** maría pero los *materiales arcillosos* requieren hasta 30 minutos de hervido.

5.- Se **saca** el matraz del baño **de** maría y **se deja enfriar**, una vez que adquiere la temperatura ambiente **se** agrega agua destilada hasta llenarlo al nivel de la marca de **aforo** e inmediatamente **se** toma la temperatura a $0,1^{\circ}\text{C}$ introduciendo el **termómetro hasta** el centro de la suspensión. La temperatura obtenida **se** la anota

6.- Después de tomar la temperatura, debe enrasar perfectamente de manera que la **parte inferior del** menisco coincida **con** la **marca** de calibración **del** matraz, **esto se** logra fácilmente con la ayuda de una pipeta.

7.- **Debe** evitarse que quede agua **adherida al** interior **del** cuello **del** matraz sobre la marca de aforo, para lo cual **se** introduce un rollito de papel **secante** o **absorbente** para eliminarla. También debe **secarse** perfectamente el **matraz exteriormente**.

8.- Después de aforado y limpio, **se pesa** el matraz con una precisión de 0.001 gr. anotando el peso *Wmsl*.

9.- Se coloca todo el contenido del matraz en una cápsula de porcelana y se coloca en el horno. Luego se obtiene el peso seco de la muestra W_s se lo anota.

La expresión $(W_s + W_{ml} - W_{ms})$ representa el peso del volumen de agua desalojado por los **sólidos** a la temperatura de prueba.

El valor W_{ml} para la temperatura T se saca de la curva de calibración del matraz. Por lo tanto **la** gravedad específica será igual a :

$$G = \frac{W_s}{W_s + W_{ml} - W_{ms}}$$

La prueba de densidad debe hacerse simultáneamente con dos matraces, con el mismo material, con objeto de tener **una** comprobación. Si los valores no difieren en más de 1% se deberán promediar. Si difieren en **más** de 1% se deberá repetir el ensayo (9).

Resultados

Los resultados del ensayo **se** representan en la Tabla III.

TABLA III**RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA**

<i>Muestra</i>	<i>Peso</i> <i>gr</i>	<i>Peso Pic</i> <i>muestra gr</i>	<i>Temperatura</i> <i>a</i> <i>°C</i>	<i>Peso Pic</i>	<i>Gravedad</i>
1	48	704	28	676	2400
1	48	705	28	676	2520
2	49	706	28	677	2450
2	49	705	28	677	2330

2.2.3.2 DEMUDAD APARENTE

Se denomina densidad aparente aquella que presenta un material en el estado natural (es decir considerando los poros) (4).

Procedimiento :

Para determinar la densidad aparente del material se siguió el método de la probeta que consiste en lo siguiente.

1.- Se pesa una cierta cantidad de muestra aproximadamente unos 20 gr. entre la granulometría de las mallas #10 y #200.

2.- El material se lo coloca en una probeta graduada de 100 ml.

3.- Se observa el volumen que **ocupa** la muestra en la probeta y así se determina la densidad aparente

$$\text{Densidad Aparente (da)} = m / v \text{ (gr./cm}^3\text{)}$$

m: masa de la muestra (gr.).

v: volumen que se desplaza en la probeta (cm³) (8).

Los resultados se presentan en la Tabla IV

TABLA IV

DENSIDADES APARENTES.

Muestras	Peso muestra gr	Volumen cm ³	Densidad Kg./m ³
1	20	42	470
2	20	46	430



2.2.3.3 POROSIDAD

Se denomina porosidad a la relación del volumen de los poros al volumen total del material. La porosidad es el complemento de la * compactación con respecto a la unidad o en porcentaje.

Compactación (C) • es la proporción de su volumen realmente ocupado por la materia sólida que lo constituye (4).

$$C = da/G$$

La porosidad se la determina de la siguiente manera.

$$V = 1 - C.$$

Los resultados se presentan en la Tabla V.

TABLA V

POROSIDAD

Muestra	Porosidad %
1	80.9
2	82.0

2.2.3.4 ABSORCION

La absorción del agua es el poder **que** posee un material **para** absorber y retener el agua (4).

El ensayo tiene por objeto la determinación de la gravedad específica "Bulk" lo **mismo que** la cantidad de agua expresada como porcentaje que absorbe el agregado grueso cuando se sumerge en agua por un periodo de **24** horas.

Equipos:

- Balanza (capacidad de **5 Kg.** o **más**, sensible a **0,5 gr.**).

- Cesta cilíndrica de tela metálica (La cesta deberá ser hecha de tela metálica No 4 de 20 cm de diámetro y de unos 20 cm. de altura.
- Un recipiente en el que se pueda sumergir la cesta de alambre y un aparato para suspender la cesta cuando se sumerge, con el fin de obtener el peso de la muestra sumergida.

Preparación de la muestra :

La muestra consiste en 5 Kg. de material **más** o menos, debe ser tal que todas las partículas sean retenidas en el tamiz 3/8".

Procedimiento

Se lava el material a fin de remover el polvo o cualquier impureza que cubra la **superficie** de las **partidas**, luego se sumerge la muestra de **agua** por un periodo de **24** horas.

Cálculo.

1.- Gravedad Específica "Bulk" A/B-C en donde :

A: peso de la **muestra** secada en el horno, en gr.

B: Peso de la muestra saturada pero con **superficie** seca, en gr.

C: *Peso de la muestra saturada dentro del agua en gr.*

2.- *Gravedad específica "Bulk" basándose en el peso de las partículas saturadas pero con la superficie seca B/B-C*

3.- *Gravedad específica Aparente A/A-C*

4.- *% de Absorción B - A/ AX100 (9)*

Los resultados se presentan en la Tabla VI.

TABLA VI
ABSORCION

<i>Muestra</i>	<i>Peso A</i> <i>gr</i>	<i>Peso B</i> <i>gr</i>	<i>Peso C</i> <i>gr</i>	<i>Grav. Espec.</i> <i>Kg./m³</i>	<i>Grav. Aparente</i> <i>Kg./m³</i>	<i>Absorción</i> <i>%</i>
<i>1</i>	<i>266</i>	<i>468</i>	<i>160</i>	<i>2500</i>	<i>860</i>	<i>75,90</i>
<i>2</i>	<i>402</i>	<i>658</i>	<i>235</i>	<i>2400</i>	<i>950</i>	<i>63,70</i>

2.2.3.5 PERMEABILIDAD

Se define como permeabilidad a la propiedad que posee un material para dejar pasar el agua bajo presión . La permeabilidad depende de la densidad y la estructura del material (4).

Objetivo

*El método de prueba cubre la determinación del coeficiente de permeabilidad por el método de **flujo** laminar a cabeza constante a través de tierras granulares. El procedimiento establece valores representativos del coeficiente de permeabilidad de suelos granulares.*

El orden de límite de consolidación influye durante la prueba.

*El procedimiento se encuentra limitado para suelos granulares que no contienen más del 10% de suelo pasante del tamiz **75 μ m** (No 200).*

Condiciones Fundamentales de la prueba (1).

1.- Continuidad del flujo laminar sin un cambio de volumen del suelo durante la prueba.

*2.- Flujo con el suelo saturado al vacío, con **agua** y que el suelo no contenga burbuja de aire.*

3.- Flujo en condiciones constante y sin cambios en el gradiente hidráulico.

4.- *Proporcionalidad directa de la velocidad de flujo con el gradiente hidráulico bajo ciertos valores por el principio de flujo turbulento.*

Preparación del espécimen (1).

1.- *El tamaño del permeámetro se muestra en la fotografía 2*

2.- *Hacer las siguientes medidas iniciales en cm o cm^2 y mote en la hoja de datos*

El diámetro interior D del permeámetro, la longitud L entre los manómetros de salida, la profundidad $H1$ medida en cuatro puntos espaciados simétricamente desde la superficie más alta de la plancha superior del cilindro de permeabilidad hasta la parte más alta de la piedra porosa para determinar el volumen del suelo colocado en el cilindro de permeabilidad.

Calcule el área seccional A del espécimen.

3.- *Tome una pequeña muestra para determinar el contenido de agua.*

Anote el **peso** de la muestra remanente secado por aire Wipara la determinación de su peso unitario.

4.- Coloque la muestra preparado por uno de los siguientes procedimientos en pilas uniformes y delgadas aproximadamente iguales en espesor.

5.- Compactación por deslizamiento del peso del tapón.- compacte cada capa del suelo de **una** forma uniformemente distribuido sobre la superficie de cada capa. Ajuste la altura de caída y de suficientes cubiertas para producir una máxima densidad.

Preparación del espécimen para la prueba de permeabilidad

(1)

1.- El nivel de la superficie superior del suelo poniendo la placa porosa superior o pantalla en posición y rotándolo hacia atrás y adelante.

2.- Medida y anotación.- la altura final del espécimen, midiendo la profundidad H_2 desde la superficie superior de la placa perforada de arriba empleada para medir H_1 hasta el tope de la placa porosa superior a cuatro puntos sistemáticamente

espaciados después de comprimir el resorte ligeramente para ajustar la placa porosa durante las mediciones, el peso final del suelo secado por aire utilizado en la prueba ($W1-W2$) midiendo el suelo remanente $W2$ dejado en la cacerola. Compute y anote los pesos unitarios, radios de vacío y densidades relativas de la prueba del espécimen.

3.- Con el empaque en su lugar presione hacia abajo la placa de arriba contra el resorte y apriételo hacia el tope del cilindro del permémetro, haciendo un sello a prueba de aire. Esto satisface la condición de mantener la densidad inicial sin un cambio significativo de volumen durante la prueba.

4.- Usando una bomba de vacío evacúe el espécimen bajo 50 cm (20 in) mínimo por 15 minutos para remover el aire adherido a las partículas del suelo y desde el vacío seguido a la evacuación por una saturación lenta del espécimen desde el fondo hasta arriba sobre el vacío completo con el propósito de liberar cualquier aire remanente en el espécimen (ver fotografía 2).



Fotografía 2._ Equipo de laprueba de permeabilidad.

