

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

EL ASBESTO EN LA INDUSTRIA
DEL ASBESTO CEMENTO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A

BERTHA BELTRAN CORREA

1 9 7 7



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS Tesis 1977
ADG M-50 50
FECHA _____
FOLIO _____



QUIM. 04

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: Prof. Manuel F. Guerrero Fernández
VOCAL: Prof. Antonio Frías Mendoza
SECRETARIO: Prof. José Fco. Guerra Recasens
1er. SUPLENTE: Prof. Jorge Haro Castellanos
2do. SUPLENTE: Prof. Carlos Bazan Villegas

SITIO DONDE SE DESARROLLO LA INVESTIGACION

Techo Eterno Eureka, S. A.

SUSTENTANTE: Bertha Beltrán Correa

ASESOR DEL TEMA: Ing. Antonio Frías Mendoza

SUPERVISOR TECNICO: Ing. Manuel Chávez Núñez.

A la memoria de mi padre
Con admiración y profundo
agradecimiento.

Con especial dedicación y gran
cariño.

A la mujer que me impulsa
a la que con su ejemplo me
dio la pauta de la vida.

A mi madre.

A la memoria de mi
querido e inolvidable
hermano Marcell.

Con cariño a mis hermanos

Berania

Baladier

Ma. Guadalupe

Gloria

Ernesto.

Por su ayuda al maestro

Ing. Antonio Frías M.

A mi familia, maestros

y amigos.

C A P I T U L A D O

I.- INTRODUCCION

II.- ANTECEDENTES

- a) Definición
- b) Origen
- c) Presentación, Producción y Reservas
- d) Propiedades

III.- EXTRACCION

IV.- APLICACION EN LA INDUSTRIA DEL ASBESTO-CEMENTO

- a) Materias Primas
- b) Proceso para Fabricación de Productos de Asbesto-Cemento
- c) Sistemas de Curado para Concreto y Concreto Reforzado
- d) Control de Calidad

V.- OTRAS INDUSTRIAS

VI.- CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA.

C A P I T U L O I

I N T R O D U C C I O N

En la Tecnología e Industria el término asbesto es aplicado a gran variedad de fibras cristalinas de 5 diferentes silicatos naturales. Siendo diferenciados dos grandes grupos con respecto a su origen, formación, estructura y propiedades.

a) Grupo Serpentina

b) Grupo Anfíbol

Desde el punto de vista industrial, la más importante variedad es el Crisotilo que es encontrado con frecuencia y representa el 92% de la producción Mundial. Aunque los depósitos de asbesto se encuentran en todos los continentes son relativamente pocos los que tienen valor industrial.

Las fibras de asbesto comerciales se caracterizan de acuerdo a: su país de origen, grado de abertura y resistencia siendo esta la de mayor aplicabilidad en la fabricación de productos de Asbesto-Cemento.

Fue a fines del siglo XIX cuando Her Ludwig Haschet fabrico la primer lámina plana de asbesto-cemento abriendo un nuevo mercado Mundial para la Materia prima. La demanda de asbesto crisotilo provocada por el desarrollo industrial en Canadá propicio las exploraciones Mundiales, mediante los cuales descubrieron los depósitos de Rodesia en Africa del Sur y Esta

dos Unidos de America, encontrandose en esta última zona otras variedades de Asbesto, siendo la más importante la conocida como Asbesto Azul y clasificada como crocidolita. Otra variedad encontrada en Africa del Sur fué la "Amosita".

En el año de 1913, en Italia, los ingenieros Diego Mattei y Adolfo Mazza inventaron y patentaron la primera Máquina para fabricar tubos para conducción de fluidos a presión.

Aunque los asbestos son conocidos y usados por sus propiedades desde la gran época de Grecia y el Imperio Romano es hasta los últimos años después de la 2a Guerra Mundial que tiene proyección comercial esta fibra inorganica.

En el transcurso de los años el avance de la técnica en los sistemas de fabricación de la industria del asbesto - cemento, lograron la obtención de más y mejores productos de tal manera que las características y ventajas del asbesto cemento se impusieron en el mercado Mundial. Actualmente existen infinidad de fábricas de estos productos en todo el Mundo.

En nuestro país, la primera fábrica que se instaló fué "Techo Eterno Eureka S.A." y en la actualidad existen once fábricas que cubren el mercado Nacional de productos de asbesto-cemento, tales como tubería para conducción de fluidos a presión, láminas onduladas, tubería para conducción de cables eléctricos y productos especiales.

C A P I T U L O II

ANTECEDENTES

a) Definición.

El término ó concepto asbesto es usado con respecto al origen y composición de un material que es de fibras naturales.

Las características esenciales de los asbestos que pueden ser incluidas técnicamente no solo son su: elasticidad, flexibilidad y resistencia de las fibras.

En punto de partida de las aplicaciones técnicas de los asbestos son distinguidas por su estabilidad ante la acción a la temperatura y algunos agentes químicos; principalmente en combinación con su efecto reforzante en resistencia mecánica.

En el sentido mineralógico el término es extendido también para otros minerales fibrosos sin referencia de su composición, constitución estructural propiedades y características de significado Técnico - Industrial.

La primera forma como se designó este tipo de materiales fué con la palabra "AMIANTO".

Dos grandes grupos son diferenciales con respecto a su origen, formación, estructura y propiedades y son: asbestos serpentina (crisotilos) y asbestos anfíbol.

Los nombres aceptados comercialmente para la gran variedad de fibras cristalinas de 5 diferentes silicatos naturales es el siguiente.

Designación de Asbestos.		
Grupo	Designación del Mineral.	Asbesto
Serpentina	Serpentina	Crisotilo
Anfibol	Riebekita	Crocidolita
	Gruenerita	Amosita
	Antofilita	Asbestos Azules
	*Tremolita	Antofilita Tremolita

* Está variedad no tiene designación especial.

Los nombres "Cape Azul" "Transval Azul" "Australiano -- Azul" generalmente no puede ser sustituido por el nombre crocidolita ya que la designación de asbestos azules es especifica por su origen.

El término hornablenda como designación a un grupo de asbestos en lugar de asbestos anfibol no es aceptable por que es un mineral particular del grupo anfibol y prácticamente no tiene significado como asbesto.

En la milenaria Grecia fué donde se designo el uso de la palabra asbesto que primitivamente se designó como "Lithos-Amianto", en Francia como AMIANTE y en Italia AMIANTO.

En la actualidad la palabra asbesto como término original en muchas lenguas se expresa de la siguiente forma.

Ingles - Asbestos

Español - Asbestos

Francia - Asbesto

Polaco	}	AZBEST
Checoslovaco		
Serbiano		
Húngaro		AZBEST
Alemán	}	ASBEST
Germano		
Ruso		
Chino		Shat - mjen

b) ORIGEN

El mecanismo de formación del Asbesto no es muy claro; pero se establece la formación de masas gelatinosas (gel) que al secarse quedaron con rompimientos y fisuras dando como resultado las tres formas principales de fibra que se presentan en los depositos mundiales como:

- a) fibra cruzada
- b) fibra deslizada
- c) fibra en masa.

FIBRA CRUZADA.

Esta es la forma más común en la cuál el asbesto se -- presenta en los depósitos minerales, la fibra del asbesto en forma de vetas pequeñas o hilos, normalmente se hallan en arreglo perpendicular a las caras de la roca. En algunos casos, - por efecto de presión de la roca, la fibra sufre parcialmente una disminución en su perpendicularidad, manteniendo sin embargo sus características de posición relativa con respecto a las caras de la roca.

Esta forma del asbesto de presentarse en los depósitos minerales, es característica del asbesto Crisotilo en la roca serpentina. La normalidad de la fibra con respecto a la roca, no implica necesariamente que las vetillas o hilos sean paralelos entre sí, ya que aunque es común su paralelismo, también se localizan en los depósitos de venillas de fibra cruzada que guardan diversas posiciones relativas entre sí.

FIBRA DESLIZADA.

El movimiento más reciente de las masas de roca serpentina mineralizada, es la causa del cambio de posición de la fibra de asbesto con respecto a la roca circundante, originando a la fibra una posición paralela con respecto a la roca.

Las fracturas de la roca, por muy diversas causas sufren movimientos, los cuales son notables y se caracterizan -

por provocar un pulimiento por presión en las caras de la roca. Cuando tal movimiento se sucede en las rocas mineralizadas, da origen al cambio de posición de la fibra cruzada, que dando esta virtualmente paralela a las caras de la roca circundante, razón por la cuál se denomina fibra deslizada.

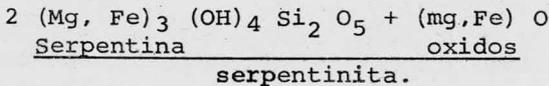
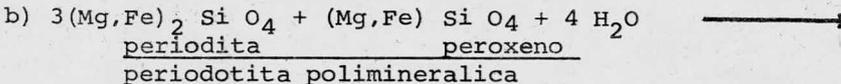
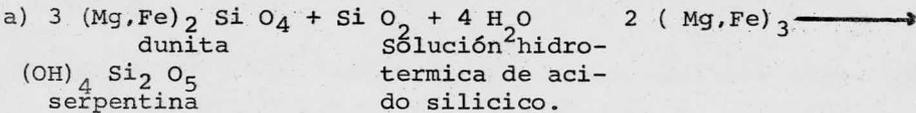
Normalmente fibra-deslizada se encuentra frecuentementeel asbesto Crisotilo y Antofilita.

FIBRA EN MASA.

En este tipo de asbesto Crisotilo, este se encuentra - entremezclado con la roca sin guardar una posición definida - con la excepción de un posible arreglo radial estructural de la fibra, pero con una completa ausencia de orientación.

Esta se halla en el asbesto variedad Anfíbola, cuya matriz normalmente se encuentra con una característica peculiar por su suavidad y por ser fácilmente desfibrado.

PROCESO DE TRANSFORMACION.



Unicamente se conoce un depósito de amosita en Transval; con respecto al antofilita se encuentra en muchos lugares; pero los depositos de Finlandia y Estados Unidos son los que alcanzan cierta importancia.

Por décadas Canadá ha tenido el primer lugar en producción de crisotilo; el segundo la Unión Sovietica, Rodesia el tercero y Suazilandia el cuarto.

Desde el punto de vista de Producción total de asbesto, la República de Sud Africa está entre los principales lugares y es la única que tiene 3 variedades de asbestos; crisotilo, -crocidolita y amosita.

DEPOSITOS GRANDES E INTERMEDIARIOS.

Canadá. Las betas de crisotilo en el sureste de los -- distritos de la Provincia de Quebec junto con los depósitos de Ontario, Columbia Británica y New Foundlan son considerados como los más grandes del Mundo.

En Quebec el crisotilo en su gran parte se encuentra en capas, se localiza en una banda de serpentina con una extensión de 110 Km de largo y 10 Km de ancho de noreste a su-- reste entre Bronghton y Damille; continua hasta Vermont con una pequeña interrupción intermedia entre está última.

Está banda fué formada principalmente por la serpentinización de dunita. A lo largo son encontrados algunos centros de extracción de crisotilo y son: Mina Therford, Roberstonville, Black Lake.

La compañía Jonhns Manville Canadiense opera las minas Jeffery que produce los asbestos más largos del Mundo.

Otras minas importantes en la región son: King Beaver, British Canadian, Normandie que pertenecen a Asbestos Corporation L.T.D.

La mina Therford pertenecen a la compañía Jonhnst L.T.D. y la Bell a Bell Asbestos Mines L.T.D.

La corporación de Asbestos Cassiar que trabaja en las Montañas Cassiar un depósito de crisótilo con bajo contenido-

de fierro.

Unión Sôvietica. Los yacimientos de asbestos crisotilo-son localizados en la región media sureste de los Montes Ura--les. El deposito más importante en Rusia fué formado sin entrelaces de banda serpentina en la región Peridotita que se extiende apróximadamente 30 Km a lo ancho en dirección de norte a --sur; entre ALAPAJEVSK al norte y BAZHENOVO al sur con longitud de 120 Km.

El centro de está región es la ciudad de Asbest que se-encuentra cerca de ALAPAJEVSK y a 90 Km del noreste de SVERDLOVSK.

Los depósitos de crisotilo están situados en 30 diferen--tes zonas próximas a Asbest. Se encuentra en bandas de serpen--tina y algunas veces en depósitos ovalados a través de 800m.

Las minas más importantes cerca de Asbest son: NOVAS---EST, ASBESTOVSKI, KRASNOURALSKR, NEVSONISH y RESHVCH.

Los asbestos de está región son conocidos como Crisóti--los Bazhenovo ó de los Urales.

Sud Africa.- Los depositos de asbesto estan en la provin--cia de Cape (crocidolita) y en la de Transval (amosita, criso--tilo y crocidolita). Los depositos de crisotilo se encuentra --en Natal y con frecuencia asbesto tremolita y antofilita que --no tienen importancia comercial.

a).- Provincia de Cape.- Los grandes depósitos de croci

dolita en el Mundo (Cape Azul) son en el oeste de GRIGUALAND- y en el este de BECHUANALAND, KURAMAN, POSTMASBURG, y Keogas- Weste burg los asbestos encontrados aquí están como fibras -- cruzadas en minerales ferruginosos con longitud entre 5-10 mm.

b).- Transval.- El Amosita ó Montasita es encontrado - únicamente en Pengel Lydenburg) (Amosa - Penge; Mina Malips,- Pietesburg) que se encuentra como fibra cruzada y algunas veces con crocidolita.

El crisotilo africano se localiza principalmente en LO MATE, BARBETON y en la Mina MSAULI.

Sureste de Rodesia.- El crisotilo se encuentra como fibra cruzada y longitudinal en serpentina dutinal; que son caracterizado por la elevada proporción de fibras largas. Todos los más importantes depósitos situados en MATABELELAND en dos regiones entre BULAWAYA y Fuerte Victoria.

Las minas son: Shaboni, Filabusi, Antilope Dorado, Golh, King, Princess, Alpha y Blue Bird. Suazilandia.

La serpentina como la de Barbetón (al este de tranval)- continua a través de Suazilandia en la mina Harelock situada - a 20 km. al sur de Barbeton.

En está región se encuentra la mina Nil Desperadem que es la segunda en tamaño e importante depósito de crisotilo en Africa. En contraste con la USUSHWANA WALLY que no tienen importancia comercial.

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

a).- Crisotilo.- Los más importantes depósitos de crisotilo se encuentran en Vermont, Arizona y California; la mina de la Cia. Ruberaid en las Montañas Belverde a 120 km. al sureste de las minas Therford; es la más importante de los EE.UU. El depósito de crisotilo se encuentra en ambas formas como fibra cruzada y longitudinal.

