

Utilización de la fibra de coco como sustituto del Amianto en los procesos industriales

Aleyda L. Montañez P.^{*,a}, Iván Uzcátegui^b

^aEscuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

^bEscuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

Resumen.-

Este trabajo presenta el desarrollo de la elaboración de un producto de uso industrial, a partir de la sustitución de la fibra de amianto, considerando como un contaminante ambiental cancerígeno muy utilizado en construcciones variadas, específicamente en techos, empaques, sistemas de saneamiento y otros. Ante esta problemática existen numerosas investigaciones sobre materiales alternativos que pueden sustituir las fibras del amianto en la elaboración de diferentes productos. Por ello, el objetivo general de esta investigación es proponer la fibra de coco como sustituto del amianto en los procesos industriales. La metodología empleada está enmarcada en la modalidad Proyecto Factible, sustentada en una investigación de campo de tipo experimental y en un estudio documental. La sustitución de dichas fibras se aplicó a la elaboración del mastique lográndose estandarizar su fórmula ajustado a las pruebas físicas y mecánicas y alcanzando satisfacer las especificaciones del producto. Al suplantar el amianto por la fibra de coco, se pretende dar posibles soluciones a la problemática que ocasiona este material.

Palabras clave: Amianto, fibra de coco, asbestosis

Use of the Coconut Fiber as a substitute for the Amianthus in Industrial Processes

Abstract.-

This work presents the development of an industrial use, product development from the replacement of amianthus, whereas as a pollutant environmental fiber widely used in various constructions, cancerogenic specifically in roofs, packaging, sanitation systems and others. Before this problem numerous investigations exist on alternative materials that can substitute the fibers of the amianthus in the elaboration of different products. Therefore, the general objective of this research is to propose the coconut fiber as a substitute for asbestos in industrial processes. The used methodology is framed in the modality Feasible Project, sustained in an investigation of field of experimental type and in a documental study. The replacement of these fibers was applied to the development of the mastic and standardizes your formula adjusted to the physical and mechanical tests and reaching meets the specifications of the product. To impersonate the asbestos by the coconut fiber, aims to provide possible solutions to the problems that causes this material.

Keywords: Amianthus, coconut fiber, asbestosis

1. Introducción

El nombre amianto proviene del griego *amiantos* y en castellano se utiliza como sinónimo del vocablo asbesto. Este material corresponde a un grupo de minerales del tipo silicato que ocurren en la naturaleza y pueden ser separados en fibras, siendo éstas fuertes, duraderas, resistentes al fuego, largas y flexibles. Otras de sus propiedades más resaltantes son la estabilidad, la durabilidad y su poder como aislante [1]. Debido a estas cualidades, se ha usado en miles de productos de consumo industrial, marítimo, automotriz, científico y de

construcción. Colateralmente a la cantidad de aplicaciones del asbesto, su utilización ha traído serias consecuencias, lo que ha generado impactos negativos al ser humano de carácter físico, mental y social. En esta visión, los que corren el mayor peligro de exposición al asbesto son los trabajadores que instalan aislamientos; los plomeros, los que tienden tuberías, los electricistas y los que instalan hojas metálicas [2]. Cualquier trabajador de construcción puede estar expuesto al peligro durante el mantenimiento, la remodelación o demolición de cualquier edificio viejo o una carretera. También, las familias de estos trabajadores corren el riesgo, ya que el asbesto puede llevarse en la ropa y en los zapatos; además las personas que viven cerca de los depósitos de desechos de asbesto pueden contaminarse. Sin embargo, aunque se ha demostrado que el as-

*Autor para correspondencia

Correos-e: aleydamontanez@yahoo.com (Aleyda L. Montañez P.), iuzcategui@cantv.net (Iván Uzcátegui)

besto es dañino para los pulmones y otros órganos, y se ha prohibido utilizarlo, es lamentable que en los últimos años haya un incremento del uso del asbesto en forma masificada en construcciones variadas, especialmente en techos y empaques, sistemas de saneamiento y otros. [3]. En este sentido, las empresas que usan este declarado cancerígeno deben estar estrictamente controladas y poseer una tecnología adecuada a la peligrosa materia prima que manipulan, de lo contrario, no sólo su personal estaría expuesto a contraer cáncer, sino que está en riesgo toda la población que vive cerca de esa industria.