La saturación del espécimen puede ser mantenido adecuadamente por el uso de: a) agua desairada, b) agua mantenida en flujo de temperatura suficientemente alto para causar un decrecimiento del gradiente de temperatura en el espécimen durante la prueba. Agua natural o agua de bajo contenido mineral se usa para la prueba. Esto satisface la condición para saturación de vacíos en la muestra.

5.- Después que el espécimen ha sido saturado y el permeámetro esta lleno de agua, cierre la válvula de fondo en el tubo de salida y desconecte el vacío. Tener cuidado para asegurar que el sistema de flujo de permeabilidad y el sistema de manómetro estén libres de aire trabajando satisfactoriamente.

Llene el tubo de entrada con agua desde el tanque abriendo ligeramente el filtro de la válvula del tanque. Entonces conecte el tubo de entrada al tope del permeámetro, abrir la válvula de entrada ligeramente, abrir el manómetro de salida ligeramente para que permita que el agua fluya y así las libere de aire. Conecte los tubos de manómetro de salida y llene con agua para remover el aire cierre la válvula de entrada y abra la válvula de salida para permitir que el agua en los tubos del manómetro alcancen su nivel de agua estable.

Procedimiento:

1.- Se realizó **una** preparación de la muestra que consistía en un tratamiento con ácido sulfúrico para la eliminación de los **carbonatos** existentes en la muestra.

2- Abra la **válvula** de entrada desde el tanque del filtro ligeramente desde la primera corrida en condiciones de flujo constante. Demore la medición de la cantidad de **pujo** hasta la condición de cabeza constante sin desechar el **agua** y los niveles de manómetro. Mida y anote el tiempo **t**, cabeza **h**, cantidad de flujo **Q**, y temperatura del agua **T**.

3.- Repita **las** corridas de **prueba** en las cabezas incrementando 0.5 cm con el propósito de establecer exactamente la región de **pujo** laminar con velocidad **que** es directamente proporcional al gradiente hidráulico **i** (donde $i = h/l$).

4- Terminada la **prueba** de permeabilidad drene el espécimen e inspecciónelo para establecer si es **que** fue de carácter esencialmente homogéneo e isotrópico.

Cálculos.

Calcule el coeficiente de permeabilidad como sigue :

$$K = QL / Ath$$

donde :

K: coeficiente de permeabilidad.

Q: cantidad de agua descargada.

L: distancia **entre** manómetros.

A: **área** seccional del espécimen.

t : tiempo total de descarga.

h : diferencia de cabeza en los manómetros.

Corrija la permeabilidad para 20°C multiplicando *K* por el ratio de la viscosidad del agua a la temperatura de prueba y a la viscosidad del agua a 20°C (1)

Resultados.

Los resultados de la prueba se presentan en la Tabla VII.

TABLA VII
ENSAYO DE PERMEABILIDAD.

<i>Número de Pruebas</i>	<i>Tyler Mesh</i>	<i>h cm</i>	<i>Q cm³</i>	<i>t s</i>	<i>k cm/s</i>
<i>M-1</i>	<i>70</i>	<i>226</i>	<i>87</i>	<i>5760</i>	<i>0,5</i>
<i>M-2</i>	<i>70</i>	<i>226</i>	<i>16</i>	<i>1440</i>	<i>0,369</i>
<i>M-2</i>	<i>100</i>	<i>226</i>	<i>55</i>	<i>5880</i>	<i>1,242</i>
<i>M-2</i>	<i>100</i>	<i>226</i>	<i>22</i>	<i>2400</i>	<i>1,224</i>
<i>M-2</i>	<i>140</i>	<i>226</i>	<i>106</i>	<i>7200</i>	<i>0,972</i>
<i>M-2</i>	<i>140</i>	<i>226</i>	<i>115,5</i>	<i>6000</i>	<i>1,278</i>
<i>M-2</i>	<i>140</i>	<i>226</i>	<i>120</i>	<i>5400</i>	<i>1,476</i>
<i>M-2</i>	<i>140</i>	<i>226</i>	<i>307</i>	<i>3600</i>	<i>5,67</i>
<i>M-2</i>	<i>140</i>	<i>226</i>	<i>200</i>	<i>3600</i>	<i>3,69</i>

2.24 ANALISIS GRANULOMETRICO

La evaluación del tamaño de la partícula es de máxima importancia como medida de control para los procesos de reducción de tamaño.

En la mayoría de los casos puede efectuarse un análisis de tamaño para determinar la cantidad de material mayor o menor que un tamaño especificado.

Para realizar el análisis granulométrico se utilizó el sistema de medida de los tamices en la malla Tyler.

Los datos de la distribución granulométrica se presentan en las Tablas VIII y IX y de acuerdo a los gráficos 1 y 2 se puede decir que la granulometría es de una arena media que se encuentra el 80% del pasante en los tamaños de 900- 100 μm (0,9-0,3 mm).

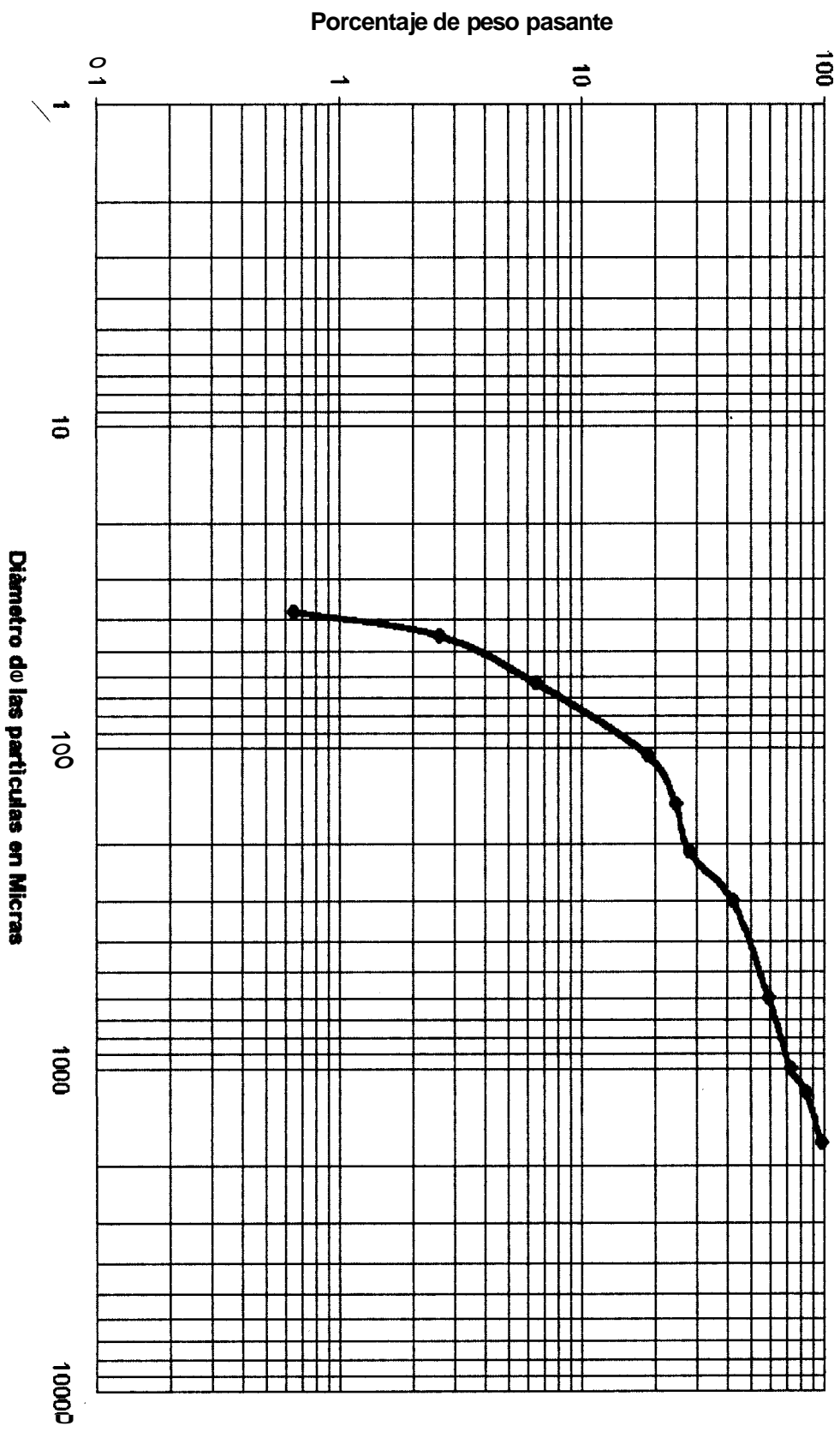
TABLA VIII**DISTRIBUCION GRANULOMETRICA M-1**

Tyler Mesh	Diámetro (um)	Peso (gr) Retenido	% Peso Retenido	% Peso Pasante
10	1700	10	3,226	96,774
14	1180	38	12,258	84,518
18	1000	36	11,613	72,903
30	600	44	14,193	58,71
50	300	52	16,774	41,938
70	212	44	14,193	27,743
100	150	10	3,226	24,517
140	108	18	5,808	18,711
230	83	38	12,258	8,453
325	45	12	3,871	2,582
400	38	6	1,935	0,645
Fondo		2	0,645	0
Total		310	100	

TABLA IX**DISTRIBUCION GRANULOMETRICA M-2**

Tyler Mesh	Diámetro (um)	Peso (gr) Retenido	% Peso Retenido	% Peso Pasante
10	1700	2	0,625	99,375
14	1180	58	18,125	81,25
18	1000	59	18,434	62,816
30	600	82	19,375	43,441
50	300	58	18,125	25,318
70	212	24	7,5	17,816
100	150	12	3,75	14,068
140	108	12	3,75	10,316
230	83	18	5	5,318
325	45	10	3,125	2,191
400	38	5	1,582	0,825
Fondo		2	0,625	0
Total		320	100	