El crisotilo de Arizona es caracterizado por su pureza, color (blanco), bajo contenido de fierro y la longitud considerable de su fibra.

En esta zona también se encuentra fibra cruzada en dolomita y considerable. Algunos depositos son de muy difícil acceso, relativamente explotados y de poca consideración. Estos están situados en la región llamada Salt River (Mina Apache) y el Gran Cañon a 60 km. de Globe.

Apróximadamente hay 30 depositos en California y son:

Alameda, Fresno, San Benito, Calaveras, Placer, Shasta y etc. siendo en Napa la más importante mina la A.B.C. en la que se encuentran grandes yacimientos de fibras cortas. Otros depositos se encuentran en Alaska, New York, Oregón y Wisconsin.

b).- Antofilita y Tremolita (Asbestos).

El deposito más importante de asbesto antofilita como-

fibra longitudinal y masa fibrosa se localiza en Georgia EE.-UU. Los asbestos tremolita y antofilita se encuentran en --- Alaska, California Idaho, Maryland, Texas, Virginia y Washington.

PEQUEÑOS DEPOSITOS.

Solo algunos depositos son trabajadores debido a su importancia, en 1960 fueron incluidos en una lista y son los -- siguientes:

ZONA	TIPO DE FIBRA	MINA
I. Europa.		
Cyprus	crisotilo	Mina Cyprus
Italia	crisotilo	San Viltore cerca de Turin mina Balangero.
	crisotilo	Valles Alpinos Costa.
Finlandia	Antofilita	Paakila; Soro y Mayosahmi.
España	crisotilo	Malaga
Suiza	Tremolita	Granbimden y Wallis
Yugoslavia	crisotilo	Stragari, Belci, Bogoslarac, Pehoro Selo.
2. ASIA		
China	crisotilo	Szechuam, Pun -- Schen Shensi, -- Jehal.

India	crisotilo	Machas
Japón	crisotilo	Hokkaido y Honshu
Formosa	crisotilo	Hualein y Mina Tayado
Turkia	crisotilo	Kutahia y Ekische hir
3. AFRICA		
Egipto	Antofilita	Mersa Alam
Madagascar	Antofilita	Ambato
Bechuzalandia	crisotilo	Labatsi
Kenya	antofilita	Makinjambu y Ki- lati
4. AMERICA LATINA.		
México	Crisotilo	Monterrey
Argentina	Antofilita	Alta Gracia Cor- doba
Bolivia	Crisotilo	Chapare
Brasil	Crisotilo	Corregio de Viná ta Itabira do -- Campo
Chile	Crisotilo	Carral
Colombia	Crisotilo	Antioquia
Venezuela	Crisotilo	Trianquillo
5. AUSTRALIA		
Qensland	Crisotilo	Rockhamptan
Nen South Wales	Crisotilo	Bargulgil, Woodo Reef Barraba.

Tasmania	Crisotilo	Asbestos Point y Zuhan
Nueva Zelandia	Crisotilo	Mount Arlhur

PRODUCCION MUNDIAL ESTIMADA
DE ASBESTOS CRISOTILO 1973.

	Toneladas
Canada -----	1974 000
U R S S -----	2000 000
Sud Africa -----	260 000
China -----	110 000
U. S. A. -----	153 000
Italia -----	150 000
Alemania -----	32 500
Otros -----	90 000
Total -----	4769,500

RESERVAS DE ASBESTO

Todas las operaciones están basadas en el conocimiento de las reservas de fibras de asbesto presentes en la tierra.

Varios países tienen grandes reservas de asbesto de diferente tamaño y calidad.

El contenido de la fibra en las rocas, la distribución, longitud y accesibilidad a los depósitos son considerados para su explotación comercial. La siguiente lista establecida y estimativa muestra las reservas de asbesto en todo el Mundo incluyendo todas las clases de fibra.

Esta lista se modifica constantemente a través del descubrimiento de nuevos depósitos.

Canada	750	10 ⁶ Toneladas
EE.UU.	5	
América del Sur	10	
Sureste de Africa	20	
U.R.S.S.	50	
China	5	
Otras Regiones	10	

D) Propiedades

Las propiedades más importantes mostradas por los asbestos son: su estructura química, comportamiento térmico, resistencia ante la acción de ácidos que están en función de condi-

ciones geológicas, fisioquímicas, petográficas y mineralógicas.

Como prevalencia durante el periodo de formación que conjuntamente con otras características como propiedades mecánicas, adsorción capilar son gobernadas por la fina estructura de la fibra.

El diametro interno de un cristal elemental es de aproximadamente 0.018 M; el diametro externo 0.03. Los asbestos anfíbol en sus fibras tienen diámetros 10 veces mayor que los anteriores. El rango de diametro es de 0.1 a 0.2 M.

La diferencia en la finura de asbestos comerciales depende de moliendas y abertura.

A continuación se efectúa una comparación de los diámetros elementales expresado en micrones (0.001mm).

Fibras Inorgánicas

<u>Fibra</u>	<u>Diámetro</u> mm
Crisotilo	0.04 - 0.08 comercial
Anfibol	1.5 - 3.0 0.2 - 0.4 comercial 3.0 - 8.0
Fibra de vidrio	2 - 10
Fibras de rocosas	8 - 14

Fibras Orgánicas

Yute	24 - 160
------	----------

Algodón	20
Madera	40 - 56
Pelo humano	80
Rayón Nylón	14 - 15.0

Composición Química:

La composición química de los asbestos depende del grupo a que pertenece. Se hizo una tabulación basada en la diferencia de valores encontradas en las diversas especies.

Este dato analítico es de gran importancia industrial y es determinado por el contenido de agua y oxido de fierro dado en %.

Variedad	Si O ₂	MgO	Oxido de Fierro	Ca O	H ₂ O
Crisotilo	35-44	36-44	0-9	0-2	12-15
Crocidolita	49-57	3-15	20-40	2.8	2-4
Amosita	45-56	4.7	31-46	1-2	1-3
Montacita	45-56	4-7	31-46	1.2	1.3
Antofilita	52-64	25-35	1-10	0-1	1-5
Tremolita					
Actinolita	50-56	18-33	2-17	1-10	1-4

1.- El contenido de agua no será igual a la perdida de ignición.

2.- Fibras cruzadas y longitudinales.

3.- El contenido de magnetita (Fe₂ O₃) puede ser hasta de 4%.

El de Fe_2O_3 y Fe O de un 6%; el radio $\text{Fe O}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ varía entre 0.5 y 2.0.

4.- La proporción de fierro es alrededor de 6% en crocidolita y cerca de 90% en amosita.

El contenido de agua indica la división entre los crisotilos (14%) y los anfíbol (2%).

Contenido de Magnetita en los Asbestos

Variedad	Fe_3O_4 Contenido %	Magnetita %
Crisotilos		
Quebec	0.5-5.0	0.8-6.7
Shabani. Rodesia	0.5-2.0	-
Asbest, Urales		-
British Columbia	0-0.7	0.7-1.3
Barbeton Trarreval	Trazas	0.1-0.3
	"	0.3
Crocidolitas		
Cape Blue	-	0.4-2.0
Transval Blue	-	2.1
Australian Blue	-	5.4

La fórmula empírica de los elementos se basa en el porcentaje de composición. Con frecuencia se muestra la proporción individual de los iones (substituyentes) en la molécula expresado en decimales.

La adsorción inicial de los asbestos es similar a la de las fibras orgánicas. En las transacciones comerciales es ordinariamente establecido una humedad permisible en fibras orgánicas e inorgánicas pero la especificación siempre incluye una cláusula con el máximo contenido de humedad. Este es de 3% para crisotilos y algunas fibras orgánicas. Se aprovechan las características de adsorción de crisotilos para gases y aerosoles que son usados en filtros para la clarificación de alcoholes, ----- soluciones acuosas, alkalis causticos, que son regidos por el fenómeno de adsorción.

OTRAS PROPIEDADES

Los valores electricos de los asbestos son de gran importancia para la manufactura de materiales aislantes por que esto hace posible deducir las propiedades electricas de algunos productos. La relativa proporción de materiales solubles en agua (pH8-10) en crisotilos y el resultado comparativo de elevada conductividad, es contrastante con los asbestos anfíbol manufacturados que aparentemente son superiores a los crisotilos con respecto a su comportamiento eléctrico.

La Absorción del Ruido.- Especialmente de alta frecuencia puede ser alcanzado a 10% con productos de asbesto de gran efectividad en absorción acústica y este es un gran elemento para los materiales de construcción y es poco nocivo.

CARACTERISTICAS DE ALTERACION DEL
ASBESTO

Límite de la resistencia a la tracción

Tempera- tura en OC.	Fibra no deformada -		Fibra no deformada	
	kg/mm ² kg/mm ²	%	kg/mm ²	%
20	290	100.0	190	100.0
70	271	93.5	178	93.8
110	253	87.4	171	90.0
200	247	85.2	127	65.2
368	233	80.2		

Dureza

La dureza es una propiedad muy importante desde el punto de vista industrial; sus características mineralógicas no son fáciles de determinar en el caso de varios asbestos.

Esto es en relación a su textura, por su estructura cristalina. Después de efectuada la prueba de MOHS la diferencia -- de valores para la dureza depende no únicamente de la variedad y su localización sino también del procedimiento y las condiciones como puede observarse en la siguiente tabla la dureza para 2 especies de asbesto distintas.

Asbesto	Dureza MOHS
Crisotilo	2.5-4.0 (Quebec 3)

Anfibol 5.5-6.0 (Crocidolita azul)

La dureza de los asbestos anfibol es comparable a la de la fibra de vidrio.

Densidad

El valor de la densidad de asbestos es necesario en muchas industrias para propósitos técnicos y en algunas ocasiones en las transacciones comerciales.

Estos datos son dados en la siguiente tabla:

1.- Crisotilo	g/cm ³
Quebec	2.25-2.75
Ural	2.3 -2.7
Arizona	2.38-2.47
2.- Anfibol	g/cm ³
Crocidolita (varios origenes)	2.8-3.6
Amosita	2.9-3.3
Antofilita	2.8-3.2
Tremolita	2.9-3.2

COMPORTAMIENTO ANTE LA FRICCIÓN

La fricción de las fibras se puede considerar como un fenómeno que envolvera características interfaciales (estructura, fuerza de unión, polaridad, y la naturaleza de la superficie) -- en este caso de materiales friccionantes son regidos por muchos factores y algunos muy complicados. Los valores de fricción son comparables -unicamente si las condiciones de prueba son acordes. Para dar una mejor idea a la situación se efectúa una comparación de coeficientes de fricción de asbesto con fibra de vidrio.

Crisotilo	0.4-0.5
Anfibol	0.2-0.3
Fibra de Vidrio	0.1

Varios métodos para determinar la fricción de las fibras fueron utilizados; es determinante con respecto a la adhesión y cohesión ya que son afectados por la posición paralela de las partículas fibrosas.

Superficie Especifica De Asbesto, - Es una de las propiedades más importantes que poseen los asbestos, consistente en medir el área que cubre un gramo de esta fibra, la que se ve evidentemente influenciada por fenomenos de adsorción, acción filtrante, sedimentación, resistencia a los acidos y unión con agentes químicos (cemento).

La superficie de los asbestos es directamente relacionada a la finura de la fibra (tamaño de partícula) o grado de abertura. Esto es porque las características pueden ser determinadas -- como una función de la superficie; como la medición de la velocidad del flujo de aire que se hace pasar por una celda Standar -- instalada en el aparato Dyckerhoff o Rigden.

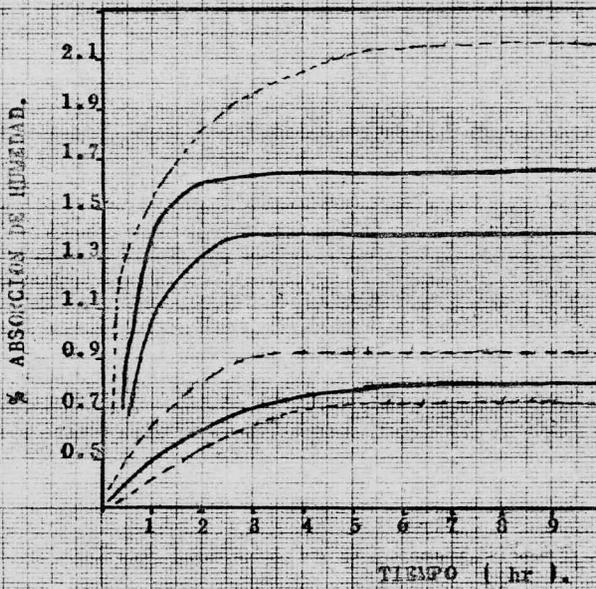
Relación de Superficie Especifica de varios asbestos en diferentes pasos a través de una máquina de abertura.

Tipo de Asbesto	Sup. Especifica. cm ² /g		
	Pasos		
	<u>2</u>	<u>4</u>	<u>6</u>
Quebec suave	1300	1550	1700
Quebec semi-duro	800	1050	1200
Quebec duro	700	800	1250
Rhodesia	900	1150	1250
Crocidolita	1200	1450	1600

ADSORCION Y HUMEDAD

Las fibras de asbesto tienen humedad por la capacidad de adsorción un hecho de especial importancia es desde el punto de vista comercial y únicamente con respecto al procesamiento y empleo de varios asbestos. La diferencia en la velocidad con que la humedad es tomada y el grado de adsorción, en relación a la humedad relativa del aire como es mostrado en la fig. B.

VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE HUMEDAD.



Clasificación de Fibras

Los diferentes asbestos están subdivididos, tratados y usados de acuerdo a su longitud, grado de desfibración y consecuentemente éstas características están entre las más importantes propiedades de los asbestos.

Entre los depósitos de fibra cruzada y de todas las variedades de asbesto; una distinción es hecha fundamentalmente entre las crudos seleccionados a mano y las fibras molidas.

Ambos grupos principales son subdivididos basandose en la longitud de fibra dentro de clases y subclases y nuevamente a su grado de desfibración y textura de fibra. La clasificación de los asbestos fué parcialmente estandarizada y aceptada por la Quebec Asbestos Mining Assotiation. (QAMA)

La más importante clasificación en la de los crisotilos provenientes de dos centros productores mas prominentes del Mundo; Quebec (Canadá) y la Región de los Urales en la Unión Soviética.

