



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

Revestimientos en muros de mampostería utilizando fibras

Byron Rene Borrayo Del Valle
Asesorado por Dr. Ing. Edgar Virgilio Ayala Zapata

Guatemala marzo de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REVESTIMIENTOS EN MUROS DE MAMPOSTERÍA UTILIZANDO FIBRAS

TRABAJO DE GRADUACION

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

BYRON RENE BORRAYO DEL VALLE

ASESORADO POR EL DR. EDGAR VIRGILIO AYALA ZAPATA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2004

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

REVESTIMIENTOS EN MUROS DE MAMPOSTERÍA UTILIZANDO FIBRAS.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 24 de septiembre de 2002.

Byron Rene Borrayo del Valle

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Polanco Antonio Aguilar

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson.
EXAMINADOR	Ing. Rolando Grajeda Tobar.
EXAMINADOR	Ing. Julio Antonio Arreaga Solares.
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa.
SECRETARIO.	Ing. Polanco Antonio Aguilar.

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODO PODEROSO

A LA VIRGEN SANTÍSIMA

AL DR. ING. EDGAR VIRGILIO AYALA ZAPATA

Por su valiosa asesoría y sabios consejos
Para la realización del presente trabajo.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por los conocimientos adquiridos en el
proceso de aprendizaje

DEDICATORIA

A NUESTRO SEÑOR JESÚS DIOS PADRE

A NUESTRA VIRGEN SANTÍSIMA

A MIS PADRES

Nicomedes de Jesús Borrayo Dávila
Estela Emilia del Valle de Borrayo
Por su comprensión, sacrificios y amor.

A MIS TIOS

A MIS HERMANOS

A MIS SOBRINOS

A MI PATRIA

1.2.1.1.4.4	Repellos en muros de bloque de cemento	5
1.2.1.1.5	Cernido	5
1.2.1.1.6	Blanqueado	5
1.2.1.2	Acabados finales tradicionales	6
1.2.1.2.1	Blanqueado	6
1.2.1.2.1.1	Alisado	7
1.2.1.2.1.2	Granceado	7
1.2.1.2.1.3	Cernido	8
1.2.1.2.1.4	Cernidos de yeso	8
1.2.2	Revestimientos continuos o despiezados	10
1.2.2.1	Revestimientos a base de resinas plásticas	10
1.2.2.2	Revestimientos plásticos	11
1.2.2.3	Laminas plásticas	13
1.2.2.4	Cernidos plásticos	14
1.2.2.4.1	Tipos de revestimientos plásticos	15
1.2.2.5	Fibro cemento	16
1.2.2.6	Maderas	17
1.2.2.6.1	Tipos de madera	19
1.2.2.6.1.1	Madera natural	20
1.2.2.6.1.2	Madera transformada	20

	1.2.2.6.1.3	Tableros contrachapados	21
	1.2.2.6.1.4	Madera laminada	21
	1.2.2.6.1.5	Tablex	22
1.3		Tipos de clasificación	23
1.4		Materiales usados para revestimientos	23
	1.4.1	Diferentes tipos de materiales para revestimiento	24
		1.4.1.1 Interiores	25
		1.4.1.2 Exteriores	25
		1.4.1.3 De acuerdo a su naturaleza	25
2		FIBRAS	27
	2.1	Descripción	27
	2.2	Tipos y características	28
		2.2.1 Fibras de sisal	29
		2.2.2 Maguey o henequén	29
		2.2.3 Kenaf	29
		2.2.4 Coco	30
		2.2.5 Fibra de vidrio	30
		2.2.6 Fibra de acero	31
		2.2.7 Fibra de asbesto	31
		2.2.8 Fibra sintética	32
		2.2.8.1 Propiedades de las fibras sintéticas	32
		2.2.9 Geotextil	34
		2.2.10 Fibra óptica	34
		2.2.11 Fibra de carbón	36
		2.2.12 Fibras polímeras	36

2.2.12.1	Polietileno	38
2.2.12.2	Polipropileno	38
2.2.12.3	Poliéster	39
2.2.12.4	<i>Nylon</i>	39
2.2.12.5	Nomex y kevlar	40
2.2.12.6	Celulosa	41
2.2.13	Fibras cerámicas	41
2.2.14	Fibras de alcohol polivinílico	41
2.3	Usos	42
3	FIBRAS DE <i>NYLON</i> VIDRIO Y OTRAS	43
3.1	Fibra de nylon	43
3.2	Características	43
3.2.1	Propiedades de la fibra	46
3.3	Dosificación	46
3.4	Limitaciones	46
3.5	Ventajas	47
3.6	Fibra de vidrio	48
3.7	Características	49
3.7.1	Apresto o aglutinante textil	51
3.7.2	Apresto de refuerzo	51
3.8	Funcionalidad	52
3.8.1	Mecha	52
3.8.2	Colchoneta	53
3.8.3	Petatillo	53
3.8.4	Velo	53
3.8.5	Filamento cortado	54

3.9	Fibras de polietileno	54
3.10	Fibra vegetal	55
4	REVESTIMIENTOS EN MUROS DE MAMPOSTERÍA UTILIZANDO FIBRAS DE <i>NYLON</i> DE VIDRIO Y OTRAS ENSAYOS SOBRE LAS MEZCLAS	57
4.1	Preparación de la mezcla	57
4.2	Densidad de la mezcla	57
4.3	Trabajabilidad y consistencia	58
4.4	Resistencia a compresión y a tensión	58
4.5	Absorción de agua por capilaridad	58
4.6	Permeabilidad del agua	59
4.7	Adherencia al estado seco	60
4.8	Observación	61
4.8.1	Mezcla sin fibra	61
4.8.2	Mezcla de <i>nylon</i>	62
4.8.3	Mezcla de polietileno	62
4.8.4	Mezcla de pino	63
4.8.5	Mezcla de vidrio	63
5	ANÁLISIS DE RESULTADOS	65
5.1	Densidad de la mezcla	65
5.2	Resistencia a compresión y a tensión	65
5.3	Absorción de agua por capilaridad	66
5.4	Permeabilidad al agua	66
5.5	Adherencia al estado seco	66

CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	72

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Tipos y características de las fibras	28
2	Gráfica de resistencia al impacto del concreto con fibra de <i>nylon</i>	47
3	Gráfica No. 1 de absorción de agua por capilaridad	84
4	Gráfica No. 2 de absorción de agua por capilaridad	85
5	Gráfica de densidades de las mezclas	86
6	Gráfica de esfuerzos de tensión y de compresión	87
7	Gráfica adherencia al estado seco	88
8	Gráfica de permeabilidad al agua	89

TABLAS

I	Propiedades de la fibra de <i>nylon</i>	46
II	Densidad de las mezclas	74
III	Esfuerzos a tensión y compresión	75
IV	Ecuaciones de las rectas y caudales de permeabilidad al agua	76
V	Absorción del agua por capilaridad, mezcla sin fibra	77
VI	Absorción del agua por capilaridad, mezcla fibra de vidrio	78
VII	Absorción del agua por capilaridad, mezcla fibra de pino	79
VIII	Absorción del agua por capilaridad, mezcla fibra de polietileno	80
IX	Absorción del agua por capilaridad, mezcla fibra de <i>nylon</i>	81
X	Resultados de coeficiente de capilaridad	82
XI	Permeabilidad al agua	83
XII	Adherencia al estado seco	83

GLOSARIO

Adherencia	Unión, pegar, atracción molecular entre las superficies de dos cuerpos heterogéneos puestos en contacto.
Aglutinante	Unir, pegar una cosa con otra.
Aislante acústico	Material usado para mantener el sonido.
Amianto	Mineral de estructura fibrosa y flexible, formado por silicato hidratado de calcio y magnesio, se usa para fabricar aislantes térmicos.
Apresto	Tratamiento para dar a las telas o tejidos determinadas propiedades.
Celulosa	Forma las membranas de las células vegetales, se utiliza para fabricar papel, seda artificial etc.

- Chapeado** Operación que consiste en recubrir una parte o la totalidad de la superficie de un cuerpo con láminas muy finas.
- Curado** Endurecido, seco fortalecido.
- Ebanista** Carpintero de muebles y maderas finas.
- Enlucidos** Aplicar una capa de yeso o mezcla a las paredes, techos o fachadas de edificios.
- Granceado** Es un acabado final que se le da a las paredes o cielos.
- Guarnecidos** Revestir las paredes de una edificación.
- Hormigón** Mezcla formada por piedras menudas y mortero de arena y cemento, cohesión mediante un aglutinante hidráulico.
- Impermeable** Que no puede ser atravesado por agua u otro líquido.
- Mampostería** Obra de albañilería a base de piedras o elementos unidos con mezcla.

Mortero	Mezcla que se emplea en obras de albañilería.
Polímeros	Formado por varias partes, generalmente iguales entre si.
Resina sintética	Resinas obtenidas por procedimientos químicos de polimerización.
Vítreos	De vidrio, o parecido al vidrio.

RESUMEN

Los revestimientos forman un papel muy importante en obras de Ingeniería Civil, como por ejemplo en muros de mampostería para vivienda o para muros perimetrales.

En este trabajo de graduación se presentan los revestimientos formados por mezclas o morteros, de los elementos ya tradicionales como son: el cemento, arena y cal, su gran variedad, sus tipos y características.

Un elemento que se usa en la vida diaria, en diferentes formas, es la fibra, y en la actualidad existe un sin número de ellas. Las artificiales como el *nylon*, vidrio o el polietileno pueden encontrarse en tamaños pequeños como hilos muy delgados, y al mezclarse con los morteros, mejoran las características y propiedades del revestimiento, aplicado a muros de mampostería, como se muestra en los resultados obtenidos en los ensayos realizados.

OBJETIVO

- **General**

Analizar qué tan efectivo resulta la fibra en el revestimiento de muros de mampostería.

- **Específicos**

1. Determinar la composición de las diferentes fibras.
2. Analizar si se pueden utilizar las fibras en otros métodos constructivos.
3. Estudiar su funcionamiento dentro de su modo de aplicación.
4. Conocer las ventajas y desventajas de las fibras.

INTRODUCCIÓN

En la rama de la construcción, existen actualmente un sin número de materiales que se utilizan para proteger los muros de mampostería, del medio ambiente, (lluvia, rayos del sol, viento, insectos etc.); así como por estética. Estos pueden ser a base de mezclas, (repellos, cernidos, blanqueados, yeso, texturas plásticas) como de piedras naturales o piedras artificiales. Todos estos revestimientos van acorde a las necesidades del caso, y pueden ser: por simple función decorativa, de tipo económico, resistentes al desgaste, buenos aislantes de tipo térmico o acústico, lavables, donde las necesidades de limpieza sean optimas, o repelentes al agua (impermeabilizantes)

En el revestimiento en muros de mampostería a base de mezclas, existe a menudo un problema, al momento de protegerlo, y es el surgimiento de grietas en las capas, esto sucede debido a los componentes de las mezclas, o la forma de mezclar los mismos. Para solucionar el problema, se ha empleado el uso de fibras para la reducción de las grietas. El siguiente trabajo de graduación tiene como finalidad corroborar, sí en realidad la utilización de fibras ayuda a disminuir o a evitar el surgimiento de dichas grietas; ya que ha dado buenos resultados en el concreto.

En el siguiente trabajo de graduación, se tratará sobre todo lo que se relaciona al tema de revestimiento: materiales, clasificación, acabados finales y tipos de revestimientos.

Se presentan los principales logros de usar fibra en la mezcla o mortero al momento de revestir los muros de mampostería, ya que éstas mejoran las propiedades mecánicas de los mismos, no afectan su trabajabilidad, y dejan un acabado aceptable en la superficie de la capa de repello, evitando así el surgimiento de grietas .

1 REVESTIMIENTO

En construcción se entiende por revestimiento todo el elemento superficial que, aplicado sobre la cara externa del otro elemento constructivo, cumple, en muchos casos, una doble función: cubrimiento de paredes (exteriores e interiores), suelos y techos, y ornamentación de fachadas e interiores; en este caso, contribuyen notablemente en la estética y confort de los edificios. Aunque la elección del revestimiento va en función del destino y calidad del edificio, el criterio y buen gusto a la hora de elegir el tipo de revestimiento adecuado para cada caso, es decisivo.

Según estudios realizados anteriormente, al agregar fibra al cemento se obtienen mejores resultados, como mayor resistencia al impacto, a la fractura, reducción de grietas y resistencia al desgaste.

1.2 Clasificación de los revestimientos

Los revestimientos pueden clasificarse en dos grupos: revestimientos continuos o monolíticos: repellos, cernidos, enlucidos, guarnecidos. y revestimientos discontinuos o despiezados: piedra natural, piedra artificial conglomerado, metal, vidrio, plástico, corcho, escayola, papel, madera, cerámico, fibrocemento, etc.

1.2.1 Revestimientos continuos o monolíticos

1.2.1.1 Formación de los morteros

La formación normal del mortero es a base de cal o cemento, arena y agua. La arena interviene como material inerte para dar solidez a la masa deseada y evitar la ruptura que se producirá si empleara el aglomerante (cal o cemento) solo.

1.2.1.1.1 Mortero de cal

Es aquel que está formado por cal, arena y agua. El revestimiento de mortero de cal tiene como misión principal la de cubrir las juntas y unificar la superficie original, obteniendo de esta forma un mejor acabado en la obra final. En el muro o paredes exteriores, los recubrimientos servirán para proteger las superficies contra la acción de los agentes atmosféricos, y prolonga la vida de los mismos.

1.2.1.1.2 Mortero de cemento

Es aquel que está formado por cemento, arena y agua.

1.2.1.1.3 Mortero bastardo

Es aquel que está formado de cemento, cal, arena y agua.

1.2.1.1.4 Repellos

El repello es una capa de mortero aplicada sobre los parámetros de una pared de ladrillo, mampostería, de aglomerados o de hormigón. El repello o enfoscado exterior están destinados a proteger el interior, de las aguas de lluvia empujadas por el viento. Por otra parte debe permitir la evacuación de la humedad interior de la pared hacia el exterior. Además, ofrecer ciertas cualidades de estética, exigidas para la construcción así como servir de base para obtener un buen acabado. Se usa como base niveladora de la superficie y para evitar que sean evidentes las cizas del levantado.

1.2.1.1.4.1 Repellos de superficies

Se ha indicado ya la finalidad principal de esta operación, la cual se lleva a cabo lanzando el mortero de consistencia fluída y que habrá de extenderse rápidamente con la misma cuchara de albañil, se procede a igualar y alisar el repello por medio de una regla que se correrá encima de la superficie obtenida, antes que el mortero empiece a endurecerse. Para obtener la nivelación del repello la regla será guiada por las maestras. El espesor del repello depende de las irregularidades en el levantado de la pared o muro.

1.2.1.1.4.2 Repello en superficies interiores

La aplicación de repellos, se inicia con la preparación de la pared o muro, la cual consiste en determinar las salientes de mortero que han quedado del levantado de las paredes, los cuales se quitarán, así también se va a determinar la verticalidad de las superficies, para que el repello quede lo más delgado posible.

Las salientes se determinan por medio de una regla de madera, que se coloca en dirección horizontal, vertical y oblicua. La superficie se deberá humedecer para así lograr un fraguado uniforme, ya que la sequedad de los muros o superficie, absorben el agua del mortero, que provoca un deficiente fraguado, lo que ocasiona diferente uniformidad al repello. Se colocará una capa de mortero en una proporción de: una parte de cal y tres partes de arena amarilla o arena de río cernida. Este mortero debe ser de consistencia fluida, después de ocho horas de haber aplicado la primera capa, se procede a la aplicación de la segunda capa, la cual será de la misma proporción que la anterior, esta capa será aplicada una vez que hayan sido colocadas previamente las maestras. Transcurrido dos días de haber aplicado la segunda capa de mortero y una vez que ésta se ha agrietado se procede a la aplicación de una tercera capa, que será el revestimiento final, el cual puede ser cernido vertical, remolineado, alisado o cualquier otro.

1.2.1.1.4.2 Repellos en superficies exteriores.

La aplicación del repello para superficies exteriores, se hará de igual manera que lo descrito repellos en superficies interiores.