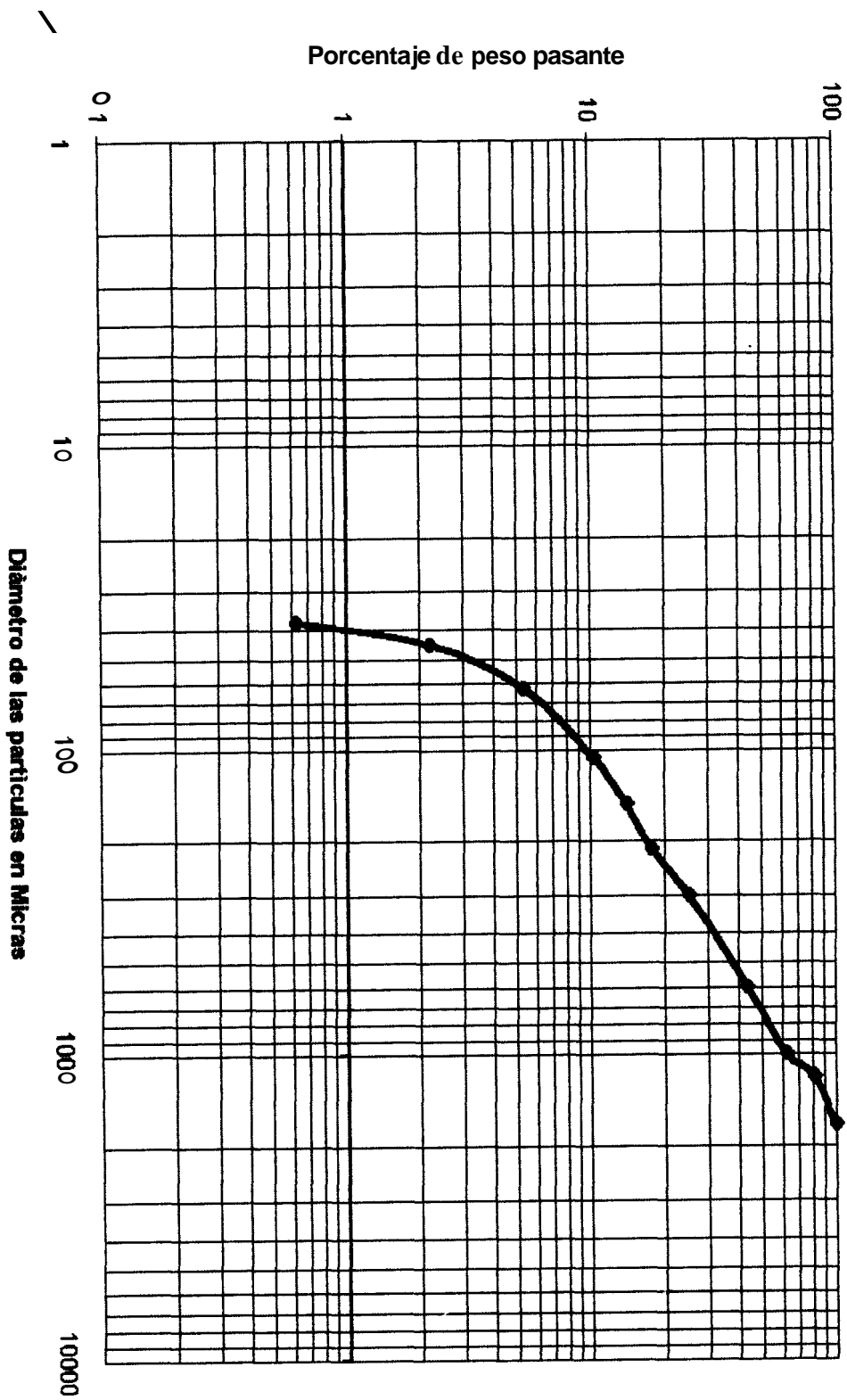
CURVA GRANULOMETRICA M-1





BIBLIOTECA
CENTRAL

CURVA GRANULOMETRICA M-2



CAPITULO III

PROCESAMIENTO MINERAL PARA LA OBTENCION DEL

MATERIAL FILTRANTE

3.1 PRUEBAS DE FLOTACION

La flotación es el principal proceso de concentración basado en la química interfacial de las partículas minerales en solución.

La concentración por flotación puede considerarse en términos de dos grupos de variables. Primero, las condiciones químicas = la interacción de los reactivos químicos con las partículas minerales para dar lugar a un producto selectivamente hidrófobo. Segundo, las condiciones físico- mecánicas, las cuales las determinan las características de la máquina de flotación (16).

Flotación de Oxidos y silicatos.

Hay una amplia gama de óxidos y silicatos que se concentran por flotación, utilizando colectores tanto aniónicos como catiónicos.

Estos colectores aniónicos como catiónicos son absorbidos física o electrostáticamente en los óxidos y silicatos. Para que ocurra la adsorción del

colector el potencial de la superficie mineral debe ser negativo para los colectores catiónicos y positivo para los colectores aniónicos.

Para que haya flotación efectiva, es necesario que los colectores tengan 10 o más átomos de carbono en la cadena de hidrocarburos.

Activación de Cuarzo (12).

En el caso del cuarzo, a partir de que su solubilidad es muy limitada y desde que el único catión comprendido en el mineral es la sílice, la flotación es obtenida solamente después que los iones metálicos son adheridos al sistema en un rango de pH en la hidrólisis el primer complejo hidroxido ocurre.

El margen de flotación se perfila en los mínimos valores de pH y porque la flotación es obtenida en la presencia de 1×10^{-4} mol / lt. de sulfonato, y 1×10^{-4} mol / lt. de varios iones de metal son presentados en la fig. 6.

El rango de pH en la flotación es obtenida en la presencia de algunos de estos activadores que se muestran en la fig. 7. La ausencia de flotación por encima del margen superior de flotación y debajo del margen inferior de flotación es atribuido a la insuficiente cantidad del complejo hidroxido requerido en la flotación. Los rangos de pH en flotación es efectuado en la presencia de un número de sales de metal que se muestran en la Tabla X.

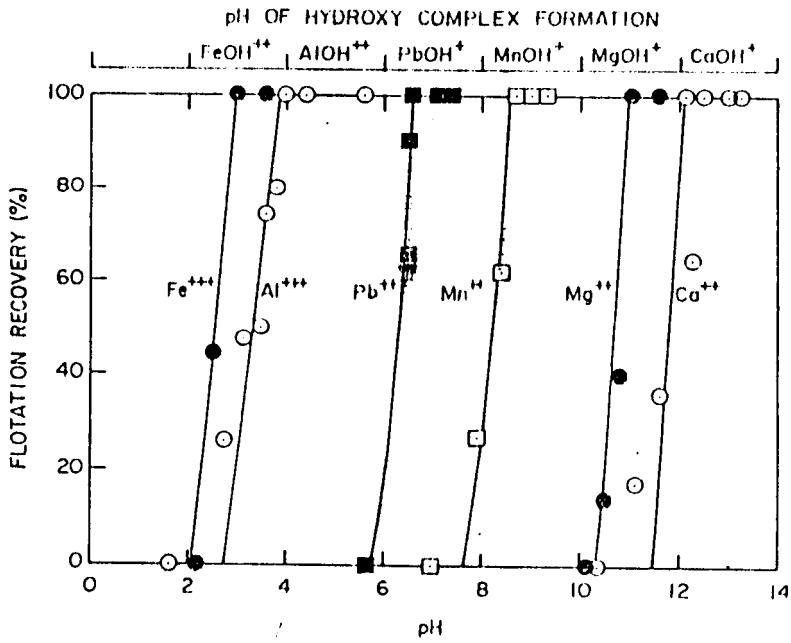


Fig 6 : Margen mínimo de flotación de cuarzo como una función de pH, $1 \times 10^{-4} \text{ M}$ de sulfonato, $1 \times 10^{-4} \text{ M}$ de ión metal (12).

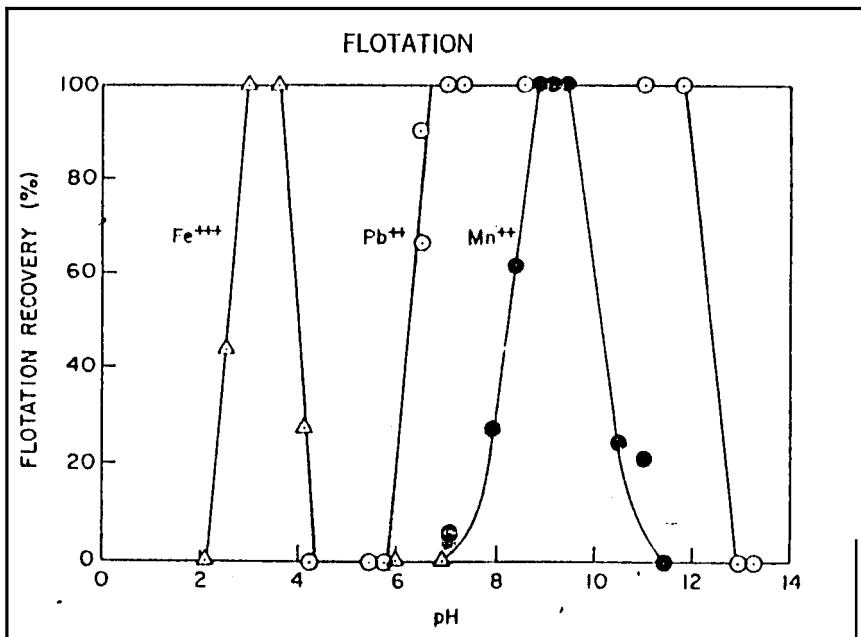


Fig 7 : Flotación de cuarzo como una función de pH, $1 \times 10^{-4} \text{ M}$ de sulfonato y 1×10^{-4} de ión metal (12)

TABLA X

Rangos de pH con un 90% de recuperación es obtenida en la presencia de varios activadores. Condiciones : 1×10^{-4} M de Sulfonato, 1×10^{-4} de sales de metal (12).

<u>Sales de Metal.</u>	<u>Rango de pH.</u>
Fe (III)	2.9- 3.8
Al	3.8-8.4
Pb	6.5 - 12.0
Mn (II)	8.5- 9.4
Mg	10.9-11.7
Ca	12.0 y más

Preparación de la muestra para realizar las pruebas de flotación.