La clasificación canadiense y la Soviética son modificadas periodicamente por los departamentos de desarrollo en la producción de fibras de asbesto. La clasificación de crisotilos se hace en forma nativa sin desfibrar.

a) Clasificación Quebec:

Crudo I	Longitud de fibra	19m m.
Crudo II	" " "	9.5mm.
Crudos "Run of Mine"		-
Crudos "Sunday"	no caracterizado.	

b) Clasificación Gost 7-60 "AK" (Soviética).

Long de fibra 18mm con diametro 2mm

Fibra abierta 7%

Fibra abierta 3%

Particulas no rocosas y otros minerales no vicibles.

Clasificación Quebec de Asbestos

<u>Grupo 3</u>	<u>Malla</u> <u>1/2</u>	<u>Malla</u> <u>4</u>	<u>Malla</u> <u>10</u>	<u>Charola-10</u>
3 D	8.0	6.0	1.0	1.0
3 F	10.5	3.9	1.3	0.3
3 K	7.0	7.0	1.5	0.5
3 M	2.0	9.0	4.0	1.0
3 R	4.0	7.0	4.0	1.0
3 T	2.0	3.0	4.0	2.0
3 W	0.0	10.0	4.0	2.0
3 S	1.0	9.0	4.0	2.0

Grupo 4

4 A	0.0	8.0	6.0	2.0
4 D	0.0	7.0	6.0	2.0
4 F	0.0	3.0	12.0	1.0
4 H	0.0	5.0	8.0	3.0
4 J	0.0	5.0	7.0	4.0
4 K	0.0	4.0	9.0	3.0
4 L	0.0	3.0	10.0	3.0
4 M	0.0	4.0	8.0	4.0
4 R	0.0	3.0	9.0	4.0
4 T	0.0	2.0	10.0	4.0
4 Z	0.0	1.5	9.5	5.0

Grupo 5

5 D	0.0	0.5	10.5	5.0
5 F	0.0	0.0	13.0	3.0
5 K	0.0	0.0	12.0	4.0
5 M	0.0	0.0	11.0	5.0
5 R	0.0	0.0	10.0	6.0
5 T	0.0	0.0	9.0	6.0
5 S	0.0	0.0	8.6	7.4

Grupo 6

6 D	0.0	0.0	7.0	9.0
-----	-----	-----	-----	-----

Grupo 7

7 D	0.0	0.0	5.0	11.0
F	0.0	0.0	4.0	12.0
H	0.0	0.0	3.0	13.0
K	0.0	0.0	2.0	14.0
M	0.0	0.0	1.0	15.0
R	0.0	0.0	0.0	16.0
T	0.0	0.0	0.0	16.0
W	0.0	0.0	0.0	16.0

Clase	Designación	Gost (Soviética)				Polvo
		Minimo residuo de malla 3			Pasa la Malla 3	
		<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	%	
0	D V - 080	80	10	3.4	1.6	-
	D V - 0.55	55	30	13.0	2.0	-
1	J-1 - 50	50	26	21.0	3.0	-
	J-1 - 38	38	34	24.0	4.0	-
2	J-2 - 20	20	47	28.0	5.0	-
	P R 5-2-30	30	50	15.0	5.0	-
	P R J 2-15	15	60	19.0	6.0	-
	P-2-30	30	53	13.0	4.0	-
	P-2-15	15	65	15.0	5.0	-
3	J-3-40	0	40	48.0	12.0	2.0
	P-3-70	0	70	20.0	10.0	3.0
	P-3-60	0	60	30.0	10.0	3.0
	P-3-50	0	50	35.0	15.0	3.0
	M-3-55	0	55	33.0	12.0	3.0

4	J-4-20	0	20	50.0	30.0	5.0
	P-4-35	0	35	45.0	20.0	4.5
	P-4-20	0	20	58.0	22.0	5.0
	P-4-5	0	5	70.0	25.0	5.5
	M-4-10	0	10	65.0	25.0	5.0
	M-4-5	0	5	70.0	25.0	5.5
5	P5-65	0	0	65.0	35.0	13.0
	P5-50	0	0	50.0	50.0	14.0
	M5-60	0	0	60.0	40.0	12.0
6	P6-40	0	0	40.0	60.0	21.0
	M-6-40	0	0	40.0	60.0	19.5
	M-6-30	0	0	30.0	70.0	21.0
	K6-30	0	0	30.0	70.0	24.0
	K6-20	0	0	20.0	80.0	27.0
	K6-5	0	0	5.0	95.0	25.0
	7370	370	-	-	-	-
	7450	450	-	-	-	-
	7-520	520	-	-	-	-
	8-750	750	-	-	-	-

El término de fibra procesada es aplicado a fibra de todas clases obtenidas a través de tratamientos mecánicos de rocas de asbesto. Las bases para la clasificación de estas fibras tanto de Canadá como de la Unión Soviética son probados en la maquina Quebec ST. donde por separación mecánica de fibras de acuerdo a su longitud por diferentes mallas o cribas que son colocadas por números panel o choral. El resultado de esta prueba se considera como el mínimo de embarque que debe respaldar el proveedor.

La clasificación canadiense es un sistema de grados de separación de la fibras molidas en 5 clases o grados del 3-7. Ambas clasificaciones de fibras tienen una correspondencia en

su designación y es esencialmente el mismo método de prueba por cribas.

La prueba Ro-Tap difiere de la canadiense en particularidades como: el uso de más cribas (10) y el procedimiento que es el siguiente: 10 minutos de movimiento del conjunto de cribas -- con rotación constante de 328 pm y el peso de la Muestra es de 50g.

Las pruebas en seco para determinar la longitud de fibra como son Quebec y Rotap que no siempre son comparables ni reproducibles sus resultados. Por ejemplo. los siguientes datos fueron obtenidos con una muestra de fibra molida 3K en clasificación Quebec.

Mallada	1 vez	Malla I	24-31%
		Chorala	2-3%
Mallada	3 veces	Malla I	6-12%
		Chorala	3-6%
Mallada	5 veces	Malla I	3-8%
		Chorala	4-9%

La prueba canadiense por vía húmeda denominada Bauer MAC - NET se determina en el equipo que lleva este mismo nombre. Se utiliza una suspensión de fibra de asbesto en agua y se hace pasar por una serie de cuatro tanques elípticos colocados en cascada con mallas en orden descendente que son respectivamente --

4, 14, 35, 200; las fracciones obtenidas son secadas y determinado su peso. Las primeras fracciones obtenidas comparadas a fibra larga y abierta, la segunda a fibras pequeñas y la diferencia a 100% se determina como polvos, cuya longitud aproximada es de -- 50 u.

PROPIEDADES FISICAS

La resistencia a la tensión de las fibras de asbesto de las diferentes especies y grados son factores determinantes por un lado con respecto a su extracción de la roca, secado, combinación longitud y flexibilidad de la fibra. Por otro la resistencia de las fibras refleja la resistencia de los productos de asbesto en textiles, papel asbesto - cemento materiales laminados etc.

La resistencia no puede generalizarse para todos los asbestos por que esta propiedad depende de la especie y especialmente del método utilizado para su extracción de la roca. Consecuentemente cuando son escogidos los métodos de extracción se -- protege la resistencia de la fibra.

Los valores para la resistencia a la comprensión de los asbestos en la dirección de la fibra corresponde aproximadamente a la tensión. La compresibilidad y su recuperación depende de aplicar fuerza a una masa de fibras de asbesto puede expresarse como volumen elástico.

Los cambios en volumen son medidos y relacionados con la-

fuerza aplicada (presión). La comprensibilidad bajo presión constante se incrementa con la humedad y no observa la importante relación con respecto a su uso como aislante térmico.

A causa de la gran resistencia ofrecida por el Asbesto, - el conjunto de Asbesto Cemento están como concreto armado. En -- efecto, los Crisótilos muestran resistencias a la tensión tanto como un buen acero, y las fibras Crocidolitas las sobrepasa.

Las resistencias a la tracción de algunos materiales comparadas con el Asbesto, se detallan en la siguiente tabla:

MATERIAL	RESISTENCIA A LA TRACCION kg/cm ²
Hierro Dulce	3150
Acero Estructural	4500
Acero al Carbono	10,000
Acero Ni-Cr	15,000
Fibra de Algodón	5,600
Fibra de Vidrio	10,500
Asbesto Crisótilo	6,400
Asbesto Crocidolita	17,000

El Asbesto Crisotilo contiene aproximadamente 14% de agua de cristalización.

Los datos resultantes de someter al Asbesto a la acción - del calor se dan a continuación:

En general la pérdida de agua de cristalización y la disminución del proceso de resistencia es con la misma proporción, porque hay una tendencia de incremento en los asbestos y se -- transforman quebradisos como consecuencia del tipo de estructura y cambios moleculares acompañados de una deshidratación progresiva.

El agua de cristalización o constitutiva la empieza a perder el Asbesto al sometersele a temperaturas de 450 a 700°C. Al aumentar la temperatura de 700 a 800°C el agua de cristaliza- - ción se evapora totalmente. Cuando esto sucede las fibras no -- vuelven a adquirir sus propiedades originales aunque la temperatura sea normal y el ambiente tenga un alto porcentaje de humedad. El punto de fusión del asbesto crisotilo se alcanza a los 1500°C.

Químicamente los asbestos ante la acción de ácidos ac- - tuan en diferentes formas. En todos los casos el asbesto es atacado con pérdida máxima de peso que depende de la longitud ex-- puesta, el rango, grado de abertura del asbesto, tiempo de exposición y concentración del ácido.

A continuación se enuncian las pérdidas en peso para diferentes clases de asbesto.

Máxima pérdida en peso %

Crisotilo	55-57
Amosita	11-13

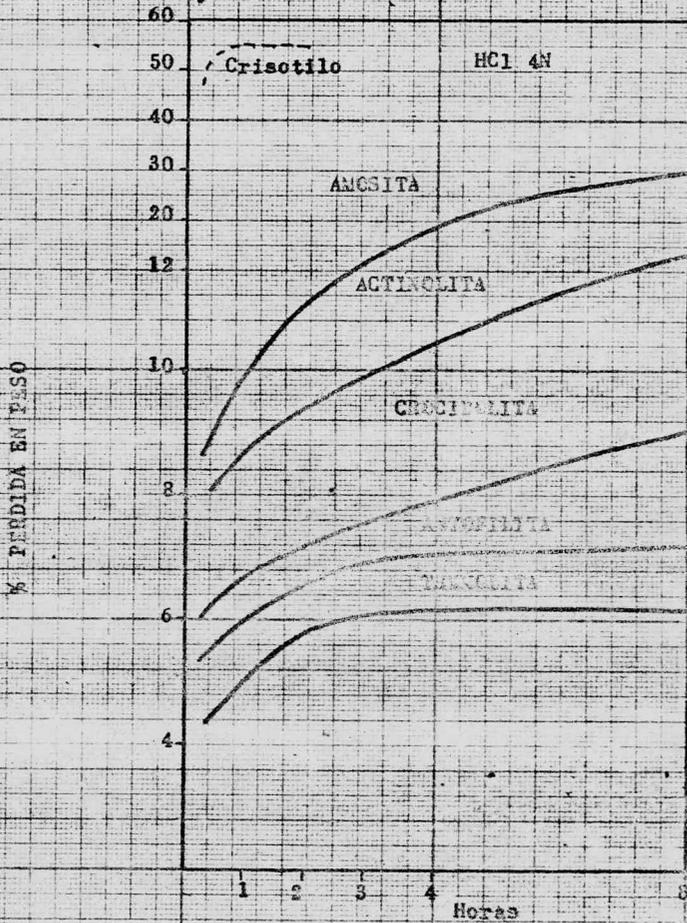
Tremolita	21-25
Antofilita	2-3
Crocidolita	3-4

La propiedad sobresaliente de los asbestos es su estructura fibrosa. Esta cualidad unida a sus propiedades incombustible y a su resistencia a los agentes quimicos es en lo que estriba la ventaja de este material con respecto a otras fibras del reino mineral y vegetal.

El asbesto tiene una gran resistencia a los acidos y alcalis. El Asbesto de tipo Anfíbol es muy resistente a los acidos como puede verse en la siguiente grafica donde se muestran los tiempos de destrucción del Asbesto por una solución al 25% de HCl en frío.

Curvas Típicas de Resistencia a los Acidos

Para diferentes Asbestos.



CAPITULO III

EXTRACCION

La posibilidad para trabajar un depósito de asbesto está regido por los siguientes factores:

- a).- Tamaño del depósito (reserva)
- b).- Característica del lugar (acceso y tamaño)
- c).- Localización del depósito (costo de embarque para las fibras y las rocas, trabajos suplementarios, agua y condiciones de vida.
- d).- Contenido de asbesto en la roca, distribución y longitud de la fibra.
- e).- Propiedades de los asbestos. Tipo de asbesto, resistencia-composición, flexibilidad, dureza viabilidad de las fibras en el proceso.

La proporción en que se encuentran los asbestos en la roca que es de 4 - 10% (Quebec y los Urales) algunas veces es mayor como en Rodesia que alcanza hasta un 15%.

El minimo contenido que debe tener un deposito para ser-trabajado es alrededor del 3%; pero bajo circunstancias especiales algunas veces es justificado el trabajo en depositos pobres como Cyprus, Upper en Italia (Mina Cyprus 2%, Mina Balangero - 1%).

En Quebec el rango es de 10%. El método de explotación - usado es determinado por la forma en que se encuentra el asbes-

to y las condiciones locales. El proceso más comunmente empleado es de extracción abierta, para separar el asbesto de la roca; rompiendo y barrenando.

a) Extracción Abierta.

Dos formas de trabajo son características en este tipo de extracción abierta; por excavación y corte. Se hacen perforaciones poco profundas aproximadamente de 100m. el trabajo de acarreo es a través de terrazas paralelas en forma de bancos, así son en algunas minas de Rodesia. Quebec, Vermont, Sud Africa y Regiones Urales. El ejemplo más prominente de este tipo de trabajo de declive son en Cyprus y British Columbia donde las rocas se rompen en bancos o terrazas de 1500 y 1800m respectivamente. La roca es deslizable hacia abajo y decrecen los niveles, siendo trasladadas por líneas con calles a las minas que se localizan en niveles superiores.

b) Extracción Subterránea.

Algunas veces la roca tiene que ser trabajada subterráneamente en el camino de acceso a la localización del asbesto.

Muchas minas en Quebec y Sud Africa utilizan sistemas combinados el de foso abierto y subterráneo para fibras crocidolita y amosita.

Cuando los asbestos son encontrados en veta o terrazas y no en forma de masa el rompimiento entre la roca y la fibra es-

en galeras horizontales o individuales.

En la siguiente tabla se estipula el tipo de extracción-
utilizado por algunas minas al igual que la Capacidad de Molien-
da.