1.2.1.1.4.4 Repellos en muros de bloque de Cemento

Para la aplicación de este tipo de muro se procede de la manera siguiente: se humedece perfectamente la pared a la que habrá de aplicarse el mortero, que debe ser de una composición rica en cemento para que forme un buen engrape, así como picar o hacer hendiduras en el muro en cuestión, para poder proseguir como lo descrito con anterioridad en repellos de superficies interiores.

1.2.1.1.5 Cernido

Puede ser vertical y remolineado.

1.2.1.1.6 Blanqueado

Se usan en cenefas, sillares, dinteles y últimamente en paredes. Actualmente el repello y cernido no implica un acabado obligado, ya que en muchas construcciones se especifica que el material con que se efectuó el trabajo quedará con su textura original, ya sea de ladrillo, block o concreto expuesto. Muchas paredes aparentan ser de ladrillo visto, y no son más que solamente un aplicado de piezas cerámicas sobrepuestas que lo imitan, las cuales están adheridas por un repello de mortero, el que constituye el verdadero repello de la obra. Siempre se aconseja que la pared o muro a repellar se encuentre limpio de grasa o materiales que puedan reaccionar desfavorablemente con la cal o arena del repello para así poder obtener una mayor adherencia y larga duración.

Antes de usarse el mortero las paredes deben humedecerse, y en época de verano con mayor razón, para evitar que ésta absorba la humedad del material de repello y fragüe correctamente. En los días más calurosos deben de eludirse las operaciones de repello del exterior, pues la temperatura evapora el agua del mortero, y por lo tanto se producirá un fraguado deficiente, que provocará grietas. La excesiva humedad también dificulta la operación de repello, debido a que no existe adherencia entre la superficie de la misma.

1.2.1.2 Acabados finales tradicionales

1.2.1.2.1 Blanqueado

Después de haber sido efectuado el repello en superficies interiores o exteriores se procede de la siguiente manera:

- De dos a ocho días después de haber sido efectuado el repello se aplica el acabado final, que tendrá una proporción 4:1 de cal-arena blanca fina cernida o arena de río.
- La aplicación se hará en lienzos completos, entre aristas verticales y horizontales, de modo que no queden puntos intermedios, y que evite que la superficie presente ondulaciones.
- El espesor de la capa de mortero será de 0.4 centímetros más o menos.

1.2.1.2.1.1 El alisado o blanqueado

Puede servir como base para pintura o empapelado, empleándose también como acabado de la pared, en este último caso el blanqueado mejorará la presentación de la pared o muro, al mismo tiempo que lo preservará de la acción de los agentes atmosféricos.

1.2.1.2.1.1 Granceado

Este es un tipo de recubrimiento final que goza de popularidad, en el cual se consigue el efecto contrario al alisamiento o blanqueado; y el que adoptará un terminado final granulado, basto y rudimentario, que dará al muro o pared un toque rústico. En un principio este acabado respondía a necesidades de tipo eminentemente práctico, en especial la rapidez de su ejecución y la economía de su costo. Era empleado en obras secundarias, tales como: cercos, vallas, etc., pero su irregularidad constituye un buen mortero decorativo y que ahora se aprovecha con buenos fines estéticos. El revestimiento rústico es empleado: para acabados de paredes o muros, en cielos rasos, en los interiores de las viviendas, oficinas, etc. El procedimiento empleado para el mismo es, humedecer perfectamente la superficie, y lanzar el mortero con la cuchara de albañil, manteniendo el granceado húmedo durante el período de curación, que es 48 horas aproximadamente. Las proporciones de los materiales para poder obtener un granceado de mejor calidad es, de una parte de cemento, una de cal y seis partes de granza de arena blanca de 3/8" a 1/4" bien limpia, no hay mortero que pueda considerarse más económico, ni más rápido que el granceado que se acaba de describir, a las que habrá que añadir, la tendencia actual a los acabados rústicos.

1.2.1.2.1.2 Cernidos

La aplicación del cernido se hace 8 días después de haberse efectuado el repello, y para su ejecución se procede a humedecer la pared y aplicar la capa de mortero que contenga las proporciones siguientes: una parte de cal, de media a dos partes de arena blanca fina, ya sea para interiores o exteriores, se puede agregar cemento en una proporción de 0 a 1/10 del volumen de cal empleada. La aplicación de la capa de cernido se hace en lienzos completos entre aristas verticales y horizontales, de modo que no queden juntas intermedias.

1.2.1.2.1.3 Cernidos de yeso

Cuando el propósito de la investidura es lograr un acabado relativamente fino, pero no tan arenoso como otros, se ha recurrido a darle un acabado final con un elucido de yeso, es decir untar una masa pastosa de yeso sobre la superficie de la pared repellada, previamente fraguada, y así obtener una superficie brillante y sumamente fina. Las superficies relucientes de blancura obtenidas con el cernido de yeso, pueden ser desfavorable pues la misma es muy susceptible a impregnarse de suciedad y la grasa que es en extremo perjudicial; por otra parte su colocación a diferencia de los morteros de concreto, proporciona un fraguado relativamente rápido de aproximadamente 30 minutos, acelerándose inclusive con algunos yesos especiales.

La superficie de aplicación deberá estar completamente limpia, el fino obtenido es aceptable y mejora en la medida que se le dé una mayor dedicación al momento de su aplicación, no está por demás decir que es recomendado para interiores, y no se aconseja en los exteriores.

El yeso al ser atacado por musgos y hongos crea una apariencia por demás desagradable, si es sometido a demasiada humedad puede producirse resquebrajamiento, la exposición a altas temperaturas son dañinas.

Para sustituir el clásico recubrimiento de placas de piedra artificial, se han ensayado varios procedimientos, a partir de un buen mortero de yeso plafón, con lo que se obtiene diversas piezas especiales moldeadas, endurecidas con determinados productos químicos, que permiten resistir con éxito los ataques de los agentes atmosféricos. Estas piezas de menor peso y más económicas que las de concreto, se utilizan como revestimientos de ciertos interiores, vestíbulos, cajas de escalera, locales de exposición, almacenes, etc. Para aumentar la resistencia, se suele conferir la placa de yeso entre las planchas de cartón grueso, cuyo relleno puede contener pequeñas proporciones de aserrín, fibras vegetales u otros materiales de relleno. Otro material que se puede agregar para otorgarle cualidades de resistencia y alto poder aislante térmico, y acústico, es la roca volcánica, que es de extraordinaria dureza, algunas de las placas se fabrican en serie y se venden en medidas estandarizadas, otras se moldean de acuerdo a las necesidades. Las placas se sujetan al muro siguiendo una técnica parecida a la descrita con otros materiales.

1.2.2 Revestimientos Discontinuos o Despiezado

1.2.2.1 Revestimientos a base de resinas plásticas

Estos revestimientos pueden ser utilizados para muros y cielos, indistintamente, aunque se ha acostumbrado hacerlo de la siguiente manera: Para muros, se utiliza una base para nivelar las superficies, y posteriormente se le da el acabado final, que puede ser de corcho, granceado de diferentes gruesos, cernido vertical, alisado, especiales, etc. Para cielos: se utiliza una base para nivelar superficies y posterior a ello se da el acabado, y puede ser granceado, de diferentes tamaños, tirol, y acabados especiales. La estética que se obtiene con ellos, es aceptable, y depende en gran manera de su buena aplicación, su textura es bastante fina, excepto en el caso del granceado para cielos, el cual es sumamente áspero.

En general este tipo de revestimiento es aplicado manualmente, y cuando no se ha colocado puertas, ventanas, accesorios eléctricos, etc., y se recubren posteriormente con pintura de hule del color requerido, para obtener una mejor presentación.

Su capacidad de impermeabilizar o proteger las paredes de la humedad es poca, ya que permite filtraciones y ocasionalmente se desprende debido a ésta, se suele agregar impermeabilizante integral, cuando son utilizados en exteriores, en este caso las proporciones y especificaciones son proporcionadas por el fabricante.

1.2.2.2 Revestimientos plásticos

Este tipo de revestimiento ha venido a evolucionar el campo de la construcción, en cuanto a estética se refiere, dándole a los ambientes una gran elegancia y un aspecto distinguido. Ha influido grandemente en la presentación de locales, edificios, y viviendas, es un acabado sumamente impermeable y duro, además de ser flexible: no se agrieta fácilmente y puede lavarse para recobrar su presentación, sin riesgo de pelarse o desmoronarse, ya que tiene una buena adherencia. Su forma de aplicación es a máquina, esparciéndose a base de presión de aire; en casos especiales se realiza alguna operación a mano después de haberlo aplicado a la superficie. Únicamente la base se aplica totalmente a mano, utilizando planchas de duroport para su distribución. Tiene la ventaja que el color se agrega de forma integral en la pasta a utilizar, la cual es permanente, y según el requerimiento del propietario.

Además, si por alguna causa se raspan, no es muy evidente porque el color no es superficial. Exceptuando la base niveladora, que se aplica al tener colocadas las puertas, ventanas, accesorios eléctricos, etc. Dicha base niveladora tiene el objeto de corregir las irregularidades del levantado y de las fundiciones; para que el acabado final quede bien y sea de fácil distribución.

Los materiales que se utilizan en la composición de los revestimientos plásticos, son básicamente resina MOWILITH-21, polvo de mármol y carbonato de calcio que son distribuidos en comercios especializados, tales como químicas y pulverizadoras, respectivamente. Al agregar a la mezcla, Kronos y tylosa, a los acabados finales, se obtiene un revestimiento más fino, de mejor calidad y rendimiento; dichos materiales se compran en polvo y se diluyen en agua para agregarlos a la mezcla. También se obtienen en químicas, pero su uso no es muy generalizado ya que implica una alta inversión, por la pequeña cantidad que se agrega a cada tercio. Cuando se aplican en exteriores, es necesario adicionar un fungicida, para evitar la formación de mohos en la superficie. En general la buena presentación, durabilidad y rendimiento de un acabado, depende de la calidad del levantado de muro y de las fundiciones, ya que si un levantado es muy irregular, será necesario mucho material y mano de obra para corregirlo y poder lograr un aspecto aceptable.

Las superficies deben tener cierta porosidad, para permitir la adecuada adherencia de los revestimientos, los cuales a su vez deben tener capacidad de adherencia permanentemente bajo condiciones normales. En la mayoría de los casos la porosidad es una propiedad inherente de los materiales utilizados, aunque a veces es necesario proveerlos de esta condición, por ejemplo al concreto, por medio de un picado. Cuando se trata de aplicar algún revestimiento tradicional sobre otro existente, es necesario humedecer la superficie para lograr una mejor adherencia: esto no es necesario en el caso de los revestimientos plásticos que se puede aplicar en seco y en superficies sin poro.

La presencia de grasas o polvos sueltos en los elementos o áreas a revestir, puede afectar los resultados, porque no permite el contacto directo entre los materiales, generando problemas de desprendimientos inmediatos.

Los edificios tratados en su acabado final de las formas tradicionales como repellos y cernidos a base de cal, arenas y cemento, tienen un enemigo básico: el agua, ya que ésta puede penetrar por los poros causando de inmediato la decoloración de la superficie exterior, grietas, manchas, descascaramientos en el exterior e interior.

Así el agua también puede ser el origen de que las sales de la mampostería salgan y se depositen en la superficie, manifestándose como una capa blancuzca llamada *eflorescencia*, al congelarse puede causar expansión, produciendo de inmediato las grietas. Un edificio de regular tamaño absorberá toneladas de agua durante un aguacero y más aún durante un temporal generando hongos y moho, pudiendo esto aumentar el peso del edificio en forma considerable, sobrecargando las estructuras con pesos no contemplados en el diseño. Los revestimientos plásticos son mezclas de resinas y cargas inertes.

1.2.2.3 Láminas plásticas

Estas láminas pueden tener textura y dureza distinta de acuerdo a cada fabricante, las láminas flexibles para revestimientos son de menor grosor, pues corresponde aproximadamente la de un papel pintado, para empapelar la pared, se halla formado por una capa resistente y sumamente flexible de una resina sintética del grupo vinílico, por lo general cloruro de polivinilo (PVC).

La forma de manejar, es similar a los papeles de tapizar pero con mejor calidad resistencia al roce y la dificultad que opone a ser atacado por los ácidos de uso corriente, así como de ser manchado por las grasas. Cuando se trabaja en superficies nuevas, se recomienda aplicar primero una mano de barniz tapa poros o un preparado de sellador apropiado. Como elemento adherente puede emplearse una buena cola o mejor aún, un preparado a base de acetato de polivinilo. Debe tenerse en cuenta la facilidad de manejo de instalación que presentan, de poder aserrarse y perforarse utilizando herramientas de carpintería, lo que permite adaptar las piezas a su tamaño exacto sin necesidad de maquinaria complicada ni personal calificado. La fijación de la pared, es por medio de clavos inoxidable, colocados a una distancia de 30 centímetros, en el supuesto que la pared no tenga la resistencia adecuada para retener los clavos con firmeza, y que ocurre cuando el repello es flojo de consistencia o muy grueso, se debe recurrir al auxilio de una serie de listones paralelos y horizontales de 4x1 centímetro sujetos mediante tarugos laminados de plástico estratificado.

1.2.2.4 Cernidos de plástico

Aunque de naturaleza similar a las placas, este tipo de revestimiento es aplicado durante la obra, y no se instala como un material previamente prefabricado, algunas de las ventajas de estos revestimientos son la rapidez con que se aplica. El tiempo de secado es de 30 minutos, se puede tocar en cuatro horas, y está perfectamente fraguado en una semana.

Son sumamente duros y difíciles de ser rayados, tienen una plasticidad suficiente para absorber pequeñas contracciones debido a movimientos vibratorios u oscilatorios. Siempre y cuando no falle o se agriete la superficie sobre la cual están aplicados. Su aplicación puede ser para interiores y exteriores, se puede aplicar la primera mano con brocha, y luego la segunda con rodillo y la tercera capa se puede aplicar con espátula o máquina.

1.2.2.4.1 Tipos de revestimientos plásticos

- Tirol: a base de resinas aglutinantes con cargas duras e inertes, se aplica con máquina neumática y puede no llevar aditivos a base de resinas plásticas, seca en 30 minutos y se cura en 3 días.
- Duroplast: mezcla de resinas plásticas y cargas inertes de coloración natural blanquecina, seca en 30 minutos y fragua en 4 horas. Presenta una dureza extrema y plasticidad suficiente para pequeñas contracciones.
- Corcho travertino: mezcla de resinas plásticas y cargas inertes que se aplican con máquina neumática y plancha metálica, seca en una hora y a los 5 días cura totalmente.
- Roll-tex: especial para aplicarse con rodillo, a base de resinas modificadas, se obtienen texturas muy suaves al tacto. Se puede aplicar estos productos sobre cualquier superficie lámina, madera, block, tabla yeso, concreto, vidrio, asbesto, etc.

El tiempo de secado, influye grandemente el tiempo de ejecución del renglón de revestimientos; es el período de espera entre la aplicación de una y otra capa, el cual a su vez, depende de la rapidez con que pierda humedad el material que se utiliza. Los revestimientos plásticos, se componen de dos capas, la base y el acabado y debe esperarse un tiempo de 3 a 4 días.

1.2.2.5 Fibrocemento

El fibrocemento es una variedad de la piedra artificial, la que se diferencia, principalmente, porque el producto agregado al cemento, en lugar de grava, es una fibra de amianto, de ahí su nombre, es obtenido por un proceso de elaboración diferente al que se utiliza corrientemente para el concreto, dando lugar a un material de estructura fibrosa, sumamente resistente, de superficie opaca y muy baja conductividad térmica, hasta el punto que puede considerarse como incombustible, razón para ser tomada en cuenta si se aplica un revestimiento a altas temperaturas. El amianto que se utiliza para la fabricación del fibrocemento tendrá que desprenderse, previamente, de otras sustancias minerales que pudiera llevar consigo, procediendo después a desmenuzarlo en fibras finas. Estas serán agregadas al cemento *pórtland*, mezclado con agua y requerida la operación siguiente: la proporción que suele adoptarse varía entre el 85 y 90 por ciento para el cemento y el 14 al 10 por ciento para el amianto. El tipo de amianto que acostumbra a emplearse es el de silicato hidratado de magnesio. Al contacto con el agua el cemento y el amianto no se fusionan entre sí, quedando en suspensión.

