

OBTENCIÓN DE UN AISLANTE TÉRMICO CON PROPIEDADES
IGNÍFUGAS, A PARTIR DE UN AGLOMERADO DE PAPEL POST
CONSUMO



JENNIFER ALFONSO SANABRIA



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA

2010

OBTENCIÓN DE UN AISLANTE TÉRMICO CON PROPIEDADES
IGNÍFUGAS, A PARTIR DE UN AGLOMERADO DE PAPEL POST
CONSUMO

JENNIFER ALFONSO SANABRIA

Trabajo de grado presentado como requisito para

Obtener el título como Ingeniera Química

Director de proyecto

JOSE CARLOS GUTIERREZ GALLEGO

Químico M.Sc

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA

BUCARAMANGA

2010

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por todas sus bendiciones

A la Universidad Industrial de Santander, por darme la oportunidad de ser parte de esta institución.

Al profesor José Carlos Gutiérrez, por su colaboración y consejo en la elaboración de este proyecto.

A Adolfo Hernández (Laboratorio de Propiedades de la Escuela de Química), Eduardo Carreño (Laboratorio de Procesos de la Escuela de Ingeniería Química), Jaime Cadena (Centro de Caracterización de Materiales de Construcción) y Johansson Owen Strauss (Auxiliar de Laboratorio de Química Industrial de la Escuela de Química), por la ayuda brindada en la realización de las diferentes pruebas.

A mis hermanos Javi, Juyi, Carlucho y Lina y a mis tías Lucia, Gladys y Blanca, por ser parte de mi vida.

A Martha, por ser quien ha sido conmigo.

A mis amigos Yeni, Anis, Astrilli, Pao y Jairo, porque fueron parte de esta etapa de mi vida de cada una de mis alegrías y tristezas y que gracias a cada momento que compartimos hoy en día tenemos una gran amistad y aun que ahora iniciamos un nuevo camino ésta perdurará.

A Marggie, porque en corto tiempo se ha convertido en una gran amiga con cada consejo dado, con cada momento compartido.

A Ti, que me acompañaste en la elaboración de este libro.

DEDICATORIA

A mi Mami

Con tu amor sembraste en mi lo que hoy en día soy.

Porque has sido una gran mamá y a pesar de las adversidades tuviste el temple para educar a cada uno de tus hijos y enseñarles que en la vida todo se logra con amor y dedicación, te amo mami.

A mi Papi

A pesar de la "distancia" siempre has estado ahí, porque tu esfuerzo ha hecho de mi, hoy, una Ingeniera, porque no tengo las palabras para agradecerte todas y cada una de las cosas que me has brindado, porque no me alcanzará la vida para hacerlo, te amo Papi.

A Luca & Rocco

Dejaron en mi corazón y en mi alma una huella imborrable, hicieron de mi una mujer fuerte y luchadora, porque esa experiencia contribuyó a mi crecimiento personal, porque hacen parte de lo que hoy soy.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1.1. AISLANTE TÉRMICO	19
1.2. PAPEL POST CONSUMO	19
1.3. SILICATO DE SODIO	19
1.4. ALMIDÓN DE YUCA	20
1.5. TRATAMIENTO TÉRMICO (PIRÓLISIS)	20
2. DESARROLLO EXPERIMENTAL	20
2.1. DOSIFICACIÓN DE MATERIALES	21
2.1.1. Preparación de materiales	22
2.1.2. Mezcla de materiales	23
2.2. PRENSADO	23
2.3. SECADO	24
2.4. TRATAMIENTO TÉRMICO DEL AGLOMERADO	24
2.5. CARACTERIZACIÓN DE LAS PROBETAS	25
2.5.1. Características geométricas	25
2.5.2. Determinación de densidad	25
2.5.3. Test de llama	25

2.5.4. Biodegradabilidad	26
2.5.5. Prueba de permeabilidad	26
2.5.6. Resistencia a agentes atmosféricos	26
2.5.7. Resistencia al ataque químico	26
2.5.8. Determinación de propiedades mecánicas	27
2.5.9. Conductividad térmica	29
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	30
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL AGLOMERADO	30
3.1.1. Características geométricas	30
3.1.2. Determinación de densidad	30
3.1.3. Test de llama	31
3.1.4. Biodegradabilidad	32
3.1.5. Prueba de permeabilidad	32
3.1.6. Resistencia a agentes atmosféricos	32
3.1.7. Resistencia al ataque químico	33
3.1.8. Determinación de propiedades mecánicas	33
3.1.9. Conductividad térmica	35
3.2. CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS PIROLIZADAS	36
3.2.1. Características geométricas	36
3.2.2. Determinación de densidad	37
3.2.3. Biodegradabilidad	37

3.2.4. Prueba de permeabilidad	38
3.2.5. Resistencia a agentes atmosféricos	38
3.2.6. Resistencia al ataque químico	38
3.2.7. Determinación de propiedades mecánicas	38
3.2.8. Conductividad térmica	39
3.3. VIABILIDAD ECONÓMICA DEL AISLANTE OBTENIDO	40
3.4. COMPARACIÓN CON OTROS AISLANTES TÉRMICOS	40
3.5. OTROS USOS DEL PRODUCTO OBTENIDO (TABLERO AGLOMERADO)	41
3.6. APORTE SOCIAL, AMBIENTAL, ECONÓMICO Y TECNOLÓGICO	41
4. CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	45
5. BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	47

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de la metodología utilizada	21
Figura 2. Curva Tiempo- Temperatura aglomerado 30:70	65
Figura 3. Curva Tiempo- Temperatura aglomerado 50:50	65
Figura 4. Curva Tiempo- Temperatura aglomerado 70:30	66
Figura 5. Curva Tiempo- Temperatura muestra pirolizada	66

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Foto 1. Aglomerado final	47
Foto 2. Características físicas del aglomerado	48
Foto 3. Test de llama	48
Foto 4. Biodegradabilidad aglomerados 30:70, 50:50 y 70:30	49
Foto 5. Ataque químico solución CH_3COOH	49
Foto 6. Ataque químico solución HCl	50
Foto 7. Ataque químico solución H_2SO_4	51
Foto 8. Ataque químico solución NaOH	52
Foto 9. Resistencia a Compresión de aglomerados 30:70, 50:50 y 70:30	53
Foto 10. Resistencia a Flexión de los aglomerados 30:70, 50:50 y 70:30	53
Foto 11. Resistencia a Impacto de los aglomerados 30:70, 50:50 y 70:30	54
Foto 12. Primera pirolisis	55
Foto 13. Características físicas muestras pirolizadas	55
Foto 14. Biodegradabilidad muestra pirolizada	56
Foto 15. Ataque químico solución CH_3COOH	56
Foto 16. Ataque químico solución HCl	56
Foto 17. Ataque químico solución H_2SO_4	57

Foto 18. Ataque químico solución NaOH	57
Foto 19. Resistencia a Compresión de la muestra pirolizada	57
Foto 20. Resistencia a Flexión de la muestra pirolizada	58
Foto 21. Resistencia a Impacto de la muestra pirolizada	58

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Funciones, características y ejemplos de aislantes	19
Tabla 2. Proporción componentes del engrudo	22
Tabla 3. Proporción componentes de la mezcla Engrudo-Silicato	23
Tabla 4. Masa componentes del aglomerado	23
Tabla 5. Densidad aglomerado	31
Tabla 6. Test de llama	31
Tabla 7. Biodegradabilidad aglomerado	59
Tabla 8. Absorción de agua de los aglomerados	32
Tabla 9. Absorción de humedad del medio ambiente de los aglomerados	33
Tabla 10. Ataque químico a los aglomerados	59
Tabla 11. Ensayo de Compresión a los aglomerados	34
Tabla 12. Ensayo de Flexión a los aglomerados	35
Tabla 13. Conductividad térmica aglomerado 30:70	61
Tabla 14. Conductividad térmica aglomerado 50:50	61
Tabla 15. Conductividad térmica aglomerado 70:30	62
Tabla 16. Prueba pirolisis	62
Tabla 17. Volumen y Porcentaje reducidos muestras pirolizadas Tipo I	63

Tabla 18. Volumen y Porcentaje reducidos probetas pirolizadas Tipo II	64
Tabla 19. Densidad muestra pirolizada	37
Tabla 20. Absorción de humedad del medio ambiente muestra pirolizada	38
Tabla 21. Ataque químico a las muestras pirolizadas	63
Tabla 22. Conductividad térmica muestra pirolizada	64
Tabla 23. Comparación de los aglomerados y la muestra pirolizada con otros aislantes	41
Tabla 24. Aporte social, ambiental, económico y tecnológico	42

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. PRODUCTO OBTENIDO	47
ANEXO B. CARACTERIZACIÓN AGLOMERADOS 30:70, 50:50 Y 70:30	48
ANEXO C. CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA PIROLIZADA	49
ANEXO D. TABLAS COMPLEMENTARIAS	59
ANEXO E. CURVAS TIEMPO-TEMPERATURA	65
ANEXO F. BENEFICIOS DEL AISLANTE OBTENIDO	67
ANEXO G. VENTAJAS Y LIMITACIONES TABLERO AGLOMERADO	68
ANEXO H. FICHAS DE SEGURIDAD	69
ANEXO I. NORMAS ASTM	80
ANEXO J. GLOSARIO	84

RESUMEN

TÍTULO: OBTENCIÓN DE UN AISLANTE TÉRMICO CON PROPIEDADES IGNÍFUGAS, A PARTIR DE UN AGLOMERADO DE PAPEL POST CONSUMO*

AUTOR: JENNIFER ALFONSO SANABRIA**

PALABRAS CLAVE: Reciclar, Aislante Térmico, Papel Post- consumo, Almidón de Yuca, Silicato de Sodio, Aglomerado.

CONTENIDO

Anualmente se gastan grandes cantidades de papel, que es uno de los productos que más encontramos en la vida cotidiana y que por diferentes razones está siendo desechado, lo que implica un impacto ambiental negativo y reciclarlo se convierte en una alternativa viable para evitar la contaminación que día a día está aumentando por diferentes razones sociales.

El objetivo de este trabajo fue obtener un aislante térmico a partir de Papel Post-consumo., Engrudo de Almidón de Yuca y Silicato de Sodio, con el fin de disminuir la transmisión de calor desde y hacia el ambiente, además de generar una nueva forma de reciclaje para concientizar a la sociedad de la importancia que tiene reciclar y obtener un producto multiuso que puede ser usado como tablero aglomerado, muros divisorios, pisos y techos, entre otros.

Inicialmente se obtuvieron tres tipos de aglomerados que diferían en su concentración de porcentaje en peso y que posteriormente fueron sometidos a un proceso de pirolisis dando como resultado un cuarto producto. Los cuatro productos obtenidos se caracterizaron, determinándoles tanto propiedades físicas como químicas, obtenidas a partir de diferentes ensayos como características físicas, permeabilidad, determinación de densidad, test de llama, resistencia mecánica (compresión, flexión e impacto), resistencia al ataque químico, resistencia a agentes atmosféricos entre otros.

*Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: José Carlos Gutiérrez Gallego. Químico M.Sc

ABSTRACT

TITLE: OBTAINNING A THERMAL INSULATE WITH FIRE RETARDANT PROPERTIES BASED ON POST CONSUME PAPER AGGLOMERATE*

AUTHOR: JENNIFER ALFONSO SANABRIA**

KEY WORDS: Recycle, Thermal Insulate, Post Consume Paper, Yucca Starch Binder, Sodium Silicate, Agglomerate

CONTENTS

Each year people spend a lot of paper, it is a material we find in the dairy life and for different reasons it is been throw away, this generates a negative environmental impact and recycle is an alternative way to prevent the contamination that day to day it is increasing, it is happening for different social reasons.

This work aims at obtaining a thermal insulation based on a post consume paper, yucca starch binder and sodium silicate to decrease rising the transmission from and to the environmental, besides, it is generating a new recycle way and awareness the people about the importance of recycling and obtain a multiuse product that it can be used like agglomerate board, dividing walls, floors and ceilings, between others.

Initially, it got a three different agglomerates, because they were making with a different weight proportion and then they were subjected a thermal process, with this, it got a fourth material. All of them were characterized and determined both physical and chemical properties. It got by different test like physical characteristic, permeability, density determination, fire testing mechanical resistance (compression test, flexion test and impact test), resistance to a chemical attack, resistance to atmospheric agents between others.

* Graduation project

**Physical and Chemical Engineering Faculty. Chemical Engineering School. Director: Jose Carlos Gutierrez Gallego. Chemical M.Sc.

INTRODUCCIÓN

El ciclo útil del papel es uno de los responsables de la degradación del medio ambiente. Por esta razón, reciclar se convierte en una de las alternativas para reducir el impacto ambiental que genera la producción de papel, desde la tala de árboles hasta la disposición final, pasando por la industria papelera. El papel se puede reutilizar en un 100% para elaborar nuevamente papel, cartón entre otros y de esta forma evitar el consumo desenfrenado de madera, convirtiendo como primer beneficiario los bosques, ya que la tala de árboles no dependerá de la demanda de materia prima para la fabricación de papel, sino de la capacidad de la sociedad para recoger selectivamente el papel post consumo, además se reducirá el consumo del agua y así minimizar el uso de este recurso. También se disminuirá el volumen de desechos y se reducirán las emisiones contaminantes.