Ante esta problemática, existen numerosas investigaciones sobre materiales alternativos que pueden sustituir las fibras del amianto en la elaboración de diferentes productos [4]. En Venezuela un buen material que puede utilizarse como sustituto del asbesto, es la fibra de coco. Esta fibra por sus características naturales, ofrece más inter-cambiabilidad de calor y respira mejor que los productos de origen petroquímico; asimismo no es combustible [5]. Además, es reciclable, renovable, su industrialización es empírica y no tiene efectos contaminantes, también tiene un alto contenido de espacio poroso para retener aire y agua, tiene buen drenaje, buena capacidad de rehumectación, baja densidad aparente, es ligero y de fácil manejo [6].

En función de las características mencionadas anteriormente, se persigue sustituir el uso del asbesto por materiales de origen vegetal, debido a la contaminación ambiental biológica, química y física del aire, del suelo, del agua, de los lugares de trabajo, lo que da lugar a numerosas problemas de salud en todo asentamiento humano. Ante esto, la presente investigación tiene por finalidad proponer la fibra de coco como sustituto del amianto en los procesos industriales. Para ello, se siguieron los siguientes pasos: se detectó mediante un estudio se determinaron las propiedades de la fibra del coco y su potencial como agente de sustitución, se identificaron los productos industriales con los cuales puede realizarse la sustitución del amianto por dicha fibra, se procedió a la experimentación de la sustitución para luego estandarizar el proceso de reemplazo. Finalmente se elaboró un producto, que permitió el intercambio de las fibras de amianto por las fibras de coco: El mastique, por contener un conjunto de materiales de fácil acceso cuya elaboración implicó el uso de dos equipos principales (mezclador y extrusora), además de ser un elastómero de curado rápido de amplia utilidad en los sectores de la construcción, automotriz, marítimo y comercio [7]. En esta perspectiva, la investigación se

enmarcó en un proyecto factible con el propósito de dar solución a la problemática planteada, la cual consiste en sustituir el asbesto por fibra de coco, minimizando de esta manera las consecuencias que origina dicho producto en la salud.

2. Metodología

El presente estudio asumió los criterios que guía un proyecto factible, debido a que estuvo orientado a responder a la necesidad de incorporar propuestas para la utilización de la fibra de coco como sustituto del amianto en los procesos industriales a fin de gestionar posibles soluciones a la problemática que ocasiona este material.

Para llevar a cabo esta propuesta, se seleccionó la fabricación del mastique.

El mastique:

Sellador, cuyo uso ha sido considerado de gran relevancia por muchos años, por ser un elastómero de curado rápido, empleado en la planificación y ejecución de las juntas de conexión en ventanas, en reparaciones sobre concreto, en pisos y muros, como sello de grietas y fisuras horizontales y verticales, apropiado para el relleno de hoyos, huecos y hendiduras en láminas y estructuras de acero y excelente como recubrimiento protector tipo barrera, para restauraciones rápidas de superficies corroídas. No escurre cuando se aplica en espesores altos, es de gran flexibilidad y dureza. Todo esto, gracias a las propiedades que le imparte principalmente el amianto [7]. Por lo antes expuesto y por poseer la fibra de coco propiedades similares al amianto, además de ser su elaboración relativamente sencilla, se seleccionó dicho producto para su fabricación.

2.1. Obtención de la materia prima (fibra de coco)

La recolección de la fibra de coco se realizó en el Estado Falcón, donde se tomaron diferentes muestras al azar. La obtención se efectuó en forma manual, seleccionando cocos maduros, conocidos como *coco secos*. Dicha recolección se hizo tomando los cocos del suelo (*cocos goteados*) y los maduros, cortados en racimos por los maneadores (personas que suben y cortan los racimos). Para ello, se escogieron diez cocos por cada finca visitada (recolección que se puede llevar a cabo en cualquier época del año).