Para proceder a una íntima relación entre ambos componentes se somete la mezcla a un intenso batido a través de un cilindro rotatorio a gran velocidad. El agua se escapa por una malla metálica de finos agujeros mientras que el cemento y el amianto se fusionan, y son arrastrados por la fuerza del movimiento creado hacia la parte exterior, donde son tomados por un nuevo cilindro también rotatorio, este último trabaja actuando sobre una pasta, que continúa la misión de batido hasta completarse. Luego el tercer cilindro se encarga del moldeo de la mezcla dándole el espesor necesario, obteniéndose una lámina más o menos gruesa según el tipo de placa elaborado, y finalmente pasará a la prensa después de haber sido cortada a las dimensiones precisas. Con fibrocemento se fabrican toda clase de productos: planchas para cubiertas, caballetes, tubos de drenaje, tubos de presión, chimeneas, depósitos para toda clase de líquidos, persianas, etc. El fibrocemento es un material muy resistente al desgaste, a pesar de ello se trabaja con sierra y permite el taladro.

1.2.2.6 Maderas

La madera es un material que procede del tronco de los árboles, después de un aserramiento y someter las piezas a un adecuado proceso de secado. Es un producto natural, de presencia y tacto muy agradable, de gran manejabilidad, fácil de trabajar y uno de los más antiguos, utilizado por el hombre, posiblemente el primero empleado en la historia de la construcción, rama donde se le considera al igual que la piedra y el ladrillo, como prototipo de materiales nobles, hoy denominados clásicos.

Aplicado a la ebanistería, resulta su eje fundamental y el único motor que ha impulsado su extraordinario avance a través de todas las épocas y todos los estilos. Las posibilidades que nos brindan su empleo son innumerables.

Las condiciones de dureza, resistencia a la flexión, durabilidad y elasticidad, varían según la procedencia, pero en la mayoría de los casos son susceptibles a mejorarse con el tratamiento adecuado, de todas formas es un material de vida relativamente corta, sobre todo si se le compara con los revestimientos de piedra o los cerámicos. La acción de los agentes climatológicos puede considerarse poco menos que destructora. El paso de una sequedad ambiental a un estado de humedad y viceversa, provoca en la madera contracciones y dilataciones, manifestadas por deformaciones. El fuego la destruye totalmente y la pudrición le aguarda, como final normal de toda materia orgánica.

Para evitar torsiones y movimientos posteriores a su instalación debe considerarse un tratamiento, y la base del mismo está en el secado, puesto que las propiedades de resistencia y con ellas la de duración e indeformabilidad, aumentan cuando pierde una parte importante de agua contenida en su estructura. Hasta hace poco el secado se realizaba apilando la madera al aire libre, dando lugar a un proceso largo cuya duración dependía de tres factores influyentes: la humedad, la temperatura y la velocidad del viento que rodea la pila. Este procedimiento ocupa un espacio temporalmente improductivo, con una inmovilización de capital, durante períodos que equivalen aproximadamente a doce meses por cada centímetro de espesor en las piezas de maderas duras, y la mitad de este tiempo en las de tipo blando, además de obligar a una vigilancia muy atenta para evitar la propagación de hongos. No siempre los resultados son satisfactorios, ya que con un secado natural sólo puede alcanzarse el secado hasta el grado de humedad ambiental, que a menudo no es la más conveniente.

Por estas causas se recurre en la actualidad al tratamiento de secado artificial, ya sea por que se le ha habilitado con inyecciones de aire seco y caliente o utilizando diversos sistemas que permiten un secado uniforme, como sometiendo las maderas a un proceso eléctrico de alta frecuencia o de infrarrojos para conseguir que tenga sólo los grados mínimos de humedad que requiera su posterior destino, ya que ésta es aceptable en los diferentes usos que se requiere.

De esta manera y procediendo a un secado artificial no sólo se aceleran de manera muy notable los períodos de tratamiento, si no que se pueda lograr la humedad más aconsejable para cada partida y calidad. Además de las ventajas citadas, el secado artificial logra una esterilización de hongos, larvas y otros parásitos, que protege y confiere mejores cualidades a la madera tratada, y da lugar a un buen equilibrio de torsiones.

1.2.2.6.1 Tipos de madera

Para trabajos de revestimiento exterior deben emplearse maderas de mediana densidad, insensible a los insectos, con una humedad del 12%. Se recomienda piezas sin contraveta, pues las mismas, resultan más difíciles de trabajar y corren el riesgo de tomar deformaciones luego de haber secado. Son aconsejables las maderas denominadas muy duras, como el encino, así como las clasificadas simplemente duras como la caoba, el roble, etc.. Tratándose de revestimientos interiores, además de las maderas mencionadas, pueden agregarse las maderas consideradas como semiduras y blandas con una humedad del 10 por ciento, y que son las procedentes de coníferas, pino, pinabete, abedul, eucalipto, nogal, sauce, etc.

1.2.2.6.1.1 Madera natural

Reciben este nombre las piezas cortadas y pulidas, procedentes de una especie arbórea adecuada para cumplir la misión decorativa y de protección que se les asigna en labores de revestimiento y cuyo grosor es por lo menos de 18 milímetros; de este espesor son por ejemplo las maderas de abeto, los de pino suelen ser de 20 milímetros. La madera rígida que habitualmente se comercializa para decorar y cubrir superficies de obra, se presenta en el mercado bajo la forma de tableros o tablas. Las tablas son piezas muy alargadas, en las que predomina, muy ostensible, la longitud sobre la anchura. Se fabrican en varios tamaños, pero su largo estándar, suele corresponder a las medidas de 8 a 12 pies por ancho de 10 y 15 centímetros. Para unir las entre sí y formar una superficie continua utilizan el clásico sistema de las juntas por machihembrado introduciendo una espiga labrada en uno de sus costados en la caja de la pieza que ensambla con ella, por lo que pierden 5 milímetros de anchura útil, que pasa a ser del orden de los 9.5 y 14.5 centímetros. Las tablas machihembradas se denominan duelas.

1.2.2.6.1.2 Maderas transformadas

Se consideran aquellas que han sido sometidas a un tratamiento especial, capaz de hacerlas más resistentes a la intemperie, anulando o aminorando los efectos anisótropos, o sea la diferencia que presentan las propiedades físicas y mecánicas, de las fibras con las direcciones perpendiculares a las mismas, lo que causa que varíe la resistencia de una pieza de madera según sea la dirección en que sea aplicada la fuerza, a favor o en contra de la fibra.

1.2.2.6.1.3 Tableros contrachapados

Consisten en un conjunto de chapas o láminas de madera, siempre en número impar, adheridas íntimamente entre sí por medio de un pegamento especial y disponiendo cada capa de madera, que las fibras se encuentren en posición perpendicular respecto a las dos en que se halle situada. De esta forma, las variaciones y tensiones que afectan a una de las dos direcciones de la fibra, quedan contrarrestadas por la resistencia que opondrán las hojas o láminas que tengan las suyas en disposición transversal, y ambas direcciones fibrosas colaboran en la misión de anular y complementarse mutuamente.

1.2.2.6.1.4 Madera laminada

Este tipo de madera es similar a la madera contra chapada, con la diferencia que todas las capas de madera están en la misma dirección. Como adhesivos se utilizan materiales sintéticos que forman una lámina continua, y que hace las veces de contramalla, impidiendo los movimientos de la madera. Originalmente se habrá seleccionado, de cada tronco, la parte en donde la malla ofrece mayor riqueza, lo que permite que la cara vista de cada pieza ofrezca el dibujo y tonalidad más adecuado. Una vez aserrada la madera soporta un proceso de vaporización en el transcurso del cual es sometido a temperaturas superiores a los 100 grados centígrados, con el objeto de eliminar todo tipo de insectos y carcomas, seguidamente las láminas pasan a la sección de prensado, en donde bajo presiones de 10 a 15 kilogramos sobre centímetro cuadrado, se transforman en tableros. El prensado sirve para que el material tratado adquiera un peso mayor, específico, y un menor volumen, eliminando poros y proporcionándole mayor consistencia, al mismo tiempo el prensado posibilita mayor ancho de tableros con respecto a la madera natural.

1.2.2.6.1.5 Tableros de fibras (tablex)

El tablero de fibra es un producto elaborado con procedimientos químicos a base de fibras de paja y de residuos de madera, mezclados íntimamente, después de agregarles un adhesivo sintético, y ser sometido a una gran presión. Se trata de un tipo de madera regenerada, que se fabrica deshaciendo la madera natural, para suprimir los defectos que ésta posee y mejorar sus cualidades, rehaciéndola posteriormente en forma de chapa.

En cuanto a su colocado, la madera natural no requiere más que la mano diestra del carpintero, pues los únicos utensilios son clavos, tarugos o grapas y listones para conformar marcos, de ser necesarios, o para la elaboración de tabiques, es decir con un doble forro. Las maderas tratadas requieren, eventualmente, además de clavos grapas o tarugos, de un poderoso pegamento, pero esto depende básicamente de la superficie de aplicación sustancialmente y del acabado que se quiere lograr, no está por demás decir que para lograr un acabado estético, también es necesario barnizar la superficie de la madera.

1.3 Tipos de clasificación

- Por su finalidad: esta es una manera bastante usada para clasificar los revestimientos, la cual puede a su vez ser enfocada hacia diferentes aspectos.
- Para interiores o exteriores. se diferencian básicamente por los requerimientos de impermeabilidad, fijados por el grado de exposición a la intemperie.
- Para cielo, pared o superficies especiales.
- Para nivelar superficies o para acabado final.
- Para aislar sonidos o para efectos acústicos.
- Por su textura; cuando se utilizan los mismos materiales en su composición. Dichas diferencias, se deben principalmente a la graduación de los agregados que se utilicen, herramientas, equipo ó diferencias técnicas de aplicación.

1.4 Materiales usados para revestimientos

Dada la gran variedad de materiales que puede emplearse, es posible la realización de diferentes tipos de revestimientos. Los materiales más utilizados en revestimientos son: los morteros y pastas de conglomerantes, las piedras naturales o artificiales, el vidrio, los metales, la madera y el corcho, los plásticos, etc.

Mientras unos ofrecen una elevada dureza, apropiada para construir pavimentos y superficies resistentes al desgaste, otros aportan interesantes propiedades, impermeabilizantes, acústicas o térmicas; otros son fácilmente lavables, y por consiguiente, apropiados para la utilización en lugares que exijan gran limpieza; y otros cumplen una simple función decorativa.

La variedad de revestimientos para muros y cielos es sumamente grande, aunque en la mayoría de los casos son diferencias mínimas entre sí, más que todo debidas al aspecto que presentan al estar aplicados

1.4.1 Diferentes tipos de materiales para revestimientos

No se puede hablar de una clasificación única de los distintos materiales para revestimientos, se pueden hacer tantas como necesidades se tengan, así mismo se podrán resaltar algunas características que le son propias a algunos y ajenas a otros. Por conveniencia se podrían utilizar los siguientes parámetros, su naturaleza, su ubicación, el costo, su rendimiento, etc., no obstante no se puede prescindir de enfocar uno u otro aspecto que le es propio a los materiales, de ahí entonces la necesidad de hacer relaciones que mejor convengan.

Puede ser que en materia de albañilería prevalezca un tipo de revestimiento, pero no constituye un criterio efectivo para determinar que es ese el más efectivo, adecuado y económico.

En muchas ocasiones el desconocimiento no nos permite abarcar otras opciones que podrían estar a nuestro alcance, de igual forma que a veces nos aferramos a ideas tradicionales aunque, a juicio personal, todos los materiales, en su elaboración, han evolucionado constituyéndose en materiales modernos, por supuesto, a la vanguardia unos sobre otros, dado esto por aspectos económicos por ubicación o por la versatilidad de su adquisición o fabricación.

Podemos tomar dos tipos de clasificación, y los ubicaremos para interiores y exteriores.

1.4.1.1 Interiores

- Tapices
- Tejidos
- Madera natural
- Fórmica
- Tablex
- *Plywood* decorativo

1.4.1.2 Exteriores

- Concreto expuesto
- Revestimientos plásticos
- Madera en toda la gama de opciones
- Pinturas.

Por ultimo, se puede dar una clasificación de materiales en la que se enmarcan, los enumerados anteriormente.

1.4.1.2 De acuerdo a su naturaleza

- Minerales
- Vegetales
- Sintéticos.

No hay una inclinación especial por ninguna de las clasificaciones, pues creemos que deben conjugarse toda una serie de cualidades para hacer, a juicio del diseñador, la mejor opción.

2 FIBRAS

2.1 Descripción

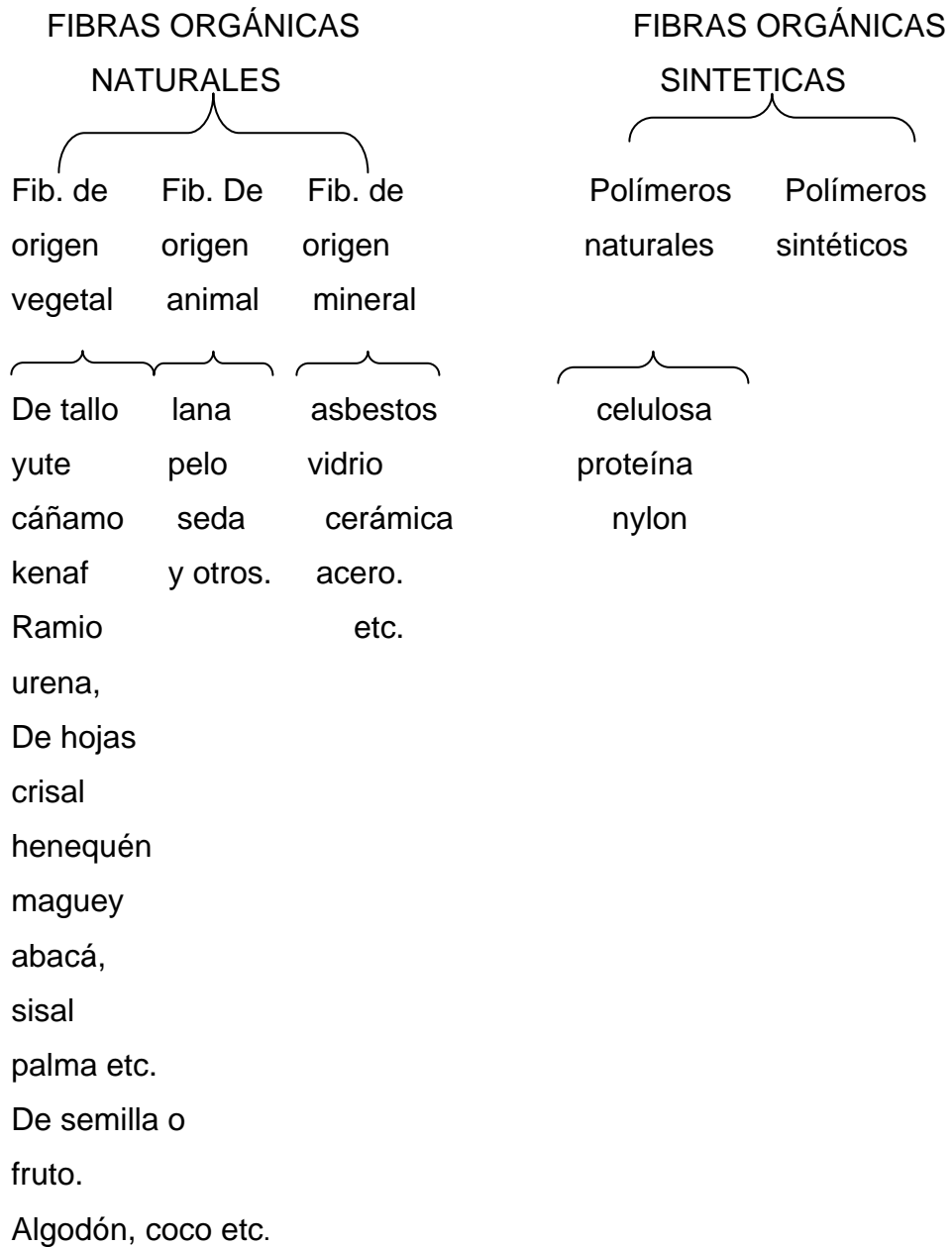
Las fibras orgánicas naturales, llamadas también fibras vegetales, son actualmente usadas como una innovación para el refuerzo del mortero. Este tipo de fibras existe en cantidades considerables en muchos países del mundo y representan recursos continuamente renovables, muchas de ellas muestran propiedades mecánicas óptimas. Debido a los graves problemas de vivienda y al gran aumento en el costo de construcción y de la mano de obra, ha sido necesario tratar de reducir dichos problemas de muchas maneras, como utilizar materiales disponibles localmente y preferiblemente renovables. Previo a la referencia detallada a las fibras orgánicas naturales, es conveniente referirse a otros tipos de fibra que como refuerzo del mortero se han venido usando fibras orgánicas artificiales como el polipropileno, fibras metálicas como fibras de acero y fibras minerales como vidrio y asbesto, fibras de *nylon*. Sólo en América, existen un poco más de mil especies de plantas productoras de fibras utilizadas de distinta forma pero son pocas las que tienen importancia comercial.