La elaboración de un aislante térmico a partir de papel post consumo, procedente de oficinas, papelerías y hogares, engrudo de almidón de yuca y silicato de sodio, es un nuevo camino que nos ayuda a minimizar este impacto y genera un nuevo método para reciclar el papel. Con el desarrollo de este proyecto se pretende obtener un aislante térmico con propiedades ignífugas para reducir transferencia de calor desde y hacia el ambiente, reducir gastos económicos y proteger el medio ambiente.

Hoy en día, el reciclaje, es el camino que nos conduce al aprovechamiento de la energía y a la conservación del ambiente; esto conducirá a que la industria del papel deje de ser una de las más contaminantes del mundo y se convierta en un modelo ecológico.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. AISLAMIENTO TÉRMICO

Los materiales aislantes térmicos son aquellos que dificultan la transmisión del calor. Con el uso de estos materiales se consigue disminuir notablemente el paso de calor en los cerramientos en los que se coloca [1]. Todo material aislante debe cumplir ciertos requisitos tales como características dimensionales, densidad, propiedades de transferencia de calor, análisis químicos, resistencia al fuego, absorción de agua [2].

Tabla 1. Funciones, características y ejemplos de aislantes

FUNCIONES	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS
<ul style="list-style-type: none">• Economizar energía• Reducir la pérdida en las envolventes.• Mejorar el confort térmico.• Aumentar la resistencia térmica en la envolventes.	<ul style="list-style-type: none">• Porosos (celdas con aire o algún gas seco encapsulado en su interior, en estado inerte o quieto).• Posee baja capacidad de conductividad.• Alta Reflectividad.• Impermeable al vapor de agua.• Materiales blancos y brillantes.	<ul style="list-style-type: none">• Corcho aglomerado.• Espuma de Poliuretano.• Poliestireno expandido.• Lana de vidrio.• Vermiculita.• Arcilla expandida.• Piedra pómez o escoria de lava volcánica.• Fibras vegetales de madera, de eucalipto, aglomerado, fibras de caña, de paja, de amianto.

Fuente: <<http://cybertesis.uach.cl/tesis>>

1.2. PAPEL POST CONSUMO

En los últimos años y gracias especialmente a las campañas de educación ambiental y a la colocación de contenedores de recogida selectiva, las tasas de reciclaje y recuperación de papel se han disparado [3]. Una innovación importante por el lado de la cadena productiva es el uso creciente de materia prima 100% reciclada, en un proceso que solo requiere el 10% del agua y el 55% de la energía que se utilizan para la obtención de papel a partir de pulpa virgen. Esto ha generado un sub-mercado del reciclaje que mueve más de \$80.000 millones al año y la creación de varias empresas que se han dedicado a este proceso. En promedio, Colombia consume 1,1 millones

de toneladas de papel al año, de las cuales el 63% se abastece con la producción nacional [4].

1.3. SILICATO DE SODIO

El silicato de sodio (Na_2SiO_3) también conocido como vidrio soluble, es una sustancia inorgánica, que se encuentra en soluciones acuosas y también en forma sólida en muchos compuestos. Tienen muchas propiedades útiles que no comparten otras sales alcalinas, son de bajo costo y tienen un amplio campo de uso en diferentes industrias, como adhesivos, cementos, capas protectoras, ayuda coagulante, anticorrosivos, etc. [5].

1.4. ALMIDÓN DE YUCA

El almidón está formado por una mezcla de dos compuestos, amilosa y amilopectina, que difieren en su estructura. Las propiedades y características del almidón son función de la proporción relativa de su contenido en amilosa y amilopectina [6]. Por la acción del agua fría aumenta de volumen y con el agua caliente a 75°C da una suspensión que por enfriamiento y en concentraciones adecuadas produce engrudo [7].

1.5. TRATAMIENTO TÉRMICO O PIRÓLISIS

Cuando en una incineradora se reduce el nivel de oxígeno por debajo del óptimo para la combustión, se dice que la planta funciona “con aire controlado” o en “modo pirolítico”. La pirólisis se lleva a cabo habitualmente a temperaturas de entre 400°C y 800°C . A estas temperaturas los residuos se transforman en gases, líquidos y cenizas sólidas denominadas “coque” de pirólisis [8].

2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo del aglomerado se utilizaron los siguientes materiales: papel post consumo, almidón de yuca y silicato de sodio (Na_2SO_3).

Papel post consumo: la función en el proceso es constituir el material matriz o el material a aglutinar.

Almidón de yuca: la función en el proceso es constituir la materia prima para la elaboración del aglutinante.

Silicato de sodio: la función en el proceso es constituir un agente térmico, que le dé al aglomerado resistencia cuando se exponga a altas temperaturas.

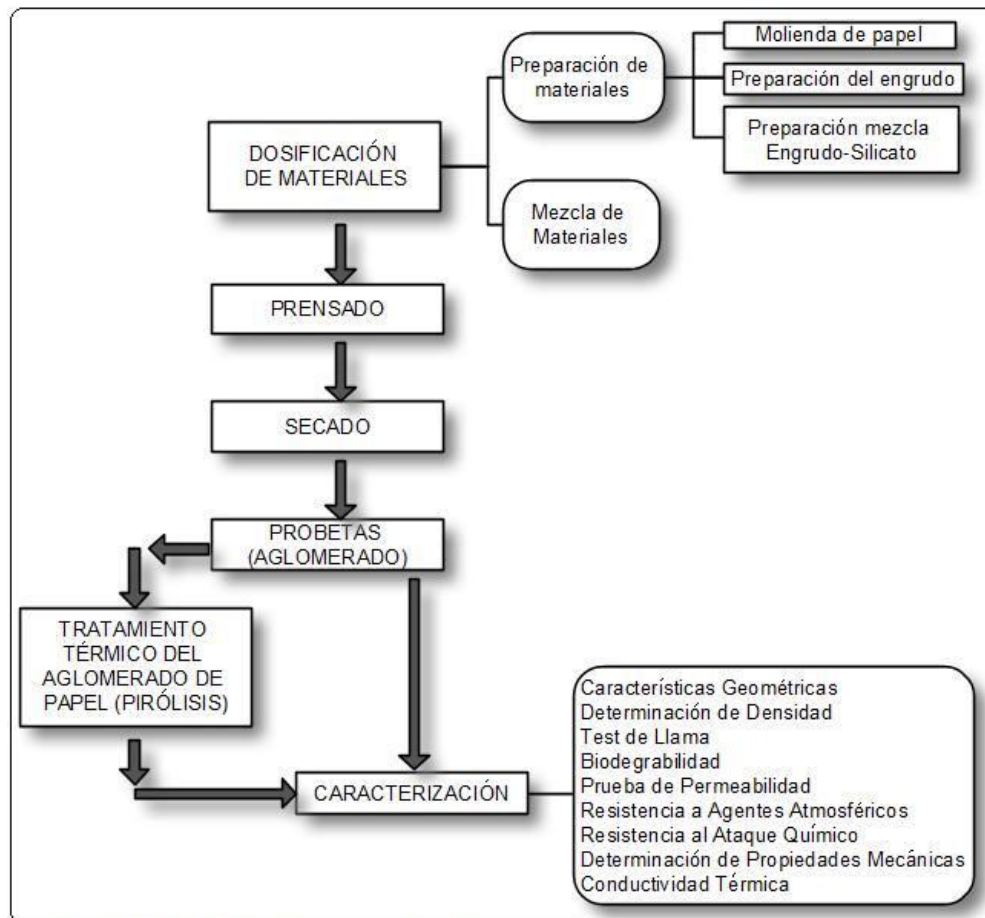


Figura 1. Diagrama de la metodología utilizada

2.1. DOSIFICACIÓN DE MATERIALES

El aglomerado es elaborado a partir de los materiales descritos anteriormente. El proceso de elaboración se divide en dos etapas: preparación y mezcla de los materiales. A continuación se hace una breve descripción de cada etapa.

2.1.1. Preparación de materiales En esta etapa los materiales son procesados previamente antes de ser mezclados. Ésta consta de tres procesos: molienda de papel, preparación de engrudo y preparación de la mezcla engrudo-silicato de sodio en diferentes proporciones.

2.1.1.1. Molienda del papel Las hojas de papel post consumo fueron molidas con el fin de garantizar la homogeneidad de las partículas a aglomerar.

2.1.1.2. Preparación del engrudo Para la elaboración del engrudo se realizó una búsqueda bibliográfica determinando las etapas comunes en el proceso de preparación. A continuación se define la proporción de cada uno de los ingredientes.

Tabla 2. Proporción componentes del engrudo

INGREDIENTE	PORCENTAJE
Agua	80%
Almidón	20%

2.1.1.3. Preparación de la mezcla Engrudo-Silicato Para la elaboración de la mezcla Engrudo-Silicato, se tuvo en cuenta realizarla con tres diferentes proporciones. Los dos componentes se mezclaron y se agitaron a una velocidad constante hasta homogeneizar la mezcla y obtener

la consistencia adecuada. A continuación se definen las proporciones de cada uno de los ingredientes.

Tabla 3. Proporción componentes de la mezcla Engrudo-Silicato

INGREDIENTE	PORCENTAJE		
	Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3
Engrudo	30%	50%	70%
Na ₂ SO ₃	70%	50%	30%

2.1.2. **Mezcla de materiales** Para la elaboración del aglomerado es necesario realizar la mezcla entre el papel post consumo molido y la mezcla Engrudo-Silicato. La dosificación de la mezcla se realizó en masa.

En la Tabla 4 se presenta la cantidad en gramos (g) utilizada para la elaboración del aglomerado. Esta composición fue obtenida a través de la metodología prueba-error, usando como parámetro la manejabilidad de la mezcla Papel-Engrudo-Silicato, la cual está directamente asociada a la cantidad de Engrudo-Silicato, variable que se manipuló hasta obtener la mezcla que garantizó la facilidad constructiva del aglomerado.

Tabla 4. Masa componentes del aglomerado

Papel molido	MEZCLA		
	Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3
10g	10g	5g	5g
30g	30g	15g	15g

El producto final (aglomerado) se obtuvo manualmente, a través de un proceso de amasado uniforme de la mezcla Engrudo-Silicato sobre el papel post consumo. Al finalizar este procedimiento, se obtiene una masa de color blanco de consistencia media.

2.2. PRENSADO

Al obtener la masa deseada, se sometió a un proceso de prensado. Para esto se dispuso de la prensa hidráulica marca CARVER aplicando una fuerza de ±1 tonelada para la fabricación de los aglomerados. Dicha masa

se confinó en un molde de forma cilíndrica de área 0.01297m^2 , rígido de acero inoxidable para darle una forma definida y compactar el aglomerado. La presión trabajada para este caso fue de 7557829.0691Pa (VER ANEXO A. Foto 1).

Para las pruebas mecánicas de flexión e impacto se trabajó con dos moldes de forma rectangular. El primero de área 0.006193m^2 (Ensayo de Flexión) al que se le aplicó una presión de 474991.7374Pa y el segundo de área 0.002064m^2 (Ensayo de Impacto) al que se le aplicó una presión de 1425020.7178Pa ; los dos moldes eran rígidos de acero inoxidable para darle una forma definida y compactar el aglomerado.

2.3. SECADO

Posteriormente, el aglomerado obtenido, se sometió a un proceso de secado en un horno de calentamiento, a una temperatura de 60°C durante 15 horas.

2.4. TRATAMIENTO TÉRMICO DEL AGLOMERADO OBTENIDO

Las muestras obtenidas del proceso de secado, fueron sometidas a un tratamiento térmico. La temperatura que se manipuló fue de 500°C . El tiempo que tardó, este proceso, en alcanzar la temperatura deseada, fue de aproximadamente $2\frac{1}{2}$ horas. Inicialmente, los tres tipos de aglomerado, cada uno de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50, 70:30, fueron sometidos a este tratamiento y de acuerdo a la consistencia que presentaba cada una de las muestras, se escogió la de mayor porcentaje de Silicato de Sodio (Na_2SO_3), muestra 30:70 de concentración de porcentaje en peso, para realizar algunas pruebas y caracterizar el material.

2.5. CARACTERIZACIÓN DE LAS PROBETAS

2.5.1. **Características geométricas** Prueba realizada en el Laboratorio de Procesos de la Escuela de Ingeniería Química de la UIS. Se procedió a tomar las medidas de altura y diámetro con ayuda de un calibrador o pie de rey. También se observó la estructura interna de cada una de las muestras, esta prueba se realizó en la escuela de Geología de la UIS con el estereoscopio NIKON SMZ 645 NI -150 *High Intensity Illuminator* con fuente de luz polarizada.

2.5.2. **Determinación de densidad:** prueba realizada en el Laboratorio de Química Industrial de la UIS. Se determinó la densidad de los aglomerados de proporción en peso 30:70, 50:50 y 70:30. El principio básico de obtención de esta variable, fue conocer la masa de la muestra y el volumen de la misma.

Para determinar la densidad de la muestra pirolizada, se usó como objeto de experimentación la muestra 7. El principio básico de obtención de esta variable, fue conocer la masa de la muestra y el volumen que ésta desplazaba cuando se sumergía en 40ml de Varsol, principio de Arquímedes. Este solvente fue escogido luego de observar que la muestra pirolizada no absorbía el varsol debido a las propiedades vidriosas que ésta presenta.