2.2. Método de extracción de la fibra de coco

El procedimiento de extracción de la fibra de coco se inicia con la obtención de la cáscara (cubierta externa del coco), este paso se realiza manualmente, utilizando una estaca de madera o hierro afilado, fijada en la tierra a 90 cm aproximadamente. El coco se clava en la punta de la misma, para perforar la cáscara y el extremo redondo del coco, moviéndose para ir removiendo la cáscara por partes. Continúa el alisado, que no es más que el arreglar u ordenar la cáscara que contiene la fibra, de manera que pueda someterse al enriado; operación que consiste en sumergir el material en un recipiente con agua, donde cuidadosamente las fibras se han apilado, entrelazadas, formando calles y colocando unas piedras pesadas encima para que quede cubierto por el agua mientras ocurre el proceso de maceración. Una vez desprendidas las fibras, se procede al lavado para llevar a cabo la eliminación de impurezas, y luego se deja secar al sol hasta que ésta se encuentre completamente seca. El tiempo de secado fue de doce horas, para luego ser sometida al rastrillado, cuya finalidad es limpiar, separar e igualar la fibra. Se realiza con una tabla de rastrillar, la cual consta de una superficie plana de madera cubierta con alambre púa. Se hace pasar varias veces la fibra entre las púas, las que se desprenden al final es el pelo o fibra de mejor calidad y la que queda entre las púas es sometida a un nuevo rastrillado; recolectándose de esta forma la fibra a utilizar [8].

En la Tabla 1, se muestra la comparación de las propiedades del amianto y la fibra de coco. Donde se destaca la diferencia entre la conductividad eléctrica, el elongamiento en la ruptura y la conductividad térmica [9], [10].

Tabla 1: Relación comparativa entre las propiedades físicas del amianto y de la fibra de coco.

Propiedades	Valor amianto	Valor fibra de coco
Ph	4.00	4.7 a 6.6
Conductividad eléctrica (ms/cm)	0.5	650
Densidad relativa (agua=1 g/cm ³)	2.5	1.3
Elongamiento en la ruptura (%)	60	23.9 a 51.4
Modulo de elasticidad (MPa)	82 a 137	95 a 118
Conductividad térmica (w/mk)	0.16	0.043 a 0.045

2.3. Elaboración de la Propuesta

Mastique

Para realizar un producto que garantice un nivel de toxicidad relativamente bajo y ecológicamente amigable, se estableció sustituir los materiales de mayor peso en el mastique, por otros que sin alterar las propiedades fisicoquímicas de éstos permitan mejorar las propiedades físicas del producto final.

En función a lo antes planteado, se procedió a suplir componentes como la goma de polietileno, por neopreno; elastómero sintético el cual conserva propiedades físicas muy similares al caucho natural, entre las que destacan su resistencia para la mayoría de las aplicaciones mecánicas, compatibilidad con la fibra de coco y es particularmente efectivo en aguante al deterioro, debido al aceite y a la oxidación. La resistencia a las llamas es probablemente su propiedad más singular por su contenido de cloro. Resistente a los aromáticos y no aromáticos, al agua, álcalis y es aceptable ante los ácidos. Se trabajó con aceite de coco como agente de lubricación con el propósito de hacer mayor provecho de las propiedades del coco, además de ser un aceite vegetal totalmente puro, de aspecto líquido o masa semisólida, según la temperatura ambiente, de olor y sabor propio; entre sus características fisicoquímicas ofrece un bajo índice de acidez (menor a 1), el punto de fusión final oscila entre 22 y 27°C y la gravedad específica a 25°C es de 0,919 (adim) [8].

Por otra parte, el etilbenceno; líquido inflamable, incoloro, de olor muy similar al de la gasolina, muy utilizado en la manufactura de otros productos químicos. Es un producto no persistente, siendo biodegradable, de rápida volatilización a la atmósfera; se sustituyó por ciclohexano, solvente que ofrece maleabilidad, durabilidad y resistencia a la evaporación lo que redundaría en una mayor durabilidad del producto final. Su principal característica es que por ser un solvente aromático permite ser compatible con la materia orgánica como lo es la fibra de coco. Finalmente el amianto por poseer características perjudiciales para la salud, como se mencionó anteriormente, fue sustituido por la fibra de coco, la cual a diferencia del amianto es muy barata y respetuosa con el medio ambiente [11].