Las fibras son utilizadas en la industria textil y se clasifican en: fibras orgánicas naturales y fibras orgánicas sintéticas. Las fibras orgánicas sintéticas se dividen: polímeros naturales y polímeros sintéticos. Las fibras orgánicas naturales pueden ser de origen animal, vegetal o mineral. Las fibras vegetales

han sido divididas en dos grandes grupos: las fibras duras y las fibras suaves.
A las fibras de tallo se les llama suaves y a las hojas se les llama duras.

Figura 1 2.2 Tipos y características

FIBRAS



Las fibras de hoja son las de mayor interés y tienen mayor importancia como materiales de refuerzo. A continuación se mencionan algunas fibras vegetales de importancia.

2.2.1 Fibras de sisal

El sisal es originario de Yucatán (México) y el norte de Centroamérica, es la fibra dura más extensamente cultivada en el mundo. El sisal es probablemente, una de las fibras más apropiadas para el refuerzo del mortero. Las hojas de sisal tienen una longitud aproximada de 140 cm. y un ancho de unos 8.5 cm. durante su vida, la planta de sisal, produce un total de 5 a 7 Kg de fibra.

2.2.2 Maguey o henequén

El nombre de maguey se ha usado en varias regiones de México, América Central y las Antillas, para designar a casi todas las especies de agaves de hojas largas. Las fibras de maguey, al igual que las de sisal, se utilizan para la manufactura de artículos: lazos, redes, hamacas, morrales, bolsos, alfombras, sacos etc.

2.2.3 Kenaf:

Esta fibra es extraída del tallo de la planta del mismo nombre, la cual se cultiva en Sudán, (África). La calidad de la fibra extraída depende fundamentalmente de varios factores como: la madurez de la planta, el tamaño y longitud de los tallos.

2.2.4 Coco

El corré es la fibra obtenida de la corteza del coco, la cáscara del coco está formada por un gran número de fibras que varían en longitud desde 5 a 16 cm. de acuerdo con el tamaño del fruto. El largo de la fibra determina el uso que se le dará, ya sea para hilados textiles, cerdas para cepillos o fibra para colchones.

2.2.5 Fibra de vidrio

En la industria del plástico reforzado, el material empleado con mayor frecuencia es la Fibra de Vidrio, esta preferencia se debe entre otras, a las siguientes características:

1. -Alta resistencia a la tensión.
2. Completamente incombustible.
3. Biológicamente inerte.
4. Excelente resistencia al intemperismo y de agentes químicos.
5. Excelente estabilidad dimensional.
6. -Baja conductividad térmica.

2.2.6 Fibras de acero

Las fibras de acero se han utilizado como refuerzo de mortero, estas en una proporción normal de 1-2% por volumen y de longitudes de fibra superiores a 25 mm y un contenido de cemento mayor que el usual.

La mejoría que se obtiene en el mortero al reforzarlo con fibras de acero, incluye alrededor de 1/3 a 1/2 de incremento en la resistencia a la flexión y más importante aún el incremento en la resistencia a la quebradura y la resistencia a la compresión. La corrosión de las fibras de acero, parece no ser un problema. Aunque aspectos de elongación por calor, corrosión de las fibras y rajaduras superficiales no han sido completamente investigados. Las aplicaciones de las fibras de acero, incluyen pavimento de carreteras, pistas de aeropuertos, concreto refractario y líneas de túneles con rociado de concreto reforzado con fibra.

2.2.7 Fibra de asbesto

Otra fibra muy conocida es el asbesto, es una fibra mineral, obtenible de un modo natural, este tipo de fibra ha sido combinada con éxito con la pasta de cemento *pórtland*, formando el producto llamado asbesto-cemento.

Los productos de asbesto-cemento, contienen alrededor de 8-16% de fibras de asbesto. La resistencia a la flexión de una matriz de asbesto-cemento, es alrededor de 2 a 4 veces más que la matriz no reforzada.

Las desventajas básicas son: la baja resistencia al impacto y las rajaduras que aparecen debido a que las fibras son relativamente cortas.

2.2.8 Fibras sintéticas

Grupos de fibras cuya característica principal es el ser hechas en su totalidad por la mano del hombre, que parten de sustancias químicas como materia prima, y a través de ciertos procesos, frecuentemente de polimerización, obtiene filamentos sintéticos de aplicación textil.

Este tipo de materiales, cuyo empleo en la industria de plástico reforzado se encuentra limitado cuando el laminado, debe poseer propiedades específicas (ejercer resistencia química) y los materiales más conocidos de este tipo de fibras son: *nylon*, *dacrón*, *dynel*, *orlón*, etc. que producidas en su gran mayoría por fusión en atmósfera inerte de sus materiales originales, es decir poliamida, poliacrilonitrilo, etc.

2.2.8.1 Propiedades de las fibras sintéticas

La estructura química de la fibras sintéticas explica las propiedades de éstas, y esas propiedades a su vez ayudan a deducir la estructura molecular y macro-molecular de las fibras. Forma y dimensión: La forma y dimensión de las fibras es tan importante como la distribución del valor medio de estos parámetros. Una alteración en la fibra produce una irregularidad en el hilo, que se traduce en menor resistencia y menor brillo.

La dimensión de las fibras fija la densidad de la misma, que es muy importante para los cálculos de fabricación y tiene influencia en el peso de los tejidos.

La densidad de la fibra depende de la cristalinidad, pero está más relacionada con el peso de los átomos constituyentes, el empaquetamiento de estos átomos y del tamaño del cristal ordenado de los mismos átomos, así como también de la presencia de cadenas laterales voluminosas.

La longitud tiene influencia sobre el estiraje, la resistencia del hilo, la velocidad del hilo, el título hilable, comportamiento en la hilatura, regularidad del hilo, distribución de fibras en mezclas, rigidez a la flexión y a la torsión, brillo de hilos y tejidos, facilidad de absorción de colorantes y en algunos casos es factor predominante de la resistencia. La forma de la sección transversal influye en la rigidez a la flexión y torsión, en la densidad de empaquetamiento de las fibras y en el brillo. La forma axial influye en la voluminosidad de los hilos, tacto y calidad de los tejidos.

El *poliéster* es una fibra sintética de uso textil que posee la mejor resistencia a la abrasión, presenta una alta resistencia a la tracción o rotura, tiene una alta resistencia al ataque de sustancias químicas, es de excelente durabilidad cuando se expone a la luz y a la intemperie, y presenta inmunidad de ser atacada por microorganismos.

Longitudinalmente exhibe el diámetro uniforme, y presenta una superficie lisa semejante a una varilla. Las fibras son parcialmente transparentes, y su color va del blanco al ligeramente crema. Actualmente se producen fibras equivalentes con varios nombres comerciales, por ejemplo, *terlenka*, *tetorón* y *fortrel*.

2.2.9 Geotextil

Es una membrana no tejida, hecha de fibras sintéticas, para ser usadas en obras relacionadas con la ingeniería, son hechos de polímeros sintéticos siendo los más usados *el poliéster, propileno, polietilenos y poliamidas*. Estos polímeros son inertes a las biodegradaciones biológicas y químicas; no son atacadas por los ácidos del suelo, por los hongos, ni por el moho, es decir, perduran casi eternamente.

El término no-tejido, significa que sus filamentos no tienen una orientación ordenada, sino son orientados al azar, alineándose en todas direcciones dentro de la tela. Las telas tejidas mantienen propiedades de dureza alineadas únicamente en las dos direcciones de sus filamentos, y no necesariamente iguales en dichas direcciones. Un buen geotextil cumple con lo siguiente:

- ser resistente,
- ser buen filtrante,
- ser buen separador,
- contar con un buen drenaje planar

2.2.10 Fibra óptica

Los circuitos de fibra óptica son filamentos de vidrio flexibles, del espesor de un pelo. llevan mensajes en forma de haz de luz que realmente pasan a través de ellos de un extremo a otro, donde quiera que el filamento vaya (incluyendo curvas y esquinas) sin interrupción.

Las fibras ópticas pueden ahora usarse como los alambres de cobre convencionales, tanto en pequeños ambientes autónomos, tales como sistemas de procesamiento de datos de aviones, como en grandes redes geográficas, como los sistemas de largas líneas urbanas mantenidos por compañías telefónicas. El concepto de las comunicaciones por ondas luminosas ha sido conocido por muchos años, sin embargo, no fue hasta mediados de los años setenta que se publicaron los resultados del trabajo teórico, éstos indicaban que era posible confiar un haz luminoso en una fibra transparente flexible y proveer así un análogo óptico de la señalización por alambres electrónicamente, el problema técnico que se había de resolver para el avance de la fibra óptica residía en las fibras mismas, que absorbían luz que dificultaba el proceso.

Para la comunicación práctica, la fibra óptica debe transmitir señales luminosas detectables a muchos kilómetros. El vidrio ordinario tiene un haz luminoso de pocos metros; se han desarrollado nuevos vidrios muy puros con transparencias mucho mayores que la del vidrio ordinario. Estos vidrios empezaron a producirse a principios de los setenta. Este gran avance dió ímpetu a la industria de fibras ópticas, se usaron *láceres* o diodos emisores de luz como fuente luminosa en los cables de fibras ópticas, ambos han de ser miniaturizados para componentes de sistemas fibro-ópticos, lo que ha exigido considerable labor de investigación y desarrollo.

Los dos constituyentes esenciales de las fibras ópticas son el núcleo y el revestimiento. El núcleo es la parte más interna de la fibra y es la que guía la luz. Consiste en una o varias hebras delgadas de vidrio o de plástico con diámetro de 50 a 125 micras. El revestimiento es la parte que rodea y protege al núcleo. El conjunto de núcleo y revestimiento está a su vez rodeado por un forro o funda de plástico u otros materiales que lo resguardan contra la humedad, el aplastamiento, los roedores, y otros riesgos del entorno.

2.2.11 Fibras de carbón

La fibra del carbono es un polímero de una cierta forma de grafito. El grafito es una forma de carbono puro. En el grafito los átomos de carbono están dispuestos en grandes láminas de anillos aromáticos hexagonales. Estas láminas se asemejan a los tejidos de alambre de los gallineros.

La fibra de carbono es una forma de grafito en la cual estas láminas son largas y delgadas. Puede ser que se piense en ellas como si fueran cintas de grafito. Los manojos de estas cintas se empaquetan entre sí para formar fibras, de ahí el nombre fibra de carbono.

Estas fibras no son utilizadas como tales, sino que se emplean para reforzar materiales tales como las resinas y otros materiales termo rígido. A estos materiales reforzados se les llama compósitos porque tienen más de un componente.

Los compósitos reforzados con fibras de carbono son muy resistentes para su peso. Son a menudo más fuertes que el acero, pero mucho más livianos. Debido a esto, pueden ser utilizados para sustituir los metales en muchas aplicaciones, desde piezas para aviones y trasbordadores espaciales hasta raquetas de tenis y palos de golf.

2.2.12 Fibras polímeras

Una fibra polimérica es un polímero cuyas cadenas están extendidas en línea recta (o casi recta) una al lado de la otra a lo largo de un mismo eje.

Los polímeros ordenados en fibras como éstas, pueden ser hilados y usados como textiles. Las prendas de uso diario están hechas de fibras poliméricas, al igual que las alfombras, y las sogas. Aquí tenemos algunos de los polímeros que pueden ser empleados como fibras: polietileno, polipropileno, poliéster, nylon, celulosa, kevlar y nomex.

Es importante señalar que las fibras están siempre constituídas por polímeros dispuestos en cristales.. Tienen que ser capaces de poder empaquetarse según un ordenamiento regular, a los efectos de alinearse en forma de fibras. (de hecho, las fibras son cristales.)

Los enlaces por puente de hidrógeno y otras interacciones secundarias entre cadenas individuales, mantienen fuertemente unidas a las cadenas poliméricas.

Tan fuerte, que éstas no apetecen particularmente deslizarse una sobre otra. Esto significa que cuando se estira las fibras de nylon, no se extienden mucho, si es que lo hacen. Lo cual explica por qué las fibras son ideales para emplearlas en hilos y sogas.

Las fibras también tienen sus inconvenientes. Si bien poseen buena fuerza tensil, es decir que son resistentes cuando se las estira, por lo general tienen baja fuerza compresional, son débiles cuando se aprietan o se comprimen. Además, las fibras tienden a ser resistentes en una dirección, en la cual están orientadas. Si se las estira en ángulos rectos a la dirección de su orientación, tienden a debilitarse.

2.2.12.1 Polietileno

El polietileno es probablemente el polímero que más se ve en la vida diaria. Es el plástico más popular del mundo. Éste es el polímero que hace las bolsas de almacén, los frascos de champú, los juguetes de los niños, e incluso chalecos a prueba de balas. Por ser un material tan versátil, tiene una estructura muy simple, la más simple de todos los polímeros comerciales. Una molécula del polietileno no es nada más que una cadena larga de átomos de carbono, con dos átomos de hidrógeno unidos a cada átomo de carbono.

2.2.12.2 Polipropileno

El polipropileno es uno de esos polímeros versátiles que andan a nuestro alrededor. Cumple una doble tarea, como plástico y como fibra. Como plástico se utiliza para hacer cosas como envases para alimentos capaces de ser lavados en un lavaplatos. Esto es factible porque no funde por debajo de 160 °C.

El polietileno, un plástico más común, se recalienta a aproximadamente 100°C, lo que significa que los platos de polietileno se deformarían en el lavaplatos. Como fibra, el polipropileno se utiliza para hacer alfombras de interior y exterior, la clase que usted encuentra siempre alrededor de las piscinas y las canchas de mini-golf. Funciona bien para alfombras al aire libre porque es sencillo hacer polipropileno de colores y porque el polipropileno, a diferencia del *nylon*, no absorbe el agua.

2.2.12.3 Poliéster

Los poliésteres son los polímeros, en forma de fibras, que fueron utilizados en los años '70 para confeccionar toda esa ropa maravillosa que se usaba en las confiterías bailables. Pero desde entonces, las naciones del mundo se han esforzado por desarrollar aplicaciones más provechosas para los poliesteres, como esas formidables botellas plásticas irrompibles que contienen su gaseosa favorita. Como puede apreciar, los poliésteres pueden ser tanto plásticos como fibras. Otro lugar en donde se encuentra poliéster es en los globos. No los baratos que se utilizan como bombitas de carnaval, éstos se hacen de caucho natural, sino de los elegantes. Éstos se hacen de una película de poliéster hecha por *dupont* llamada mylar. Los globos se hacen con una mezcla compuesta por mylar y papel de aluminio. Los productos como éstos, hechos de dos clases de materia prima, se llaman compósitos. Una familia especial de poliésteres son los policarbonatos.