2.5.3. **Test de llama** Prueba realizada en el Laboratorio de Procesos de la Escuela de Ingeniería Química de la UIS, con las muestras 4, 14 y 24, cada una de las muestras de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50, 70:30, respectivamente; dichas muestras se expusieron a la llama del mechero y se observó el cambio en el color de la misma la velocidad de combustión y auto extinción de la llama.

2.5.4. Biodegradabilidad Prueba realizada con las muestras 1, 11, 21; cada una de las muestras de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50, 70:30 respectivamente y la muestra pirolizada 56 (concentración de porcentaje en peso de 30:70). Las muestras se expusieron al medio ambiente (temperatura en el día de aproximadamente $28^{\circ}\text{C} \pm 2$ y en la noche $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ a presión atmosférica) y se observó la aparición de moho y la cría de insectos o bichos. Dicho seguimiento se llevó a cabo durante un lapso de 5 semanas, haciendo un sondeo cada semana.

2.5.5. Prueba de permeabilidad Prueba realizada en el Laboratorio de Química Industrial de la UIS con las muestras 18, 16, 45 de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50, 70:30 respectivamente y con la muestra pirolizada 53 (concentración de porcentaje en peso 30:70), expuestas a temperatura ambiente, en el día a $28^{\circ}\text{C} \pm 2$ y en la noche a $22^{\circ}\text{C} \pm 2$, y presión atmosférica. Para la realización de este ensayo, las probetas secas y pesadas se sumergieron, cada una en un recipiente con agua, durante tres días. Finalizado este tiempo, las probetas fueron extraídas y secadas con toallas de papel eliminando el agua superficial. Finalmente se pesaron.

2.5.6. Resistencia a agentes atmosféricos Prueba realizada en el Laboratorio de Química Industrial de la UIS con las muestras 2, 12, 22; cada una de las muestras de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50, 70:30 respectivamente y la muestra pirolizada 57 (concentración de porcentaje en peso de 30:70). Las muestras fueron expuestas al medio ambiente, para observar la higroscopicidad, propiedad que influye en gran medida en el peso, además depende de la temperatura a la que se realiza el ensayo, en este caso a temperatura ambiente, en el día a $28^{\circ}\text{C} \pm 2$ y en la noche a $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ y del grado de humedad del medio ambiente, en este caso la ciudad de Bucaramanga presenta una humedad aproximada de $80\% \pm 10$.

Dicho seguimiento se llevó a cabo durante un lapso de 8 semanas, haciendo un sondeo por semana.

2.5.7. Resistencia al ataque químico Prueba realizada en el Laboratorio de Química Industrial de la UIS. Los agentes químicos escogidos para la prueba fueron soluciones diluidas de Ácido Acético al 10%p/p, Ácido Clorhídrico al 10%p/p, Ácido Sulfúrico al 10%p/p e Hidróxido de Sodio al 10%p/p. Se tomaron 50ml de cada solución, se sumergieron las muestras 26, 30,31, 32 de concentración de porcentaje en peso de 30:70, las muestras 33, 36, 37, 40 de concentración de porcentaje en peso de 50:50, las muestras 38, 42, 43,44 de concentración de porcentaje en peso de 70:30 y las muestras pirolizadas 57,58, 59 y 9 (concentración de porcentaje en peso de 30:70), en cada una de las soluciones mencionadas, el ensayo se realizó a temperatura ambiente, en el día a $28^{\circ}\text{C} \pm 2$ y en la noche a $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ y presión atmosférica. Se hizo un seguimiento durante cuatro días para observar los cambios de cada una de las muestras, haciendo sondeos diarios.

2.5.8. Determinación de propiedades mecánicas Se determinaron tres tipos de propiedades mecánicas: Compresión, Flexión e Impacto. A continuación se describe el procedimiento que se siguió para cada uno de los ensayos a temperatura ambiente $28^{\circ}\text{C} \pm 2$ y presión atmosférica.

2.5.8.1. Determinación de resistencia a Compresión Prueba realizada en el Centro de Caracterización de Materiales, Edificio Álvaro Beltrán Pinzón de la UIS para determinar la resistencia a Compresión que presentaban los aglomerados y las muestras pirolizadas, según norma ASTM E8. Este ensayo se llevo a cabo en la Maquina Universal de Ensayos

MTS 810 Material Test; cada uno de los aglomerados, de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50 y 70:30 y la muestra pirolizada, todos de forma cilíndrica, fueron sometidos a una carga axial desde cero hasta la carga de falla, con la toma de los respectivos datos de deformación axial.

2.5.8.2. Determinación de resistencia a Flexión Prueba realizada en el Centro de Caracterización de Materiales, Edificio Álvaro Beltrán Pinzón de la UIS para determinar la resistencia a Flexión que presentaban los aglomerados, Según norma ASTM E21. Este ensayo se llevo a cabo en la Maquina Universal de Ensayos MTS 810 Material Test System; cada uno de los aglomerados de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50 y 70:30 y la muestra pirolizada, todos de forma de caja rectangular, de dimensiones conocidas, se colocaron sobre una barra de acero y se le aplicó una fuerza perpendicular sobre su eje longitudinal desde cero hasta la carga falla.

2.5.8.3. Determinación de resistencia a Impacto Prueba realizada en el Centro de Caracterización de Materiales, Edificio Álvaro Beltrán Pinzón de la UIS para determinar la resistencia a Impacto que presentaban los aglomerados. Este ensayo se llevo a cabo en el Péndulo de impacto marca Trebel-Werk Dusseldorf, tipo PSW 30. Inicialmente se colocó el péndulo en la posición de máxima altura, se liberó, con el fin de tomar las lectura correspondiente al valor de energía (E). Este procedimiento se realizó con cada uno de los aglomerados, de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50 y 70:30 y con la muestra pirolizada todos de forma de caja rectangular de dimensiones conocidas.

2.5.9. Conductividad térmica Prueba realizada en el Laboratorio de Química Industrial de la UIS, con las muestras 3, 13 y 23 de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50, 70:30 respectivamente y la con la muestra pirolizada, todas las probetas de dimensiones conocidas. Se realizó el montaje correspondiente y las muestras mencionadas se sometieron a calentamiento sobre una placa a la que se le manipuló una temperatura aproximada de 62°C. Para registrar el aumento de temperatura, se dispuso de un termómetro sobre la cara superior de cada una de las muestras; la lectura del termómetro se hizo cada dos minutos hasta el instante en que se alcanzó el equilibrio térmico entre la cara superior e inferior de los aglomerados.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL AGLOMERADO

3.1.1. Características geométricas Inicialmente se fabrica el aglomerado con una proporción en gramos mayor a la obtenida después de que la muestra fuera sometida al proceso de secado, esto se debe a que en el momento de la molienda, el papel se humedece para facilitar dicho proceso. Se estima una pérdida de humedad aproximada a un 25%.

La masa de cada uno de los aglomerados Tipo I* utilizados para los diferentes ensayos tienen una masa promedio de $23g \pm 2$ y los Aglomerados Tipo II* que tienen una masa promedio de $6g \pm 1$, luego de haber sido sometidas al proceso de secado (Ver ANEXO B. Foto 2.a).

*Aglomerado Tipo I y Aglomerado Tipo II, hacen referencia al peso de las muestras.

En la estereoscopía se observó que los tres aglomerados presentaron una apariencia homogénea y una buena compactación, debido a que el almidón le permite a las fibras de papel post consumo un mayor entrecruzamiento evitando la formación de espacios vacíos o poros favoreciendo una estructura química más uniforme, que le permite al aglomerado mayor estabilidad aumentando la vida útil del mismo (Ver ANEXO B. Foto 2.b).

3.1.2. Determinación de densidad Debido a la buena compactación que las probetas presentan, es factible determinar la densidad teniendo en cuenta la masa y el volumen del aglomerado, la densidad respectiva fue obtenida como el cociente entre estos dos valores. Este tipo de aglomerados presentan una baja densidad, lo que lo hace útil para ser usado en sitios donde se requiera volumen y poco peso.

Tabla 5. Densidad aglomerado

Masa (g)	Volumen (cm ³)	Densidad (g/cm ³)
23.5546	32.6	0.72
18.514	32.73	0.56
20.9683	37.87	0.55

3.1.3. **Test de llama** El color naranja de la llama se debe a la presencia de sodio en las muestras y la intensidad en el color y la duración en el tono de la llama se debe a la proporción utilizada en la fabricación del aglomerado. La muestra 24, al tener menor proporción de silicato de sodio, que le confiere al aglomerado resistencia al fuego, se vio más afectada al exponerla a la llama; igualmente presenta mayor cantidad de materia orgánica, lo que llevó a la quema total de la muestra. Por el contrario, la muestra 4 posee menor cantidad de materia orgánica, lo que le confiere mayor durabilidad al retirarla de la llama, ya que no mantiene calor, además ésta presenta mayor proporción de Silicato de Sodio dándole a la muestra mayor resistencia al fuego (propiedades ignífugas). Se puede observar que al transcurrir un tiempo aproximado de una hora, las muestras 14 y 24 reflejan un deterioro debido a que al mantener el calor se siguen quemando (Ver ANEXO B. Foto 3).

Tabla 6. Test de llama

Nº DE MUESTRA	TIEMPO (min)	LLAMA			RESULTADO
		COLOR INICIAL	COLOR FINAL	OBSERVACIÓN	
4	3.23.44	Naranja Opaco	Naranja Intenso	Al retirar la muestra del mechero, ésta se extinguió	La muestra se carbonizó, no mantuvo el calor, no presentó cambios físicos
14	2.31.56	Naranja	Naranja	Al retirar la muestra del mechero, la llama permaneció por corto tiempo	Al carbonizarse la muestra, ésta mantuvo el calor por corto tiempo y presentó cambios físicos
24	1.33.78	Naranja Intenso	Naranja Intenso	Al retirar la muestra del mechero, esta mantuvo la llama disipándose lentamente	La muestra se quemó totalmente hasta quedar ceniza

3.1.4. Biodegradabilidad Al estar, las muestras, expuestas a la intemperie, a la luz solar en un recipiente que contenía tierra, estas presentaron manchas y suciedad. El ablandamiento se debe a que estas absorbieron agua-lluvia, pero que al estar expuestas al sol se secaban y por esta razón las muestras endurecían. La presencia de bichos y hongos se debe a que el aglomerado está conformado, en gran parte, por materia orgánica, facilitando la cría de insectos (Ver ANEXO B. Foto 4; ANEXO D. Tabla 7).

3.1.5. Prueba de permeabilidad Este aumento de peso debido a la absorción de agua es provocado por dos factores. Uno de ellos es el almidón, cuya propiedad de absorber agua se ve reflejando en el hinchamiento de la muestra. El otro es el principal componente de los aglomerados, el papel, que al ponerse en contacto con el agua, sus fibras se hidratan ya que la celulosa tiene una afinidad natural con este líquido, el papel puede absorber más agua que su propio peso.

Tabla 8. Absorción de agua de los aglomerados

Muestra	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	% Absorción
18	6.1288	12.4112	102.51
16	6.8919	14.308	107.61
45	5.2371	12.4884	138.46

3.1.6. Resistencia a agentes atmosféricos Las muestras presentan un incremento en el peso por que están reteniendo humedad del medio ambiente, esto implica una condición propicia para el ataque de microorganismos que afectaran la calidad del producto final. Todos los almidones nativos presentan el fenómeno de retrogradación, esto quiere decir que, transcurrido un cierto período de tiempo, el agua retenida comienza a liberarse (sinéresis), esta es la razón por la cual a partir de la semana 7 el peso de la muestra disminuye.

Tabla 9. Absorción de humedad del medio ambiente de los aglomerados

MUESTRA	PESO (g)							
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8
2	6.6658	6.8467	7.1003	7.1279	7.1527	7.1718	7.0638	6.989
12	5.076	5.2401	5.4465	5.4771	5.5201	5.5254	5.4691	5.4294
22	6.3671	6.5973	6.7129	6.7312	6.7568	6.7787	6.7216	6.6963

3.1.7. Resistencia al ataque químico Al ponerse los tres tipos de aglomerado en contacto con cada una de las soluciones se observaron cambios físicos en cada una de las muestras. El silicato de sodio por ser una base fuerte reacciona con ácidos inorgánicos y compuestos ácidos formando un gel de sílice (Ver ANEXO B. Foto 5 a, b, c; Foto 6 a, b, c; Foto 7 a, b, c), ya que las soluciones de concentraciones relativamente altas se acidifican y los aniones de silicato se polimerizan, hasta formar dicho gel. El grado de polimerización de los aniones de las soluciones de silicato de sodio depende de la concentración de la solución, temperatura pH y otros factores.

Por otro lado, los aglomerados muestran descomposición cuando están en contacto con la solución de Hidróxido de Sodio (NaOH) (Ver ANEXO B. Foto 8 a, b, c), ya que éste al entrar en contacto con el almidón de yuca, modifica la estructura del almidón, cambiando la disposición de los grupos hidroxilos.

Los resultados de esta prueba se pueden observar en el ANEXO D. Tabla 10.

3.1.8. Determinación de propiedades mecánicas Una posible razón de esta variabilidad podría estar vinculada a la falta de homogeneidad en el mezclado de las materias pudiendo influir en la resistencia de la pieza.