<u>Compañía</u>	<u>MINAS DE ASBESTOS CANADIENSES.</u>		
	<u>Localización de la Mina</u>	<u>Tipo de Trabajo</u>	<u>Capacidad de Molien- da Tons. Roca/día</u>
Asbestos Cor- poration L.T.D.	King Deaver	Subterráneo	6000
	British Canadian	Abierto	
	Black Lake	"	6000
	Normandie	"	5000
Canadian			
Johns Manville co; L.T.D.	Jeffery	Combinado	30000
Bell Asbestos Mines, L.T.D.	Bell	Subterráneo	23000
Lake Asbestos of Quebec, L.T.D.	Block Lake	Abierto	5000
Carey Canadian Mines, L.T.D.	East Bronghton S.	Abierto	2500
National Asbestos Mines, L.T.D.	Therford Mines	Abierto	2500
Cassiar Asbestos Corp: L.T.D.	Me Dame	Abierto	1500

OBTENCION DEL ASBESTO

El beneficio de los minerales de asbesto es un proceso -
constituido por una serie de operaciones unitarias ligadas en--

tre sí, el que se caracteriza principalmente como proceso

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE BENEFICIO
DEL ASBESTO

TRITURACION PRIMARIA:

Esta operación inicial, normalmente reduce el mineral a tamaños de 12.7 a 15.2 cm (6 a 5 pulg), previa eliminación del producto original de tales tamaños, con el objeto de facilitar una concentración preliminar por selección manual.

En operaciones pequeñas, esta trituración se lleva a cabo con marros y la selección manual se efectúa simultáneamente.

El tipo de quebradora usada como primaria es la giratoria de cono para plantas de gran capacidad y la quebradora de quijada para las de capacidad pequeñas. La selección de tipo de quebradora depende de la capacidad de la planta y de las características de la roca.

TRITURACION SECUNDARIA

Esta operación en la práctica industrial corresponde realmente a la iniciación de la preparación del mineral para su beneficio. El mineral se tritura a -5 cm. se clasificará por 1.2 cm. regresando el producto a + 1.2 cm. en circuito cerrado

a la trituración.

SECADO

El mineral a 1.2 cm. se seca a una temperatura mayor - de 300°C usando para esta operación el secador rotatorio en sistemas paralelo o el horno vertical en contra corriente con caída impedida por medio de mamparas alternas. En ambos sistemas y por efecto de la trituración que antecede, una determinada cantidad de asbesto ha quedado liberado haciendo factible una primera extracción de fibra, misma que se denomina CRUDOS DE ASBESTO.

CONCENTRACION NEUMATICA

Al mineral seco, se le extrae neumáticamente un determinado por ciento del asbesto liberado, por medio de extracción -- neumática, obteniéndose los crudos de asbesto, mismos que posteriormente se someten a desfibrado y clasificación. El mineral - es sometido a pasos de molienda en quebradoras de rodillos y extracción de la fibra neumáticamente. El conjunto de fibra extraída se desfibra y en cribas vibratorias se sacude enérgicamente - para eliminarle las partículas de matriz que el asbesto ha retenido.

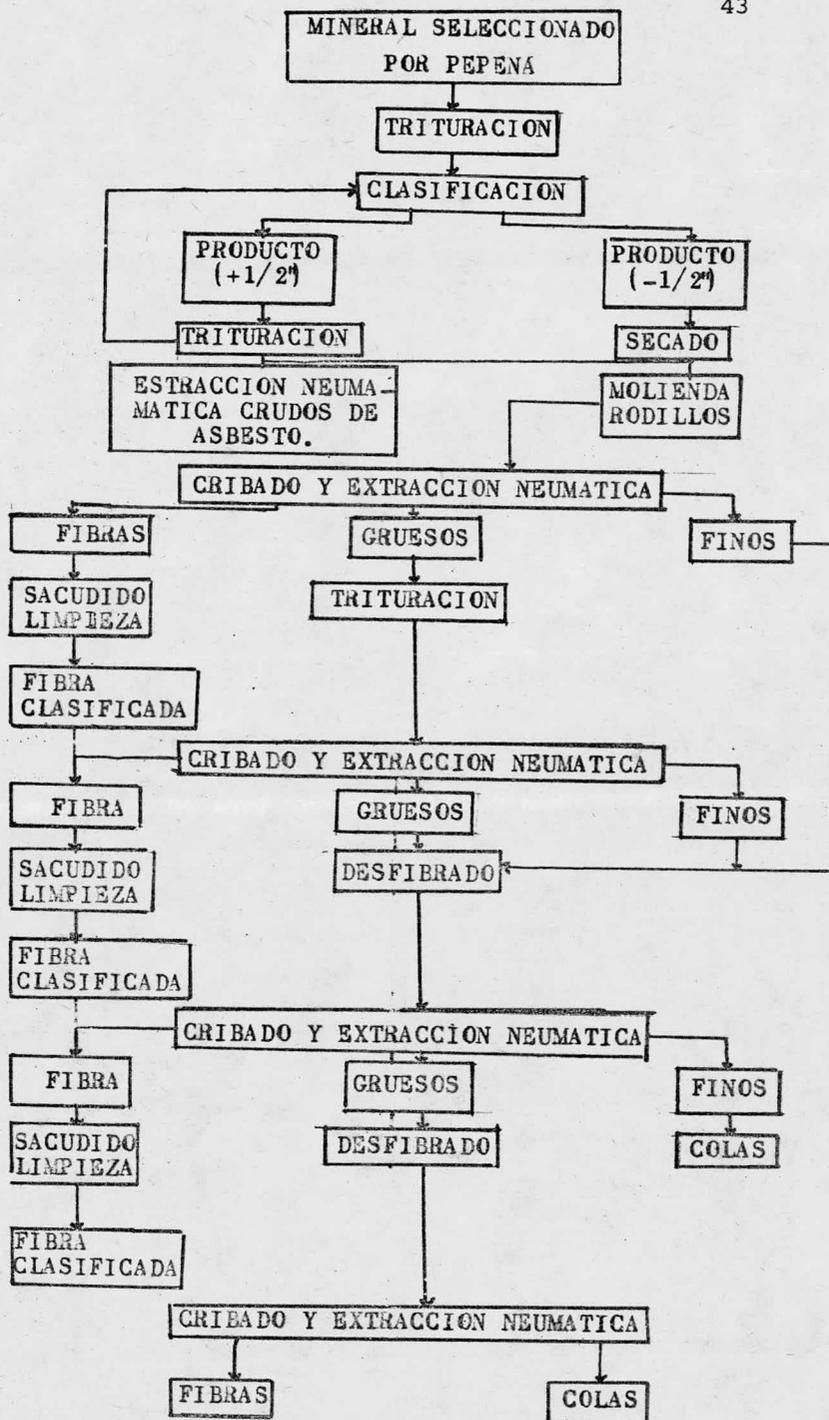
Posteriormente, el asbesto es clasificado por tamaños mediante una serie de cribas con abertura de 1.2 cm. 4 y 10 mallas y extracción neumática de los asbestos por grupos. Del pro

ducto - 10 mallas se obtienen los Finos de Asbesto.

Con los asbestos clasificados se preparan mezclas que satisfacen los requerimientos industriales. Dependiendo de la longitud media de la fibra del depósito, las cribas para la clasificación son variados en series de los siguientes tamaños; 4, - 10 y 20 mallas ó 6, 14 y 28 mallas.

El área de cribado requerido en cribas, varía entre 50 y 75 m²/ton asbesto/24 horas.

El volúmen de aire requerido para la selección neumática de asbesto, varía entre 340 metros cúbico por minuto y por tonelada de asbesto colectada. La presión del aire en el sistema, es regulada para mantener una resistencia entre 1.2 cm. y - - 6.2 cm. de agua, como consecuencia del cálculo efectuado en relación al asbesto por manejar y el diseño al sistema neumático.



CAPITULO IV

APLICACION EN LA INDUSTRIA DEL ASBESTO CEMENTO

Para la fabricación de productos de asbesto-cemento los materiales basicos que se emplean son el asbesto y el cemento, - además para proporcionar la humedad necesaria a la mezcla y para operaciones posteriores se emplea el agua; Para acelerar el curado del material con vapor a alta presión, se emplea silica como sustituyente parcial del cemento.

MATERIAS PRIMAS

1.- Asbesto.-

Las fibras de asbesto empleadas dentro de esta industria son los correspondientes a los grupos 3 al 6 según la clasificación Quebec. Su procedencia es muy variada aunque la de mayor frecuencia es la de minas Canadienses.

CLASES Y TIPOS DE CEMENTO

El cemento más utilizado en nuestro país, y en realidad en el mundo, es el cemento Portland ordinario, que constituye - aproximadamente el 90% de toda la producción de cemento.

El cemento proviene de la pulverización fina del producto obtenido, por calcinación a fusión incipiente, de una mezcla íntima y debidamente proporcionada de materiales arcillosos y calizas, u otros materiales crudos, para formar un clinker rico

en silicatos de calcio. Este clinker se reduce a un fino polvo, con una pequeña proporción de sulfato de calcio natural, que regula el tiempo de fraguado cuando el cemento es mezclado con agua.

A través de los años, diversas variedades de cemento Portland se han venido desarrollando; rápida resistencia alta, resistencia alta, resistencia a los sulfatos, blanco, bajo calor de hidratación. Como sus nombres lo indican, muestran propiedades o características especiales, que son de valor en circunstancias apropiadas. Tienen en común el hecho de que todas contienen los mismos minerales, solo que, la proporción de cada uno es diferente.

Una mayor variedad de cementos se puede producir incorporando otros materiales durante su fabricación, generalmente cuando el clinker está siendo pulverizado: Portland de escoria de alto horno, de color, para pozos petroleros, impermeables y plásticos.

Además de los cementos Portland, existen cementos de composición especial, tales, como los sobresulfatados.

El fraguado del cemento se debe a una serie de reacciones químicas entre el cemento y el agua, este proceso es llamado hidratación, en el cual se desarrolla calor y es irreversible. El fraguado y el endurecimiento de los cementos están definidos por límites convencionales. En cuanto a la resistencia va

aumentando a través del tiempo.

En México se fabrican las siguientes clases de cementos:

PORTLAND

Tipo I	Común o Normal, Norma DGN* C-1-76
Tipo II	Modificado, Norma DGN* C-1-75
Tipo III	Rápida resistencia alta, Norma DGN* C-1-75
Tipo IV	De bajo calor de hidratación, Norma DGN* C-1-75
Tipo V	De alta resistencia a los sulfatos. Norma DGN* C-1-75
	Blanco, Norma DGN* C-1-75
	Portland-Puzolana, Norma DGN* C-2-70
	Portland-Escoria de Alto Horno, Norma DGN* C-175-69

CEMENTOS DE PORTLAND

Escoria de Alto Horno Norma DGN* C-184-70
Cemento para morteros, Norma DGN* C-21-68

Todos estos cementos, con características especialmente adecuadas para satisfacer las necesidades particulares de cualquier tipo de construcción, se fabrican bajo las especificaciones de las normas oficiales de calidad.

Tipo I Cemento Portland común

Es un cemento de empleo general, y recomendable para todos los usos, cuando las propiedades especiales de los otros ce

mentos no son requeridas. Se caracteriza por tener altas resistencias mecánicas y alta generación de calor durante su hidratación. Se emplea en construcciones de pavimentos y banquetas, -- edificios de concreto reforzado, puentes, tanques, industria de asbesto-cemento, trabajos de mampostería y para todos los usos -- del cemento o concreto donde el calor generado por la hidratación del cemento no cause una elevación de temperatura objetiva.

Tipo II Cemento Portland modificado

Este cemento presenta características intermedias entre el común, por una parte, y el de bajo calor y el resistente a los sulfatos, por la otra. Con características de resistencia -- similares a las del cemento común, presenta menor calor de hidratación, mayor resistencia a aguas y suelos sulfatados y es, en general, adecuado para obras hidráulicas. En México se ha empleado con éxito en la construcción de grandes presas. Se emplea -- también en otras estructuras de tamaño considerable, como en -- grandes muelles, contra-fuertes de gran espesor y grandes muros de contención, en los cuales, es necesario reducir la elevación de la temperatura, especialmente cuando el concreto se coloca -- en ambiente caluroso. En tiempo de frío cuando el calor generado es ventajoso, puede ser preferible el cemento Tipo I o el Tipo III. El cemento Tipo II también es adecuado para colocarse -- en donde deba tomarse precaución adicional contra el ataque mo

derado de sulfatos, como en estructuras para drenaje, donde las concentraciones de sulfato en las aguas subterráneas son más altas que las normales, pero no muy severas.

Tipo III Cemento Portland de rápida resistencia alta

Este tipo de cemento desarrolla una mayor resistencia a primeras edades, tanto que a 7 días, es comparable con la del Tipo I a 28 días.

Por sus altas resistencias tempranas, se emplea cuando se requiere descimbrar pronto. En clima frío, para reducir el período de protección contra la baja temperatura y, cuando se desean altas resistencias a edades cortas, puede ser más satisfactorio o más económico su empleo que el uso de mezcla ricas con cemento Tipo I. Genera mucho calor al hidratarse y a velocidad mayor que el Tipo I. Genera mucho calor al hidratarse y a velocidad mayor que el Tipo I; al igual que éste, tampoco resiste al ataque de los sulfatos. No es apto para concreto en masa, sino para estructuras en donde puede disiparse rápidamente el calor. Es recomendable para inyecciones por su elevada temperatura, la cual es bastante más alta que la de los otros tipos de cemento.

Tipo IV Cemento Portland de bajo calor de hidratación

Este cemento genera, al hidratarse, menos calor que los-

otros y, a menor velocidad, reduce el agrietamiento que resulta de las grandes elevaciones de temperatura y la contracción consiguiente con la caída de la misma. Posee buena resistencia a los sulfatos. El desarrollo de la resistencia mecánica es lento a edades tempranas, pero de igual resistencia a la de los demás cementos a edades avanzadas (6-12 meses). Es especial para usarse en grandes masas de concreto, como en presas de gravedad, en donde la elevación de temperatura resultante del calor generado durante su endurecimiento es un factor crítico. Actualmente el empleo de este cemento va siendo sustituido por las nuevas técnicas de construcción.

Tipo V Cemento Portland de alta resistencia a los sulfatos.

El cemento de este tipo es especial para usarse en construcciones expuestas a la acción severa de los sulfatos. El grado de desarrollo de resistencia puede ser algo más lento en las primeras edades que el del cemento Portland común, pero igual o mayor resistencia a edades avanzadas (6-12 meses). Es beneficioso en revestimiento de canales, alcantarillas, túneles, sifones y, en general, en todo tipo de estructuras que pudieran causar deterioro del concreto si se empleara otro tipo de cemento. La generación de calor también es baja.