2.2.12.4 Nylon

El *nylon* es uno de los polímeros más comunes usados como fibra. En todo momento encontramos *nylon* en nuestra ropa, pero también en otros lugares, en forma de termoplástico. El verdadero éxito del *nylon* vino primeramente con su empleo para la confección de medias femeninas, alrededor de 1940. Fueron un gran suceso, pero pronto se hicieron muy difíciles de conseguir, porque al año siguiente los Estados Unidos entraron en la Segunda Guerra Mundial y el *nylon* fue necesario para hacer material de guerra, como cuerdas y paracaídas.

Pero antes de las medias o de los paracaídas, el primer producto de *nylon* fue el cepillo de dientes con cerdas de nylon. Al nylon también se le llama poliamida, debido a los característicos grupos amida en la cadena principal. Las proteínas, tales como la seda a la cual el nylon reemplazó, también son poliamidas. Estos grupos amida son muy polares y pueden unirse entre sí mediante enlaces por puente de hidrógeno. Debido a esto y a que la cadena de nylon es tan regular y simétrica, el nylon es a menudo cristalino, y forma una excelente fibra.

2.2.12.5 Nomex y kevlar

El kevlar se utiliza para hacer objetos tales como chalecos a prueba de balas y neumáticos de bicicleta resistentes a las pinchaduras. Creo que si fuera necesario, con el kevlar hasta se podrían hacer neumáticos de bicicleta a prueba de balas. Las mezclas de nomex y de kevlar se utilizan para hacer ropas anti-llama. El nomex es el que protege de morir quemados a los conductores de grandes camiones y de tractores, en el caso de que sus trajes se incendien. Gracias al nomex, una parte importante de la cultura americana puede ser practicada con seguridad.

Los polímeros juegan otro papel en esos inmensos camiones, bajo la forma de elastómeros con los cuales se fabrican sus gigantes neumáticos. Las mezclas de nomex-kevlar también protegen a los bomberos. El kevlar es un polímero altamente cristalino. Llevó mucho tiempo encontrar alguna aplicación útil para el kevlar, dado que no era soluble con ningún químico. Por lo tanto, su proceso en solución estaba descartado. No se derretía por debajo de los 500°C, de modo que también se descartaba el hecho de procesarlo en su estado fundido.

2.2.12..6 Celulosa

La celulosa es uno de los muchos polímeros encontrados en la naturaleza. La madera, el papel y el algodón contienen celulosa. Además es una excelente fibra. La madera, el algodón y la cuerda de cáñamo están constituidos de celulosa fibrosa. Y está formada por unidades repetidas del monómero glucosa. Ésta es la misma glucosa que su cuerpo metaboliza para vivir, pero usted no puede digerirla en la forma de celulosa. Dado que la celulosa está constituida por un monómero del tipo de los azúcares, se la denomina polisacárido.

2.2.13 Fibras cerámicas

Obtenidas principalmente a partir de óxidos de aluminio, berilio, magnesio y zirconio, poseen como característica principal resistencia a altas temperaturas y pueden ser obtenidas por procesos de fusión, a temperatura de aprox. 2000°C, centrifugado a partir de soluciones viscosas (proceso semejante al de obtención de rayón), extrusión y depósito de vapores químicos.

2.2.14 Fibras de alcohol polivinílico

Estas fibras, producidas para usos industriales, no son solubles al agua, y aunque no posee las características de la fibra de vidrio "E" sí ofrece algunas ventajas, por ejemplo:

-Excelente adhesión al plástico, aún sin el empleo de agentes promotores de adhesión.

-Menor peso en el producto final, ya que su densidad es 1.3.

-Coeficiente de expansión térmica similar al de la mayoría de los plásticos.

-Mejor resistencia al impacto.

2.3 Usos

Estos se han mencionado anteriormente conforme hemos analizado los diferentes tipos de fibras y sus características.

3 FIBRA DE NYLON, VIDRIO Y OTRAS.

3.1 Fibra de nylon

El concreto por naturaleza se agrieta cuando se endurece y se refuerza con fibras, lo cual no es un proceso nuevo en la construcción. La práctica para agregar fibras para concreto, mortero y otros cementos compuestos para anular grietas empezó cientos de años atrás. Hay evidencias de estas fibras, humanas y animales, y otras fibras naturales que han sido utilizadas en materiales en la lejana Grecia y en el imperio romano y en cada dinastía del antiguo Egipto.

3.2 Características

El uso de fibras sintéticas (artificiales) para el armado del hormigón fue originalmente desarrollado por el cuerpo de ingenieros del ejército de los EE.UU. en su búsqueda de *bunkers* y silos de misiles de alta resistencia al impacto. El cuerpo de ingenieros realizó experimentos con numerosos tipos de fibras sintéticas y halló que el *nylon* era el mejor producto para aumentar las propiedades de resistencia a las ondas explosivas del hormigón. Esta tecnología fue patentada, con mezcla de hormigón resistente al impacto. Las fibras de *nylon* presentes en el hormigón sirven para reducir la fisuración por contracción plástica deteniendo las microgrietas desde sus primeros comienzos. La fisuración plástica es provocada por el asentamiento y/o la contracción debida a la rápida evaporación del agua de sangría.

Las fibras actúan para interceptar las microgrietas absorbiendo y dispersando la energía que sí se deja sin control, podría producir grietas más grandes. Esta interceptación de microgrietas se logra mediante la diseminación de millones de fibras individuales que forman una red de refuerzo tridimensional. Las fibras de *nylon* contribuyen a controlar el agrietamiento por asentamientos que a menudo se produce en el hormigón recién colado. Las fibras contribuyen a reducir la segregación de los agregados y favorecen una mayor homogeneidad de la mezcla de hormigón. El resultado final se traduce en un producto de hormigón más duradero, de mayor integridad y una vida útil más larga. Las fibras de nylon son una alternativa a la tela o malla de alambre soldado, como armado secundario en el hormigón. Con un tiempo de mezcla de tan sólo cuatro minutos, el armado de fibras queda correctamente colocado todo el hormigón. Estas fibras contribuyen asimismo a aumentar la ductilidad del hormigón, es decir, la capacidad de absorber energía, aumentando la resistencia al impacto. No sólo se necesitan más golpes para agrietar un panel de hormigón armado con las fibras, sino que, más importante aún, se necesitan más golpes para que el hormigón se desintegre completamente después de haberse agrietado. El uso de las fibras aumentará la durabilidad global del hormigón. Con más de 34 millones de fibras por libra distribuidas por todas partes por yarda cúbica de concreto son más que suficientes para evitar grietas. Dentro del estado plástico del concreto reforzado con fibra tuvo más flexibilidad dúctil, esto incrementa la resistencia al impacto, a la fatiga y a la resistencia térmica y abrasión.

Se reduce el ancho y largo de las grietas así como la pérdida de agua, menor permeabilidad y cambio de volumen, las fibras son no corrosivas y no mantienen humedad. También ha quedado demostrado que el hormigón armado con fibras es considerablemente menos permeable que el hormigón sin fibras. Esto se obtiene gracias a la reducción de grietas microscópicas y huecos que con frecuencia se forman durante la colada del hormigón. Al reducir la formación de estas grietas y controlar la segregación y asentamiento de los agregados, se reduce la permeabilidad del hormigón y se aumenta la integridad del mismo. La reducción de la penetración del agua contribuye a una mayor durabilidad ante los ciclos de congelación y deshielo. Puesto que los ciclos de congelación y deshielo pueden perjudicar el hormigón, provocando agrietamiento y escamación, las fibras de *nylon* constituyen un método eficaz para aumentar la durabilidad frente a la congelación y deshielo y la resistencia del hormigón a los agentes atmosféricos en general. La fibra como refuerzo secundario en concreto, así como su ciclo de vida son especificaciones claves en el buen funcionamiento del concreto, mejorando el curado del mismo y su trabajabilidad, el concreto simple es quebradizo con baja capacidad de esfuerzos a tensión, las fibras permiten al concreto una resistencia mayor a los esfuerzos de tensión, cuando estos están expuestos a los cambios ambientales, la ductibilidad aumenta y por consiguiente ayuda a obtener una mejor capacidad para soportar las cargas, así como prolonga la vida útil del concreto.

Material.....	nylon puro al 100%
Peso específico	1.16
Resistencia a los ácidos.....	buena
Resistencia a los rayos ultravioletas.....	excelente
Especificaciones del material	ASTM C-1116
Acabado del hormigón.....	sin pelos.

3.2.41 Propiedades de la fibra

Tabla I

Diámetro del filamento	23 micrones
Largo de la fibra	0.75" (19mm)
Gravedad específica	1.16
Esfuerzo a tensión	138 psi 896 Mpa
Dureza	103 Mpa
Punto de derretimiento	435°F 225°C
Color	Blanco
Conteo de la fibra	34 millones /libra
Elongación máxima	20%
Absorción del agua	4.5%
Polaridad	Anti-magnética
Orientación de la fibra	Multidimensional

Fuente Nycon inc.."Nyconrc fibers", **Nycon,(1): 3 1993.**

3.3 Dosificación

La dosificación recomendada para las fibras de nylon es en proporciones de 1 libra por cada yarda cúbica de hormigón, o su equivalencia de 0.60 kg/m³.

3.4 Limitaciones

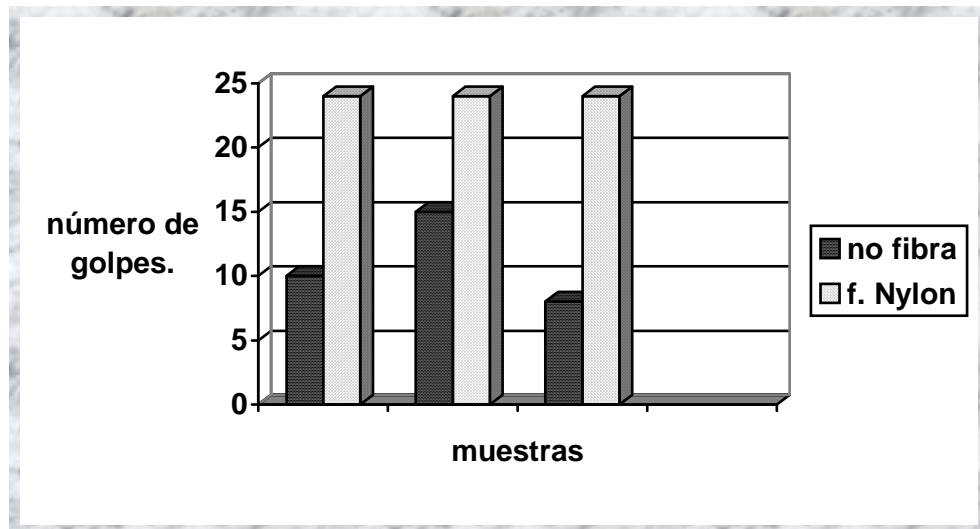
Las fibras tienen la finalidad de reducir el agrietamiento debido a la contracción y no deben utilizarse como refuerzo estructural.

3.5 Ventajas

- Reducción de agrietamientos por contracción plástica
- Reducción de la permeabilidad del hormigón.
- Aumento de la durabilidad del hormigón
- Conformidad con la norma astm C1116
- Reducción de agrietamiento por asentamiento plástico.
- Aumento de la resistencia al impacto.
- Adhesión a la matriz cementina
- Características de acabado sin pelos.
- Aumentan la durabilidad frente a los ciclos de congelación y deshielo.

Figura 2 Resistencia al impacto

Número de golpes a los 28 días de colocar la fibra.



Fuente: Nycon inc.. "Nyconrc fibers", **Nycon**,(1): 7 1993.

3.6 Fibra de vidrio

Existe el caso en que el cemento es mezclado con fibras de vidrio llamadas *eglass* o *fiberglass*, con el propósito de reducir la fragilidad y poca resistencia a la tensión del concreto, que aprovecha ciertas propiedades específicas. Dichas fibras, no obstante el diámetro pequeño en que son cortadas, son muy resistentes en tensión, aunque son quebradizas, y sensitivas a las incisiones o cortaduras y no pueden ser usadas en longitudes largas. Se logra mejorar ésto, al introducir las fibras de vidrio en una mezcla polimérica, tal como la resina de poliéster, en donde fue posible obtener una buena calidad de fibra, utilizando la alta resistencia a la tensión del vidrio y al mismo tiempo lográndose que las fibras fueran no sensitivas a las incisiones. A la fibra de vidrio corriente se le llamó *eglass* y a la fibra tratada se le llamó *fiberglass*, según S.P. Shah, del círculo de Chicago, Universidad de Illinois.

El problema de la fibra de vidrio corriente, consiste también en que ya mezclada con el cemento, es propensa a ser atacada químicamente por la alta alcalinidad de la pasta de cemento que la envuelve, y como resultado, el compuesto de cemento reforzado con fibra de vidrio, baja su resistencia con el tiempo. La propensión a la reducción de la resistencia, puede ser reducida usando un revestimiento orgánico y reduciendo la humedad relativa del medio ambiente.

3.7 Características

En la industria del plástico reforzado, el material empleado con mayor frecuencia es la fibra de vidrio, esta preferencia se debe entre otras, a las siguientes características:

- 1.- Alta resistencia a la tensión.
- 2.- Completamente incombustible.
- 3.- Biológicamente inerte.
4. Excelente resistencia al intemperismo y a gran cantidad de agentes químicos.
- 5.- Excelente estabilidad dimensional.
- 6.- Baja conductividad térmica.

El primer paso en la fabricación de fibra de vidrio consiste en la obtención de vidrio propiamente dicho, para esto se hace reaccionar a altas temperaturas y en hornos especiales una mezcla de sílice, cal, alúmina y anhídrido bórico, obteniéndose así un vidrio de boro silicato exento de hierro y prácticamente libre de óxidos metálicos alcalinos. A partir de este vidrio se obtienen unas bolitas con un diámetro aproximado de 19 cm. (3/4") y de color ligeramente verde. Estas bolitas se funden posteriormente en crisoles de platino calentados eléctricamente, que tienen en el fondo unas boquillas por las que fluye el vidrio en hilos sumamente delgados, formando mono-filamentos que son estirados mecánicamente al ser enrollados en un cilindro que gira a gran velocidad, con lo que el diámetro del mono-filamento se reduce hasta 0.0045 mm. (4.5 micrones).

En la actualidad, para la fabricación de fibra de vidrio, se emplea el método de fusión directa, que elimina la formación de canicas ya que el producto resultante de la reacción por fusión pasa directamente a los crisoles de platino-rodio, procediéndose al estirado mecánico de una manera similar a la descrita.

Entre la salida del crisol de platino y el tambor de enrollado existe un dispositivo que “pinta” o cubre todos los filamentos con un aglutinante. Este aglutinante (conocido como binder) tiene varias funciones, entre otras las siguientes:

- 1.- Evitar que los mono-filamentos se destruyan entre sí debido a la fricción.
- 2.- Unir los mono-filamentos y formar una hebra.
- 3.- Evita la unión de las hebras contiguas.
- 4.- Facilita las subsecuentes operaciones en la hebra (torcido, cortado)
- 5.- No permite decoloración ocasionada por el tiempo.
- 6.- Facilita la adhesión con la resina poliéster para la fabricación de plásticos reforzados.

Es prácticamente imposible la existencia de un apresto que satisfaga las características mínimas nombradas en el párrafo anterior, por lo que a fin de lograr las especificaciones deseadas se emplean dos tipos básicos de aglutinante, que son los siguientes:

3.7.1 Apresto o aglutinante textil

Formado principalmente por emulsiones de aceite sulfonado y dextrina (almidón), permite que las hebras de fibra de vidrio sean retorcidas y agrupadas para formar los hilos.

3.7.2 Apresto de refuerzo

Este apresto se encuentra formado por una emulsión de policetato de vinilo y un complejo de cromo o de silano organo. Este acabado cumple en forma satisfactoria las condiciones nombradas anteriormente, principalmente la compatibilidad con resinas poliéster, a más de que la fibra de vidrio tratada con el complejo organo-silano tienen una mejor resistencia al agua que aquella preparada con el apresto textil.