3.1.8.1. Determinación de resistencia a Compresión Éstos presentaron un comportamiento dúctil caracterizado por deformaciones

apreciables (Ver ANEXO B. Foto 9), no se evidenció desprendimiento de partículas y la falla típica asociada es causada por la pérdida de estabilidad geométrica de los aglomerados debido al aplastamiento que produce la carga.

Los resultados del ensayo de Compresión para cada uno de los aglomerados se muestran a continuación.

Tabla 11. Ensayo de Compresión aglomerados

Proporción Muestra	Fuerza (N)	Desplazamiento (mm)	Area (m ²)	Presion (Pa)
30:70	9500	13.7	0.001152	8246527.8
50:50	21000	11.7	0.001353	15521964.3
70:30	20400	11.6	0.001372	14868804.7

En la tabla están consignados los valores de fuerza y presión. Se observa que a medida que se disminuye la proporción de almidón de yuca, el aglomerado resiste menos a la compresión. El comportamiento de los aglomerados da como resultado un material plástico, condición que se verificó en el momento de retirar la carga que actuaba sobre las muestras, al observar que estas no recuperaban su forma original.

El aglomerado que contiene mayor proporción de almidón de yuca presenta mayor resistencia ya que el almidón le proporciona al aglomerado mayor adherencia debido a que tiene un mejor empaquetamiento.

3.1.8.2. Determinación de resistencia a Flexión Puede decirse que frente a flexión, los aglomerados que se sometieron a este ensayo, tienen un comportamiento dúctil y antes de producirse la rotura se produce una deformación muy significativa, no se evidenció desprendimiento de partículas y se observó la falla típica.

En la tabla 12 están consignados los valores de fuerza y presión. La deformación nos da como resultado un material plástico, que se verifico al

finalizar el ensayo y observar que las muestras no volvieran a su estado original (Ver ANEXO B. Foto 10). El aglomerado que presenta menor proporción de almidón de yuca es menos flexible en comparación a los otros. Esto se debe a que ahí menor compactación del papel y por ende ofrece menor oposición a ser deformados por una fuerza externa.

Tabla 12. Ensayo de Flexión aglomerado

Proporción Muestra	Fuerza (N)	Desplazamiento (mm)	Area (m ²)	Presión (Pa)
30:70	130	6.1	0.005032	25834.7
50:50	250	8.3	0.005032	49682.1
70:30	400	10.6	0.005032	79491.2

3.1.8.3. Determinación de resistencia a Impacto Frente a este ensayo podemos decir que los aglomerados presentaron una buena tenacidad gracias a las fibras celulósicas que estos presentan por el uso del papel post-consumo para su elaboración, además el almidón de yuca, que también está conformado por celulosa, le da al material resistencia y facilidad a enlazarse.

Los tres aglomerados presentan un valor de energía de impacto igual a 4.8mkg, esta energía es la necesaria para romper una parte sometida a una carga de choque, y la celulosa por presentar facilidad para enlazarse le confiere al aglomerado resistencia al impacto (Ver ANEXO B. Foto 11)

3.1.9. Conductividad térmica Los aglomerados fabricados a partir de papel post consumo, engrudo de almidón de yuca y silicato de sodio, presentan una baja conductividad térmica. El tiempo necesario para alcanzar el equilibrio térmico dependió de la concentración de proporción en peso de engrudo de almidón de yuca-Silicato de Sodio, esto se hace evidente, en la diferencia de tiempo que cada uno tarda en elevar un grado centígrado su temperatura. (Ver ANEXO D. Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15). El aglomerado de mayor proporción de Silicato de Sodio posee mejores propiedades de

aislante térmico, ya que este dificulta más la transmisión del calor debido a las propiedades retardantes de fuego que tiene el silicato de sodio (Ver ANEXO E. Figura 2, Figura 3, Figura 4).

El aglomerado fabricado con mayor proporción de silicato de sodio, es buen aislante porque la proporción de silicato de sodio es mayor, lo cual le confiere a dicho aglomerado, mayor resistencia a la conducción de calor y la celulosa presente en el papel post consumo y en el almidón de yuca es también mala conductora.

3.2. CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS PIROLIZADAS

Para realizar el tratamiento térmico (pirólisis), se escogió el aglomerado de proporción de porcentaje en peso 30:70, ya que contiene mayor cantidad de Silicato de Sodio, lo que favorece dicho proceso por que le confiere al aglomerado mayor resistencia al fuego. Esto se evidenció en la primera prueba que se realizó con las muestras 8, 18, 28 de proporción de porcentaje en peso 30:70, 50:50 y 70:30 respectivamente (Ver ANEXO C. Foto 12; ANEXO D Tabla 16). El color gris y la estabilidad de las muestras se deben a la presencia de ceniza por la quema de materia orgánica durante el proceso. La quema de materia orgánica, que está compuesta por diferentes gases, se evidenció por la presencia de una cantidad elevada de humo, que se producía a los 15 minutos ± 5 de iniciarse el proceso de pirólisis y tenía una duración aproximada de 20 minutos. Durante este lapso, la cantidad de humo disminuía al transcurrir el tiempo. La muestra 8 presentó un porcentaje de reducción de masa menor, ya que contiene una proporción más baja de almidón de yuca y como consecuencia la quema de materia orgánica es mínima en relación a los otros aglomerados (18 y 28).

3.2.1. Características geométricas El tratamiento térmico generó una reducción considerable del volumen (aproximadamente un 50%), esto se debe a la descomposición química de materia orgánica causada por el calentamiento (Ver ANEXO C. Foto 13 a; ANEXO D. Tabla 17, Tabla 18). En la estereoscopia se observó que la muestra tenía altos niveles de porosidad, manteniendo el aire atrapado en su interior convirtiéndolo en un buen aislante térmico (Ver ANEXO C. Foto 13.b).

3.2.2. Determinación de densidad Para efecto de esta prueba, el uso de varsol fue indispensable, debido a las propiedades vidriosas que presenta la muestra, esta solución no era absorbida. Por el contrario, al sumergir la muestra en agua, esta retenía humedad evitando obtener una lectura confiable del volumen desplazado. La densidad es dependiente de la presión y la temperatura, pero por ser un sólido no es de mayor importancia. Debido a la baja densidad que presenta este material, puede ser usado en sitios donde se requiera volumen y poco peso.

Tabla 19. Densidad muestra pirolizada

Peso Muestra (g)	Volumen Varsol (ml)			Densidad (g/ml)
	Inicial	Final	Desplazado	
2.4015	40	43	3	0.8

3.2.3. Biodegradabilidad La muestra presentó una buena resistencia a la cría de bichos y aparición de moho. Esto se debe a que físicamente, las muestras pirolizadas, presentan un aspecto vidrioso evitando de esta forma la fácil descomposición por acción biológica, ya que la biodegradabilidad de los materiales dependen de su estructura física y química; además en el tratamiento térmico se quema el total de la materia orgánica, por lo tanto, el proceso de degradación sería de otro tipo, como adición de alguna sustancia química para agilizar dicho proceso (Ver ANEXO C. Foto 14).

3.2.4. Prueba de permeabilidad El porcentaje de absorción de la muestra fue de 84.85%. El grado de hidratación de la muestra pirolizada es debido al agua presente en los poros del material. El tamaño y cantidad de poro por unidad de área afecta el nivel de permeabilidad de un material, ya que es allí, en las cavidades de estos poros donde se aloja la mayor cantidad de agua.

3.2.5. Resistencia a agentes atmosféricos Las muestras presentan un incremento en el peso por que están reteniendo humedad del medio ambiente debido a la presencia de poros dándole a la probeta mayor contacto con el medio y permitiéndole adherencia de la humedad en las paredes.

Tabla 20. Absorción de humedad del medio ambiente de la muestra pirolizada

MUESTRA	PESO (g)							
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8
50	9.0921	9.7419	9.7746	9.8564	9.9568	9.9628	9.9679	9.9685

3.2.6. Resistencia al ataque químico La porosidad y la presencia de cenizas en la muestra pueden ser un factor que explique la presencia de partículas suspendidas en cada una de las soluciones, ocasionando un desgaste y disminución del volumen de las muestras pirolizadas. El residuo blanco que se observa en el fondo del recipiente, se debe a la reacción del Silicato de Sodio con las soluciones de ácidos generando gel de sílice (Ver ANEXO C. Foto 15, Foto 16, Foto 17 y Foto 18). Los resultados de esta prueba se pueden observar en el ANEXO D. Tabla 21.

3.2.7. Determinación de propiedades mecánicas

3.2.7.1. Determinación de resistencia a compresión La presión que soporta la probeta es de aproximadamente 737118.7916Pa, esta baja resistencia a compresión, se debe a la degradación del almidón de yuca, que le proporciona a las probetas un mayor entrecruzamiento entre las fibras de papel. La deformación nos da como resultado un material plástico, que se verifico al finalizar el ensayo y observar que las muestras no volvían a su estado original (Ver ANEXO C. Foto 19). Se evidenció desprendimiento de partículas y la falla típica asociada es causada por la pérdida de estabilidad geométrica de la probeta debido al aplastamiento que produce la carga.

3.2.7.2. Determinación de resistencia a flexión El desarrollo de este ensayo no fue posible. En el instante en que se disponía a poner la barra de hierro, barra que ejerce la fuerza perpendicular, la muestra se quebró. De este ensayo se pudo concluir que este tipo de muestras pirolizadas no son flexibles, lo que implica una baja resistencia del material a ser doblado (Ver ANEXO C. Foto 20).

3.2.7.3. Determinación de resistencia a impacto Frente a este ensayo podemos decir que las muestras pirolizadas presentaron una baja tenacidad. La energía necesaria para romper una parte sometida a una carga de choque fue de 0.6mkg. La deformación nos da como resultado un material plástico, que se verificó al finalizar el ensayo y observar que las muestras no volvían a su estado original (Ver ANEXO C. Foto 21).

3.2.8. Conductividad térmica Al someter la muestra pirolizada a la prueba de conductividad térmica, esta presenta una elevada resistencia a la transmisión de calor. Fue sometida a calentamiento durante 3 horas, tiempo

en el cual no alcanzo la temperatura de calentamiento de 62°C, solo alcanzo a elevar la temperatura hasta 54°C (Ver ANEXO D. Tabla 22; ANEXO E. Figura 5). Debido a que la estructura interna de la muestra presenta gran cantidad de poros, lo que favorece el almacenamiento de aire entre las cavidades, la forma en que se transmite el calor es por convección entre las paredes internas del poro y por conducción entre las paredes externas del poro, lo que da como resultado la obtención de un material con buenas características de aislamiento térmico.

3.3. VIABILIDAD ECONÓMICA DEL AISLANTE OBTENIDO

El costo que implica la elaboración de los aglomerados para la obtención del aislante es mínimo ya que éste es fabricado, en su mayoría, de material económico como el papel post consumo que tiene una buena oferta a nivel nacional cuyo precio no supera los 400 pesos por kilo. Por otra parte el almidón de yuca, proveniente de este mismo tubérculo, tiene gran oferta a nivel nacional, ya que Colombia es un país productor de yuca y de aproximadamente 1000kg de yuca se obtiene 230 kg de almidón. En Colombia hay 240.000 hectáreas, aproximadamente, que se cultivan principalmente como cultivos marginales, para alimentación humana. Hasta el momento no se ha aprovechado una serie de circunstancias favorables para el desarrollo de una industria de yuca deshidratada. Además, el silicato de sodio a nivel nacional presenta una oferta considerable a un precio accesible, aproximado de 4500 por litro.

Una de las razones para llevar a cabo la elaboración de este tipo de aislantes es disminuir considerablemente el volumen de los desechos, reducir las emisiones contaminantes y ahorrar agua y energía. El ahorro de energía es evidente en el proceso de fabricación que requiere de mínimo consumo.

3.4. COMPARACIÓN CON OTROS MATERIALES AISLANTES

Tabla 23. Comparación de los aglomerados y de la probeta pirolizada con otros aislantes térmicos

PROPIEDADES	AISLANTES TÉRMICOS							BENEFICIOS PROBETA PIROLIZADA
	Concentración de porcentaje en peso			Probeta pirolizada	Poliuretano	Poliestireno	Corcho	
	Aglomerado 30:70	Aglomerado 50:50	Aglomerado 70:30					
Presentación	Laminas	Laminas	Laminas	Laminas	Laminas	Laminas	Laminas	
Composición	Papel post consumo, silicato de sodio y almidón de yuca	Papel post consumo, silicato de sodio y almidón de yuca	Papel post consumo, silicato de sodio y almidón de yuca	Papel post consumo, silicato de sodio y almidón de yuca	Polímero orgánico	Polímero orgánico	Corteza de alcornoque	Reciclaje, uso de un aglutinante de origen natural
Aglutinante	Si	Si	Si	Si	No	No	No	El aglutinante asegura la estabilidad dimensional el espesor del material
Estructura de celdas	Cerrada	Cerrada	Cerrada	Cerrada-Porosa	Cerrada	Cerrada	Cerrada	El aire entre los poros favorece el factor de conductividad
Estabilidad química	Baja	Baja	Baja	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente a los agentes químicos y a atmosferas agresivas
Características de quemado superficial	No propaga llama ni humo toxico	No propaga llama ni humo toxico	No propaga llama ni humo toxico	No propaga llama ni humo toxico	Quema produce humo toxico y genera llama	Quema produce humo toxico y genera llama	Quema produce humo	No propaga llama ni humo toxico
Estabilidad dimensional	No se deforma	No se deforma	No se deforma	No se deforma	Envejece con el tiempo pierde su poder aislante	Envejece con el tiempo pierde su poder aislante	No se deforma	Aislamiento térmico

(Ver ANEXO F).