Cemento Portland blanco

La diferencia de este cemento, respecto a los otros ce-

mentos Portland, radica en su bajo o nulo contenido de óxido férrico, de ahí su color blanco. Su proceso de fabricación es semejante al de los demás cementos, la diferencia estriba en que las calizas que se emplean como materia prima, contienen bajos contenidos de óxido ferrico y las arcillas se sustituyen por caolín que es un material blanco a base de sílice y óxido de aluminio y muy bajo en óxido férrico. La Norma Mexicana lo considera clasificado en el Tipo I (común). Este cemento se emplea generalmente para acabados arquitectónicos, terrazos, mosaicos, estucos, esculturas, etc... pudiéramos usar también para ciertos tipos de estructuras.

Cemento Portland puzolana

En este caso se trata de una mezcla íntima y uniforme de cemento Portland y puzolana, la cual se obtiene a través de la molienda simultánea de clinker Portland, puzolana y sulfato de calcio natural.

Las puzolanas se emplean en los cementos para mejorar su resistencia química, pudiendo producir también algunos efectos benéficos en el concreto, como son; mejorar la trabajabilidad, reducir la generación de calor y la contracción térmica, aumentar la impermeabilidad, mejorar la resistencia al ataque de los sulfatos, reducir la reacción alcali-agregado y reducir la segregación y el sangrado.

CUADRO BASICO SOBRE CARACTERISTICAS Y EMPLEO DE LAS DIVERSAS CLASES Y TIPOS DE CEMENTO QUE SE FABRICAN EN MEXICO

Cemento	Componentes Potenciales	Resistencia mecánica	Resistencia Química	Usos
Portland Tipo I	No hay limitación de ellos, generalmente se encuentran en el orden de los siguientes porcentajes: C ₃ S = 49% C ₃ A = 12% C ₂ S = 25% C ₄ AF = 9%	A 3 días mín. 130kg/cm ² A 7 " " " 200 "	Atacable por los ácidos como todo cemento; por sales en determinadas concentraciones. Se consideran no agresivos; Suelos con menos de 0.10% de sulfatos expresados en SO ₄ . Agua con menos de 150 p.p.m. de sulfatos expresados en SO ₄ .	Construcciones urbanas. Estructuras en medios sin agresividad química alguna. Cimentación en suelos no agresivos.
Portland Tipo II	C ₃ A no mayor del 8%, los demás compuestos en el orden de: C ₃ S = 46% C ₄ AF = 12% C ₂ S = 29%	Baja inicialmente, a largo plazo semejante a tipo I A 3 días mín. 105kg/cm ² A 7 días mín. 175 "	Buena en medios ligeramente agresivos. Sulfatos en SO ₄ en suelos 0.10 a 20% en agua 150 a 1000 p.p.m.	Construcciones urbanas. Cimentaciones en suelos no agresivos o medianamente. Revestimiento de canales, presas. Medio no calor de hidratación.
Portland Tipo III	C ₃ A no mayor del 15% El C ₃ S es alto Se encuentran en el orden de: C ₂ S = 20% C ₃ S = 50% C ₄ AF = 8% ALTA FINURA	La alta resistencia se adquiere rápidamente. A largo plazo semejante al Tipo I A 24 hrs. mín. 130 kg/cm ² A 3 días mín. 250 "	Nula	Construcciones urbanas. Descimbrado en el orden de 4 días. En medios sin agresividad alguna. Calor de hidratación muy alto.
Portland Tipo IV	C ₃ S max. 35% C ₂ S mín. 40% C ₃ A max. 7%	La inicial muy baja. A 7 días mín. 70 kg/cm ² A 28 días mín. 175 "	En general, satisfactoria en medios lig. agresivos.	Concreto en grandes masas por su bajo calor de hidratación. En presas. No muy empleado hoy día.
Portland Tipo V	C ₃ A no mayor de 5% y C ₄ AF + 2 (C ₃ A) no mayor de 20% Se encuentran en el orden de: C ₃ S = 45% C ₄ AF = 12% C ₂ = 35%	A 3 días mín. 85 kg/cm ² A 7 días mín. 155 " A 28 días mín. 210 "	Muy recomendable en medios agresivos, con sulfatos expresados en SO ₄ en suelos 0.20 a más de 0.50%, en agua de 1000 p.p.m. a más de 2000 p.p.m.	Estructuras en medios agresivos. Presas, revestimiento de canales. Cimentaciones en suelos agresivos. Conductión de aguas negras.
Portland Puzolana	Puzolana: 15 a 20% Clinker Portland: 80 a 85% Clinker Portland con C ₃ A menor a 8%	Inicial menor que la del Tipo I, a mayor edad semejante. A 7 días mín. 150kg/cm ² A 28 días mín. 250kg/cm ²	Satisfactoria en medios medianamente agresivos, dependiendo de la calidad de la puzolana	Bajo calor de hidratación. Mejor trabajabilidad Usos los del Tipo I
Portland Escoria de Alto Horno	Escoria: 35 a 45% Clinker Portland: 55 a 65% Escoria: 60 a 65% Clinker Portland: 35 a 40% con C ₃ A menor de 8%	Inicial menor que la del Tipo I, a mayor edad semejante. a 7 días mín. 150kg/cm ² a 28 " " " 250 " Baja inicialmente, a mayor edad semejante al Tipo I. A 7 días mín. 130kg/cm ² A 28 " " " mín. 250kg/cm ²	Buena en medio de baja agresividad dependiendo de la calidad de la escoria. Resistencia química semejante al Tipo II	Bajo calor de hidratación. Usos los del Tipo I Los usos del Tipo II

Cemento Portland-Escoria de alto horno

Es el producto que se obtiene por la molienda simultánea de clinker Portland, escoria granulada de alto horno y sulfato de calcio natural.

El cemento Portland de alto horno es especialmente útil en concretos para obras hidráulicas o marítimas, pudiendo emplearse además en cualquier tipo de estructura.

Cemento de Escoria de alto horno

El cemento de escoria, es el que resulta de la molienda de escoria y cal hidratada. Se emplea, principalmente, en obras de mamposterías y de productos prefabricados.

Cemento para morteros

Es el material clásico para ser mezclado con arena fina y agua, y producir un mortero plástico y cohesivo para unir piezas de mampostería, como tabiques de arcilla o concreto, bloques de concreto y piedras artificiales o naturales. Además, el cemento para morteros se utiliza para toda clase de aplanados y para firmes de concreto.

Sílice

La sílice es una arena natural cuya fórmula es SiO_2 (dioxido de silicio) que posee varios usos entre los que se considera la fabricación de vidrio, pigmentos ceramicos, productos refractarios y en la industria del asbesto.

La sílice utilizada dentro de la industria del asbesto-cemento debe cumplir ciertas especificaciones químicas y físicas.

a).- Químicamente debe contener:

Dioxido de silicio Si O₂ 92.00 min.

Aluminio Al₂O₃ 2.00 máx.

b).- Especificaciones Físicas

Densidad g/cm³ 2.70 máx.
2.50 min.

Superficie Especifica Cm²/g 3.500 máx.

Blaine 2.500 min.

Físicamente su finura debe ser similar a la del cemento-empleado, situación por la cual debe ser esto estrictamente controlado.

PROCESO PARA FABRICACION DE PRODUCTOS DE ASBESTO CEMENTO

a). Mezcla Seca.- El diseño de esta mezcla es determinante en la calidad del producto a fabricar. Escencialmente el diseño de esta se ve influenciado por las siguientes situaciones: asbestos existentes en la planta, valor técnico y % de fibra -- aceptada en la elaboración.

Como se ha podido apreciar en el Cap. II; se enuncian-- las características físicas de los diferentes tipos de asbesto. Ya que cada uno posee diferentes cualidades las que deben de -- ser aprovechadas y aplicadas según el producto que se desee fa

bricar. Así se ve que hay asbestos azules cuya característica -- principal es su gran poder filtrante; en cambio en los crisoti-- los canadienses se aprecia su gran resistencia y variedad de lon-- gitud; partiendo de estas consideraciones se lleva a cabo el di-- seño ya mencionado.

Determinación de FSU y VT

La QAMA, establece un metodo especial para la determina-- ción de Resistencia en los asbestos crudos. Que se informa en -- FSU cuyo significado es unidades de resistencia de la fibra; es-- te dato lo envía el proveedor, y para asbesto en mezcla se utili-- za el valor tecnico cuya equivalencia se expresa en la siguiente formula.

$$V T = \frac{U R F - 10}{1.39}$$

El valor técnico obtenido no es exactamente el de la for-- mula anterior ya que para su uso en producción se le da un mar-- gen de seguridad a la fibra a criterio de los directivos Técni-- cos. Con el objeto de hacer más clara la explicación anterior -- se cita un ejemplo a continuación.

Se solicita el diseño de una mezcla cuyo valor técnico de -- de ser 61.40, contando con datos adicionales como es una lista -- de asbestos existentes y su respectivo valor técnico.

Cálculo de Mezcla Seca

Asbesto	%	Valor Tecnico	Num. Tecnico
N-4110-4D	20	72	14.40
BC-4T	10	67	6.70
N-479-4T	30	60	18.00
BC-559-5R	30	57	17.10
KB-560-5R	10	52	<u>5.20</u>
			61.40

1).- Mezclado.- Esta operación se lleva a cabo dentro de una revolvedora, el tiempo mezclado puede variar dependiendo de las necesidades de producción; se trata siempre de lograr un buen mezclado ya que este influye en el siguiente paso.

2).- Desfibrado.- Dentro del procesamiento de la mezcla seca este paso es definitivo ya que se deben de desfibrar adecuadamente los hacecillos de asbesto con el Minimo detrimento de la fibra lograndose el objetivo marcado que es; máxima abertura de fibra y minimo contenido de polvos. El tiempo y la velocidad del motor son variables del sistema que obviamente están sujetos a necesidades de proceso.

Despues del desfibrado la mezcla es almacenada en silos provistos de un sistema colector de polvos con el objeto de capturar las particulas que serán aprovechadas posteriormente en productos en los que no se requiere gran longitud de fibra; y además abatir el problema que se podría suscitar por la contaminación ambiental.

b).- Mezcla Húmeda.- En esta mezcla se hace intervenir asbesto-cemento y agua para fabricación normal que corresponde

al tipo I para el tipo II únicamente, difiere en la adición de silice (dioxido de silicio) respetando la relación establecida entre esta y el cemento, que es de 40/60.

Mezcla Húmeda Normal

	%
Asbesto	13.0
Cemento	87.0

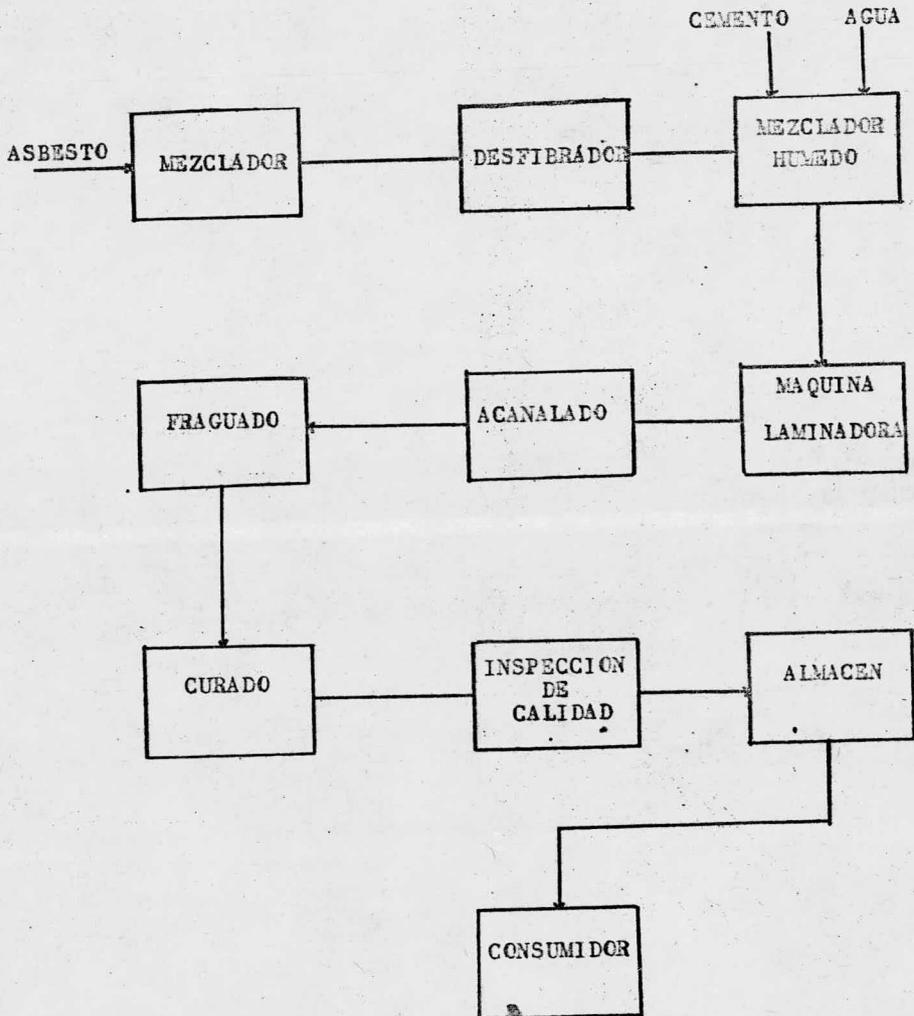
Mezcla Húmeda con Silice

Asbesto	13.0
Cemento	52.2
Silice	34.8

FABRICACION DE LAMINA

Una vez preparada la mezcla de asbesto-cemento se deposita en una tina, esta tiene dos agitadores a lo largo para mantener homogénea la pasta. Además hay un mandril o rodillo perforado por el cual se hace pasar una presión negativa que varía entre 18 y 20 cm. de Hg. Por la parte de exterior del mandril pasa el fieltro que al ponerse en contacto con la pasta, esta se adhiere a él ayudada por la presión negativa existente en el mandril, después el fieltro con una película de pasta pasa por encima de una caja de secado teniendo también una presión negativa de 18 y 20 cm. de Hg que sirve para extraer a través del fieltro parte del agua que lleva la película de pasta, posteriormente pasa a el rodillo formador el cual la hace también de un com

FABRICACION DE PRODUCTO LAMINADO



presor debido a su pronto paso y a un conjunto de pesos que le proporcionan una carga de formación. En cada revolución del rodillo formador se forma una película de aproximadamente 1 mm de espesor y se mantiene girando sin sacar la lámina hasta tener el espesor deseado. Por último, ya que se tiene el espesor que se quiere de lámina en el rodillo formador es cortada (con un cor-- don que se encuentra en el mismo rodillo) con el movimiento simultáneo de la banda transportadora quedando finalmente depositada en ella la lámina plana que posteriormente se acanalará para formar lámina ondulada o estructural.