Las hebras preparadas con apresto textil se emplean para el tejido y obtención de telas, cintas, cordones, etc., pero los productos obtenidos no pueden ser empleados para refuerzo de resina poliéster, debido a la poca compatibilidad. Originada principalmente por el aceite.

Para que estas telas o cintas puedan ser empleadas con resina poliéster, es necesario que sean lavadas con el fin de aplicarles un nuevo apresto que las haga compatibles con las resinas sintéticas.

A partir de las hebras de fibra de vidrio cuya obtención se ha tratado en forma muy general, se fabrican los distintos productos para ser empleados en la industria del plástico reforzado.

3.8 Funcionalidad

Según los tipos y cantidades de reactivos empleados, se pueden obtener el llamado vidrio "A" o sódico y cuya composición es semejante al vidrio común, el vidrio "E", (borosilicato) que es el usado con mayor frecuencia en el campo de los plásticos reforzado, el vidrio "C" o de resistencia química, y el vidrio "S", aún en desarrollo comercial, y cuya principal característica es una mayor resistencia mecánica. Las principales formas de uso del refuerzo de fibra de vidrio son:

- Mecha (*roving*)
- Colchoneta (*mat*)
- Petatillo (*woven roving*)
- Velo (*surfacing mat*)
- Filamento cortado (*chopped strand*)

A continuación se encuentran brevemente descritos los procesos de obtención y características de estos materiales.

3.8.1 Mecha (*roving*)

El *roving*, mecha o sogá es una de las formas de fibra de vidrio que se emplea con mayor frecuencia y es indispensable cuando se fabrican artículos de plástico reforzado por aspersion, filamento dirigido y moldeo en caliente (fabricación de preforma). Caso típico del proceso de filamento dirigido en la fabricación de tubería o tanques de plásticos reforzado.

3.8.2 Colchoneta (mat)

Esta es la forma o presentación más popular y conocida de fibra de vidrio en la industria del plástico reforzado, y está compuesta por mono-filamentos de fibra, cuya longitud es aproximadamente de 5 cm.

La colchoneta de fibra de vidrio se presenta clasificada en peso por unidad de área, esta clasificación está dada en kgs/mt². (onzas/pie²) y sus principales presentaciones son de 308, 462, 616 grs/mt² (1, 1 ½ y 2 oz/pie² respectivamente). El **ancho** comercial de este material es de 90 y 130 cm.

3.8.3 Petatillo (*roving woven*)

Esta forma de presentación de la fibra de vidrio consiste en cabos de *roving* tejidos en forma entrecruzada y en ángulos de 90° con respecto a sus ejes longitudinales. Combinada con colchoneta, se emplea en la fabricación de botes y grandes estructuras, como refuerzo secundario. Este tipo de material se encuentra clasificada en unidades de peso área, y las principales presentaciones son 850, 500 y 300 grs/m².

3.8.4 Velo (*surfing mat*)

Este material está formado por secciones de fibra de vidrio de una manera similar a la colchoneta, aunque con menor peso /unidad de área. El velo se emplea principalmente para mejorar el acabado de los artículos de plástico reforzado y que aumentan las características de resistencia al intemperismo. Este material se emplea principalmente para pantallas de lámpara, láminas decorativas, etc.

3.8.5 Filamento cortado (*chopped strand*)

Esta es una presentación poco empleada en la fibra de vidrio, el tamaño de este material varia de 1.25-5 cm. de longitud y su principal aplicación se encuentra en la formación de artículos por el método de premezcla. Es importante hacer notar que el contenido de fibra de vidrio en un plástico reforzado imparte las características de resistencia mecánica.

3.9 Fibras de polietileno

La fibra de polietileno no es más que un polímero, conformado por una cadena larga de átomos de carbono, con dos de hidrógeno unidos a cada átomo de carbono, y es el más utilizado en la vida diaria, y por consiguiente el plástico más popular del mundo. Es un plástico que se obtiene por polimeración directa del etileno procedente de la deshidratación del alcohol etílico, es un polímero muy ligero, sólido, incoloro y muy flexible, es atacado por los ácidos, pero resiste el agua hirviendo y la gran mayoría de los solventes ordinarios. Los usos más habituales en la construcción son: en tuberías para líquidos y en láminas plásticas para aislamiento hidrófugo. Las fibras de polipropileno virgen o de polietileno fibrilado que se incorporan al hormigón en su fase de amasado, especialmente desarrolladas para inhibir la fisuración por retracción de hormigones y morteros, incrementando la cohesión del hormigón, reduce la absorción del agua y la aparición de grietas, lo que hace que mejore la impermeabilización.

También mejoran la resistencia al desgaste por rozamientos y a impactos, incrementa, además la durabilidad del hormigón, reduce los costos de mantenimiento y las posteriores necesidades de reparación en caso de fisuración. Por su composición no se producen oxidaciones dentro de la masa ni reacciones con los álcalis del cemento; son compatibles con todo tipo de cementos y adiciones.

La fibra de polietileno es semejante a la fibra de *nylon* usada para la elaboración de este proyecto, ya que posee ciertas características a simple vista como por ejemplo: tamaño de la fibra, color, textura, volumen de la dosificación.

3.10 Fibra vegetal

La mayoría de las fibras vegetales se clasifican fácilmente de acuerdo con su estructura y disposición en la planta, como veremos a continuación.

a) Fibra de células largas o múltiples. son las fibras duras o foliares, de contexto dura y rígida, que se extienden a lo largo de los tejidos carnosos de las hojas largas o del pecíolo de plantas monocotiledóneas o endógenas (que crecen hacia adentro), como por ejemplo el henequén, abacá, sisal, yuca y las fibras procedentes de ciertas palmeras.

b) Fibras suaves o liberianas, de contextura suave y flexible que atraviezan la corteza interior de los tallos o del tronco principal de plantas dicotiledóneas o exógenas (que crecen hacia fuera), como el lino, yute, ramio y cadillo.

c) Fibras cortas o unicelulares, que existen en ciertas semillas o las que se producen en el interior del fruto capsular, como palo borracho, samuhú, capoc y pochote.

d) Las raíces y los tallos, la barba de palo o musgo negro.

También existe otra forma de poder clasificarla como por ejemplo:

- Fibra de la semilla, como algodón.
- Fibra del tallo como el lino, cáñamo, ramio, yute y kenaf.
- Fibra de las hojas como abacá, sisal, henequén y cabuya.

Para la realización de este proyecto utilizamos como fibra natural o vegetal las hojas del árbol de pino, las hojas se secaron para poder realizar los ensayos, la dosificación que se usó fue la misma que se utilizó para la fibra de *nylon*, y se cortaron las hojas del mismo largo de las de fibra de *nylon*.

4 REVESTIMIENTOS EN MUROS DE MAMPOSTERÍA UTILIZANDO FIBRA DE NYLON, VIDRIO Y OTRAS. ENSAYOS SOBRE LAS MEZCLAS.

4.1 Preparación de la mezcla

Para la preparación de la mezcla se utilizó arena de río de uso normal en la construcción y cemento *pórtland* tipo I (uso normal de 4000 psi) y se utilizó la proporción 1:2. (cemento: arena), para el ensabietado o la capa de adherencia entre el muro y las siguientes. Para la segunda capa o capa de repello se utilizó una proporción de: ½:3:1. (cemento: arena: cal).

Se prepararon 5 mezclas conformadas de la siguiente manera: cuatro mezclas con fibra y la otra sin fibra, las fibras utilizadas fueron, fibra de *nylon*, fibra de vidrio, fibra de polietileno y fibra vegetal (pino).

4.2 Densidad de la mezcla

La determinación de la densidad de cada mezcla se hizo mediante la fórmula de: densidad = masa / volumen, y dichos resultados se presentan en la tabla 2 del apéndice.

4.3 Trabajabilidad y consistencia

Debido a que se utilizaron los mismos materiales (cemento y arena de río), sólo variaba en la inclusión de las diferentes fibras, y se pudo observar con relación a la mezcla sin fibra, que la mezcla con fibra de nylon y fibra de vidrio fue de una trabajabilidad similar a la mencionada, para la mezcla con fibra vegetal su trabajabilidad fue moderada. (50% con respecto a la mezcla sin fibra), y para la mezcla con fibra de polietileno su trabajabilidad fue muy difícil con relación a la de sin fibra (25%).

4.4 Resistencia a compresión y tensión

Los resultados de los esfuerzos tanto de tensión como de compresión se muestran en la tabla 3 adjunto en el apéndice. siguiendo la norma C-190 de la ASTM y la norma, C-109-90 de la ASTM

4.5 Absorción de agua por capilaridad

Este ensayo se realizó tomando como base el procedimiento descrito en el inciso A3,4 del artículo del CSTB de Francia, con las siguientes modificaciones: las dimensiones de 4x4x16 cms.; especificadas para las probetas, se cambiaron a 2"x2"x16 cms.; el tiempo de duración del ensayo se redujo de 24 a 2 horas. La duración del ensayo, fueron suficientes para obtener datos representativos.

El ensayo consistió, para cada mezcla, en sumergir la base de la probeta en una altura de 5 mm. Y anotar sus aumentos de peso en gramos, a intervalos de cada 5 minutos, durante un período de 2 horas.

Con el objeto de obtener el coeficiente de capilaridad de cada mezcla, se trazó en función de esos datos, la curva de ascenso capilar, colocando la raíz cuadrada del tiempo en el eje de las abscisas y $100M/S$ (donde M y S significan, la masa en gramos y la sección de la probeta en centímetros cuadrados, respectivamente) en el eje de las ordenadas. El coeficiente de capilaridad, es igual a la pendiente de dicha curva, entre los puntos de medición de 10 y 90 minutos. Véase los resultados en el apéndice.

Adicionalmente y para completar este ensayo, se tomó también para cada probeta, lecturas de las alturas de ascenso capilar, durante los mismos intervalos de tiempo; con el objeto de obtener un segundo tipo de curva, que mostrará el ascenso capilar. Para trazar esta curva se colocó el tiempo t , en el eje de las abscisas y las alturas de ascenso capilar h , en el eje de las ordenadas. Véase los resultados en el apéndice

4.6 Permeabilidad al agua

El ensayo se realizó siguiendo el procedimiento descrito en el inciso A3,6 *perméabilite á l'eau*, del artículo 1779 de CSTB de Francia modificándose únicamente el tiempo de duración de 24 a 4 horas.

El ensayo consistió para cada mezcla, en montar una probeta de dimensiones de 1x12x12 centímetros, y medir la cantidad de agua en centímetros cúbicos, necesaria para mantener una presión hidrostática constante de 100 mm, sobre una de sus superficies, durante un período de 4 horas, de los datos obtenidos se procedió a trazar la curva de permeabilidad al agua, de la mezcla; colocándose el tiempo en minutos en el eje de las abscisas y la cantidad de agua en centímetros cúbicos, en el de las ordenadas. Todas las gráficas de este tipo presentan inicialmente un tramo curvo corto, seguido de un tramo recto largo, el tramo curvo se interpreta, como el tiempo durante el cual, no hubo flujo de agua a través de las probetas, sino únicamente una rápida absorción y saturación de las mismas. La parte recta representa, el tiempo durante el cual hubo un flujo constante de agua a través de la probeta. Los datos de esta parte curva fueron ajustados por el método de mínimos cuadrados a una recta, con el objeto de establecer por medio de su pendiente, el caudal o flujo promedio que cada tipo de mezcla permite. Los datos obtenidos se encuentran en la tabla 4 del apéndice adjunto.

4.7 Adherencia al estado seco

Este ensayo se realizó, tomando como referencia lo descrito en el inciso B2,3 *Adherence* del artículo 1779, del CSTB de Francia. Su propósito fue el de investigar su resistencia a la adherencia. El ensayo consistió en adherir a la superficie de las capas pastillas metálicas de 5 centímetros por lado y espesor de 1/16", sisar la capa de repello en todo su espesor y alrededor, y finalmente aplicarles una fuerza de tensión normal y en el centroide de su superficie hasta arrancarlas.

Para cada muro de mampostería se colocaron tres pastillas en cada muestra, y posteriormente se obtuvo un promedio. Se colocó una polea en la cual pasaba una cuerda que sujetaba a la pastilla metálica en un extremo y en el otro un recipiente, se iba agregando arena hasta producirse el fallo esperado, luego se pesaba el recipiente en kilogramos y se dividía entre el área de falla en centímetros cuadrados, los resultados se pueden observar en la tabla 11.

4.8 Observación

Para este ensayo se hicieron 5 muestras, una sin fibra y las 4 restantes con diferentes fibras (*nylon*, polietileno, pino y vidrio), la mezcla (savieta) se le aplicó a cuatro muros de mampostería, de ladrillo, concreto, block y adobe, con una capa de 1 centímetro de grosor aproximadamente.

4.8.1 Mezcla sin fibra

Utilizamos una proporción de 1:2 (cemento: arena) a la que comúnmente se le dice savieta, después de 24 horas de haberse echado la mezcla a los diferentes muros no apareció ninguna grieta. Después de 8 días permanecía igual en el muro de block, así como en el del ladrillo y concreto, en cambio en el muro de adobe surgieron grietas en toda la superficie de la muestra, de unos 5 centímetros de largo, después de este periodo de tiempo no se presentó ningún cambio.

4.8.2 Mezcla con fibra de *nylon*

Durante el proceso de mezclado de esta, se pudo observar poca presencia de fibra en la superficie de la muestra. Durante las primeras 24 horas su comportamiento fue el siguiente: en el muro de concreto no surgieron grietas y poca presencia de fibras así como en el muro de block, en cambio en el muro de ladrillo surgieron pocas grietas y bastante influencia de fibras en la superficie; en el muro de adobe hubo pocas grietas como de 2 centímetros de largo, y en las cizas del muro se pudo observar que predominaban éstas. Después de 8 días: en el muro de block, ladrillo y concreto, no hubo variaciones con relación a las 24 horas, sólo en el muro de adobe ya que se pudo observar el surgimiento de bastantes grietas en la muestra de aproximadamente 5 centímetros de largo en todas direcciones, después de estos 8 días no se observó ningún cambio en las muestras.

4.8.3 Mezcla con fibra de polietileno

En esta mezcla se pudo observar que fue pastosa con relación a las demás y muy difícil de revolver. Después de 24 horas, en el muro de concreto no surgieron grietas, en el muro de block, hubo grietas en las cizas del mismo, como de 1.5-3 centímetros de largo y se observó poca presencia de fibras en la superficie de la muestra así como también en el muro de ladrillo se pudo establecer el mismo comportamiento; en el muro de adobe surgieron grietas de considerable tamaño como de 10 centímetros de largo y poca presencia de fibras en la superficie de la misma.

Después de 8 días en el muro de block surgieron más grietas pequeñas en la sisa del mismo y otras de 5 centímetros de largo, en el muro de concreto no hubo cambios; en el muro de ladrillo surgieron más grietas pequeñas como de 1 centímetro de largo; y en el muro de adobe, surgieron gran cantidad de grietas grandes de unos 6 centímetros de largo, en casi toda la superficie de la muestra en todas direcciones, posterior a los 8 días no se observó ningún cambio en todas las muestras.

4.8.4 Mezcla con fibra natural (pino)

Su trabajabilidad fué normal, en el muro de concreto no hubo ninguna grieta después de 24 horas de echar la capa de revestimiento; en el muro de block surgieron grietas como de 1 centímetro de largo, pero muy pocas; en el muro de ladrillo hubo grietas en varias sisas; y en el muro de adobe surgieron grietas grandes de unos 8-10 centímetros de largo en la sisa y poca presencia de fibra en la superficie de la muestra. Después de 8 días en el muro de block surgieron bastantes grietas pero pequeñas de 2-3 centímetros de largo; en el muro de concreto y el de ladrillo permaneció sin ningún cambio; en el muro de adobe surgieron grietas en dirección horizontal a la sisa del muro.

4.8.5 Mezcla con fibra de vidrio

Su trabajabilidad fue igual a la de sin fibra, después de 24 horas en el muro de ladrillo no surgieron grietas así como en el muro de concreto; en el muro de block surgieron grietas pero muy pocas, en el muro de adobe surgieron pocas grietas grandes, pero si un considerable número de grietas pequeñas, después de 8 días en el muro de adobe surgieron grietas grandes y pequeñas en dirección de la sisa vertical y horizontal; en el muro de ladrillo y block surgieron grietas pequeñas y en el muro de concreto no hubo cambios.