3.5. OTROS USOS DEL PRODUCTO OBTENIDO (TABLERO AGLOMERADO)

Debido a las propiedades que presentaron las probetas iniciales (Aglomerados Tipo I y Tipo II), están pueden ser usadas como tableros aglomerados permitiendo todo tipo de acabados y terminaciones. Puede ser cortada, aserrada, perforada, clavada, atornillada y lijada. Algunos de los usos más comunes serian: Tapas delanteras y traseras de muebles, fondos de cajones, muros ligeros, armado de elementos no sujetos a peso (cuerpo de cajones, puertas, laterales, divisiones), estructuración de muebles, sub

bases para pisos y entrepisos, gabinetes, muros divisorios entre otros (VER ANEXO G).

3.6. APORTE SOCIAL, AMBIENTAL, ECONÓMICO Y TECNOLÓGICO

Tabla 24. Aporte social, ambiental, económico y tecnológico

SOCIAL	AMBIENTAL	ECONÓMICO	TECNOLÓGICO
El desarrollo de este material a nivel industrial generará empleo en la región	El proceso productivo en su totalidad necesita de muy poca energía y no contamina ni el agua ni el aire	La elaboración de este tipo de aislantes requiere de una baja inversión ya que el principal componente es papel post consumo	Desarrollo de un nuevo material multifuncional. Como aislante térmico puede ser utilizado en sistemas de refrigeración, transporte de mercancía refrigerada, empaque de productos congelados y construcciones civiles. Además puede ser usado como tablero aglomerado con presentaciones de placas grandes planas de diferentes espesores, fabricación de muebles, principalmente en aquellas aplicaciones en donde se requieren terminaciones planas y en la industria de la construcción, como cubiertas de techo, paredes y pisos.
	El aprovechamiento del papel permitirá disminuir el impacto ambiental que se genera al no utilizarlos y posibilita la sustitución a mediano plazo de materiales como el poliestireno que repercuten negativamente en el equilibrio ecológico	La reducción del uso de materiales nuevos minimizará el consumo de energía utilizado para la elaboración de materiales y de esta forma reducirá los costos económicos en el proceso de fabricación	
	En Colombia, el sector papel introduce en su proceso productivo $\pm 1,1$ millones de toneladas anuales de materia prima, de las cuales unas 500 mil son procedentes de material reciclado. Esto llevaría al aprovechamiento de parte de las 600 mil toneladas restantes que no están siendo recicladas		
Concientizar a la sociedad sobre la importancia del reciclaje y la protección del medio ambiente	El uso de engrudo de almidón de yuca, un adherente natural de fácil fabricación y obtención a nivel nacional y que además no representa el impacto negativo para el ecosistema propio que generan aglutinantes químicos utilizados comúnmente en la producción de aglomerados de partículas.	El desarrollo de este nuevo producto puede llegar a significar un crecimiento no sólo tecnológico sino económico para la región ante la demanda generada en mano de obra, tanto especializada como no calificada, para el desarrollo de tecnologías propias	

4. CONCLUSIONES

Se determinó que el mejor aislante es la probeta pirolizada, ya que presenta mejor resistencia a agentes atmosféricos y al ataque químico, es un buen biocida ya que no permite la cría de insectos o bichos. Además la porosidad que presenta lo hace un buen aislante debido a que esto dificulta la transferencia de calor. Aunque presenta un comportamiento aceptable, al ser sometido a cargas axiales, no es factible que sea usado en muros sometidos a cargas elevadas, con el fin de prevenir grandes deformaciones verticales y colapsos por deformación excesiva.

Tanto el aglomerado de proporción 30:70 como la probeta pirolizada presentan un comportamiento ignífugo, es decir que no inicia fácilmente la combustión y no produce llama mientras se quema. Es probable que este aspecto, se deba a la concentración de silicio presente gracias al uso del silicato de sodio.

La funcionalidad y propiedades del almidón le da a los aglomerados buena resistencia y flexibilidad, debido a la relación que existe entre la amilosa y la amilopectina, aunque le confiere baja resistencia al ser expuestas al medio ambiente.

La obtención de probetas pirolizadas es efectiva siempre y cuando el aglomerado que se someta al tratamiento térmico sea de concentración de porcentaje en peso 30:70.

A medida que aumenta la proporción de almidón de yuca en los aglomerados, estos están más propensos a ser atacados por bichos e insectos.

La densidad es una de las ventajas que presentan estos aislantes, tanto los aglomerados como la probeta pirolizada, ya que se puede establecer que son livianos y pueden ser utilizados en sitios donde se requiera volumen y bajo peso.

El almidón de yuca se perfila como un adherente adecuado para la aglomeración de fibras en virtud de su bajo costo, fácil elaboración, almacenamiento y accesibilidad en la región

Las características del producto final: capacidad ignífuga, baja conductividad térmica, bajo costo, amplia disponibilidad de materia prima y baja densidad, lo hacen competitivo y beneficia los productos ecológicos.

La aplicación de este tipo de aislantes en construcciones civiles, puede contribuir a disminuir la carga térmica de recintos acondicionados al actuar como barreras térmicas y a su vez como controladores en la prevención y difusión de incendios.

Debido a las propiedades mecánicas que presentan estos aglomerados, estos pueden ser usados como laminas divisorias, reemplazando de esta forma los aglomerados de madera y minimizando el impacto ambiental.

El uso de papel post consumo para este tipo de materiales genera un nuevo método de reciclaje que concientiza a la sociedad para reducir el impacto ambiental que produce el desperdicio de papel.

5. RECOMENDACIONES

En el momento de la elaboración de las probetas evitar el exceso de humedad del papel para facilitar la extracción de la probeta de los moldes.

Determinar cuantitativamente la conductividad térmica de los aglomerados y la probeta pirolizada, pues el método utilizado entregó resultados cualitativos.

Mejorar el método de prensado utilizado para la obtención de las probetas de forma rectangular y determinar nuevamente la resistencia de las propiedades mecánicas de cada uno de los aglomerados y la probeta pirolizada.

Se recomienda el uso de alguna sustancia que le proporcione a estos aglomerados las propiedades de baja absorción de humedad y resistencia a la cría de plagas y moho, en aplicaciones que lo requieran.

6. BIBLIOGRAFIA

1. DELGADO, P. Guía para el aislamiento en buques. Chile. 2006. Trabajo de grado (Ingeniero Naval). Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Disponible en internet: <<http://cybertesis.uach.cl/tesis>>
2. GERDIPAC INDUSTRIAL EIRL. Qué es el Aislamiento Térmico. [en línea]: <<http://www.gerdipac.com.pe/QueesAislamientoTermico.pdf>> [Citado el 4 de Febrero de 2010]
3. ELIAS, Xavier. Reciclaje de residuos industriales. 2da ed. Díaz de Santos, 2007.
4. MARTINEZ, Jorge. El reciclaje, La forma más fácil de mantener nuestro planeta vivo. 2007. [en línea]. < <http://www.gestiopolis.com>> [Citado el 7 de Febrero de 2010]
5. WIKIPEDIA. La enciclopedia libre. Silicato sódico. [en línea]. <http://es.wikipedia.org/wiki/Silicato_sodico> [Citado el 4 de Febrero de 2010]
6. LANDAZABAL P. Obtención de etanol a partir de almidón de yuca variedad Chile en un proceso de 2 etapas: Hidrólisis (asperillus Aiger)-Fermentación (Zymomonas Mobilis). Bucaramanga, Colombia: 2004. Trabajo de grado (Química Pura). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias. Disponible en el catalogo en línea de la Biblioteca de la Universidad Industrial de Santander: <<http://www.uis.edu.co>>
7. BLANCO R. Norma oficial para el almidón de yuca. En: La gaceta. 1956. [en línea]: < <http://reventazon.meid.go>> [Citado el 2 de Febrero de 2010]
8. SALUD SIN DAÑOS. Pirólisis, una técnica de tratamiento térmico no tradicional. [en línea]. <<http://noalaincineracion.org>> [Citado el 5 de febrero de 2010]

ANEXOS

ANEXO A. PRODUCTO OBTENIDO

Foto 1. Aglomerado final



ANEXO B. CARATERIZACIÓN DEL AGLOMERADO 30:70, 50:50 Y 70:30

Foto 2. Características físicas del aglomerado

a.



b.



* Muestras A, B, C de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50 y 70:30 respectivamente.

Foto 3. Test de llama



Foto 4. Biodegradabilidad aglomerados 30:70, 50:50 y 70:30



*Muestras expuestas: 1, 11, 21 de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50, 70:30 respectivamente.

Foto 5. Ataque químico solución CH_3COOH

a.



b.



c.



Foto 6. Ataque químico solución HCl

a.



b.



c.



Foto 7. Ataque químico solución H_2SO_4

a.



b.

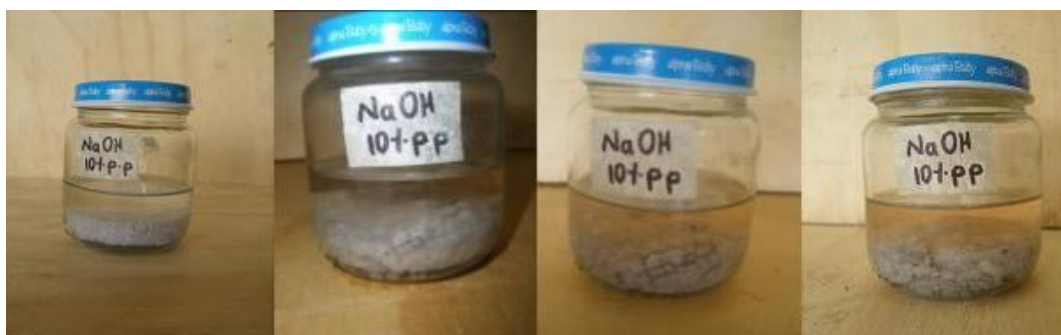


c.



Foto 8. Ataque químico solución NaOH

a.



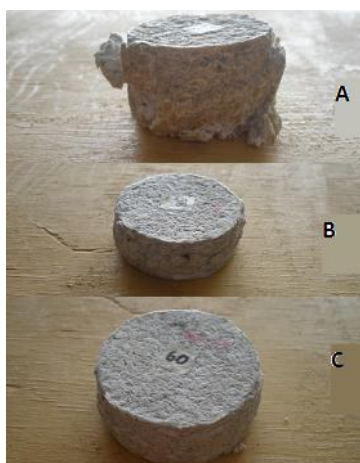
b.



C.

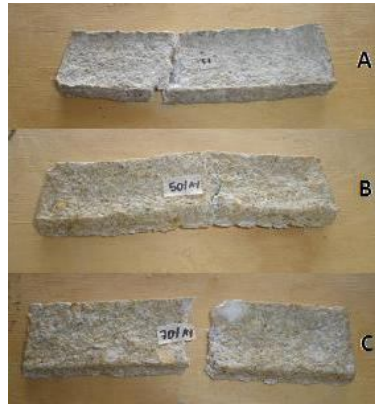


Foto 9. Resistencia a Compresión de los aglomerados 30:70, 50:50 y 70:30



*Muestras A, B, C de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50 y 70:30 respectivamente

Foto 10. Resistencia a Flexión de los aglomerados 30:70, 50:50 y 70:30



*Muestras A, B, C de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50 y 70:30 respectivamente

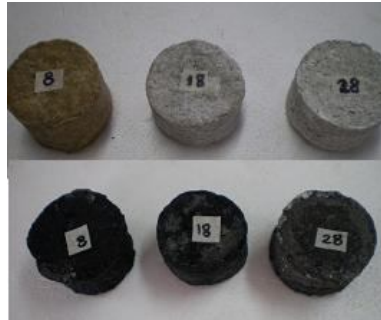
Foto 11. Resistencia a Impacto de los aglomerados 30:70, 50:50 y 70:30



*Muestras A, B, C de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50 y 70:30 respectivamente

ANEXO C. CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA PIROLIZADA

Foto 12. Primera pirolisis



*Muestras pirolizadas: 8, 18, 28 de concentración de porcentaje en peso 30:70, 50:50, 70:30 respectivamente

Foto 13. Características físicas de la muestra pirolizada

a.



b.