1.- Se realizó un tratamiento con ácido sulfúrico u la muestra para la eliminación de los carbonatos obteniendo así una cuantificación de ácido.

Esta cuantificación se la hizo de la siguiente manera :

a.- **Se** peso 50 gr. de muestra malla 140

b.- Se agrega 100 ml. de agua y **se** agita

c.- Se agregan 5 ml. de ácido sulfúrico concentrado

d.- Después de la reacción se hace un lavado con agua destilada hirviendo.

e.- Se realiza el filtrado de la muestra

El resultado es que por cada 50 gr. de muestra se deben agregar 5 ml. de ácido sulfúrico concentrada.

Luego de realizar la cuantificación se procedió a preparar varios kilos de muestra con una granulometría comprendida entre las mallas 100 y 140.

Condiciones para la flotación :

i.- El contenido de sílice en la muestra después del tratamiento es de 67 % y el contenido de carbonatos 1,47 % .

2.- Granulometría comprendida entre las mallas 100 y 140 .

3.- Rango de pH 2.9 - 3.8

4.- Densidad de pulpa

5.- Concentración del activador y colector $\approx 1 \times 10^{-4}$ mol / lt.

Equipo :

Máquina de Flotación Century Frame M48, Type CS

Celdas de Flotación capacidad de 2- 3 lt.

Pipetas de 10 ml.

Vasos Beaker de 150 ml.

Cintas para controlar el pH

Recipientes para recibir la muestra flotada.

Espátula.

Cronómetro.

Reactivos:

Activador : Cloruro Férrico

Colector :Acido Sulfónico

Espumante :Aceite de Pino.

Regulador de pH : ácido sulfúrico.

Procedimiento :

1.- Se determina la densidad de pulpa y la oneros en la celda de flotación.

2.- Se controla el pH de la pulpa.

3.- Se acondiciona el pH con el ácido sulfúrico.

4.- Se agrega el activador con un volumen de 32 ml. y se deja actuar por 5 minutos.

5.- Se controla y regula el pH

6.- Se agrega el colector con un volumen de 32 ml. y se deja actuar por 5 minutos.

7.- Se controla y regula el pH .

8.- Se agrega el espumante.

9.- Se procede a abrir la válvula de aire

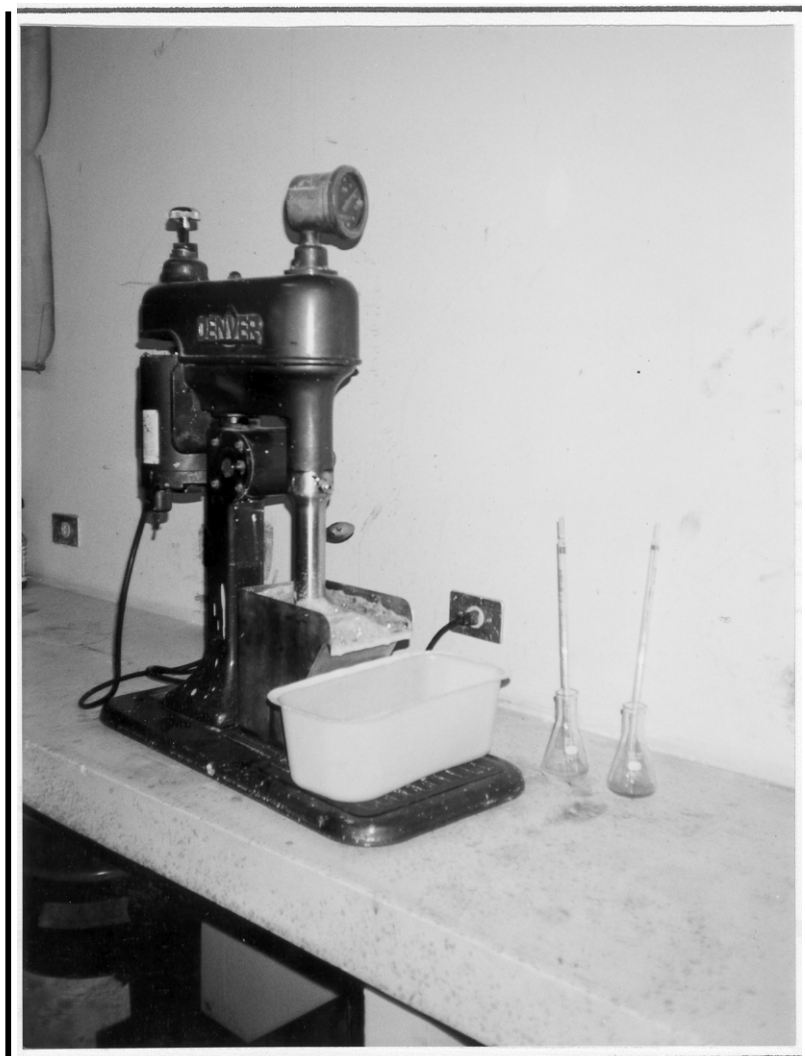
30.- Se regula la presión de aire 1000 psi

33.- Se recoge el producto flotado.

12.- Se pone a secar el material flotado

13.- Se determina el porcentaje de recuperación de la flotación

Ver fotografía 3



Fotografía 3 -Equipo de la prueba de flotación.

Resultados.

Los resultados se presentan en la Tabla XI .

TABLA XI
RESULTADOS DE LA FLOTACION DE DIATOMITA

Pruebas	Peso de muestra gr	Activador 104 M ml	Colector 10 ⁻⁴ M ml	pH	Contenido de sólidos por peso (%)	% Recuperación
1	700	32	32	3,5	18	11,45
2	100	32	32	3,4	25	14,0

3.2 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL OBTENIDO

Una vez realizadas las pruebas de flotación se procede a determinar las características principales del material flotado.

3.2.1 GRAVEDAD ESPECIFICA

La gravedad específica del material flotado se mantiene en el mismo valor inicial de la prueba, siendo este valor de 2460 Kg./m³.

3.2.2 GRANULOMETRIA

La granulometría del material obtenido en las pruebas de flotación se encuentra entre los tamaños de granos de 150 μm y 100 μm .

CAPITULO IV

PROCESAMIENTO MINERAL PARA SU UTILIZACION EN PINTURAS

4.1 PROCESO DE OBTENCION DEL MATERIAL PARA SU UTILIZACION COMO PINTURA

Una de las características más importantes de la diatomita es la ventaja de su gran efecto de matear las pinturas. Esto se debe en parte a su gran absorción de aceite y en parte también a la manera en la cual las partículas de diatomita de formas angulares sobresalen de la superficie de la película y desvía o amortigua la luz que le llega.

En las pinturas de interiores de hogares las diminutas partículas de diatomita de diversas formas forman una estructura o armazón reforzado dentro de la película de pintura. Esto retarda la formación de rajadura y escamas aumentando su duración.

En las pinturas de tránsito como las usadas en señales de parada y líneas centrales en calles y carreteras la diatomita acelera el secado y les imparte mayor visibilidad por la noche (20). Para la obtención de la pintura se debe tener el pigmento de la diatomita.

Los pigmentos son sustancias coloreadas insolubles en el medio en el que se hallan dispersos y los cuales no deben ser confundidos con los colorantes por que estos son sustancias coloreadas solubles en el medio en el que se encuentran.

Los pigmentos pueden ser clasificados adoptando diferentes criterios como son:

- a) color.*
- b) propiedades.*
- c) origen.*
- d) aplicación industrial.*
- e) marcas comerciales.*
- f) composición química.*

Según la composición química los pigmentos pueden ser :

1 Pigmentos Orgánicos.

a- Neutros. - *son pigmentos que no poseen grupos ácidos capaces de reaccionar iónicamente con iones metálicos.*

b.- Toners. - *son obtenidos por precipitación de colorantes aniónicos o catiónicos con iones metálicos.*

c.- Complejos metálicos.- formados por metales del grupo de transición y compuestos orgánicos.

2 Pigmentos Inorgánicos.

2.1.- Blancos.- se han clasificado en dos grupos :

U) Cubiertos *Fórmula*

Oxidos de Titanio *TiO₂*

Oxidos de Zinc *ZnO*

Sulfuro de Zinc. *ZnS*

Litopon *BaSO₄*

Oxido de Antimonio *Sb₂O₃*

Oxido de Zirconio *ZrO₂*

b) Extendedores.

Carbonato de Calcio *CaCO₃*

Silice *SiO₂*

Silicea Diatomea *SiO₂. NH₂O*

Silicato de Aluminio *AlO₃ 2SiO₂ 2H₂O*

Silicato de Calcio *CaSiO₃ NH₂O*

Sulfato de Bario *BaSO₄*

Oxido de Aluminio Hidratado

$Al(OH)_3$

2.2 Negros

a.- *Naturales: grafito, oxido de hierro natural.*

b.- *Sintético: negro de humo, oxido de hierro, complejos de cromo cobre.*

2.3 Colorantes.

a.- *Oxidos: hierro, cromo, cromo hidrutado.*

b.- *Cadmio : sulfuro de cadm'.*

c.- *Azules de Hierro : Milori, de Prusia, de China.*

d.- *Otros : sulfuro de mercurio, complejos sintéticos.*

2.4 Metálicos.- *estos son pigmentos en estado elemental sin ninguna combinación química, aluminio. cobre. zinc.*

2.5 Anticorrosivos .- *se utilizan como protectores de los metales contra la corrosión, funcionan generando lo que se denomina un ánodo de sacrificio en la terminología electroquímica. Silicato cromato básico de plomo, cromato, molibdato, plumbato de calcio (13).*

4.2 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL OBTENIDO

Existen métodos de prueba para el análisis de pigmentos de diatomitas.

Estos métodos son usados para determinar la pureza y algunas propiedades físicas de los pigmentos de diatomita. La información es significativa en la producción de pigmentos y manufactura de revestimientos (2).

Especificación estándar para pigmentos de diatomita silicea (3).

Esta especificación cubre dos tipos de pigmentos de diatomita silicea para el uso de pinturas.



1.- Tipo A.- Fineza estándar para uso general de pintura.

2.- Tipo B.- Extra fino para usos especiales.