Después de hacer las observaciones de todas las muestras en los diferentes muros y diferentes fibras, se procedió a echarle la segunda capa o sea el repello, la cual se hizo con la proporción $\frac{1}{2}$: 3: 1 (cemento : arena : cal), tomando un grueso de 1.5 centímetros de grueso aproximadamente.

Después de 24 horas de echar la capa en todas las muestras, menos en la del muro de ladrillo, surgieron grietas, pero como siempre se le echa una lechada para la terminación (repello), y para sellar o desaparecer dichas grietas, posteriormente no surgieron las grietas en ninguna muestra, sólo unas cuantas en la muestra de adobe.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Densidad de la mezcla

Al tomar como referencia la mezcla sin fibra, se observó un aumento de densidad de la fibra de *nylon* en 3 gr/cm³, y en la fibra de polietileno de 9 gr/cm³, en relación a la fibra de vidrio no hubo variación ya que el resultado fue el mismo y por ultimo en la fibra de pino bajo la densidad en 2 gr/cm³.

5.2 Resistencia a compresión y a tensión

En los esfuerzos de tensión de las mezclas se observó lo siguiente, se tomó como referencia la mezcla sin fibra: un decremento: en la mezcla con fibra de *nylon* de 3.4 kg/cm², en la mezcla con fibra de pino de 4.7 kg/cm² y en la mezcla con fibra de vidrio de 4.45 kg/cm². En la mezcla con fibra de polietileno un aumento de 1.2 kg/cm².

En los esfuerzos de compresión se observó lo siguiente: al tomar como base la mezcla sin fibra, un incremento de 12 kg/cm² en la mezcla con fibra de *nylon*, de 12.67 kg/cm² en la mezcla con fibra de polietileno, de 35 kg/cm² en la mezcla con fibra de vidrio. Y un decremento en la mezcla con fibra de pino de 34 kg/cm².

5.3 Absorción de agua por capilaridad

Según la gráfica número 1, se puede observar que la fibra de vidrio está por debajo de las otras fibras, luego le sigue la fibra de *nylon*, en medio la mezcla sin fibra y arriba de esta la fibra de polietileno y la de pino, entonces diremos que en base a la mezcla sin fibra: que las fibras con menor coeficiente de capilaridad son: la de vidrio y nylon, y las fibras con mayor índice de capilaridad son la de pino y la de polietileno.

5.4 Permeabilidad al agua

Como podemos observar en la gráfica 3, la mezcla que está por debajo es la mezcla sin fibra. Por lo tanto en este ensayo, todas las mezclas con fibras obtuvieron valores arriba de lo normal.

5.5 Adherencia al estado seco

Si se toma como referencia la mezcla sin fibra se observó, que: en el muro de ladrillo, adobe y block, se incrementó la adherencia en todas las mezclas con sus respectivas fibras, en el muro de concreto sólo la fibra de pino aumentó su adherencia ya que las demás obtuvieron valores semejantes o cercanos a la mezcla sin fibra.

Al hacer una comparación con todos los muros, en lo que se refiere a los esfuerzos de adherencia, de las mezclas con fibras, se puede notar que el muro de ladrillo y el de block, aumentaron sus esfuerzos en relación a los demás.

CONCLUSIONES

1. En los revestimientos que se le dan a los muros de mampostería es importante la forma en que se aplica la mezcla, y hay que tomar en cuenta ciertos aspectos que influyen al momento de revestirlos, como por ejemplo: el grado de humedad de la misma, grosor de la capa y picar el muro para que exista una mejor adherencia, y así poder evitar el surgimiento de las grietas en ella.
2. Existen materiales conformados con fibras, los cuales sirven para revestir las paredes o muros de mampostería, según la finalidad a que se destine. Ya que éstos se pueden usar en paredes exteriores o interiores.
3. En la actualidad existen diferentes fibras, y sólo unas cuantas se han analizado para el revestimiento en muros de mampostería. Ya que existen estudios, ensayos y observaciones de fibras que son utilizadas en concreto reforzado.
4. Las fibras que se analizaron en este trabajo son adecuadas para los revestimientos de muros de mampostería usando mezclas, ya que según lo obtenido por los ensayos mejoraron las propiedades mecánicas de las mezclas, principalmente en los esfuerzos a compresión.

5. Debido a que las fibras son finas, no hay ningún problema al momento de introducirla a la mezcla, ya que no existe un cambio considerable en el manejo de la misma, ni en volumen ni en densidad.
6. Es importante tomar en cuenta que se puede agregar fibra fina al acabado final y así obtener un mejor resultado, siempre y cuando exista un adecuado control y supervisión en el momento de aplicarla, para que no permanezca mucha fibra en la superficie.
7. En las mezclas con fibras ensayadas se llegó a la conclusión de que las fibras naturales (pino) no son buenas a los esfuerzos a que se sometieron, en cambio las demás se comportaron mejor en relación a la mezcla sin fibra.
8. Se llegó a la conclusión que la utilización de fibras para revestir muros de mampostería evita el surgimiento de grietas, mejora su adherencia, así como aumenta las propiedades mecánicas de las mezclas o morteros, según lo visto en los ensayos realizados.

Para seleccionar una fibra específica se debe tomar en cuenta varios factores como por ejemplo de tipo económico, las características del muro a revestir, las propiedades específicas de las fibras, ya que como se pudo observar estas varían en ciertos aspectos, debido a que algunas son buenas al momento de repeler el agua y otras por el contrario, absorben bastante agua; otras mejoran el mortero a los esfuerzos que se puedan dar y por consiguiente mejoran su calidad de vida, así como su resistencia; otras no sufren cambios a los agentes atmosféricos y por lo tanto mejoran y prolongan la durabilidad del revestimiento.

9. En relación a los ensayos que se realizaron el único que presentó cierto grado de dificultad fue, el ensayo de adherencia al estado seco, debido a la forma en que se fueron agregando los pesos a las muestras, en los diferentes muros.

RECOMENDACIONES

1. Al momento de revestir un muro de mampostería se debe evitar la aplicación de una capa gruesa, (no mayor de 1 centímetro) porque de lo contrario existe la posibilidad de que se agriete el revestimiento.
2. Se debe dejar pasar un tiempo prudencial al aplicar la capa final, para que no surjan posibles grietas en dicha capa.
3. Como las fibras son finas, es aconsejable que se mezclen uniformemente con el mortero al momento de aplicarla en el muro y así poder evitar grumos o acumulación de partículas.
4. Actualmente existe gran cantidad de fibras en el mercado y sería conveniente analizarlas, y determinar sí se pueden utilizar para la construcción, como por ejemplo: fibra de coco, acero, polipropileno, hojas, maguey, etc.
5. Es aconsejable aplicar fibra a la mezcla de levantado y analizar los resultados posteriormente.

6. En los muros de adobe se puede tratar con otro tipo de material diferente a la arena de río para su revestimiento.
7. La utilización de fibras vegetales es conveniente usarlas completamente secas, para evitar cambios en sus propiedades.
8. Se puede utilizar otro tipo de fibras como, lana, papel, hojas secas, etc, para el seguimiento de esta tesis, y aplicarlas en el acabado final, así como también realizar otros ensayos como por ejemplo ensayos de dureza en el acabado final, y resistencia al calor.

BIBLIOGRAFIA

1. Álvarez Rivas, Sandra Lucrecia. Evaluación de la resistencia al impacto de alternativas de matrices de mortero de cemento reforzado con fibras vegetales. Tesis Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1988. p. 4-7.
2. Barrientos Orantes, Hugo Haroldo. Evaluación experimental de enlucidos tradicionalmente utilizados sobre muros de adobe. Tesis Ing. Civil Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1991. p. 20-26, 29-31.
3. Barrios Morataya, José Rolando. Estudio del concreto liviano reforzado con fibra vegetal. Tesis Ing. Civil Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1979 113 p.
4. Calderón Mendoza, Eleazar. Evaluación de la resistencia en flexión de alternativas de matrices de mortero de cemento reforzado con fibras vegetales. Tesis Ing. Civil Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1987. p. 8-12.
5. Chávez, Leonardo. Estudio de mercadeo y comercio para producción artesanal. Tesis Ing. Civil Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1988. p. 52.

6. Domínguez Rebolleda, Jorge Eduardo. Fibra de vidrio como material industrial. Tesis Ing. Civil Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1981. P.29-35.
7. Domínguez Ambrosio, Juan Rafael. Nuevos recubrimientos finales en paredes y cielos en residencias y edificios. Tesis Ing. Civil Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1977. p. 4-9.
8. Empresa Nycon, inc. 101 cross street, westerlur 02891-2407 u. s. a.
9. Minondo Meoño, Juan Carlos. Poliéster fibra textil. Tesis Ing. Civil Guatemala universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1977.p. 25-32.
10. Montenegro Florián, Alfredo. Material para Revestimientos verticales, consideraciones sobre su colocación y relaciones costo-rendimiento. Tesis Ing. Civil Guatemala universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1990. p.6-26, 29-41.
11. Ortiz Corado, Juan Antonio. Situación actual de las fibras naturales como refuerzo de mortero. Tesis Ing. Civil Guatemala universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1986. p. 48.
12. Ramírez Ramila, Carlos Enrique. Los geotextiles como alternativa ante problemas de ingeniería civil. Tesis Ing. Civil Guatemala universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1986. p. 8-15.
13. Sarg garcía, Otto Edgar. Análisis comparativo de costos entre revestimientos tradicionales y a base de resinas plásticas. Tesis Ing. Civil Guatemala universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1987. p. 3-11.
14. [Www.nycon.com](http://www.nycon.com)

APÉNDICE.

Tabla II. Densidad de las mezclas

	Mezcla	Densidad (gr/cm ³)
A	Sin fibra	1.37
B	Nylon	1.40
C	Vidrio	1.37
D	Pino	1.35
E	Polietileno	1.46

Tabla III. Esfuerzos a tensión y compresión

TIPO DE MEZCLA	TIEMPO DE ENSAYO (días)	ESFUERZOS (Kg./Cm ²)	
		TENSIÓN	COMPRESIÓN
SAVIETA	7	25.59	228.00
	14	32.06	277.33
	28	36.52	312.00
NYLON	7	27.60	218.6
	14	31.82	243.33
	28	33.12	324.00
POLIETILENO	7	29.00	248.00
	14	27.12	314.67
	28	37.81	324.67
PINO	7	29.00	222.00
	14	29.36	255.33
	28	31.82	278.00
VIDRIO	7	24.90	242.67
	14	27.12	294.00
	28	32.17	347.00

Tabla IV. Ecuaciones de las rectas y caudales de permeabilidad al agua

TIPO DE MEZCLA	ECUACIONES	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	CAUDALES Cm3/minuto
Sin fibra	$Y=9.22+1.58x$	0.99	1.58
Pino	$Y=8.61+1.67x$	0.99	1.67
Polietileno	$Y=21.51+1.93x$	0.97	1.93
Nylon	$Y=15.46+1.58x$	0.99	1.58
Vidrio	$Y=48.34+2.07x$	0.99	2.07

Tabla V. Absorción del agua por capilaridad mezcla sin fibra

t en min	Altura cm	Peso agua gr.	100*M/S	Δt
0	0	326.72	-	0
5	0.65	0.28	1.12	2.23
10	1	0.30	1.20	3.16
15	1.1	2.84	11.36	3.87
20	1.3	7.10	28.41	4.47
25	1.5	8.52	34.09	5.00
30	1.7	14.21	56.89	5.48
35	1.8	15.62	62.5	5.92
40	1.9	16.48	65.60	6.32
45	2.1	16.90	67.60	6.71
50	2.15	17.50	70.00	7.07
55	2.4	17.98	71.92	7.42
60	2.5	18.00	72.00	7.75
65	2.6	18.46	73.87	8.06
70	2.8	18.75	75.00	8.37
75	2.9	19.03	76.61	8.66
80	3.0	19.32	77.28	8.94
85	3.1	19.60	78.41	9.92
90	3.2	19.88	79.54	9.49
95	3.3	20.17	80.68	9.75
100	3.4	21.30	85.23	10.00
105	3.5	21.59	86.37	10.25
110	3.6	21.87	87.56	10.45
115	3.7	22.73	90.91	10.72
120	3.7	23.01	92.05	10.95

Tabla VI. Absorción de agua por capilaridad, mezcla fibra de vidrio

t en min	Altura cm	Peso agua gr.	100*M/S	Δt
0	0	326.72	-	0
5	0.8	0.28	1.14	2.23
10	1.4	0.57	2.27	3.16
15	1.6	0.85	3.40	3.87
20	1.8	1.14	4.50	4.47
25	1.8	1.42	5.68	5.00
30	2.1	7.10	28.41	5.48
35	2.3	8.52	34.09	5.92
40	2.5	9.94	39.77	6.32
45	2.6	11.36	45.46	6.71
50	2.65	11.65	46.59	7.07
55	2.75	12.22	48.88	7.42
60	2.85	12.50	50.00	7.75
65	2.9	14.20	56.82	8.06
70	3.1	15.63	62.50	8.37
75	3.15	15.90	63.64	8.66
80	3.2	16.19	64.77	8.94
85	3.4	16.48	65.91	9.92
90	3.5	16.91	67.64	9.49
95	3.6	17.05	68.18	9.75
100	3.7	17.33	69.32	10.00
105	3.8	17.61	70.46	10.25
110	3.9	17.90	71.59	10.45
115	4.0	18.45	73.87	10.72
120	4.2	18.75	75.05	10.95

Tabla VII. Absorción de agua por capilaridad, mezcla fibra de pino

t en min	Altura cm	Peso agua gr.	100*M/S	Δt
0	0	298.31	-	0
5	0.8	7.10	28.40	2.23
10	1.5	14.21	56.68	3.16
15	1.7	14.49	57.95	3.87
20	1.9	14.77	59.09	4.47
25	2.0	15.63	62.50	5.00
30	2.2	17.05	68.18	5.48
35	2.4	17.61	70.46	5.92
40	2.6	19.89	79.55	6.32
45	2.7	21.31	85.23	6.71
50	2.8	21.59	86.37	7.07
55	3.0	24.15	96.59	7.42
60	3.2	25.57	100.23	7.75
65	3.4	25.85	103.41	8.06
70	3.6	28.41	113.64	8.37
75	3.65	29.83	119.32	8.66
80	3.7	31.25	125.00	8.94
85	3.8	31.54	126.14	9.92
90	3.9	32.82	127.28	9.49
95	4.0	32.10	128.40	9.75
100	4.1	34.09	136.37	10.00
105	4.2	34.38	137.50	10.25
110	4.2	34.38	138.85	10.45
115	4.4	36.93	147.73	10.72
120	4.4	37.22	148.87	10.95

Tabla VIII. Absorción de agua por capilaridad, mezcla fibra de polietileno

t en min	Altura cm	Peso agua gr.	100*M/S	Δt
0	0	312.51	-	0
5	0.7	2.89	11.36	2.23
10	1.2	4.26	17.05	3.16
15	1.5	5.68	22.27	3.87
20	1.5	6.25	25.00	4.47
25	1.7	8.24	32.96	5.00
30	1.8	14.21	56.82	5.48
35	1.9	15.62	62.50	5.92
40	2.0	19.89	79.55	6.32
45	2.2	21.31	85.23	6.71
50	2.4	22.73	90.91	7.07
55	2.5	24.15	96.59	7.42
60	2.6	24.43	97.73	7.75
65	2.8	24.72	98.87	8.06
70	3.0	25.00	100.00	8.37
75	3.1	25.28	101.14	8.66
80	3.2	25.57	102.28	8.94
85	3.3	28.41	113.64	9.92
90	3.4	28.69	114.78	9.49
95	3.5	28.69	114.78	9.75
100	3.6	28.69	114.78	10.00
105	3.6	29.83	119.32	10.25
110	3.7	31.25	125.00	10.45
115	4.0	32.67	130.68	10.72
120	4.0	33.81	135.23	10.95

Tabla IX . Absorción de agua por capilaridad, mezcla fibra de nylon

T en min	Altura cm	Peso agua gr.	100*M/S	Δt
0	0	340.92	-	0
5	0.65	9.94	39.77	2.23
10	1.0	11.36	45.46	3.16
15	1.0	12.78	51.14	3.87
20	1.30	13.35	53.41	4.47
25	1.5	13.92	55.68	5.00
30	1.5	14.49	57.96	5.48
35	1.7	14.77	59.09	5.92
40	1.8	15.06	60.23	6.32
45	2.0	15.34	61.27	6.71
50	2.1	15.62	62.50	7.07
55	2.2	15.90	63.64	7.42
60	2.3	16.19	64.77	7.75
65	2.4	16.47	65.91	8.06
70	2.5	16.76	67.04	8.37
75	2.6	17.05	68.18	8.66
80	2.65	17.33	69.32	8.94
85	2.7	17.61	70.46	9.92
90	2.75	17.89	71.59	9.49
95	2.9	18.18	72.73	9.75
100	3.0	18.47	73.87	10.00
105	3.0	18.75	75.00	10.25
110	3.0	19.03	76.14	10.45
115	3.2	21.31	85.23	10.72
120	3.2	21.59	86.32	10.95

S = Sección de la probeta 25 cm².