FABRICACION DE TUBERIA

La mezcla para la fabricación de tubería presenta diferencia en cuanto al diseño de la mezcla seca para lamina pero no -- asi en su procesamiento ya que este es el mismo hasta la elaboración de mezcla húmeda.

La fabricación de tubería se hace a partir de una suspensión acuosa de asbesto-cemento que proviene del mezclador húmedo que es pasada a un depósito ó Noria que sirve de unión para hacer un sistema continuo entre el primero y la charola de alimentación a la maquina de fabricación que en este caso es una Magni ani-Mazza que corresponde a un diseño antiguo en comparación con los avances tecnologicos que dentro de este ramo se han logrado.

La pasta es alimentada manualmente sobre un cilindro formador el cual esta cubierto con una lona previamente humedecida

para favorecer la adherencia o formación de la película, este cilindro perforado gira para lograr una distribución uniforme y correcta formación del tubo; de las rotaciones que esta de, dependerán del espesor que se desee.

El tubo ya formado es pasado a compresión la que se efectúa en un sistema de rodillos de los cuales uno es móvil y 2 fijos simultaneamente se aplica vacío para restar el exceso de agua; posteriormente se extrae el mandril y la lona para colocarles soportes en ambos extremos para evitar ovalamiento, el tubo es puesto en la pista de prefragado siendo aquí donde se procede al -- marcado para su respectiva clasificación.

Habiendo cumplido el tiempo de fraguado son encajonados -- y sometido a curado de riego por aspersión durante un periodo de 28 días después del cual son muestrados estadísticamente para someterse a las pruebas de control conforme a la marca de D.G.N., -- y obviamente sujetándose a la política interna de la Empresa la que trata no tan solo de cumplir con esta si no superar las cualidades de su producto.

SISTEMAS DE CURADO PARA CONCRETO Y CONCRETO REFORZADO

Generalidades.

En la actualidad a los productos de asbesto-cemento se -- les considera como concretos reforzados por lo que indistintamente se puede hacer referencia de estos. Las propiedades del con--

creto tales como: Resistencia a los esfuerzos, el congelamiento y descongelamiento, su impermeabilidad y estabilidad volumétrica, se mejoran notablemente con la edad del concreto siempre y cuando las condiciones de hidratación del cemento sean favorables.

Es importante evitar la evaporación excesiva del agua -- del concreto recién vaciado. La pérdida de agua también causa contracciones en el concreto y crea esfuerzos de tensión en la superficie seca, que dan como resultado agrietamientos en la superficie.

Métodos de Curado

Para mejorar la calidad del concreto se requieren dos -- condicionés: (1) Presencia de humedad y (2) Una temperatura favorable. El concreto puede mantenerse húmedo y a temperatura favorables por medio de métodos de curado; que se clasifican de la siguiente manera:

- 1.- Los métodos que proporcionan humedad adicional a la superficie del concreto, en el primer período de endurecimiento. -- Estos métodos incluyen almacenamientos pequeños de agua, rocío y uso de cubiertas de material húmedo. Tales métodos, -- previenen enfriamiento a través de la evaporación, lo cual es beneficioso en tiempo caluroso.
- 2.- Métodos que evitan la pérdida de humedad sellando la superficie por medio de láminas plásticas y compuestos líquidos

que forman membranas.

3.- Métodos que aceleran la resistencia, suplen el calor y a la humedad del concreto.

Esto se logra generalmente con vapor y agua.

Rociamiento

El rociamiento continuo con agua es un método óptimo para el curado. El riego fino de agua aplicada continuamente por medio de boquillas asegura una humedad constante. La desventaja -- que presenta es que requiere un suministro adecuado de agua.

Cubiertas Húmedas

Las cubiertas húmedas de tela de yute, algodón o cualquier otro material en capas para retener humedad son usadas ampliamente para el curado.

Las cubiertas deben ser colocadas tan pronto como el producto ha endurecido lo suficiente para evitar así daños que afecten a la superficie. Se deben mantener continuamente húmedas para que la superficie del concreto se mantenga siempre igualmente húmeda.

El cubrir el concreto con arena es un sistema muy efectivo pero costoso, ya que se debe colocar una capa de 2 pulgadas -- de espesor y mantenerla con humedad constante.

Papel Impermeable

Este es un medio eficiente para el curado de superficies--

horizontales y de superficies relativamente sencillas. Para este sistema no se requieren riegos periódicos de agua. El papel debe ser aplicado tan pronto como el producto ha endurecido suficientemente para prevenir daños en la superficie. En tiempo caluroso, es más recomendable usar papel cuyo lado exterior sea blanco.

Compuestos para Curado

Estos son compuestos líquidos que forman membranas para el curado del concreto y que previenen la evaporación de humedad.

Pero pueden afectar la adherencia entre el concreto endurecido y el fresco. Por consiguiente, no deben usarse donde sea necesaria la adherencia.

Curado a Vapor

El curado del concreto a vapor se emplea cuando se busca una mayor resistencia a temprana edad.

En la actualidad se emplean dos tipos de curado a vapor. - curado a vapor de agua por presión atmosférica y curado a vapor por autoclaves de alta presión.

El curado a vapor, por presión atmosférica es generalmente llevado a cabo en un cuarto con vapor u otros métodos semejantes para evitar la pérdida de la humedad, tal como la aplicación de telas alquitranadas.

Tiempo de Curado

El lapso en que el concreto debe ser curado, depende del-

tipo de cemento, las proporciones de la mezcla, resistencia requerida, condiciones de clima y condiciones futuras en la exposición. Para los usos en estructuras en general, el período de curado dependiendo de condiciones tales como temperatura, tiempo de cemento y proporciones de la mezcla.

Los períodos de curado a vapor son más cortos dado a que todas las propiedades deseables del concreto son mejoradas por medio del curado, por lo tanto el período de curado debe ser lo más largo posible.

Durante el tiempo de frío, se requiere calor adicional para mantener las temperaturas del curado favorables. Este calor puede ser proporcionado por calentadores de aceite, serpentines de calentamiento, o vapor de agua. En todos los casos, se debe tener cuidado para prevenir la pérdida de humedad del concreto.

CONTROL DE CALIDAD

Existen Normas Oficiales de Calidad, emitidas por la dirección General de Normas de la antigua Secretaría de Industria y Comercio, que regulan el uso del asbesto. Dichas normas contienen las especificaciones físicas y químicas, a las que se debe someter el material para que su calidad resultante sea la deseada.

A continuación se describen brevemente las principales pruebas para determinar las características del Asbesto y las Normas para el control de sus principales productos dentro de la Industria del Asbesto-Cemento.

PRUEBAS FISICAS EN ASBESTO

1.- Muestreo para costales comprimidos.

Se prepara una muestra de 2.5 kg de cada lote, consiste de 200 costales o menos para lo cual el lote se dividirá en 20 partes y de cada parte se sacará un puñado de aproximadamente 125 g.

Si el lote consta de más de 200 costales pero sin exceder de 2000 las muestras compuestas, podrían reducirse a una sola muestra maestra.

2.- Determinación de % de Humedad.

Se colocan 5 g de asbesto en la Balanza de Determinación de Humedad Cenco y se efectúa la lectura directamente en % de humedad.

3.- Acondicionamiento.

Se acondiciona la muestra pasándola a través de las manos por una acción suave.

4.- Determinación de Longitud de Fibra.

a) Método por Vía Húmeda.

Prueba Baur Mc. Nett.

El método se basa en separar a las fibras de asbesto en suspensión acuosa de acuerdo a su long. por medio de tamices a través de los cuales pasa una corriente de agua. El aparato consta de 4 tanques helípticos, arreglados en cascada, de tal manera que el material introducido en el tanque más alto pasa por gravedad a los otros tres, cada tanque tiene malla de diferente abertura en los que se detienen aquellas fibras cuyo tamaño es mayor que los de la malla.

Se determina la cantidad retenida y se informa en %

b) Método por Vía Seca.

Prueba Quebec.

Es similar a la determinación Bauer, pero ésta es por vía seca; el aparato consta de 3 mallas y una charola, las mallas están arregladas en forma descendente con respecto a su tamaño y son 1/2", 4", 10", y charola.

Se pone una muestra de 454 g y por medio de movimiento mecánico se hace vibrar el conjunto de mallas y la can-

tividad retenida es registrada en onzas.

Según el retenido en cada malla, se compara con una tabla de clasificación de asbestos y se determina el grupo al que pertenece la muestra.

5.- Volumen Aparente.

En esta prueba se determina el volumen de la fibra de asbesto en una suspensión acuosa.

6.- Superficie Especifica.

Esta prueba se efectua para saber el grado de abertura ó desfibrado de un asbesto y se lleva a cabo en el Aparato-Dyckerhoff.

7.- Filtración.

Sirve para determinar el tiempo (s) en que es drenada el agua, a través de la fibra de asbesto.

NORMA PARA RECEPCION DE MATERIALES

LAMINA ONDULADA No. 7

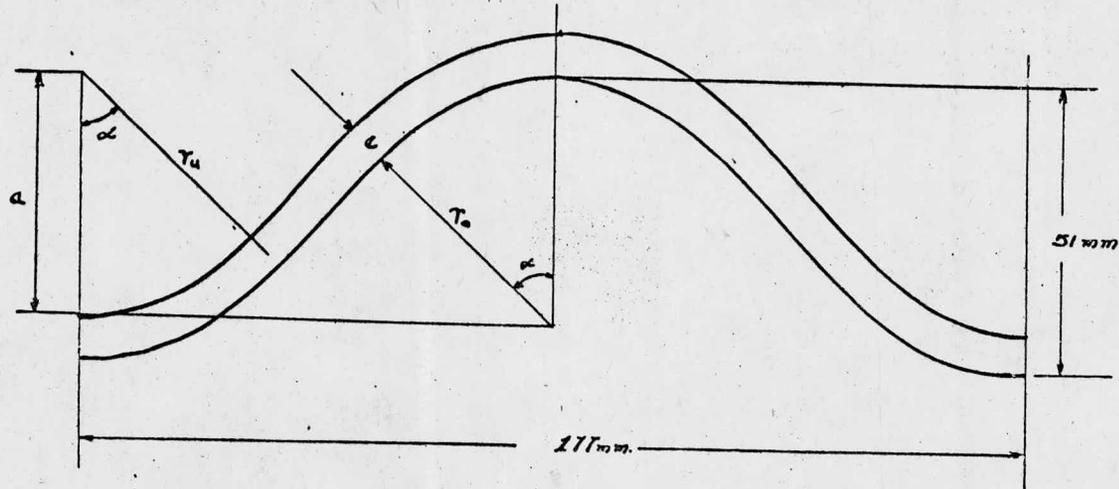
DE ASBESTO-CEMENTO

1.- ALCANCE.-

La presente Norma establece los requisitos que deben cumplir las láminas onduladas de asbesto-cemento destinadas a usarse principalmente como techos y recubrimientos laterales, cuyo perfil será aproximadamente el de la figura 1.

LAMINA ONDULADA
(PERFIL)

Fig. I



r_o	=	44 mm
r_u	=	51 mm
a	=	44 mm
e	=	espesor

2.- DEFINICIONES Y CLASIFICACION.-

2.1.- Definiciones.-

Para los efectos de esta Norma se entiende por:

2.1.1.- Láminas onduladas de asbesto-cemento: aquellas que tienen un perfil aproximadamente senoidal (fig. 1) y que son fabricadas a partir de una mezcla homogénea esencialmente constituida por fibras de asbesto cementante hidráulico inorgánico y agua; con o sin adición de sílice. Excluyendo todo material que pueda causar un deterioro en la calidad del producto.

2.1.2.- Espesor Real.- Es el espesor obtenido por el promedio de cinco mediciones en diferentes lugares de la parte recta de la onda.

2.2.- Clasificación.-

Las láminas onduladas se clasifican de acuerdo con su carga mínima de ruptura a la flexión en la siguiente serie: -- 300, 400 y 500 Kg/m.

3.- MANUFACTURA.-

Las láminas onduladas de asbesto-cemento pueden ser fabricadas en su color natural, o bien con colorantes y pigmentos directamente agregados a la mezcla, así mismo pueden ser -

pintadas o barnizadas después de haberse fabricado.

4.- REQUISITOS.

4.1.- Características Geométricas.

4.1.1.- Dimensiones

4.1.1.1.- Onda.- La altura de la onda será aproximadamente de 51 mm. medida en la forma que se indica en la figura 1 y la longitud de la onda será también aproximadamente de 177 mm.

4.1.1.2.- Espesor.- Las láminas podrán ser según su espesor nominal de 5 y de 6.5 mm.

4.1.1.3.- Largo.- Las Láminas podrán ser según su largo nominal de: 3.15, 3.05, 2.45, 2.15, 1.85, 1.55 y 1.30 metros.

4.1.1.4.- Ancho.- Las láminas podrán ser según su ancho nominal de 1.00 y 1.10 metros.

4.1.2.- Tolerancias.

4.1.2.1.- Espesor.- El espesor real de la lámina podrá diferir del espesor nominal en $0.4 + 0.5$ mm. como máximo.

4.1.2.2.- Largo y Ancho.- El largo y el ancho reales de la lámina podrán diferir del largo y ancho nominales en ± 10 mm. como máximo.

4.2.- CARACTERISTICAS FISICAS.

- 4.2.1.- Resistencia a la Ruptura por flexión.- Al efectuarse la prueba de flexión (carga al centro, claro de 1 metro) de acuerdo con lo expresado en 6.2, las láminas deberán resistir por lo menos la carga, expresada en Kg/m, que define su clase.
- 4.2.2.- Impermeabilidad.- Al efectuarse la prueba de impermeabilidad, de acuerdo con lo expresado en 6.3 (columna de agua sobre la lámina durante 24 horas) no deberán aparecer gotas en la superficie inferior de la lámina, se permite que aparezcan manchas de humedad en dicha superficie.
- 4.2.3.- Acabado.- Las Láminas deberán presentar a la vista, - por lo menos una superficie lisa; no presentarán defectos superficiales como, grietas, abolladuras, protuberancias, etc., sus esquinas tendrán ángulos de noventa grados, los bordes deberán ser rectos y exentos de imperfecciones. Serán de color uniforme admitiéndose la variación natural producida por sus componentes, o podrán ser coloridas de acuerdo con el especificado en el párrafo 3.