A continuación en la Tabla 2, se muestran los materiales requeridos para la fabricación del mastique a base de amianto (Formula original).

En la Tabla 3, se exponen los rangos de funcionalidad del mastique reportados en las pruebas físicas y mecánicas, a partir de los materiales requeridos para la fabricación del mastique a base de amianto, en función

Tabla 2: Materiales requeridos para la fabricación del mastique a base de amianto[12]

Materiales	Composición (c±0,10)	Función
Goma de polietileno	42,50	Agente espesante y estabilizador
Éster de glicerol	1,80	Lubricante
Etilbenceno	7,55	Otorga maleabilidad
Taladrina (semisintética bioestática)	0,18	Agente espesante
Silicato de magnesio anhidro (talco)	22,05	Impregna la fibra como refuerzo
Carbonato de calcio	0,67	Antioxidante
Amianto	19,95	Resistencia al desgaste y a las altas temperaturas.
Zeolita natural (Negro de humo)	5,30	Imparte calor, agente secante estabilizante.

a la formulación original.

Tabla 3: Rangos de funcionalidad del mastique reportados en las pruebas físicas y mecánicas, Fuente: 3M Manufacturera Venezuela S.A (2002)

Pruebas	Rango de operación
Elongación	(150 - 170) %
Fuerza de ruptura	180 Kg/cm ²
Densidad	(1,3 ± 5 %) g/cm ³
Dureza	(25- 40) shore A
Análisis por envejecimiento acelerado (20 horas a 90°C)	

2.4. Diseño experimental del mastique

Para llevar a cabo la estandarización de la fórmula del mastique en función de sus nuevos componentes, particularmente la fibra de coco, se procedió a realizar una serie de ensayos, los cuáles se llevaron a cabo en forma secuencial considerando las variaciones físicas y químicas en el mastique. A continuación se exponen los ensayos realizados.

Ensayo 1

Experimentación de la fórmula original a partir de los materiales sustituidos y de las composiciones establecidas en la Tabla 4.

Se procedió a moler la goma de neopreno por ser elástica, en una extrusora amasadora a una longitud de tornillo de 18 cm. con espiral de 6 vueltas, diámetro de

la boquilla 1 cm., lográndose suavizar la alta resistencia que tiene al estirado, facilitando así el proceso de mezclado, ésto por espacio de 20 min. a una velocidad de 15 rev/min buscando alcanzar una temperatura no mayor de 82°C. Después se añadió negro de humo, el cual fortalece la goma, con la finalidad de obtener una mezcla que sea resistente a la abrasión; como carga o relleno de bajo precio y sin alterar las propiedades físicas de los componentes se tiene el talco que permite incrementar la masa del producto, rindiendo la goma, también otorga deslizamiento al tacto y blandura. Ésto se llevó a cabo en un molino eléctrico, de tornillo sin fin, modelo Bravo 4V, tolva 44 × 40 cm., dimensiones: 65 × 62 × 100 h motor monofásico (900 Watt), a velocidad constante durante 20 min, a una velocidad de mezclado de 15 rev/min, bajo un servicio de operación por carga, hasta obtener una mezcla homogénea. La masa formada, se cortó en trozos, para luego añadir la fibra de coco, la cual otorgo resistencia a la tracción por ser del grupo de las fibras duras y el carbonato de calcio (proporción de 0,5 a 2 %) el cual actúa como antioxidante, evita el endurecimiento progresivo de la goma, permite aumentar su fragilidad y pérdida de elasticidad. Se incorporó una pequeña cantidad de taladrina, como agente espesante y de aceite de coco, que hace las veces de lubricante evitando roturas en las moléculas, además de inyectarle a la masa una consistencia grasa, obteniéndose cierta plasticidad, finalmente el ciclohexano que le otorga maleabilidad.