Coeficiente de capilaridad = pendiente entre los puntos de medición de 10 y 90 minutos.

$$C.C. = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1)$$

Tabla X. Resultados de coeficiente de capilaridad

Mezcla	Peso de probeta Medio ambiente	Coeficiente de Capilaridad
Sin fibra	326.72	12.38
Vidrio	326.72	10.32
Pino	298.31	19.29
Polietileno	312.51	15.49
Nylon	340.92	4.13

Tabla XI. Permeabilidad al agua

SABIETA		PINO		POLIETILENO		NYLON		VIDRIO	
T	V	T	V	T	V	T	V	T	V
12	28	12	24	12	34	12	30	12	48
30	58	33	65	30	90	30	65	30	125
45	80	52	100	45	112	45	90	45	155
63	108	73	137	63	144	63	116	63	184
79	132	93	166	79	173	79	140	79	218
98	162	115	200	98	207	98	168	98	245
114	192	137	234	114	240	114	195	114	275

Donde T es el tiempo en minutos y V el volumen en centímetros cúbicos.

Tabla XII. Adherencia al estado seco

	Adherencia Estado Seco Kg./cm ² .				
Muro	Sin fibra	Polietileno	Nylon	Vidrio	Pino.
Ladrillo	0.82	0.99	1.12	0.88	0.90
Concreto	0.87	0.86	0.85	0.83	0.98
Adobe	0.76	0.81	0.88	0.79	0.85
Block	0.80	0.93	1.07	0.96	0.82

Figura 3. Absorción de agua por capilaridad, curva de ascenso capilar.

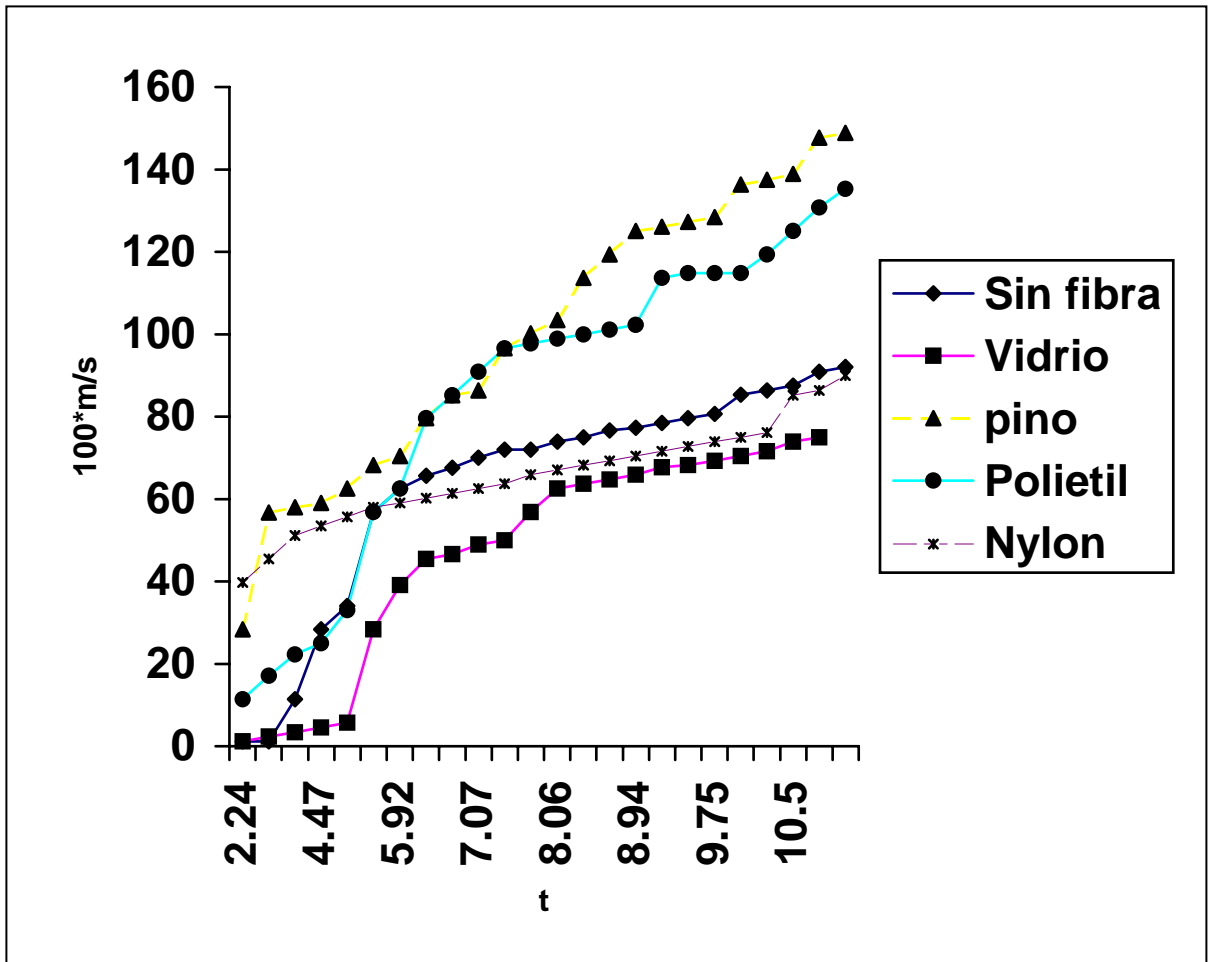


Figura 4. Absorción de agua por capilaridad

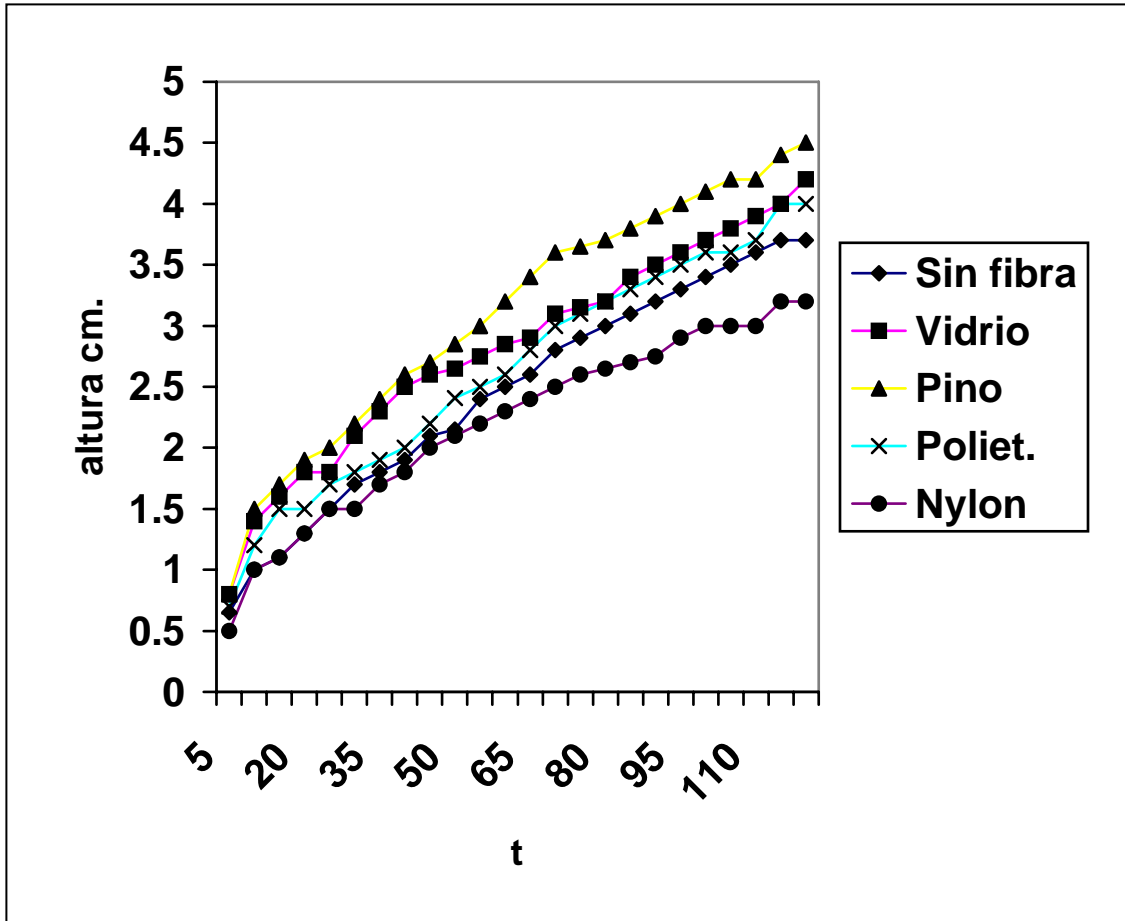


Figura 5. Densidades de las mezclas.

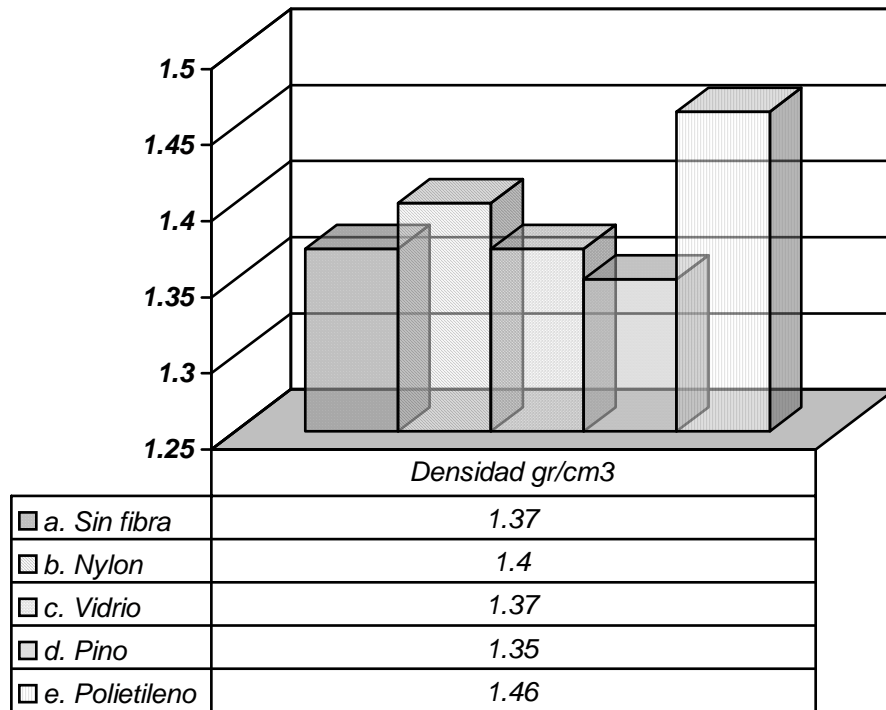


Figura 6. Esfuerzos de tensión y compresión kg/cm2.

grafica 4

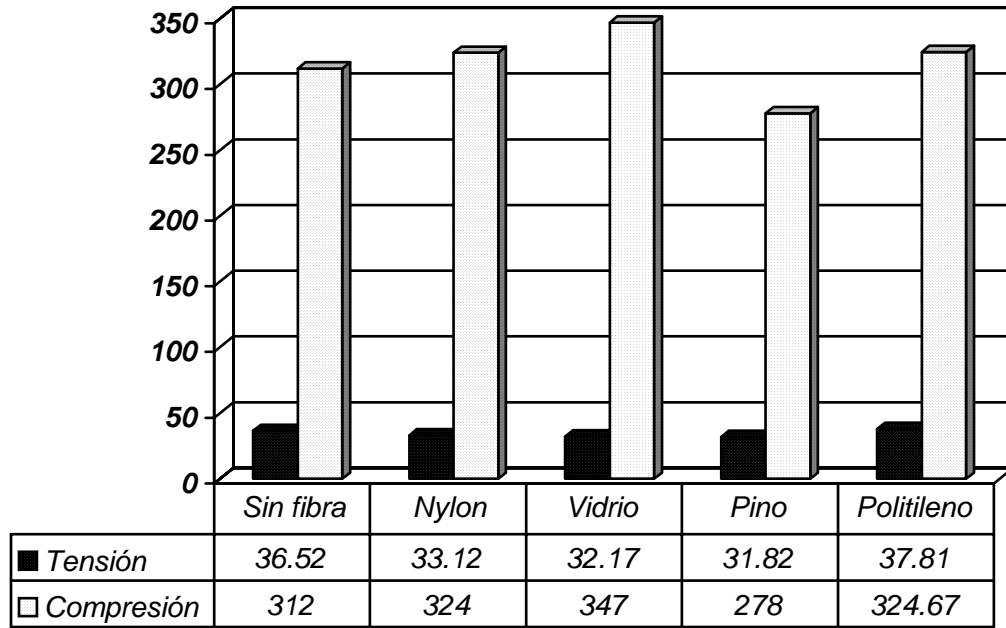


Figura 7. Adherencia al estado seco kg/cm2. grafica 5

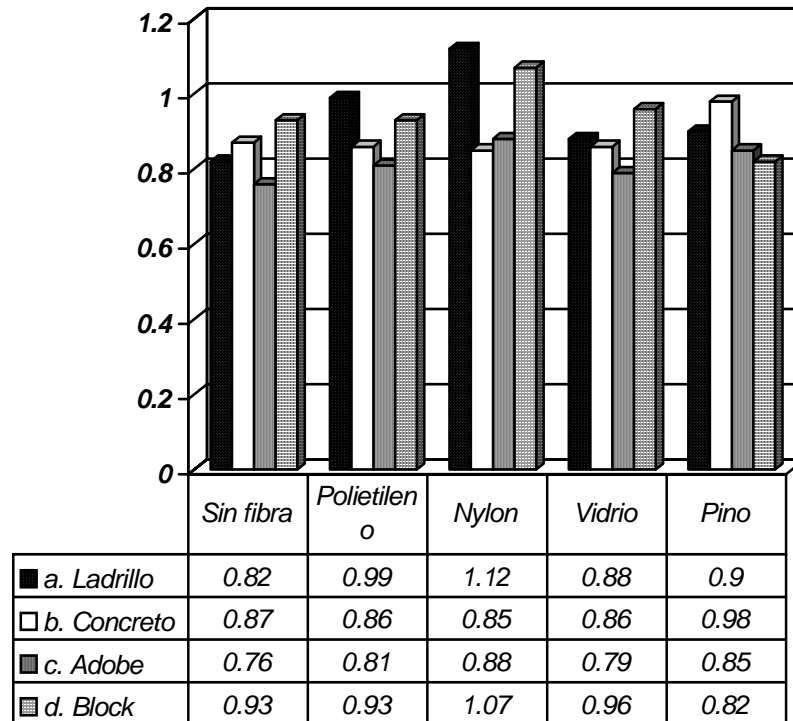


Figura 8. Permeabilidad al agua gráfica 6.