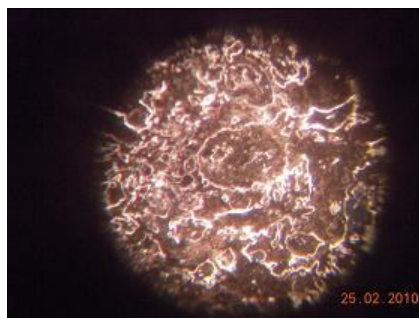


Foto 14. Biodegradabilidad muestra pirolizada



Foto 15. Ataque químico solución CH_3COOH



Foto 16. Ataque químico solución HCl



Foto 17. Ataque químico solución H_2SO_4



Foto 18. Ataque químico solución NaOH



Foto 19. Resistencia a Compresión de la muestra pirolizada



Foto 20. Resistencia a Flexión de la muestra pirolizada



Foto 21. Resistencia a Impacto de la muestra pirolizada



ANEXO D. TABLAS COMPLEMENTARIAS

Tabla 7. Biodegradabilidad aglomerado

Muestra	Observaciones				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
1	Muestra no presenta alteraciones	Aparición de manchas	Presenta suciedad	Presencia de suciedad	Presencia de bichos
11	Muestra no presenta alteraciones	Aparición de manchas	Presenta color amarillo, ablandamiento de la muestra	Endurecimiento muestra	Presencia bichos y hongos
21	Muestra no presenta alteraciones	Aparición de manchas	Presenta color amarillo, ablandamiento de la muestra	Presencia de bichos	Presencia de hongos

Tabla 10. Ataque químico a los aglomerados

Agente Químico	Muestra	tiempo contacto (días)	Observaciones	
Sl _n CH ₃ COOH 10%p-p	31	1	No presentó deterioro ni cambio	
		2	Partículas suspendidas	
		3	Partículas suspendidas, ablandamiento de la muestra	
		4	Aumento partículas suspendidas	
	40	1	No presentó deterioro	
		2	Ablandamiento de la muestra	
		3	Partículas suspendidas	
		4	Aumento partículas suspendidas	
	43	1	No presentó deterioro	
		2	Partículas suspendidas, ablandamiento de la muestra	
		3	Partículas suspendidas	
		4	Aumento partículas suspendidas	
Sl _n HCl 10%p-p	32	4	Pocas partículas suspendidas	
	37	1	Solución amarilla	
		2	Ablandamiento de la muestra	
		3	Mayor ablandamiento de la muestra	
		4	Pocas partículas suspendidas	
	44	1	Solución amarilla	
		2	Ablandamiento de la muestra	
		3	Mayor ablandamiento de la muestra	
		4	Pocas partículas suspendidas	
	Sl _n H ₂ SO ₄ 10%p-p	26	1	No presentó deterioro
			2	Aparición de algunas partículas suspendidas
			3	Ablandamiento de la muestra, partículas suspendidas
4			Color amarillo de la sl _n	
38		1	No presentó deterioro	
		2	Aparición de algunas partículas suspendidas	
		3	Ablandamiento de la muestra, partículas suspendidas	
		4	Color amarillo de la sl _n	
Sl _n NaOH 10%p-p	30	1	Muestra hinchada, malformación, partículas suspendidas	
		2	Solución amarilla, hinchazón, malformación	
		3	muestra irregular aumento partículas suspendidas	
		4	Deterioro de la muestra	
	36	1	Malformación, Hinchazón, Partículas suspendidas	
		2	Solución amarilla, Deterioro de la muestra	
		3	muestra quebrada	
		4	Deterioro de la muestra	
42	4	Deterioro de la muestra		

Tabla 13. Conductividad térmica aglomerado 30:70

t (min)	T(°C)	t (min)	T(°C)	t (min)	T(°C)	t (min)	T(°C)
0	28	32	51	64	56	96	60
2	33	34	52	66	56	98	60
4	41	36	52	68	56	100	60
6	46	38	53	70	57	102	61
8	48	40	53	72	57	104	61
10	49	42	53	74	57	106	61
12	50	44	53	76	57	108	61
14	50	46	53	78	58	110	61
16	50	48	53	80	58	112	61
18	50	50	54	82	58	114	61
20	50	52	54	84	59	116	61
22	51	54	54	86	59	118	62
24	51	56	55	88	59	120	62
26	51	58	55	90	59	122	62
28	51	60	55	92	59	124	62
30	51	62	55	94	60	126	62

Tabla 14. Prueba conductividad térmica aglomerado 50:50

t (min)	T(°C)	t (min)	T(°C)	t (min)	T(°C)
0	29	36	55	75	61
2	37	38	55	77	61
4	44	40	56	79	62
6	49	42	56	81	62
8	50	44	56	83	62
10	50	46	56	85	62
12	52	48	57	87	62
14	53	50	57	89	62
16	53	52	57	91	62
18	53	57	57	93	62
20	54	59	58	95	62
22	54	61	58	97	62
24	54	63	58	99	62
26	55	65	59	101	62
28	55	67	60	103	62
30	55	69	60	105	62
32	55	71	60	107	62
34	55	73	60	109	62

Tabla 15. Conductividad térmica aglomerado 70:30

t (min)	T(°C)	t (min)	T(°C)
0	28	32	53
2	29	34	53
4	40	36	53
6	42	38	54
8	44	40	54
10	45	42	54
12	48	44	54
14	48	46	54
16	49	48	54
18	50	50	55
20	50	52	56
22	51	54	56
24	51	56	56
26	51	58	56
28	51	60	57
30	53	62	57

Tabla 16. Prueba de pirolisis

Muestra	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Masa Perdida (g)	%(r)	Color	Observación
8	23.5546	8.2377	15.3169	65.03	Negro mate	Presenta buena estabilidad
18	18.514	3.8961	14.6179	78.96	Negro y gris	Presenta fragilidad
28	20.9386	3.5008	17.4378	83.31	Gris	Muestra muy frágil

%(r) => Porcentaje de masa perdida luego del proceso de pirolisis

Tabla 17. Volumen y Porcentaje reducidos muestras pirolizadas Tipo I

Diametro (cm)	Radio (cm)	Altura (cm)	Volumen $V_{(a)}$ (cm ³)	Volumen perdido $V_{(r)}$ (cm ³)	Porcentaje de perdida $\%_{(r)}$ (%)
3.83	1.915	2.83	32.6	13.55	41.56
4.15	2.075	2.52	32.73	17.23	52.65
4.18	2.09	2.76	37.87	20.1	53.09

Tabla 18. Volumen y Porcentaje reducidos muestras pirolizadas Tipo II

Diametro (cm)	Radio (cm)	Altura (cm)	Volumen $V_{(p)}$ (cm ³)	Volumen perdido $V_{(r)}$ (cm ³)	Porcentaje de perdida $\%_{(r)}$ (%)
3.22	1.61	2.34	19.05	6.38	48.55
3.24	1.62	1.88	15.5	6.33	57.98
3.33	1.665	2.04	17.76	6.26	47.79

Tabla 21. Ataque químico a muestra pirolizada

Agente Químico	Muestra	Tiempo contacto(días)	Observaciones
Sl _n CH ₃ COOH 10%p-p	P1	1	No presentó deterioro
		2	algunas partículas suspendidas
		3	Residuo blanco en el fondo de la solución
		4	Aumento de partículas
Sl _n HCl 10%p-p	P2	1	No presentó deterioro ni cambio
		2	Partículas suspendidas
		3	Residuo blanco en el fondo de la solución
		4	Aumento de partículas
Sl _n H ₂ SO ₄ 10%p-p	P3	1	No presentó deterioro ni cambio
		2	Partículas suspendidas
		3	Residuo blanco en el fondo
		4	Aumento de partículas
Sl _n NaOH 10%p-p	9	1	No presentó deterioro ni cambio
		2	Solución blanca, Partículas suspendidas
		3	Residuo blanco en el fondo de la solución
		4	Aumento de partículas

Tabla 22. Conductividad térmica muestra pirolizada

t (min)	T(°C)	t (min)	T(°C)	t (min)	T(°C)	t (min)	T(°C)	t (min)	T(°C)
0	26	30	50	60	52	90	53	120	54
2	28	32	50	62	53	92	53	122	54
4	41	34	50	64	53	94	53	124	54
6	42	36	50	66	53	96	53	126	54
8	48	38	50	68	53	98	53	128	54
10	48	40	50	70	53	100	53	130	54
12	48	42	50	72	53	102	53	132	54
14	48	44	50	74	53	104	53	134	54
16	48	46	50	76	53	106	53	136	54
18	48	48	50	78	53	108	53	138	54
20	48	50	50	80	53	110	53	140	54
22	48	52	50	82	53	112	53	142	54
24	48	54	52	84	53	114	53	144	54
26	48	56	52	86	53	116	53	146	54
28	48	58	52	88	53	118	54	148	54

ANEXO E. CURVAS TIEMPO-TEMPERATURA

Figura 2. Curva Tiempo-Temperatura aglomerado 30:70

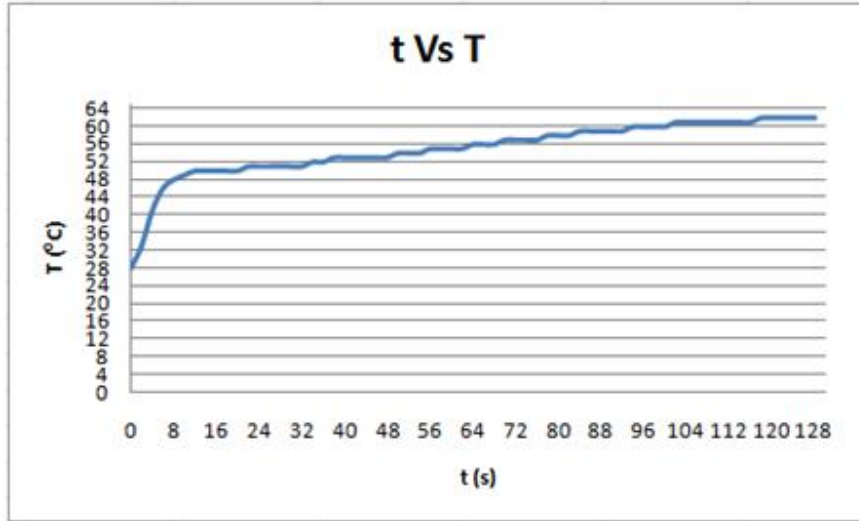


Figura 3. Curva Tiempo-Temperatura aglomerado 50:50

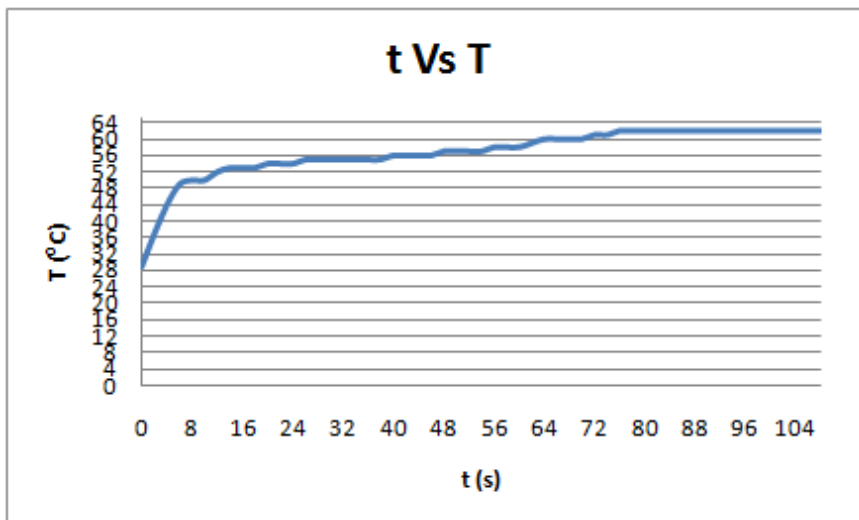


Figura 4. Curva Tiempo-Temperatura aglomerado 70:30

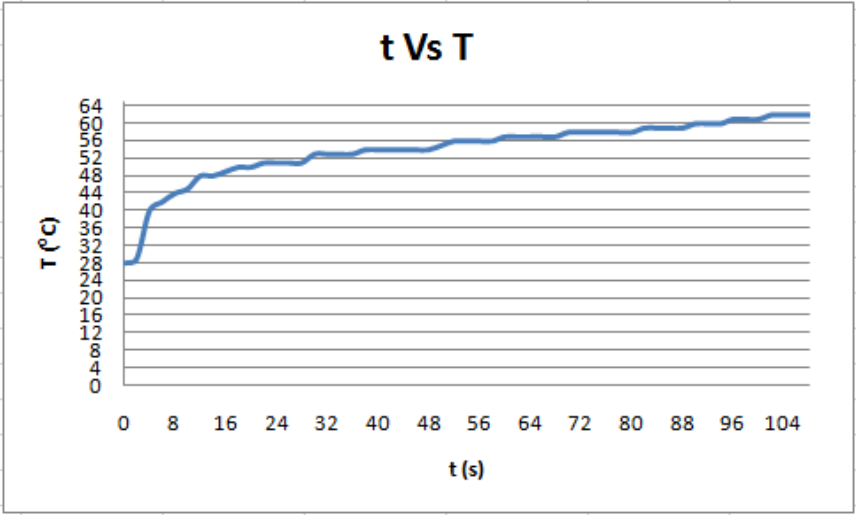
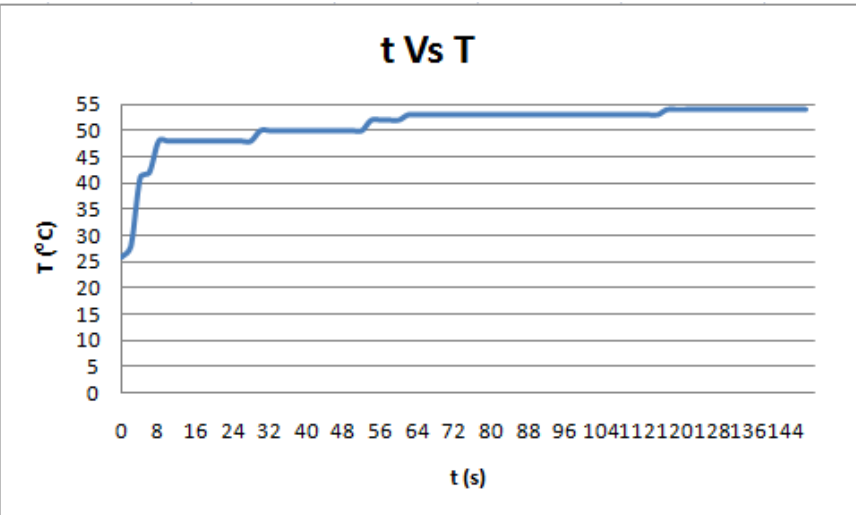


Figura 5. Curva Tiempo-Temperatura muestra pirolizada



ANEXO F. BENEFICIOS DEL AISLANTE OBTENIDO (MUESTRA PIROLIZADA)

Algunos de los beneficios que presenta la probeta pirolizada son:

- Es a prueba de incendios: es resistente al fuego no propaga la llama y presenta buenas características al quemado superficial.
- Buena estabilidad dimensional: mantiene su integridad estructural y su eficiencia con el paso del tiempo, su espesor se conserva uniforme.
- No produce sonidos de dilatación ni de contracción: por ser de papel post consumo, no produce sonidos por dilatación ni contracción.
- Resistente al ataque químico: presenta buena resistencia al ser atacado por diferentes agentes químicos como ácidos y bases.
- Resistente al ataque de bichos: no permite que aniden insectos
- No es contaminante
- Resistente a la intemperie

ANEXO G. VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL TABLERO AGLOMERADO

Ventajas

- Superficies lisas y homogéneas, lo cual lo hace un tablero excelente para aplicar cualquier tipo de recubrimiento.
- Comparativamente con tableros aglomerados de madera y madera natural tiene un menor costo.
- Posee propiedades como: Retardan el fuego (Ignífugos) y baja Densidad.
- Usos en industrias del mueble principalmente.
- Bajo impacto ambiental, se usa material reciclado.