Tabla 4: Materiales requeridos para la fabricación del mastique a base de fibra de coco

Materiales	Composición (c±0,10)
Goma de neopreno(Bunan nitrile ruber)	42,50
Aceite de coco	1,80
Dimetanol (Ciclohexano)	7,55
Taladrina (Semisintética bioestática)	0,18
Silicato de magnesio anhidro (talco)	22,05
Carbonato de calcio	0,67
Fibra de coco	19,95
Zeolita natural (Negro de humo)	5,30

Ensayo 2

Experimentación de la fórmula a partir de los resultados emitidos en la Tabla 5 considerando un aumento en el material fibra de coco.

Se incrementó el contenido de fibra de coco en un 10 %, respecto a la fórmula original, con la intención de bajar la elongación, aumentando la densidad y la dureza. Llegándose a realizar 3 corridas de experimentación

Tabla 6, correspondiéndose a un aumento en la composición de fibra de 5 % y luego un exceso de 3 %.

Tabla 5: Resultados preliminares de las pruebas correspondientes a la sustitución de amianto por fibra de coco en la elaboración del mastique

Pruebas	Resultados	Observaciones
Elongación (e ± 1) %	160	Aceptable dentro de rango
Fuerza de ruptura (fr ± 1) Kg/cm ²	150	Por debajo de límite, soporta tensión
Densidad (d ± 0,01) g/cm ³	0,98	Se encuentra muy baja, material poco flexible
Añejamiento acelerado (20 horas a 90°C)		
Elongación (e ± 1) %	150	Se encuentra en el límite inferior
Fuerza de ruptura (fr ± 1) Kg/cm ²	172	Soporta tensión
Densidad (d ± 0,01) g/cm ³	1,1	Mexcla más dócil
Dureza (D ± 2)shore A	27	Material firme

Ensayo 3

Experimentación de la fórmula a partir de los resultados emitidos en la Tabla 6 considerando un aumento en el aceite de coco como agente lubricante.

Con el propósito de ajustar el grado de elongación del producto, se procedió a aumentar la proporción de aceite de coco. Actuando éste como planificador y estabilizante, reduciendo la degradación del plástico inducida por la luz, calor o microorganismos. El tiempo de mezclado aumentó debido a su propiedad de solidificarse a temperatura ambiente, y el punto de fusión del aceite osciló entre (22–27)°C. Se procedió a añadir un exceso de 20 %, notándose que aún la consistencia era poco maleable, por lo que se agregó un 10 % más, sin observar una variación adecuada en la consistencia. Posteriormente se adicionó, paulatinamente, 5 y 3 % respectivamente (Tabla 7), resultado de las pruebas físicas y mecánicas una vez aumentado la cantidad de aceite de coco.

3. Discusión de resultados

A continuación se presentan los resultados preliminares de los ensayos respectivos para la estandarización del mastique bajo estudio.

Tabla 6: Relación de proporcionalidad de la fibra de coco utilizada respecto al comportamiento del mastique en las pruebas realizadas

Factor %	10	5	3
Composición fina(fibra ± 0,02) %	21,95	23,05	23,78
Elongación (e ± 1) %	151	152	149
Fuerza de ruptura (fr ± 1) Kg/cm ²	176	175	180
Densidad (d ± 0,01) g/cm ³	1,28	1,25	1,30
Dureza (D ± 2)shore A	27	30	32
Añejamiento acelerado (20 horas a 90°C)			
Elongación (e ± 1) %	138	135	139
Fuerza de ruptura (fr ± 1) Kg/cm ²	195	193	200
Densidad (d ± 0,01) g/cm ³	1,36	1,38	1,40
Dureza (D ± 2)shore A	29	32	35

En la Tabla 5, se muestra el resultado de las pruebas físicas y mecánicas una vez realizada la sustitución a partir de la fórmula original.

Se observa una densidad deficiente y la fuerza de ruptura del material se presenta muy inestable, respecto a las pruebas correspondientes a la formulación original ver Tabla 3, lo que indujo aumentar la cantidad de fibra de coco para compensar esta propiedad física.

En la Tabla 6, se muestran los resultados de las pruebas una vez incrementado el contenido de fibra de coco, respecto a la fórmula original.