5.- MUESTREO.-

5.1.- Plan de Muestreo.- El muestreo de la lámina se llevará a cabo de acuerdo con el plan descrito en la siguiente tabla I, y de acuerdo con las Normas C.E.D.A.C. RM-V---0001-1 "Muestreo de recepción para productos de asbesto cemento "y RM-V-0002-1" Guía para el Muestreo de recepción para productos de asbesto-cemento".

5.2.- Inspección por atributos.- Se aplicará el plan de doble muestreo por atributos para inspeccionar: largo, ancho-impermeabilidad, acabado, marcado y espesor.

5.3.- Inspección por variables.- Se aplicará el plan de muestreo simple por variables para inspeccionar: resistencia a la flexión.

6.- PRUEBAS.-6.1.- Dimensiones.-

6.1.1.- Se determinarán con aparatos calibrados con una aproximación de:

Para la determinación del espesor 0.1 mm.

para la determinación de largo y

ancho 1 mm.

6.2.- Prueba de Resistencia a la flexión.- Se aplicará la Norma C E D A C RM-L-0003-1.

7.- MARCADO.-

Todas las láminas deberán tener marcados los siguientes datos:

- 1).- Nombre, Marca o Razón Social del fabricante de láminas.
- 2).- Clase de lámina.
- 3).- Espesor nominal de la lámina
- 4).- Fecha de fabricación.

PRUEBA PARA COMPROBAR LA IMPERMEABILIDAD EN LAMINAS DE ASBESTO-CEMENTO.

1.- ALCANCE.-

La presente Norma establece el método para comprobar la impermeabilidad de las láminas de asbesto-cemento.

2.- PRINCIPIO DEL METODO.-

El método se basa en la aplicación de una columna de agua sobre una sección de la chapa y la verificación de la ausencia de gotas en la cara opuesta.

3.- METODO.-

3.1.- Aparatos.- Un tubo de sección circular, recto, transpa-

rente y abierto por sus extremos, con un diámetro interior igual o mayor de 3.5 cm. y un largo suficiente para permitir la formación de un columna de 25 cm.

3.2.- Preparación de la probeta.- La probeta podrá ser un trozo y pieza entera de la chapa.

3.3.- Procedimiento.- Colóquese la probeta en posición horizontal y aplíquese sobre su superficie el tubo (si la lámina es ondulada se aplica en un valle), de tal manera que el tubo quede vertical. La unión entre ambos deberá ser sellada con pegamento y junta adecuada para -- obtener un sello hermético. Llénese el tubo con agua -- hasta obtener una columna de 25 cm. manténgase esta columna durante 24 horas. La prueba deberá llevarse a cabo en un ambiente cuya temperatura mínima sea de 15°C, -- y una humedad relativa mínima de 60%. Transcurrido ese -- tiempo obsérvese la parte inferior de la probeta.

4.- EXPRESION DE RESULTADOS.-

El informe de la prueba deberá contener los siguientes datos:

- 1).- tipo de lámina, ondulada o plana.
- 2).- clase de la lámina
- 3).- espesor nominal de la lámina.

- 4).- fecha de fabricación.
- 5).- fecha de la prueba.
- 6).- indicación de la presencia o ausencia de gotas en la parte inferior de la probeta o de manchas de humedad.

PRUEBA PARA COMPROBAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DE LAS LAMINAS ONDULADAS No. 7 DE ASBESTO - CEMENTO.

1.- ALCANCE.-

La presente norma establece el método para probar la resistencia a la flexión de las láminas onduladas No. 7 de asbesto-cemento.

2.- PRINCIPIO DEL METODO.-

El método se basa en la determinación de la carga que, aplicada en el centro de una probeta apoyada en dos soportes, ocasiona su ruptura.

3.- METODO.-

3.1.- Aparato.- Está constituido por dos soportes inferiores articulados, uno de ellos en una sola dirección y el otro en dos direcciones perpendiculares entre sí; un soporte superior también articulado, en una sola dirección. Los soportes serán de madera, cuyo peso específico sea superior a 0.80 g/cm³, tendrán un ancho de 3 cms. y sus

aristas serán redondeadas; deberán ser paralelos y su longitud debe ser superior al ancho de la probeta.

La aplicación de la carga será uniforme, con una velocidad máxima de 15 kg/seg. de tal manera que la ruptura se obtenga en 30 segundos como máximo.

El aparato deberá tener un dispositivo que permita hacer las lecturas con una aproximación de 2% como mínimo.

3.2.- Preparación de la probeta.- De cada lámina que constituye el lote de muestras se cortará una probeta de un ancho correspondiente a dos ondas (como mínimo) cortadas en los valles y con una longitud mínima de 1.20 m.

3.3.- Procedimiento.- Se toma la probeta y se coloca sobre los soportes, que deberán presentar un claro de 1.00 m. medido entre las caras internas de ellos, de tal manera que el centro de la probeta coincida con el centro del claro. Se permite intercalar tiras de cuero, lona, hule o fieltro de 10 mm. de espesor como máximo, entre probeta y soportes.

Por medio del dispositivo superior se aplica la carga hasta romper la probeta, anotando el valor obtenido en el momento de la ruptura, en Kg.

4.- EXPRESION DE RESULTADOS.-

4.1.- Cálculos.- Se relaciona la carga obtenida en ondas completas (ancho de la probeta) con la resistencia que se obtendría en 1 m. de ancho y se expresa en Kg/m.

4.2.- El informe de la prueba deberá contener los siguientes-datos:

- 1).- clase de la lámina.
- 2).- espesor nominal de la lámina.
- 3).- fecha de fabricación.
- 4).- fecha de la prueba.
- 5).- resistencia de la lámina en Kg/m.

NORMA OFICIAL DE CALIDAD PARA "TUBOS DE ERESION, DE ASBESTO - CEMENTO, PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA", D.G.N. C-12-1960.
(Esta Norma cancela la de "TUBOS DE ASBESTO CEMENTO".
D.G.N. C-12-1947).

1.- DEFINICION Y GENERALIDADES.-

1.1.- Definición.-

Se entiende por tubos de presión, de asbesto cemento, - los conductos de sección circular fabricados con una pasta de asbesto y cemento tipo Portland o Portland puzolánico, exen--tos de materia orgánica, con o sin adición de sílice.

1.2.- Generalidades.-

Los tubos estarán provistos de un sistema de unión especial o de un sistema de juntas especialmente diseñadas para poder formar, cuando el caso lo requiera, una tubería continua y que sean capaces de resistir las presiones de prueba sin que se presenten fugas en las uniones o juntas.

1.2.1.- Los tubos de presión de asbesto cemento, que cumplen la presente Norma, se emplearán para abastecimiento de agua.

2.- CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES.-

2.1.- Clasificación.-

Los tubos de presión, de asbesto cemento, serán de un sólo grado de calidad por lo que respecta a los materiales constituyentes.

Por lo que se refiere a la presión máxima interna de trabajo recomendado, los tubos se clasificarán en las clases siguientes: A-2.5, A-7, A-10, A-14 y A-ESPECIAL.

En cuanto a su contenido de hidróxido de calcio libre, los tubos se clasificarán en dos tipos:

TIPO I: Tubos con un contenido de hidróxido de calcio libre mayor de 2.00 %.

TIPO II: Tubos con un contenido de hidróxido de calcio libre hasta de 2 %.

Se deberá probar en fábrica cada cople con una coecaño, incluyendo los de la clase A-ESPECIAL; la presión se mantendrá durante 5 segundos; cada tubo y cada cople se probará de acuerdo con los valores de la Tabla I.

2.1.1.-

T A B L A I.

<u>PRESION HIDROSTATICA DE PRUEBA.</u>	
<u>CLASE</u>	<u>Presión de prueba</u>
<u>CLASE</u>	<u>Presión de prueba</u>
	Kg/cm ²
2.5	8.75
5	17.50
7	24.50
10	35.00
14	49.00
Especial.	-- --

La presión de rotura de los tubos no será menor de 5 veces la nominal de trabajo en diámetros hasta de 100 mm. y de 4 veces en diámetros de 150 a 900 mm.



QUINTO.

2.2.- Especificaciones.-2.2.1.- Especificaciones físicas.-2.2.1.1.- Dimensiones y tolerancias.-

Las dimensiones reales estarán especificadas en los catálogos de los fabricantes y se les aplicarán las tolerancias, en más y en menos, indicadas en la Tabla II.

2.2.1.1.1.-

T A B L A II.DIMENSIONES Y TOLERANCIAS.

Dimensiones.		T O L E R A N C I A S.		
Diámetro Nominal.	Diámetro Interno	Diámetro externo en la sección de enchufe.	Espesor	Largo nominal.
mm.	mm.	mm.	mm.	%
50 a 75		+ 1.3 - 0.8	hasta 25 mm.	
100 a 200	Mínimo permitido:	+ 1.3 - 0.8	+ 4 - 2	- 0.60% del
250 a 350		+ 1.3 - 0.8		Largo nominal.
400 a 500	Diámetro nominal - 5%	+ 1.3 - 0.8	Mayores de 25 mm.	
600 a 700		+ 1.4 - 1.0		
750 a 900		+ 1.5 - 1.2	+ 5 - 2.5	

2.2.1.2.- Resistencia a la Flexión.-

Cada tubo de asbesto cemento en diámetro de 50, 60, 75, 100, 125, 150, y 200 mm., deberá probarse a la flexión de acuerdo con la Tabla III, y de acuerdo con el método descrito en 3.2.1.

2.2.1.2.1.-

T A B L A IIIRESISTENCIA A LA FLEXION, MINIMA.

Diám. Inte.	A-2.5	A-5	A-7	A-10	A-14
mm	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
50	80	90	100	130	150
60	120	130	150	190	210
75	170	200	230	290	320
100	290	370	410	500	640
125	470	590	720	810	1100
150	710	880	950	1300	1700
200	1450	1700	1800	2600	3450

NOTA.- En diámetros mayores de 200 mm. no es necesaria la prueba de flexión, ya que el momento resistente de la sección es suficientemente grande.

2.2.1.3.- Resistencia al aplastamiento.-

La tubería deberá tener la resistencia al aplastamiento indicada en la Tabla IV al efectuarle la prueba de acuerdo con el método de apoyo en tres aristas descrito en 3.2.2.

2.2.1.3.1.-

T A B L A IVRESISTENCIA MINIMA AL APLASTAMIENTO.

<u>Diám.</u>	<u>A-2.5</u>	<u>A-5</u>	<u>A-7</u>	<u>A-10</u>	<u>A-14</u>
<u>mm.</u>	<u>Kg/m.</u>	<u>Kg/m</u>	<u>Kg/m.</u>	<u>Kg/m.</u>	<u>Kg/m.</u>
50	5200	6450	7850	10950	12650
60	4300	5600	7400	9150	12750
75	3650	5050	6800	9050	12850
100	3000	4300	6100	8050	12950
125	2750	3900	5850	7900	13000
150	2650	3600	5800	8050	13400
200	2550	3300	5500	8150	12850
250	2700	3100	5500	10400	16350
300	3000	3200	5950	11300	17550
350	3300	3450	6550	12800	20100
400	2650	3800	7150	13700	22900
450	3950	4200	7750	15050	25900
500	4250	4600	8350	16200	28850
600	4900	5350	9400	18900	33650
750	5850	6500	11150	23650	42250
900	6800	7650	13100	29150	50300

2.2.1.4.- Resistencia a la presión hidrostática.-

Los tubos deberán tener la resistencia a la presión hidrostática indicada en la Tabla I. al ser probadas según se indica en 3.2.3.

2.2.1.5.- Reventamiento.-

De un lote de 300 tubos o fracción, se tomará un tubo para llevar a cabo la prueba de reventamiento, según el método especificado en 3.2.4. a fin de conocer su coeficiente de seguridad.

2.2.1.6.- Juntas o impermeabilidad.-

Al realizar esta prueba, de acuerdo con el método especificado en 3.2.5. en los tubos no se deberán de presentar manchas de humedad ni pasarán gotas de agua y las juntas no deberán fallar.

2.2.1.7.- Coeficiente de escurrimiento.-

El coeficiente de escurrimiento deberá estar de acuerdo con lo especificado por el fabricante en sus catálogos y no deberá exceder a -5% al efectuar el cálculo con los datos obtenidos por el método de prueba especificado en 3.2.6.

2.2.1.8.- Notas sobre empaques de las juntas.-

Los empaques de las juntas, para ensamblar los enchufes deberán estar de acuerdo con las especificaciones correspondientes a la Norma D.G.N. T-21 en vigor.

2.2.2.- Especificaciones químicas.-

2.2.2.1.- Contenido de hidróxido de calcio libre.-

El contenido de hidróxido de calcio libre será determinado para los fines del párrafo 2.1. de acuerdo con el método de prueba especificado 3.2.7.

2.2.3.- Acabado.-

Los tubos no presentarán depresiones ni abolladuras que hagan disminuir el diámetro interior en más de 5 mm. con relación al diámetro obtenido en una sección adyacente no afectada. Si llegara a tener alguna en los extremos del tubo o sea en el lugar de enchufe, ésta no excederá de 2 mm. Los extremos lisos de los tubos deberán estar cortados según planos normales a los ejes de figura, con una tolerancia de 3°

2.2.4.- Marcado.-

Se inspeccionará cada tubo para verificar que aparezca la siguiente información:

Nombre y ubicación de la empresa, fecha de fabricación, clase y tipo del tubo de acuerdo con la norma, marca registrada, la leyenda HECHO EN MEXICO y el Sello de Garantía cuando haya sido autorizado su uso por la Secretaria de Industria y Comercio.

3.- Métodos de prueba.-

3.1.- Inspección sistemática para la vigilancia del cumplimiento de la Norma:

3.1.1.- Muestreo.-

Absolutamente todos los tubos se someterán a pruebas dimensionales y a la prueba de presión hidrostática: siguiendo el criterio establecido en la Norma de acuerdo con las especificaciones Físicas, Químicas y Dimensionales.

Por lo que se refiere a las pruebas de aplastamiento y reventamiento, se harán en aquellos lotes consistentes de 300 tubos o fracción, en cada tamaño y clase únicamente para conocer el coeficiente de seguridad, tomando como muestra un tramo de un tubo de 500 mm. de longitud como mínimo.

Cada tubo deberá ser inspeccionado desechando a aquellos que excedan los valores de la Tabla II. La inspección se llevará a cabo con instrumentos debidamente calibrados y que garanticen una exactitud de 0.1 mm.

Aquellos tubos que no cumplen con las especificaciones serán rechazados.