Limitaciones

- Como cualquier producto hecho a partir de papel post consumo sufre deformaciones y degradaciones de sus propiedades físico mecánicas por la acción de la humedad.
- Para evitar el deterioro por la humedad debe ser recubierto totalmente por alguna tipo de sustancia.

ANEXO H. FICHAS DE SEGURIDAD

SILICATO DE SODIO (solución 25-50%)

ICSC: 1137


<p>Nº CAS 1344-09-8 Nº RTECS VV9365000 Nº ICSC 1137</p>

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible.		En caso de incendio en el entorno: polvo, agua pulverizada, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSION			
EXPOSICION		¡EVITAR LA FORMACION DE NIEBLA DEL PRODUCTO!	
● INHALACION	Tos. Dolor de garganta.	Ventilación. Extracción localizada.	Aire limpio, reposo.
● PIEL	Enrojecimiento. Dolor.	Guantes protectores.	Aclarar con agua abundante, después quitar la ropa contaminada y aclarar de nuevo. Proporcionar asistencia médica.
● OJOS	Enrojecimiento. Dolor.	Pantalla facial.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
● INGESTION	Diarrea. Náuseas. Vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Dar a beber agua abundante. Proporcionar asistencia médica.

DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el derramado en recipientes herméticos. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	Separado de ácidos fuertes, aluminio y zinc.	NU (transporte): No clasificado. CE: No clasificado.

VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

ICSC: 1137

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el ICPS y la Comisión Europea © CE, ICPS, 2003

SILICATO DE SODIO (solución 25-50%)

ICSC: 1137

D A T O S I M P O R T A N T E S	ESTADO FISICO; ASPECTO Solución acuosa incolora al 25-50% de silicato de sodio.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación y por ingestión.
	PELIGROS QUIMICOS La disolución en agua es una base medianamente fuerte. Reacciona con aluminio y cinc formando gas inflamable/explosivo (véase hidrógeno ICSC 0001).	RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire al pulverizar.
	LIMITES DE EXPOSICION TLV no establecido. MAK no establecido.	EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION El aerosol irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio.
PROPIEDADES FISICAS	Densidad relativa (agua = 1): 1.4	Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: miscible
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS		
INFORMACION ADICIONAL		
Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm		Última revisión IPCS: 2001 Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado: 2003 FISQ: 6-169
ICSC: 1137	SILICATO DE SODIO (solución 25-50%)	
© CE, IPCS, 2003		

Fichas Internacionales de Seguridad Química

CLORURO DE HIDROGENO

ICSC: 0163



INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

Nº CAS 7647-01-0
 Nº RTECS MW4025000
 Nº ICSC 0163
 Nº NU 1050
 Nº CE 017-002-00-2



TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION			En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua pero NO en contacto directo con agua.
EXPOSICION		¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
• INHALACION	Corrosivo. Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, jadeo, dolor de garganta. (Síntomas no inmediatos: véanse Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semincorporado, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Corrosivo. Quemaduras cutáneas graves, dolor.	Guantes protectores y traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Corrosivo. Dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves.	Gafas ajustadas de seguridad, pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
• INGESTION			
DERRAMAS Y FUGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. Eliminar gas con agua pulverizada. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).		Separado de sustancias combustibles y reductoras, oxidantes fuertes, bases fuertes, metales. Mantener en lugar bien ventilado.	CE: símbolo C símbolo T R: 23-35 S: (1/2-)9-26-36/37/39-45 Clasificación de Peligros NU: 2.3 Riesgos Subsidiarios NU: 8 
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
ICSC: 0163		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994	

CLORURO DE HIDROGENO

ICSC: 0163

D A T O S F I S I C O S	ESTADO FISICO; ASPECTO Gas licuado comprimido incoloro, de olor acre.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación.
	PELIGROS FISICOS El gas es más denso que el aire.	RIESGO DE INHALACION Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.
	PELIGROS QUIMICOS La disolución en agua es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva. Reacciona violentamente con oxidantes formando gas tóxico de cloro. En contacto con el aire desprende humos corrosivos de cloruro de hidrógeno. Ataca a muchos metales formando hidrógeno.	EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION Corrosivo. La sustancia es corrosiva de los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación de altas concentraciones del gas puede originar edema pulmonar (véanse Notas). Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata.
	LIMITES DE EXPOSICION TLV: 5 ppm; 7.5 mg/m ³ (valor techo) (ACGIH 1993-1994).	EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA La sustancia puede afectar el pulmón, dando lugar a bronquitis crónica. La sustancia puede causar erosiones dentales.
PROPIEDADES FISICAS	Punto de ebullición a 101.3 kPa: -85°C Punto de fusión: -114°C Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 72	Solubilidad en agua: Elevada Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.3 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0.25
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS		
El valor límite de exposición laboral aplicable no debe superarse en ningún momento de la exposición en el trabajo. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello, imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un aerosol adecuado por un médico o persona por él autorizada. NO pulverizar con agua sobre la botella que tenga un escape (para evitar la corrosión de la misma). Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape. Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-135 Código NFPA: H 3; F 0; R 0;		
INFORMACION ADICIONAL		
FISQ: 3-072 CLORURO DE HIDROGENO		
ICSC: 0163	© CCE, IPCS, 1994	CLORURO DE HIDROGENO
NOTA LEGAL IMPORTANTE:	Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.8.95).	

HIDROXIDO DE SODIO

ICSC: 0360







MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES ESPAÑA

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO


HIDROXIDO DE SODIO
Hidróxido sódico
Sosa cáustica
Sosa
NaOH
Masa molecular: 40.0

Nº CAS 1310-73-2
Nº RTECS WB4900000
Nº ICSC 0360
Nº NU 1823
Nº CE 011-002-00-6



TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. El contacto con la humedad o con el agua, puede generar el suficiente calor para producir la ignición de sustancias combustibles.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSION			
EXPOSICION		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO! ¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
• INHALACION	Corrosivo. Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Corrosivo. Enrojecimiento, graves quemaduras cutáneas, dolor.	Guantes protectores y traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Corrosivo. Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria si se trata de polvo.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Corrosivo. Dolor abdominal, sensación de quemazón, diarrea, vómitos, colapso.	No comer, ni beber ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, NO provocar el vómito, dar a beber agua abundante y proporcionar asistencia médica.

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente adecuado, eliminar el residuo con agua abundante. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	Separado de ácidos fuertes, metales, alimentos y piensos, materiales combustibles. Mantener en lugar seco y bien cerrado (véanse Notas).	No transportar con alimentos y piensos. símbolo C R: 35 S: (1/2)-26-37/38-45 Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: II



HIDROXIDO DE SODIO

ICSC: 0360

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO: ASPECTO Sólido blanco, deliquescente en diversas formas e inodoro.</p> <p>PELIGROS FISICOS</p> <p>PELIGROS QUIMICOS La sustancia es una base fuerte, reacciona violentamente con ácidos y es corrosiva en ambientes húmedos para metales tales como cinc, aluminio, estaño y plomo originando hidrógeno (combustible y explosivo). Ataca a algunas formas de plástico, de caucho y de recubrimientos. Absorbe rápidamente dióxido de carbono y agua del aire. Puede generar calor en contacto con la humedad o el agua.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV: 2 mg/m³ (valor techo) (ACGIH 1992-1993). PDK no establecido. MAK: clase G</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire.</p> <p>EFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION Corrosivo. La sustancia es muy corrosiva de los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. La inhalación del aerosol de la sustancia puede originar edema pulmonar (véanse Notas).</p> <p>EFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.</p>
	<p>PROPIEDADES FISICAS</p> <p>Punto de ebullición: 1390°C Punto de fusión: 318°C Densidad relativa (agua = 1): 2.1</p>	<p>Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 109 Presión de vapor, kPa a 739°C: 0.13</p>
<p>DATOS AMBIENTALES</p>	<p>Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a los organismos acuáticos.</p> 	
NOTAS		
<p>El valor límite de exposición laboral aplicable no debe superarse en ningún momento de la exposición en el trabajo. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello, imprescindibles. NO verter NUNCA agua sobre esta sustancia; cuando se deba disolver o diluir, añadirla al agua siempre lentamente. Almacenar en una área que disponga de un suelo de hormigón, resistente a la corrosión.</p> <p style="text-align: right;">Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-121 Código NFPA: H 3; F 0; R 1;</p>		




HIDROXIDO DE SODIO

ICSC: 0360

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO: ASPECTO Sólido blanco, deliquescente en diversas formas e inodoro.</p> <p>PELIGROS FISICOS</p> <p>PELIGROS QUIMICOS La sustancia es una base fuerte, reacciona violentamente con ácidos y es corrosiva en ambientes húmedos para metales tales como cinc, aluminio, estaño y plomo originando hidrógeno (combustible y explosivo). Ataca a algunas formas de plástico, de caucho y de recubrimientos. Absorbe rápidamente dióxido de carbono y agua del aire. Puede generar calor en contacto con la humedad o el agua.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV: 2 mg/m³ (valor techo) (ACGIH 1992-1993). PDK no establecido. MAK: clase G</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION Corrosivo. La sustancia es muy corrosiva de los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. La inhalación del aerosol de la sustancia puede originar edema pulmonar (véanse Notas).</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.</p>
	<p>PROPIEDADES FISICAS</p> <p>Punto de ebullición: 1390°C Punto de fusión: 318°C Densidad relativa (agua = 1): 2.1</p>	<p>Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 109 Presión de vapor, kPa a 739°C: 0.13</p>
<p>DATOS AMBIENTALES</p>	<p>Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a los organismos acuáticos.</p>	
NOTAS		
<p>El valor límite de exposición laboral aplicable no debe superarse en ningún momento de la exposición en el trabajo. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello, imprescindibles. NO verter NUNCA agua sobre esta sustancia; cuando se deba disolver o diluir, añadiría al agua siempre lentamente. Almacenar en una área que disponga de un suelo de hormigón, resistente a la corrosión.</p> <p style="text-align: right;">Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-121 Código NFPA: H 3; F 0; R 1;</p>		

ACIDO SULFURICO

ICSC: 0362

 <p style="text-align: center;"> MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES ESPAÑA </p> <p style="text-align: center;"> INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO </p> <p style="text-align: center;"> ACIDO SULFURICO Aceite de vitriolo H_2SO_4 Masa molecular: 98.1 </p> <p> Nº CAS 7664-93-9 Nº RTECS WS5600000 Nº ICSC 0362 Nº NU 1830 Nº CE 016-020-00-8 </p> 			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. Muchas reacciones pueden producir incendio o explosión. Desprende humos (o gases) tóxicos o irritantes en caso de incendio.	NO poner en contacto con sustancias inflamables. NO poner en contacto con combustibles.	NO utilizar agua. En caso de incendio en el entorno: polvo, AFFF, espuma, dióxido de carbono.
EXPLOSION	Riesgo de incendio y explosión en contacto con bases, sustancias combustibles, oxidantes, agentes reductores, agua.		En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua pero NO en contacto directo con agua.
EXPOSICION		¡EVITAR LA FORMACION DE NIEBLA DEL PRODUCTO! ¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
• INHALACION	Corrosivo. Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, dolor de garganta.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
• PIEL	Corrosivo. Dolor, enrojecimiento, quemaduras cutáneas graves.	Guantes protectores y traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Corrosivo. Dolor, enrojecimiento, quemaduras profundas graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Corrosivo. Dolor abdominal, sensación de quemazón, vómitos, colapso.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, dar a beber agua abundante, NO provocar el vómito y proporcionar asistencia médica.
DERRAMAS Y FUGAS		ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes herméticos, NO absorber en serrín u otros absorbentes combustibles. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).		Separado de sustancias combustibles y reductoras, oxidantes fuertes, bases fuertes y alimentos y piensos (véanse Notas). Puede ser almacenado en contenedores de acero inoxidable (véanse Notas).	Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado. No transportar con alimentos y piensos. símbolo C R: 35 S: (1/2)-26-30-45 Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: II CE:
			