En la Tabla 6, se puede apreciar como aumentó la densidad una vez añadida la fibra de coco y la fuerza de ruptura llegó al límite establecido, sin embargo, luego de someter la muestra a añejamiento acelerado ambas propiedades aumentaron, mientras que la elongación se mantuvo cerca de su límite inferior, llegando a estar muy por debajo de ésta, esto respecto a la formulación original, luego del envejecimiento. Estos resultados, aunados a que el producto presentó una consistencia bastante rígida de apariencia seca, indujeron a aumentar la cantidad de aceite, en búsqueda de obtener una mezcla flexible. Resultados de las pruebas físicas y mecánicas una vez aumentado la cantidad de aceite de coco.

En la Tabla 7, quedan expresadas las variaciones en las pruebas luego de aumentar el contenido de aceite de coco como agente lubricante.

La Tabla 7 muestra los valores reportados en la prueba de elongación indicando un aumento favorable, notándose que al cabo de las 20 horas de envejecimiento esta propiedad disminuyó levemente (3 %) respecto al rango de especificación. El exceso de lubricante afectó la densidad en torno al valor aceptable, siendo

Tabla 7: Relación de proporcionalidad del aceite de coco utilizado respecto al comportamiento del mastique en las pruebas realizadas

Factor	Variación de contenido del aceite de coco (p/p)			
	20	10	5	3
Composición final(ac ± 0,02) %	2,16	2,37	2,48	2,55
Elongación (e ± 1) %	152	155	156	158
Fuerza de ruptura (fr ± 1) Kg/cm ²	171	176	178	182
Densidad (d ± 0,01) g/cm ³	1,25	1,27	1,24	1,23
Dureza (D ± 2)shore A	32	34	35	36
Añejamiento acelerado (20 horas a 90°C)				
Elongación (e ± 1) %	145	146	147	149
Fuerza de ruptura (fr ± 1) Kg/cm ²	175	177	179	180
Densidad (d ± 0,01) g/cm ³	1,30	1,26	1,27	1,25
Dureza (D ± 2)shore A	29	31	32	34

la mezcla muy líquida, de difícil manejo y de intensa presencia de olor.

En la Tabla 8, una vez ajustada la cantidad de goma se observó las mejoras en la elasticidad de la masa, repercutiendo en los valores de elongación, los cuales se encuentran en los límites normales; lográndose con el experimento siete, concordancia con las especificaciones del producto planteadas en la Tabla 3.

Tabla 8: Relación de proporcionalidad del aceite de coco utilizado respecto al comportamiento del mastique en las pruebas realizadas

Pruebas	Variación de contenido de goma de neopreno (p/p)							
Contenido de aceite de goma de neopreno (%)	40,20	40,50	40,45	41,00	41,10	42,00	42,48	0,02
Composición final(g ± 0,02) %	43,35	44,21	45,10	46,00	46,92	47,85	47,22	0,02
Elongación (e ± 1) %	154	157	159	162	185	210	159	
Fuerza de ruptura (fr ± 1) Kg/cm ²	182	185	190	186	195	212	181	
Densidad (d ± 0,01) g/cm ³	1,31	1,31	1,32	1,33	1,35	1,42	1,31	
Dureza (D ± 2)shore A	32	28	35	31	29	33	30	
Añejamiento acelerado (20 horas a 90°C)								
Elongación (e ± 1) %	138	142	145	146	149	158	155	
Fuerza de ruptura (fr ± 1) Kg/cm ²	185	189	194	188	201	220	185	
Densidad (d ± 0,01) g/cm ³	1,37	1,42	1,45	1,43	1,47	1,50	1,34	
Dureza (D ± 2)shore A	33	31	38	33	31	34	30	

Una vez realizados los diferentes ensayos, se establece en la Tabla 9, el modelo patrón del mastique a base de fibra de coco.