El pigmento de diatomita siliceo será especialmente producido por química, color y procesos de calidad y selecto para uso de pinturas y será conformado por los requerimientos siguientes:

Pérdida máxima de ignición % 1.0

Humedad y otras materias volátiles 3.0

Volumen fijado de pigmento después de 1 hora.

Tipo A 35 ml

Tipo B 25 ml

Partículas gruesas (total de residuo retenido en el tamiz 325)%

<i>Tipo A</i>	<i>5.0-15.0</i>
<i>Tipo B</i>	<i>1.0 max</i>

Al realizar estas pruebas en las muestras de diatomita se obtuvo la granulometría en el tamiz 325.

Al realizar el ensayo de material soluble en HCl el porcentaje que se obtuvo fue el 27,40 % esto se debe al porcentaje de carbonatos presentes en las muestras.

4.3 PROPIEDADES TÍPICAS DE CELITE

A continuación se presentan unas propiedades típicas de la diatomita conocida comercialmente con el nombre de Celite (17).

Estas propiedades se muestran en las Tablas XII Y XIII.

TABLA XII**PROPIEDADES TÍPICAS**

PROPIEDADES	TIPOS BLANCUZCOS		TIPOS BLANCOS		
	CEUTE 266	CEUTE 289	CEUTE 281	CEUTE 110	WHITE FLOSS
Absorción de Aceite.% Retenida Sobre Malla 325, % máx Eficiencia para Matizar	CEUTE 289 primero CEUTE 266 segundo		CEUTE 110 primero CEUTE 281 segundo SUPER FLOSS tercero		
Galones Sólidos /Lb.	0,057	0,057	0,052	0,052	0,052
Lbs /Galón, Sólido	17,5	17,5	19,2	19,2	19,2
Humedad Máx %	6	6	1	1	1

TABLA XIII

Apariencia	Uniforme	Composición	Especialmente sílice (SiO ₂)
Estructura	Quebradizo, partículas de sílice ligeramente aglomeradas	Solubilidad	Insoluble (excepto en álcalis fuertes)
Adsorción	insignificante	Arenillas	No tiene

SELECCION DEL TIPO DE CELITE.

En cualquier fórmula , la selección óptima del tipo de Celite para algún fin particular, depende no solamente de las propiedades de recubrimiento deseadas y de las características del tipo Celite, sino además de la naturaleza de los otros dispersantes componentes de la fórmula en sí.

Celite 110,281 y Super Floss

*Normalmente, los tipos de Celite blanco, 110 y 281, son deseables cuando la blancura es importante. El **más fino** de los dos es el Celite 281 y es rápidamente dispersado en los dispersores de disco, así como provee **una** aplicación pareja y tersa de la pintura. Siempre que se necesite un pigmento dispersante blanco para pinturas interiores o exteriores, el Celite **281** es el estándar industrial.*

*El Celite 110 tiene **una** distribución del tamaño de partícula mayor que el 281. Contribuyendo a grado **moderado** al control de rugosidad de la película, **puede** ayudar a suprimir el brillo a muy bajos ángulos de apreciación. La reflectividad difusa en ángulos pequeños de incidencia de la luz, en películas conteniendo Celite 110, hacen **que** éste sea de mucha utilidad en las pinturas de tráfico para alta reflectividad nocturna. La misma característica de tamaño de partícula contribuye a su uso en combinaciones de relleno óptimas con otros dispersantes **finos** en resinas de hule, pinturas de mampostería tipo solución, para excelente uniformidad de **color** y blancura en superficies absorbentes.*

*El Super Floss, un tipo más fino que el Celite 281, se recomienda en fórmulas **que** necesitan un pigmento dispersante que reúna altos, estándares de tersura de película.*

Celite 266 y 289

CAPITULO V

UTILIZACION EN BLOQUES ALIVIANADOS

5.1 GENERALIDADES

Desde su aparición a fines del siglo pasado el empleo de los bloques en las obras de ingeniería en los países desarrollados ha alcanzado una importante expansión tanto en cantidad como en variedad de usos.

La manufactura del bloque se logra por medio de la computación de una mezcla de áridos y cemento mediante la utilización de pisones accionados manualmente por medio de palancas que componen esta mezcla dentro de los moldes (14).

Los materiales a utilizar son cemento blanco, cementina, diatomita de granulometría fina, y agua.

El preparado de la mezcla es la siguiente

*1.- Se introduce parte de diatomita **más** la parte de cemento o cementina en la mezcladora, estando **la** máquina en marcha y en seco ver fotografía 4.*

2.- Luego se agrega la parte de diatomita restante y se mezcla hasta obtener una pasta de apariencia uniforme siempre trabajando en seco.

3.- Una vez cumplido el paso anterior se espera tres minutos con la mezcladora y se comienza a agregar el agua hasta obtener una humedad uniforme.

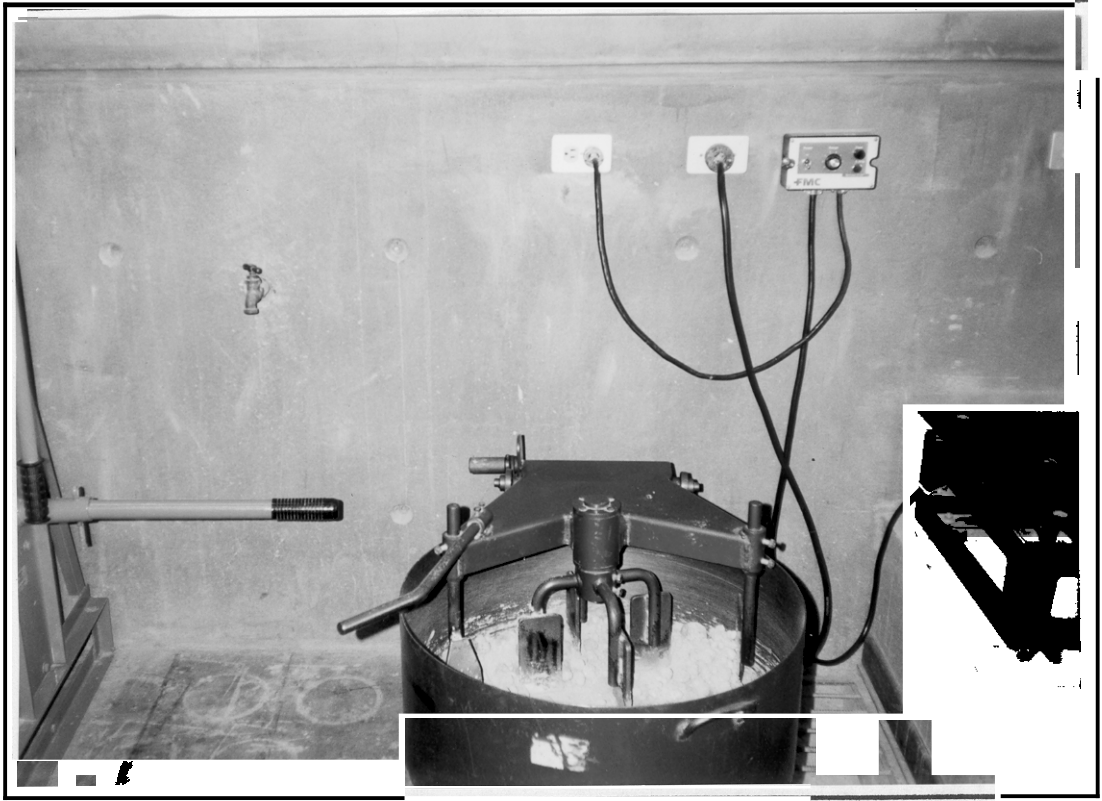
Es importante observar que la mezcla no debe obtener exceso de agua.

4.- Se mezcla durante tres minutos mas.

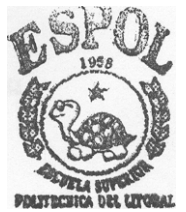
5.- Para controlar el grado óptimo de humedad se extrae con la mano un puñado de mezcla y se lo oprime firmemente, la mezcla debe quedar unida, formando una masa compacta que se pueda partir y que no chorrea agua al ser apretado.

6.- Cuando se tiene la mezcla lista se procede a colocarla en el molde de la fabricación del bloque ver fotografía 5.

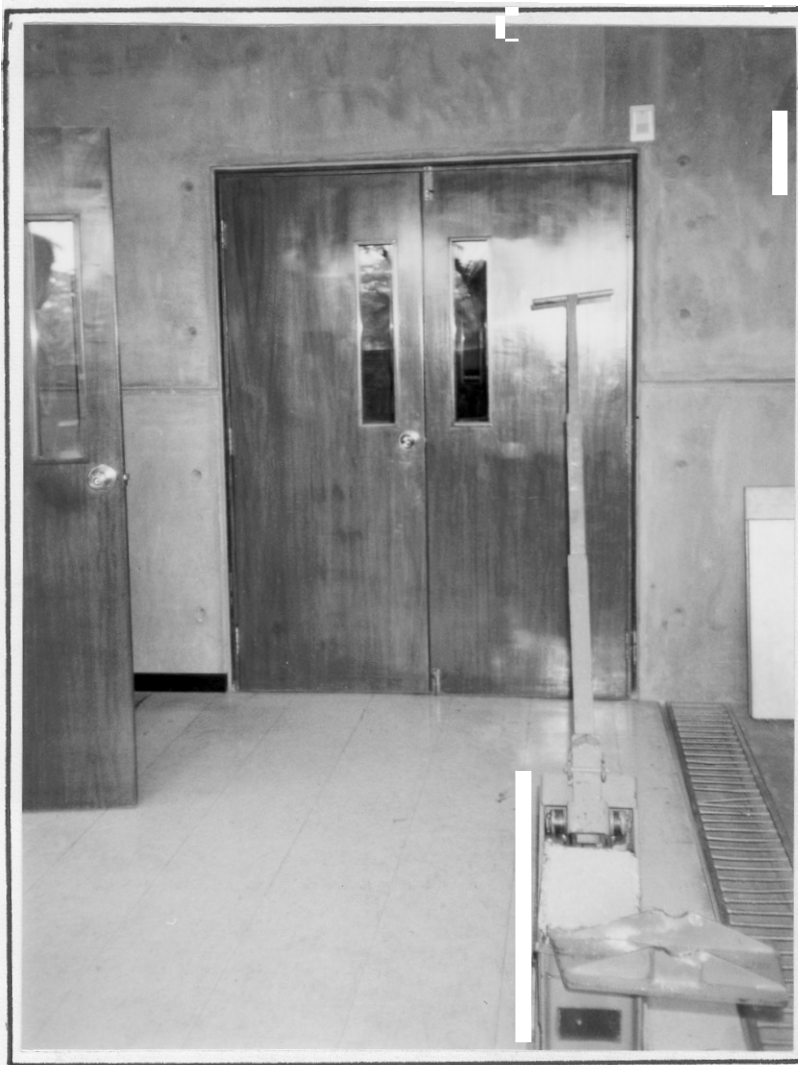
7.- Se realiza la compresión en el molde y luego se lo desmolda esto se aprecia en la fotografía 6.