ACIDO SULFURICO

ICSC: 0362

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Líquido higroscópico, incoloro, aceitoso e inodoro.</p> <p>PELIGROS FISICOS</p> <p>PELIGROS QUIMICOS Por combustión, formación de humos tóxicos de óxidos de azufre. La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores. La sustancia es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva para la mayoría de metales más comunes, originando hidrógeno (gas inflamable y explosivo). Reacciona violentamente con agua y compuestos orgánicos con desprendimiento de calor (véanse Notas). Al calentar se forman humos (o gases) irritantes o tóxicos (óxido de azufre).</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV (como TWA): 1 mg/m³ (ACGIH 1993-1994). TLV (como STEL): 3 mg/m³ (ACGIH 1993-1994).</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire por pulverización.</p> <p>EFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia es corrosiva de los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosiva por ingestión. La inhalación del aerosol de la sustancia puede originar edema pulmonar (véanse Notas).</p> <p>EFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida al aerosol de esta sustancia. Si las exposiciones al aerosol de esta sustancia son repetidas o prolongadas existe el riesgo de presentar erosiones dentales.</p>
	<p>PROPIEDADES FISICAS</p> <p>Punto de ebullición (se descompone): 340°C Punto de fusión: 10°C Densidad relativa (agua = 1): 1.8</p>	<p>Solubilidad en agua: Miscible Presión de vapor, kPa a 146°C: 0.13 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.4</p>
<p>DATOS AMBIENTALES</p>	<p>Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a los organismos acuáticos.</p>	
NOTAS		
<p>Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello, imprescindibles. NO verter NUNCA agua sobre esta sustancia; cuando se deba disolver o diluir, añadirla al agua siempre lentamente. Almacenar en un área con suelo de hormigón resistente a la corrosión.</p> <p style="text-align: right;">Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-10B Código NFPA: H 3; F 0; R 2; W</p>		

ACIDO ACETICO

ICSC: 0363

 			
<p>Nº CAS 64-19-7 Nº RTECS AF1340000 Nº ICSC 0363 Nº NU 2789 Nº CE 607-002-00-6(>80%)</p> 			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Inflamable. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.	Evitar llama abierta, NO producir chispas y NO fumar.	Pulverización con agua, espuma resistente al alcohol, dióxido de carbono. Los bomberos deberían emplear indumentaria de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración.
EXPLOSION	Por encima de 39°C: pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.	Por encima de 39°C: sistema cerrado, ventilación y equipo eléctrico a prueba de explosiones.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones por pulverización con agua.
EXPOSICION		¡EVITAR TODO CONTACTO!	
• INHALACION	Dolor de garganta, tos, jadeo, dificultad respiratoria. (síntomas de efectos no inmediatos: véanse Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado y someter a atención médica.
• PIEL	Enrojecimiento, dolor, graves quemaduras cutáneas.	Guantes protectores, traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y solicitar atención médica.
• OJOS	Dolor, enrojecimiento, visión borrosa, quemaduras profundas graves.	Pantalla facial.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
• INGESTION	Dolor de garganta, sensación de quemazón del tracto digestivo, dolor abdominal, vómitos, diarrea.	No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, NO provocar el vómito y someter a atención médica.
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Recoger el líquido procedente de una fuga en recipientes herméticos, neutralizar con precaución el líquido derramado con carbonato sódico, sólo bajo la responsabilidad de un experto o eliminar el residuo con agua abundante (protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio. Separado de oxidantes, bases. Mantener en lugar frío; mantener en una habitación bien ventilada. Separado de alimentos y piensos.	NO transportar con alimentos y piensos. símbolo C R: 10-35 S: 2-23-28 Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: II EC:	
			

ACIDO ACETICO

ICSC: 0363

D A T O S I M P O R T A N T E S	<p>ESTADO FISICO; ASPECTO Líquido incoloro, con olor acre.</p> <p>PELIGROS FISICOS</p> <p>PELIGROS QUIMICOS La sustancia es moderadamente ácida. Reacciona violentamente con oxidantes tales como trióxido de cromo y permanganato potásico. Reacciona violentamente con bases fuertes. Ataca muchos metales formando gas combustible (Hidrógeno).</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV: 10 ppm; 25 mg/m³ (como TWA); 15 ppm; 37 mg/m³ (como STEL) (ACGIH 1990-1991)</p>	<p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACION En la evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION Corrosivo. La sustancia es muy corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación del vapor puede originar edema pulmonar (véanse Notas). Corrosivo por ingestión.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.</p>
PROPIEDADES FISICAS	<p>Punto de ebullición: 118°C Punto de fusión: 16°C Densidad relativa (agua = 1): 1.05 Solubilidad en agua: miscible Presión de vapor, kPa a 20°C: 1.6</p>	<p>Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.07 Punto de inflamación: 39°C Temperatura de autoignición: 427°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 4.0-17 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0.31 - 0.17</p>
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS		
<p>Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto a menudo hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un spray adecuado por un médico o persona por él autorizada. Tarjeta de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-614</p>		

ANEXO I. NORMAS ASTM

ASTM E8

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA TENSIÓN DE ENSAYO DE MATERIALES

Los ensayos de tracción proporcionar información sobre la resistencia y ductilidad de los materiales sometidos a tensiones de tracción uniaxial. Esta información puede ser útil en las comparaciones de los materiales, el desarrollo de aleación, control de calidad y diseño en determinadas circunstancias.

Los resultados de ensayos de tracción de las muestras a máquina a las dimensiones estándar de las partes seleccionadas de una parte o totalmente el material no puede representar la fuerza y la ductilidad de las propiedades del producto final o de su totalidad en el comportamiento de servicios en diferentes ambientes.

Estos métodos de ensayo se consideran satisfactorios para las pruebas de aceptación de envíos comerciales. Los métodos de ensayo se han utilizado ampliamente en el comercio para este fin.

1.1 Estos métodos de ensayo cubrir los ensayos de tracción de materiales metálicos, en cualquier forma a temperatura ambiente, en particular, los métodos de determinación de la resistencia a la fluencia, fluencia, resistencia a la tracción, el alargamiento y la reducción de área.

1.2 La longitud de calibre para los especímenes más redonda deben ser 4D para E8. La longitud Gage es la diferencia más significativa entre E8 DE MUESTRAS DE ANÁLISIS especímenes de la prueba a partir de la metalurgia de polvos (P / M) los materiales están exentos de este requisito

por la industria-un amplio acuerdo para mantener la presión de la materia a un área específica y la densidad proyectada.

1.3 Excepciones a las disposiciones de estos métodos de prueba deben realizarse en las especificaciones individuales o métodos de prueba para un determinado material. Para ejemplos, vea Métodos de ensayo y definiciones A370 y métodos de prueba B557 y B557.

1.4 a temperatura ambiente, se considerará que ser de 10 a 38 ° C [50 a 100 ° F] a menos que se especifique lo contrario.

1.5 Los valores indicados en unidades SI deben ser considerados como algo separado de pulgada / unidades de libras. Los valores indicados en cada sistema no son equivalentes exactos, por lo que cada sistema debe ser utilizado independientemente de la otra. La combinación de los valores de los dos sistemas puede resultar en la no conformidad con la norma.

1.6 Esta norma no pretende abordar todos los problemas de seguridad, si los hubiere, asociado con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

ASTM E21

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA TEMPERATURA ELEVADA DE ENSAYOS DE TENSIÓN

La elevada temperatura de ensayo de tracción proporciona una estimación útil de la capacidad de los metales para resistir la aplicación de las fuerzas de tensión aplicada. Uso de las relaciones establecidas y convencionales que pueden utilizarse para dar indicaciones sobre el comportamiento probable en virtud de otros Estados simples de estrés, como la compresión,

cizalladura, etc. Los valores de ductilidad dar una medida comparativa de la capacidad de los diferentes materiales para deformar localmente, sin grietas y por lo tanto para dar cabida a una concentración de esfuerzos locales o de sobreesfuerzo, pero no, las relaciones cuantitativas entre la ductilidad a la tracción y el efecto de las concentraciones de tensión a temperaturas elevadas son universalmente válidas. Una relación similar existe entre comparativa ductilidad a la tracción y la deformación controlada, a la fatiga de bajo ciclo en Estados simples de estrés. Los resultados de estas pruebas de tensión puede ser considerado sólo como una medida comparativa cuestionable de la resistencia y ductilidad de los tiempos de servicio de miles de horas. Por lo tanto, la utilidad principal de la elevada temperatura de la tensión de prueba es asegurar que el material ensayado es similar al material de referencia cuando otras medidas tales como la composición química y la microestructura también muestran los dos materiales son similares.

1.1 Estos métodos de ensayo cubren procedimientos y equipos para la determinación de la resistencia a la tracción, resistencia a la fluencia, elongación y la reducción de la superficie de los materiales metálicos a altas temperaturas.

1.2 Determinación del módulo de elasticidad y el límite de proporcionalidad no están incluidos.

1.3 Los ensayos de tracción en condiciones de calentamiento rápido o velocidades de deformación rápida no están incluidos.

1.4 Los valores indicados en unidades pulgada-libra deben ser consideradas como estándar. Los valores entre paréntesis son conversiones matemáticas a las unidades de SI que se proporcionan a título informativo y no son considerados estándar.

1.5 Esta norma no pretende abordar todos los problemas de seguridad, si los hubiere, asociado con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso

ANEXO J. GLOSARIO

AGLOMERADO

Se trata de una masa compacta, de forma variable, formada por polvo o pequeños fragmentos de diversas sustancias. Su cohesión se logra mediante una materia que las pegue, ejerciendo una presión adecuada, dentro de moldes habilitados para ello.

AMILOSA

Polisacárido constituyente del almidón, formado por moléculas de glucosa.

AMILOPECTINA

La amilopectina es un sacárido que se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular parecida a la de un árbol: las ramas están unidas al tronco central (semejante a la amilosa).

CELDAS ABIERTAS

Estructuras frágiles

CELDAS CERRADAS

Estructuras rígidas

COMPORTAMIENTO DÚCTIL

Un material dúctil es aquel que cuando llega a la etapa plástica se empieza a deformar y requiere más fuerza para seguir deformándolo, el material nunca cede, hasta que de repente se rompe.

DEFORMACION ELÁSTICA

Se refiere a deformación reversible que sufre momentáneamente un cuerpo por alargamiento, cuando es sometido a una fuerza de carga capaz de estirar parcialmente los enlaces entre los átomos que estructuran dicho material.

DEFORMACIÓN PLÁSTICA

Es la deformación permanente e irreversible que sufre un cuerpo cuando es sometido a una fuerza que supera su punto máximo de esfuerzo.

DUCTILIDAD

Es una propiedad que presentan algunos materiales, los cuales bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse sosteniblemente sin romperse permitiendo obtener alambres o hilos de dicho material. A los materiales que presentan esta propiedad se les denomina dúctiles.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

Método para determinar el comportamiento de materiales bajo cargas aplastantes. La probeta se comprime y se registra la deformación con distintas cargas. El esfuerzo y la deformación de compresión se calculan y se trazan como un diagrama carga-deformación, utilizado para determinar el límite elástico, el límite proporcional, el punto de fluencia, el Esfuerzo de fluencia y, en algunos materiales, la resistencia a la compresión.

ENSAYO DE FLEXIÓN

Método para medir el comportamiento de los materiales sometidos a una carga de viga simple. Para algunos materiales, también se denomina ensayo en viga transversal. La probeta es soportada por dos yunques como una viga simple y una carga se aplica en su punto medio. El esfuerzo máximo de fibra y la deformación máxima se calculan para incrementos de carga. Los

resultados se trazan en un diagrama esfuerzo-deformación y el esfuerzo máximo de la fibra en el punto de ruptura es la resistencia a la flexión.

ENSAYO DE IMPACTO

Método para determinar el comportamiento del material sometido a una carga de choque en flexión, tracción o torsión, la cantidad que suele medirse es la energía absorbida al romperse la probeta en un solo golpe. Los ensayos de impacto también se realizan sometiendo las probetas a varios golpes de intensidad creciente, como en el ensayo de impacto con caída de bola y el ensayo de impacto con golpe repetido. La capacidad de un material para resistir el impacto se denomina tenacidad.

MATERIALES PLÁSTICOS

Son aquellos que al aplicarle una fuerza no recuperan su estado inicial.

MATERIALES ELÁSTICOS

Son aquellos que al aplicarle una fuerza vuelven a recuperar su estado original.

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Principio físico que afirma que un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido estático, será empujado con una fuerza vertical ascendente igual al peso del volumen de fluido desplazado por dicho cuerpo.

TENACIDAD

Es la energía total que absorbe un material antes de alcanzar la rotura, por acumulación de dislocaciones o resistencia que opone un mineral u otro material a ser roto, molido, doblado, desgarrado o suprimido, siendo una medida de su cohesión.