La Tabla 9, expresa los materiales necesarios y las funciones que estos le añaden al mastique, conjuntamente con las composiciones a las cuáles se obtuvo re-

Tabla 9: Estandarización de los materiales requeridos para la fabricación del mastique a base de fibra de coco

Materiales	Composición (c ± 0,10) %	Función
Goma de neopreno	47,22	Otorga elasticidad
Aceite de coco	2,55	Lubricante
Ciclohexano	6,37	Otorga maleabilidad
Taladrina (semisintética bioestática)	0,29	Agente espesante
Silicato de magnesio anhidro (Talco)	17,16	Fluidiza, ayuda a impregnar la fibra como refuerzo
Carbonato de calcio	0,63	Antioxidante
Fibra de coco	23,78	Resistencia a la tracción, elongamiento a la ruptura
Zeolita natural (Negro de humo)	1,96	Imparte calor, agente secante estabilizante

spuestas óptimas para su implementación.

4. Conclusiones

La fibra de coco ofrece propiedades físicas y químicas muy similares a las de la fibra de amianto, conduciendo la viabilidad de las sustitución de la fibra de amianto por la de coco en productos industriales tales como el mastique. Para la elaboración del mastique a partir de la fibra de coco, fue necesario adaptar ciertos materiales respecto a su formulación original tales como: Goma de neopreno, Aceite de coco, Dimetanol (Ciclohexano), Silicato de magnesio anhidro (talco), Fibra de coco, Zeolita natural (Negro de humo), contribuyendo al logro de su estandarización. La aplicación de los cuatro ensayos realizados responde a la necesidad de modificar las proporciones de la fibra de coco, aceite de coco y goma de neopreno, con la finalidad de adaptar mediante pruebas físicas y mecánicas la consistencia de la mezcla uniforme, mastique. Una vez realizada la sustitución del amianto por la fibra de coco en el proceso de estandarización del mastique y realizada las pruebas físicas y mecánicas, se obtuvieron resultados que satisfacen las especificaciones del producto. Se comprueba que en función de los nuevos parámetros de sustitución de fibra y de otros materiales establecidos, es factible desarrollar un producto considerando sus propiedades físicas y químicas.

Referencias

- [1] Kazan, S. (2002). ¿Qué es el asbesto? Extraído el 20 de junio 2004 desde: C:\documentsandsettings\Queeselasbesto.htm
- [2] Hess, Alina (2000). «El Asbesto un Material Contaminante». Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000. <http://216.239.51.100/seaantecedentes+de+la+fibra+sintetica.utf>
- [3] Catalán, Gustavo (2001). «El Amianto Traerá más Víctimas a Manhattan». Periódico El Mundo, Septiembre de 2001. <http://www.el-mundo.es/2001/09/14/mundo/1047274.html>
- [4] Agopyan, V. y Savastano, J.R. (1997). «Uso de Materiales Alternativos a Base de Fibras Vegetales para la Construcción Civil». Universidad del Valle, Colombia. Artículo 03.
- [5] Rapel Angel (2003). «Propiedades de la Fibra de Coco». Disponible: http://www.novedadesagrícolas.com/pages/serv/6_sus_1.htm
- [6] Palacios, Jorge (2005). «Fibras vegetales y otros productos de la tierra sustituyen a los materiales tradicionales». disponible en www.elmundo.es/2001/09/14/mundo/1047274.html, s.f.
- [7] Productos Pensylvania (1999). «Hoja Técnica». Disponible en: www.pensylvania.com.mx, extraído el 14 de mayo 2004
- [8] Flores Del Valle, Wilfredo (2001). «Aprovechamiento Agroindustrial del Coco». Panamá. www.promer.cl/biblioteca/acursococo.
- [9] Noguera, P. (1997). «Variación de la Presencia y de las Propiedades Físicas y Químicas de Residuos de Fibra de Coco Comercializados como Sustrato o Componentes de Sustitos de Cultivo en el Estado Español. Depto. Química». E.T.S.I.A. Univ. Politécnica Valencia.
- [10] Rodríguez, Carlos (2006, julio). «Las fibras naturales conquistan la industria.» Revista Muy interesante. (Edición 12) Colombia.
- [11] Rodríguez, M. (1997). «El Asbesto». Disponible en <http://www.documentsandsettings\Elasbestos.htm>
- [12] Ciliberto F. (2003). «Propiedades de la Química Industrial». Editorial Limos. p.45, Caracas-Venezuela.