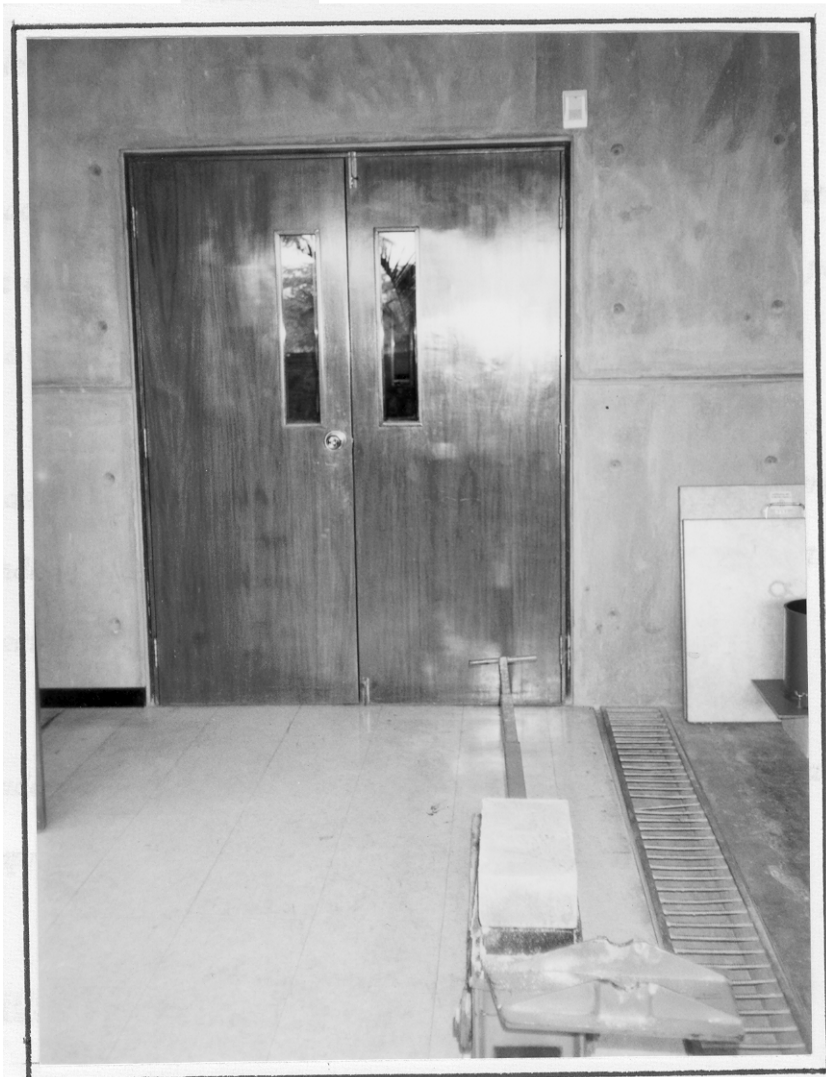
Fotografía 4 : Mezcladora de los materiales para la fabricación de bloques.



BIBLIOTECA
CENTRAL



Fotografía 5 =Colocación de la mezcla en el molde de bloque.



Fotografía 6 -Bloque desmoldado



El bloque no debe ser secado rápidamente, por esto, debe evitarse exponerlo al sol fuerte o a las corrientes de aire.

El curado de los bloques se realiza de la siguiente manera se los extiende en la pista de producción, se abren con una lámina de plástico para evitar la evaporación brusca del agua.

Luego de las primeras dos horas de elaborado, se comienza a humedecerlos utilizando una fina llovizna de agua. El bloque debe ser constantemente humedecido durante las primeras 24 horas de fabricado.

El curado se lo realiza durante 7 días como mínimo, luego se realiza el ensayo de compresión a los 28 días, (14).

5.2 DOSIFICACIONES ENSAYADAS.

Las dosificaciones que se hicieron para la fabricación de los diferentes bloques se presentan en las siguientes tablas.

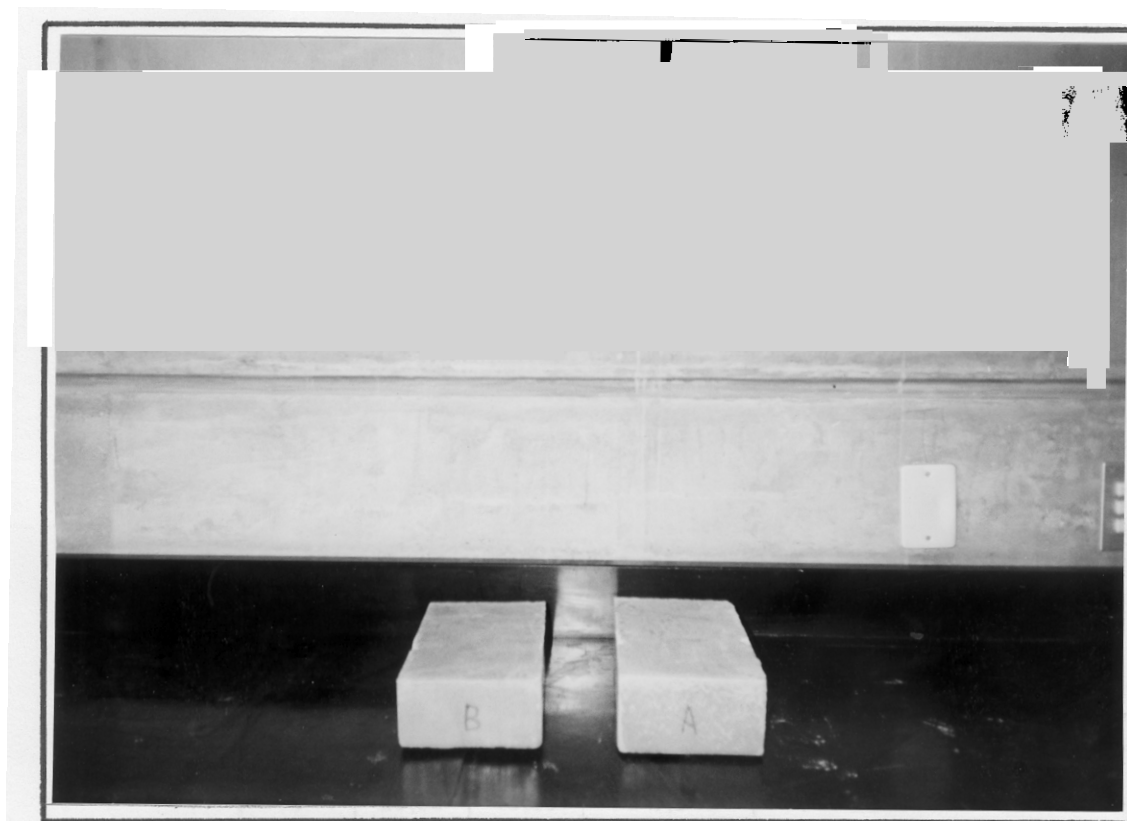
TABLA XIV**DOSIFICACION DE CEMENTO BLANCO EN BLOQUES DE DIATOMITA.**

<i>Cemento Blanco</i> %	<i>Peso Diatomita</i> gr	<i>Peso Cemento</i> gr	<i>Peso Agua</i> gr
20	2483	1160	2324
15	2964	867	1948
10	3253	578	1948
5	3050	250	1700

TABLA XV**DOSIFICACION DE CEMENTINA EN BLOQUES DE DIATOMITA**

<i>Cementina</i> %	<i>Peso Diatomita</i> gr	<i>Peso Cementina</i> gr	<i>Peso Agua</i> gr
20	2483	1160	1948
15	2964	867	1948
10	3253	578	1948
5	3050	250	1700

A continuación se presenta en la fotografía 7 dos bloques fabricados, en donde el bloque A tiene la dosificación con cemento, y el bloque B tiene la dosificación con cementina.



Fotografía 7 : Bloque A (dosificación con cemento) Bloque B (dosificación con cementina)

5.3 ENSAYOS DE RESISTENCIA

Los ensayos a los que se sometieron los bloques fueron los de compresión simple, ver fotografía 8 donde los datos se presentan en las Tablas XVI, XVII y XVIII.

TABLA XVI.

DIMENSIONES DE LOS BLOQUES

Bloques	Largo	Alto	Ancho
	cm	cm	cm
1	29,0	14,0	8,0
2	28,80	13,80	8,30
3	28,90	13,70	8,30
4	29,0	13,80	7,70
5	28,80	13,80	7,50
6	28,90	13,60	7,0
7	29.05	13.95	7.90
8	29.02	13.98	7.29

TABLA XVII.

DENSIDAD DE LOS BLOQUES.