Sólo cuando se autoriza por primera vez el uso del Sello de Garantía o se cambie el sistema de fabricación, se realizarán, por una sola vez, las pruebas que se señalan en 2.2.1.6. y 2.2.1.7. empleando los procedimientos establecidos en 3.2.5. y 3.2.6., respectivamente o a juicio fundado de la pro

pia Dirección General de Normas.

3.1.2.- Para reclamaciones y expedición de certificados de --
garantía.-

3.1.2.1.- Lote de entrega.-

Lo constituyen todos los tubos motivo de la transacción comercial.

3.1.2.2.- Lote de prueba.-

Del lote de entrega, motivo de la transacción comercial de cada 300 tubos o fracción y en cada tamaño y clase, - se tomará un tubo exclusivamente para las pruebas de aplastamiento y reventamiento.

3.1.2.3.- Lote de muestra.-

Estará formado por todos los tubos de la transacción, comercial, por que cada tubo individualmente deberá cumplir - con las especificaciones de la Norma.

3.1.2.4.- Aceptación o rechazo.-

Cuando el cliente lo mencione en el pedido, cada fábrica permitirá la inspección de los productos elaborados, motivo de la transacción y que constituyen el lote de entrega, - en el lugar que de común acuerdo estipulen comprador y vendedor. Si los resultados obtenidos cumplen con las especifica--

ciones de esta Norma, se aceptará el lote de entrega, en caso de no llenar estos requisitos se rechazará el lote de entrega.

El fabricante llevará un registro detallado de las -- pruebas que cumplen esta Norma y deberá proporcionarlo al con- sumidor, cuando éste lo solicite.

3.2.- Determinaciones.-

3.2.1.- Prueba de resistencia a la flexión.-

Cada tubo deberá flexionarse en una máquina de ensaye con claro libre de 3.60 m entre apoyos. La carga total será - aplicada por partes iguales en puntos situados a las terceras partes de la distancia entre apoyos. Se aplicará la carga --- aumentandola a una velocidad uniforme en la máquina, hasta al- canzar las cargas de prueba especificadas en la Tabla III.

3.2.2.- Prueba de resistencia al aplastamiento.-

Para llevar a cabo la prueba de resistencia al aplas- tamiento, se toma un tubo de la producción de una jornada de- trabajo o bien de un lote de 300 tubos o fracción para cada - diámetro y clase. De este tubo se corta, de la porción sin tor- near, una muestra de 200 mm. como mínimo. Esta muestra se pro- bará para ver su resistencia al aplastamiento de acuerdo con- el método de apoyo en tres aristas, debiendo resistir hasta - que la carga total aplicada exceda los valores que aparecen - en la Tabla IV. La carga debe de aplicarse a una velocidad uni- forme.

Si la muestra falla en valores menores de un 75% del especificado deberá rechazarse el total del lote correspondiente. Si la muestra resiste más del 75% pero menos del 100% del valor especificado deberá cortarse cinco muestras adicionales de diferentes tubos del lote. Si dos de estas cinco muestras adicionales no cumplen las especificaciones de resistencia, todo el lote deberá rechazarse.

La máquina empleada en la prueba deberá tener las siguientes características: deberá ser compacta y rígida con el fin de que la distribución de la carga sea uniforme; podrá operarse a mano o bien por medio de un motor, de manera de aplicarse la carga con una velocidad constante a razón de 300 ± 750 Kg/m/min. y por incrementos no mayores de 50 Kg.

Los apoyos deberán ser lo suficientemente rígidos, para que pueda recibir y a su vez transmitir cargas uniformes en toda su longitud sin flexionarse. Los apoyos inferiores consistirán en dos tiras de madera dura, cuyas aristas superiores interiores, deberán estar redondeadas con un radio de 12 mm. serán rectas y estarán firmemente sujetas a un bloque rígido, con sección transversal de 150 x 150 mm. por lo menos. Las caras verticales interiores de las tiras, serán paralelas entre sí y su separación aumentará 25 mm. por cada 300 mm. de aumento en el diámetro de los tubos por probar. En ningún caso, la distancia entre las caras será menor de 25 mm. -

El apoyo superior consistirá en un bloque de madera con sección transversal de 150 x 150 mm. como mínimo.

Al llevar a cabo la prueba, los apoyos deben abarcar la longitud del tubo y éste deberá centrarse con precisión para tener la seguridad de que se logrará una distribución simétrica de la carga a uno y otro lado del centro del tubo y en todas direcciones. Se interpondrán tiras de baqueta o de hule entre el tubo y los apoyos, las que como máximo tendrán 10 mm de espesor y 25 mm de ancho.

3.2.3.- Prueba de resistencia a la presión hidrostática.

Cada tubo se prueba colocándolo en una máquina para -- pruebas de presión hidrostática, con empaques que sellen los extremos del tubo. Todo el aire se saca y la presión se aumenta con una velocidad uniforme de manera de llegar a tener las presiones que aparecen en la Tabla I. Las presiones que aparecen en esta tabla, se deben mantener durante cinco segundos.

3.2.4.- Prueba de reventamiento.

Para llevar a cabo la prueba de reventamiento, se toma un tubo de la producción de una jornada de trabajo o bien de un lote de 300 tubos o fracción para cada diámetro y clase. De este tubo se corta una muestra de 500 mm como mínimo. Se coloca la muestra por probar en la máquina para pruebas de presión hidrostática, siguiendo el método de prueba descrito en-

3.2.3. y se eleva la presión hidrostática gradualmente hasta lograr el reventamiento del tubo.

3.2.5.- Prueba de juntas e impermeabilidad.

La tubería necesaria para ésta prueba, será previamente saturada por inmersión en agua durante 48 horas.

Se formará una línea con la tubería en estas condiciones: con una longitud mínima de 20 m anclada en sus extremos; en uno de los cuales se conectará la línea de presión para aumentar agua y en el otro extremo, se conectará un dispositivo para purgar el aire de la tubería.

La presión para esta prueba será de 2 veces las nominal de trabajo y se sostendrá durante 5 horas, tiempo en el que no deberán fallar las juntas; así mismo, el tubo no presentará manchas apreciables de humedad y no dejará pasar gotas de agua.

3.2.6.- Determinación del coeficiente de escurrimiento.

Esta prueba se verificará únicamente en una línea a nivel de 75 mm de la clase A-7, en un tramo de 200 m con 6 manómetros de precisión con aproximación mínima de un décimo de Kg/cm^2 . Los manómetros se colocarán, el primero y el segundo en una brida de orificio por lo menos a 2 m de la descarga de la bomba o de la fuente de alimentación; este orificio es de 57.1 mm y con una bomba centrífuga de capacidad adecuada -

para mantener la presión de 4 kg/cm^2 ; en el tercer manómetro - a 10 m de la descarga de la bomba, el cuarto a 70 m, el quinto a 130 m y el sexto a 190 m o sea 10 m antes de la descarga libre mediante un aforo directo o mediante un dispositivo diferente a la brida de orificio, se determinará el gasto. Los gastos determinados por los dos procedimientos tendrá una diferencia máxima de 0.5%.

3.2.7.- Pruebas de alcalinidad.-

3.2.7.1.- Reactivos.-

Indicador de fenolfataleina.- Se disuelve 1g. de fenolfataleina en 100 ml. de alcohol etílico absoluto.

Solución de glicerina-alcohol.- Prepárese una solución de glicerina y alcohol etílico anhidro o absoluto 1:2 en volumen (un solvente comercial que consiste en un 95% de alcohol etílico absoluto más el 5% de alcohol isopropílico, puede substituir como solvente de la glicerina). Para cada litro de esta solución se añaden 2 ml. de indicador. Ajústese esta solución por medio de una solución alcohólica de NaOH (con alcohol etílico absoluto) o bien con solución valorada de acetato de amonio, según sea el pH original; de manera que quede ligeramente básica.

Solución valorada de acetato de amonio.- (1 m). = 0.005 g. de CaO se disuelven 16 g. de acetato de amonio crist

lino y seco en 1 litro de alcohol etílico absoluto o anhidro. La solución se titula con una cantidad conocida de CaO; usando una mezcla de 0.05 - 0.06 g. de CaO molido, 60 ml. de solvente glicerina-alcohol y 2 g. de nitrato de estroncio anhidro Sr (NO₃)₂; se llega al punto final cuando ya no aparezca color. Después de hervir por 10 minutos la solución, no debe aparecer ninguna coloración. Si apareciera el color, se continúa la titulación.

3.2.7.2.- Procedimiento.-

De una muestra de tubo o de cople que haya pasado la malla 20 se tomará $1 \text{ g} \pm 0.010 \text{ g.}$ con una aproximación de 0.001 g. colocándola después en un matraz Erlenmeyer de 250 ml seco, el cual tiene una cápsula metálica revestida de teflón-para agitación magnética; se añaden 60 ml. del reactivo glicerina alcohol y 2 g. de nitrato de estroncio Sr (NO₃)₂. Se conecta el matraz a un refrigerante enfriado por agua (que tiene una junta standard de vidrio de 24/40 y se hierve la solución durante 30 minutos con agitación lenta, después se separa el matraz del refrigerante y se filtra la mezcla de un embudo Buchner por medio de vacío. El filtrado caliente se titula con solución valorada de acetato de amonio hasta el punto final. No se debe de agregar un exceso de acetato de amonio - ya que reaccionaría con los silicatos y aluminatos de calcio.

3.2.7.3.- Cálculos.-

Titulación de la solución de acetato de amonio.

$$E = \frac{PCaO}{Va} \times 1.32$$

en donde:

E = Peso de Ca (OH)₂ en g/ml. de sol. de acetato de amonio.

PCaO = Peso de CaO en gramos.

Va = Volumen del acetato de amonio en ml.

Porcentaje de Ca (OH)₂

$$\% = \frac{EV}{P} \times 100$$

En donde:

V = Volumen de solución de acetato de amonio usada.

P = Peso de la muestra en gramos con aproximación de 0.001 g.

C A P I T U L O V

OTRAS INDUSTRIAS

INDUSTRIA TEXTIL.-

Dentro de este ramo el asbesto es clasificado remarcando sus características resistentes; entre ellos la resistencia que presenta ante la tensión, también están consideradas su longitud de fibras, finura, flexibilidad. El grado de asbesto utilizado es el grupo 3 ya que corresponde a las fibras más largas dentro de los asbestos y se les conoce como fibras textiles. El proceso consiste esencialmente en abrir, mezclar y ordenar las fibras en paralelo que posteriormente son hiladas en conos especiales. De esta forma quedan listas para ser utilizadas en la manufactura de variados productos textiles como yutes y telas en los que se ven sus características de alta resistencia a la y al efecto de sustancias corrosivas, tienen además aplicaciones en la Industria Química como filtros para gas, paredes aislantes o revestimientos.

INDUSTRIA MECANICA - AUTOMOTRIZ.

La industria manufacturera de materiales de fricción es la segunda consumidora de asbesto. El crisotilo dentro de la variedad de asbesto es preferido por su alta resistencia a la fricción ya que debido a la fricción hay transformación de energía cinética en calorífica; el desprendimiento de calor es controlable por las características aislantes que presentan

sentan los asbestos.

Su uso especial es en la fabricación de balatas y clutch para automoviles.

Otros Usos. Son muchas las aplicaciones que pueden tener los asbestos en la fabricación de diversos productos tales como: aislantes termicos, productos de construcción, refuerzos plásticos, manufactura de papel, textiles, empaçado y enchaquetado de equipo industrial. En combinación de plasticos para la elaboración de materiales usados para decoración de interiores como paredes, fachadas prefabricadas, pisos y recubrimientos en general.

Dentro de la Industria Quimica.- es aprovechada la característica filtrante, la solubilidad en H Cl de los papeles y filtros a base de asbesto. Una de las últimas presentaciones del asbesto dentro de los productos comerciales es en forma de Spray, este se utiliza como aislante en superficies no uniformes por su gran accesibilidad además de tener los efectos como aislante termico tiene propiedades como aislante acustico; el contenido normal de asbesto en este tipo de producto es de 60%.

Este Spray consiste en una mezcla húmeda de asbesto cemento; la adhesión y estabilidad de este, esta gobernada por el contenido de agua; y las propiedades aislantes y el acabado de la superficie son determinados por el volumen de

asbesto usado.

Las mezclas de asbesto utilizado en este novedoso producto son esencialmente hechos con Amosita y Crocidolita. El amosita se adiciona para controlar el contenido de agua en el compuesto en virtud de sus características de adsorción de -- agua.

Los grados de Amosita recomendados son:

M, S11, W3, K3, S33.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES.

Se puede concluir que:

Los factores que deben de considerarse para tratar de superar los problemas que se derivan del proceso, se sugiere contratarlos sobre los siguientes puntos siendo estos los que se considera de mayor importancia; pero no se debe olvidar y hacer la conciencia en Producción que cada paso durante la fabricación es importante y que cada persona desempeña una función; que c/u es parte de un conjunto.

a) Superficie especifica ó grado de abertura, se debe alcanzar la máxima permisible dependiendo del diseño de la mezcla sin afectar la longitud de la fibra; determinar cuales son los tiempos, máximos y velocidad durante operación de desfibrado.

b) Diseño fundamentado de Mezclado.

El diseño de una mezcla debe ser perfectamente pensado, para lo cual se cuenta con un Manual de asbesto en el que incluye gran cantidad de asbestos comerciales; en este se dan los principales características físicos de los mismos; considerandose tambien para el ya mencionado diseño los asbestos existentes en la planta, el valor tecnico y % de fibra aceptado por la Dirección de Ingeniería.

c) El Curado.- es determinante para la resistencia que

tendrá el producto este se debe llevar a cabo en la forma y durante el tiempo adecuado; especialmente durante los primeros 7 días que es el periodo en el cual la Resistencia se incrementa en forma notable.

Considerando además que la Industria del Asbesto-Cemento tiene gran proyección comercial ya que a día es mayor la aplicación que se le da a sus productos por las ventajas que estos ofrecen.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Asbestos Fundamentales.
Hans Berger 1973
- 2.- Asbestos Corporation Limited 1974
- 3.- Chrysotile Asbestos Fibers
John's Manville 1974
- 4.- Cape Industries Limited
Cape Review 1975
- 5.- Cape Amphifole Asbestos 1975
- 6.- Test Methods for Blue and
Amosite Asbestos Fibers 1967
- 7.- Chrysotile Asbestos Test
Manual 1975
- 8.- Normas DGN para Materiales
de Asbesto Cemento 1966
- 9.- "Curso Especial de Cemento
y Concreto" Instituto Mexica-
no del Cemento y del Concreto 1976