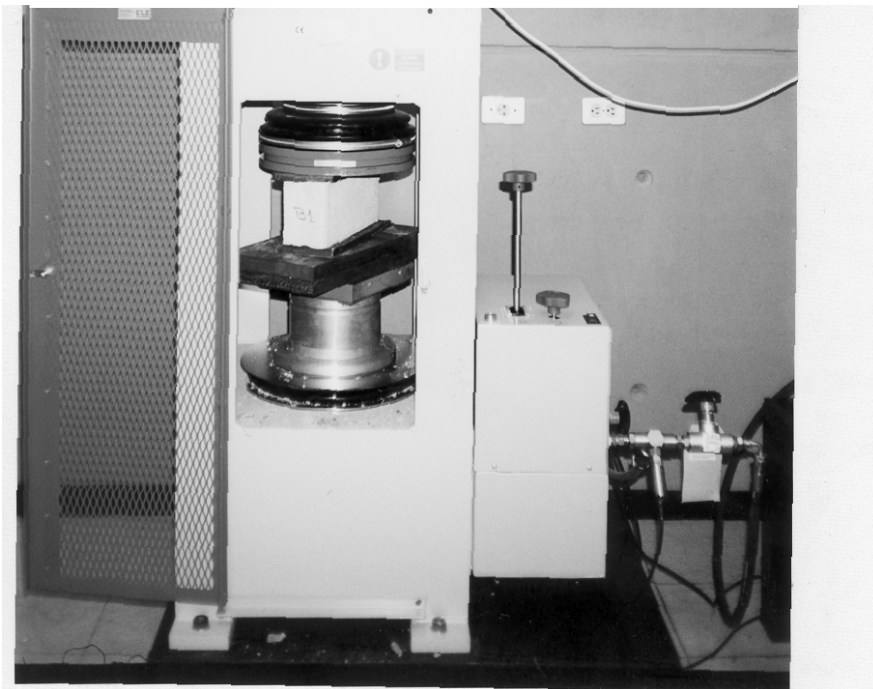
Bloques	Peso Bloque húmedo gr	Peso Bloque seco gr	Densidad kg. / m ³
1	5164	4374	1345
2	5175	4262	1290
3	4681	3671	1120
4	u 2 1	3093	1005
5	4261	3142	1055
6	4077	2750	1000
7	4008	3449	1075
8	3981	3181	1075

TABLA XVIII

ENSAYO DE COMPRESIONA LOS BLOQUES DE DIATOMITA.

Bloques	Edad dfas	Masa kg.	Volumen m ³	Densidad kg. / m ³	Contenido de cemento % peso	Máxima carga KN	Máximo Esfuerzo MPa
1	28	4,375	3,25X10 ⁻³	1345	20	310,90	7,66
2	28	4,260	3,30X10 ⁻³	1290	20*	250,60	6,30
3	28	3,670	3,30X10 ⁻³	1120	15	190,50	4,79
4	28	3,095	3,10X10 ⁻³	1005	15*	109,00	2,72
5	28	3,140	3,0X10 ⁻³	1055	10	137,00	3,45
6	28	2,750	2,75X10 ⁻³	1000	10*	87,80	2,23
7	28	3,450	3,20X10 ⁻³	1075	5	43,90	1,91
8	28	3,180	2,95X10 ⁻³	1075	5*	41,30	1,95

*Cementina.



Fotografía 8 :Bloque sometido al ensayo de compresión simple,

5.4 ANALISIS DE RESULTADOS

Las muestras presentan bajas densidades y sus niveles de resistencia cumplen con las normas INEN aconsejadas para la utilización como bloques alivianados.

CAPITULO VI

ESTUDIO DE MERCADO DE DIATOMITA EN EL ECUADOR

6.1 GENERALIDADES

Del estudio realizado por la CODIGEM en el informe técnico Perfil de ~~fa~~ materia prima y ocurrencias de diatomita en el Ecuador”.

El mercado de diatomita está poco desarrollado en el Ecuador. En la actualidad la diatomita se utiliza principalmente en la filtración de bebidas y aceites comestibles.

*El consumo de diatomita en el Ecuador esta cubierto exclusivamente por productos importados , sin embargo existen **esfuerzos** en el sentido de **utilizar** los recursos nacionales de diatomita para fines industriales.*

Los tres mayores yacimientos = Sucre, Galte, y Yahuarcocha están dados en concesión. Se está investigando por parte de algunas empresas, el área de utilización en diferentes campos , por ejemplo :

*-Filtración de bebidas (agente filtrante, auxiliar'
y aceites comestibles filtrante).*

- *Filtración de agua potable* (agente filtrante)
- *Elaboración de eternit* (agente de relleno)
- *Elaboración de llantas* (agente de relleno)
- *Elaboración de pinturas* (agente de relleno)
- *Elaboración de cerámica* (fuente de sílice)



Pero aún no se tienen resultados definitivos de estos ensayos

En lo que se refiere a las áreas de aplicación, hay que indicar lo siguiente:

*Debido a la calidad de la materia prima y al tamaño de las ocurrencias, la utilización como **auxiliar** de filtración debe ser considerada, aunque la composición química de las diatomitas de agua dulce resulta suficiente, sin embargo la granulometría fina de la materia prima hace que se requiera una calcinación para aumentar el grano.*

Hay que confrontar los costos para el establecimiento y funcionamiento de una planta de calcinación que solo es instalada en yacimientos con reservas de más de 1 millón de toneladas con los costos de importación ahorrados.

En vista de que ninguno de los tres yacimientos justifica la instalación de este tipo de planta, (Ver Tabla XIX). Esto causaría problemas en la provisión de una materia prima homogénea, condición indispensable para la elaboración de un producto final estandarizado.

TABLA XIX

DATOS DE RESERVAS DE LOS YACIMIENTOS DE DIATOMITA MAS IMPORTANTES EN EL ECUADOR

<i>YACIMIENTO</i>	<i>RESERVAS POSIBLES (m³)</i>	<i>RESERVAS PROBABLES (m³)</i>
<i>SUCRE</i>	<i>500.000</i>	<i>150.000</i>
<i>GALTE</i>	<i>100.000</i>	<i>55.000</i>
<i>YAHUARCOCHA</i>	<i>1'600.000</i>	<i>960.000</i>

.. Según Informe Técnico de Torres, L., Archivo **Minero**

En caso de una evolución del mercado ecuatoriano, la diatomita nacional puede ser utilizada aparte de filtración como material especial de construcción, material de relleno y agente antiglutinante (5).

6.2 OFERTA

En el Ecuador aún no se ha establecido la explotación y planta de beneficio de diatomita, por lo que no existe oferta de los productos obtenidos a partir de la diatomita, si no que se realizan importaciones para cubrir la demanda de estos productos.

6.3 DEMANDA

La demanda de productos de diatomita es cubierta en un 100% por importaciones provenientes principalmente de Estados Unidos y México. (Ver Tabla XX)

TABLA XX

**IMPORTACIONES DE DIATOMITA POR PAIS DE PROCEDENCIA
1985-1985**

PAIS PROVEEDOR	TONELADAS	% DE PARTICIPACION
EEUU	2057,01	58,41
MEXICO	1408,37	39,99
CHILE	30	0,85
COLOMBIA	9,27	0,26
CANADA	5,5	0,16
PERU	5	0,14
BRASIL	3,54	0,10
DINAMARCA	1	0,03
ITALIA	1	0,01
SUIZA	0,37	0,01
ALEMANIA	0,3	0,01
CHINA	0,2	0,00
TOTAL	3521,56	99,97

FUENTE : Indicadores Económicos
BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

Tabla : ECUADOR : Importaciones de diatomita por país de procedencia.

Las cantidades requeridas varían entre 120 - 700 T/año. (Ver Tabla XXI).

Todo el producto está representado por un material de muy alta calidad, calcinado y de alta pureza.

Normalmente el material es solicitado con ciertas especificaciones, las cuales son requeridas para cada proceso en particular.

TABLA XXI

**IMPORTACIONES EFECTIVAS DE DIATOMITA
1985-1995**

AÑOS	TONELADAS	VALOR CIF (MILES US \$)
1985	449,13	211,1
1986	501,05	246,13
1987	687,97	397,75
1988	554,83	264,63
1989	221,28	202,93
1990	244,64	76,89
1991	326,67	111,38
1992	157,06	89,76
1993	124,52	63,85
1994	222,7	121,84
1995	232,08	137,57

FUENTE : Indicadores Económicos
BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

Tabla : ECUADOR : Importaciones efectivas de Diatomita.

Durante 1995 Ecuador importó 232,08 toneladas de diatomita en forma de los productos registrados HyfloSupercel, Kenite, Superfloss, Dicalite, Standard Supercel, Celite .

Las principales industrias que realizaron importaciones durante el año 1995 se presentan a continuación en la Tabla XXII:

TABLA XXII

EMPRESAS QUE REALIZARON IMPORTACIONES DE DIATOMITA.

AÑO 1995.

Pinturas Unidas S.A.

Productora Cartonera S.A PROCARSA

Pinturas Cóndor S.A.

Cía de Cervezas Nacionales C.A.

Industria Metalquímica GALVANO

Representaciones Industriales.

6.4 ANALISIS DE OFERTA Y DEMANDA

Los resultados mostrados en la Tabla XXI y el gráfico 3 y 4 en donde se presentan las importaciones y el consumo de diatomita que se han realizado durante los 10 últimos años, nos indica como ha ido variando la demanda del

producto, en donde para el año 1987 se registra el mayor número de demanda de productos de diatomita.

De igual forma los valores del precio han variado cada año.

Si estableciéramos una demanda futura sería impredecible porque en esta influye las necesidades que tengan las industrias y también el precio.

De acuerdo a la Tabla XXI se tomaría como una demanda promedio de 300 toneladas por año.

En cuanto a la oferta, debido a que no existe una producción nacional, se realizan las importaciones.

En consecuencia debería implementarse una producción nacional que para empezar sería de 100 T/año lo que correspondería a cubrir un 33% de la demanda de los productos de diatomita.

GRAFICO 3

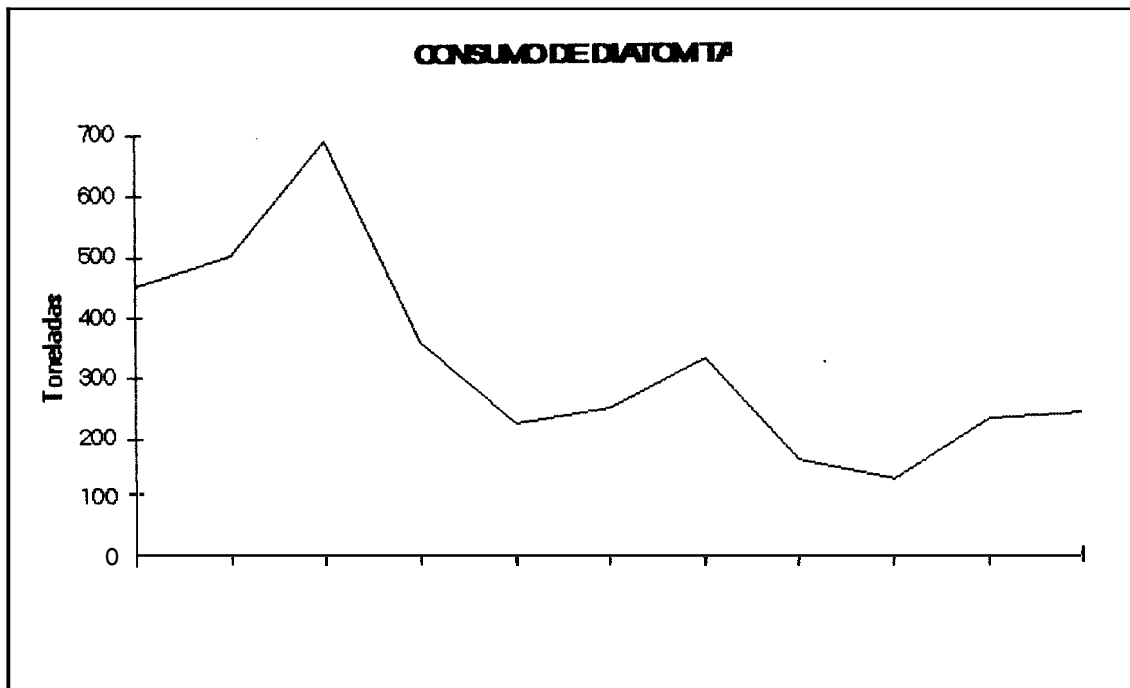
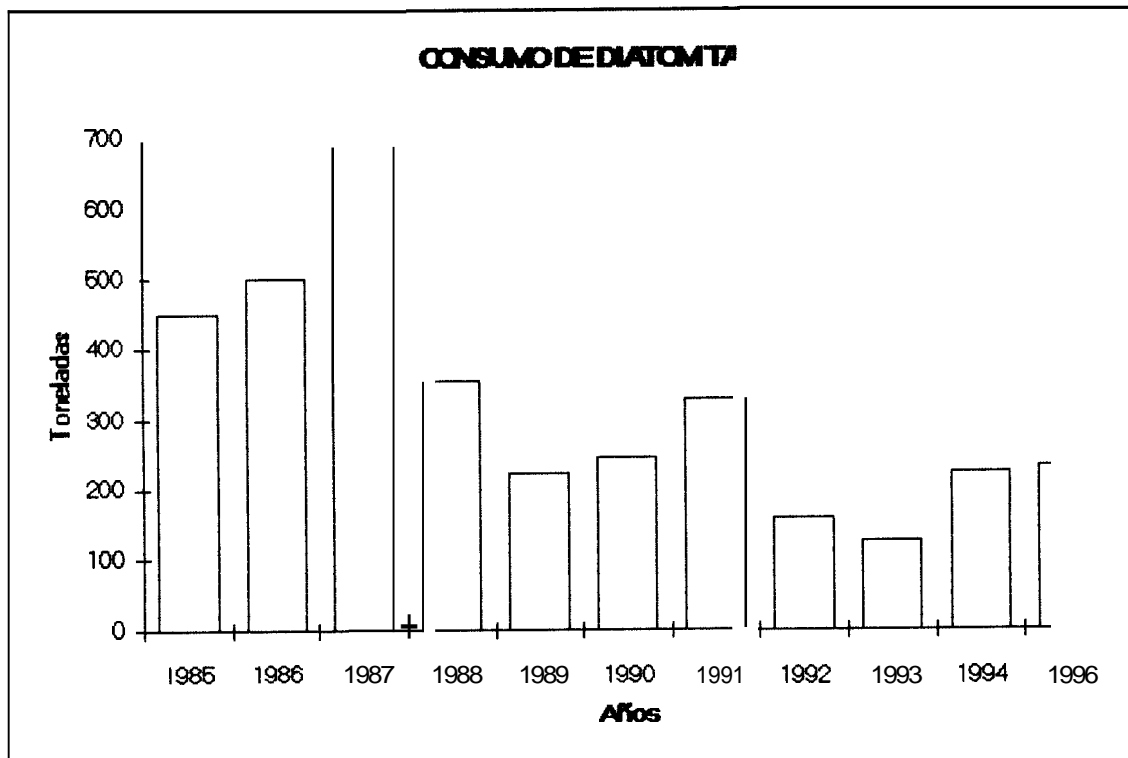


GRAFICO 4



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La diatomita del yacimiento de Sucre presenta un contenido promedio de sílice del 60%, y 15,5 % de carbonato de calcio.
2. En los análisis físicos realizados se obtuvieron buenos resultados como una porosidad promedio de 81,5 % , densidad aparente de 450 kg./m³, gravedad específica de 2425 kg./m³, absorción del 70 %.
3. En cuanto a la permeabilidad la muestra M-1 presenta un coeficiente de permeabilidad $k = 0,5$ cm/s, y la muestra M-2 presenta una mejor permeabilidad siendo el promedio de estas de 2,60 cm/s.
4. Cuando la granulometría de la muestra es más fina la permeabilidad es mayor, esto podría explicarse por la mayor superficie específica de diatomita que influye en una menor compactación en la muestra.
5. Para realizar las pruebas de **flotación** hay que realizar un tratamiento a la diatomita con ácidos fuertes como el ácido clorhídrico o sulfúrico para eliminar la presencia de los carbonatos.
6. La recuperación de sílice en las pruebas de flotación no fueron las más óptimas, porque su recuperación fue **mínima**, esto puede explicarse por la contaminación de

otros minerales en los caparazones silíceos de la diatomita que interfieren en la flotación.

- 7. El pigmento obtenido fue el de la granulometría de 45 μm que es la que determina la norma, pero el color del pigmento no resultó ser el esperado de coloración blanca, esta se debe a las impurezas presentes en la muestra, principalmente hierro.*
- 8. En la fabricación de los bloques de diatomita se obtuvieron buenos resultados, así como densidades bajas, de igual manera la resistencia cumple con las normas INEN 643.*
- 9. Se recomienda realizar otras pruebas de flotación con otro tipo de activadores, y espumantes para mejorar la recuperación de la sílice.*
- 10. Se recomienda un estudio de mercado que revisaría las condiciones para la utilización de los bloques como material de construcción.*
- 11. Se recomienda realizar una investigación de las diatomitas de la Sierra para aplicarla en estos campos u otros diferentes.*

BIBLIOGRAFIA

1. **ASTM** . *Standard Test Method for Permeability of Granular Soils (Constant Head)* D 2434 1984.
2. **ASTM**. *Standard Test Methods for Analysis of Diatomaceous Silica Pigment D719* 1991
3. **ASTM** . *Standard Specification for Diatomaceous Silica Pigment D 604* 1989.
4. **ARIOSA JOSE**. *Curso de Yacimientos Minerales No Metálicos* , Editorial Pueblo y Educadn 1984 p. 165
- u 5. **BRITO SALOMON, MARKVICH HEINZ**. *Informe Técnico : Perfil de la Materia Prima y Ocurrencias de Diatomita en el Ecuador* 1989 pp. 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
- 6. **BRITO SALOMON, MARKVICH HEINZ**. *Informe Técnico - Investigación sobre la Producción de Ladrillos Livianos en base a las Lutitas Diatomáceas de Sucre Prov. Guayas* 1990 pp. 6,7,10,12
7. **CAMPOVERDE ALEXIS**. *Producción de pigmentos a partir de minerales de óxidos de hierro para su aplicación en hormigones integralmente coloreados. Tesis, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, ESPOL 1994.*
- 8. **CEVALLOS FRANCISCO**. *Prediseño de una planta de tratamiento por activación térmica de las tierras de diatomeas de la Zona Sucre, Tesis Facultad de Ingeniería Química Universidad de Guayaquil* 1984
9. **CORONEL J.**, *Notas de Mecánica de Suelos . Manual de Laboratorio ESPOL.*
10. **CORPOCENTRO**. *Informe Técnico = Características Litológicas y Aspectos Económicos. Lkpósitos Lacustrinos de Diatomita Area del Río Cura, Carabobo, Caracas* 1991 pp. 6, 7, 8, 9

11. **DE SOUSA JOSE.** , *Perfil Analítico de Diatomita , Río de Janeiro 1973*
12. **GAUDINA M.** *Flotation , Society of Mining Engineers Vol 1 pp. 185, 186, 187, 188*
13. **GAVIDIA MARY.** *Estudio de mercado de la Industria de Pigmentos en los subsectores de textiles, tintes y cauchos Tesis Facultad de Economía Universidad Central de Caracas 1986*
14. **INSTITUTO DE CEMENTO PORTLAND ARGENTINO.** *Boletín del Cemento Portland N 151 1993*
15. **KADEY, F .** *In Industrial Minerals and Rocks AIMES, IV Edition New York USA pp. 671-701*
16. **KELLY SPOTTISWOOD.** , *Introducción al Procesamiento de Minerales 1990 pp. 331. 342*
17. **MANVILLE JHONS .** *Aditivos Minerales Celite México*
18. **MANVILLE JHONS .** *Filtro Ayudas Celite.*
19. **MEISINGER ARTHUR.** *Industry Economist Section of Non Metallic Minerals pp. 271-276*
- 20. **PRIETO CECILIA** *Diseño del Proceso por Activación para el aprovechamiento industrial de la tierra de diatomeas de la Península de Santa Elena Tesis Facultad de Ingeniería Química Universidad de Guayaquil 1986.*
21. **SOCIEDAD MINERA CONDOR.** *Boletín Técnico. pp. 4, 5, 7, 8, 9, 11, 16, 20*