



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

**“CARACTERIZACIÓN DE LA INFLAMABILIDAD DE LOS MATERIALES  
DE REVESTIMIENTO UTILIZADOS EN CONSTRUCCIONES, EN BASE A  
SUS PROPIEDADES FÍSICAS”**

---

**AUTOR:** Stalin Patricio Torres Morales

**TUTORA:** Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, Mg.

**AMBATO - ECUADOR**

**Febrero – 2024**

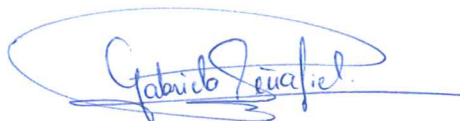
## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“CARACTERIZACIÓN DE LA INFLAMABILIDAD DE LOS MATERIALES DE REVESTIMIENTO UTILIZADOS EN CONSTRUCCIONES, EN BASE A SUS PROPIEDADES FÍSICAS”**, elaborado por el Sr. **Stalin Patricio Torres Morales**, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1850135839, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Trabajo Experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2024



---

**Ing. Lourdes Gabriela Peñañiel Valla, Mg.**

**TUTORA**

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Stalin Patricio Torres Morales, con C.I. 1850135839 declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente Trabajo Experimental con el tema: **“CARACTERIZACIÓN DE LA INFLAMABILIDAD DE LOS MATERIALES DE REVESTIMIENTO UTILIZADOS EN CONSTRUCCIONES, EN BASE A SUS PROPIEDADES FÍSICAS”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, tablas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del Trabajo Experimental, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



---

**Stalin Patricio Torres Morales**

**C.I. 1850135839**

**AUTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2024



---

**Stalin Patricio Torres Morales**

**C.I. 1850135839**

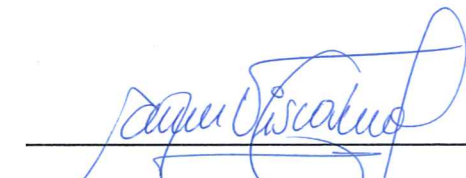
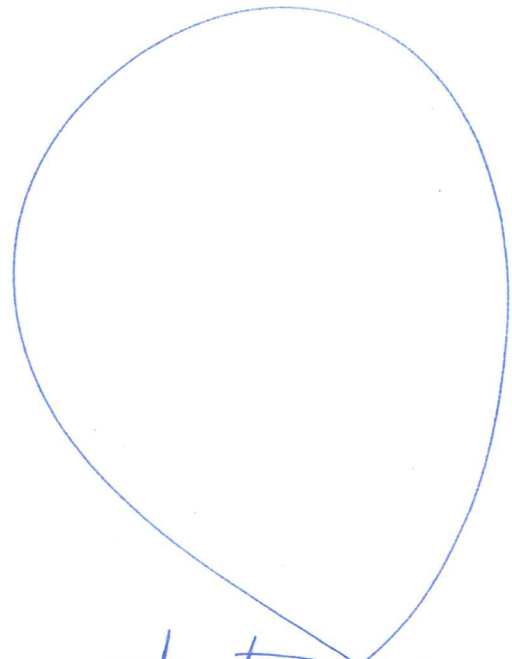
**AUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Stalin Patricio Torres Morales de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: “**CARACTERIZACIÓN DE LA INFLAMABILIDAD DE LOS MATERIALES DE REVESTIMIENTO UTILIZADOS EN CONSTRUCCIONES, EN BASE A SUS PROPIEDADES FÍSICAS**”.

Ambato, febrero 2024

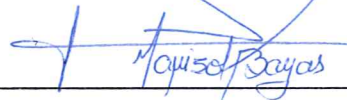
Para constancia firman:



---

Ing. Mayra Alexandra Viscaino Cuzco, Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**



---

Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

Al cielo, Papito Lucho, para mí es un honor continuar con tu legado de amor, trabajo y honradez, te dedico este trabajo que representa los valores, constancia y valentía que tú nos dejaste, logré culminar la meta que estoy seguro estas muy orgulloso de mí, te amo y te recordare para toda la vida.

A mi Abuelita Zoila, por tus cuidados de todos los días durante todo este camino de formación académica, por tu invaluable apoyo y amor, este trabajo representa el ejemplo que me has dado, el trabajo diario, la constancia y el nunca rendirse ante cualquier motivo, te amo con todo mi corazón.

Para mis padres, completo orgullo de su trabajo, les dedico este trabajo con el más profundo sentido de agradecimiento y amor, recuerden siempre todo el amor que les tengo.

Finalmente, para tí Cami, por ser parte importante en el transcurso de la carrera y durante todo el proceso de desarrollo de este trabajo, todas tus palabras de calma y motivación me permitieron llegar hasta aquí.

## **AGRADECIMIENTO**

Elevo mi más profundo agradecimiento a Dios por permitirme llegar a culminar este tan anhelado sueño, todas sus bendiciones han sido pieza fundamental para llegar hasta aquí.

Un agradecimiento con todo el amor del mundo a mis padres y hermana, pilar fundamental para ser la persona que soy hoy en día; Su sacrificio, lucha, consejos, apoyo y motivación han sido pilar fundamental en todo este proceso de formación académica y personal. Son mi motivación, mi orgullo, mi ejemplo de constancia y trabajo, los amo papás.

A mis tías, Luz y Rosa, por sus enseñanzas con amor y paciencia, siendo mis mentoras desde niño, gracias por ser un ejemplo más para mí, y poder llegar a compartir con ustedes este logro que lleva mucho de ustedes, les adoro.

A mi tutora, Ing. Mg, Gabriela Peñafiel, por su paciencia y guía durante todo este proceso.

Finalmente, este logro no habría sido posible sin el apoyo y aliento de amigos y seres queridos que han estado presentes, ofreciendo palabras de motivación durante todo el transcurso de este proceso. A todos ustedes, gracias.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....</b>	<b>iii</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR.....</b>	<b>iv</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	1
1.1.1. <i>Antecedentes</i> .....	1
1.2. OBJETIVOS .....	5
1.2.1. <i>Objetivo General</i> .....	5
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	5
<b>CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.....</b>	<b>6</b>
2.1. MATERIALES .....	6
2.2. MÉTODOS.....	7
2.2.1. <i>Fase I</i> .....	7
2.2.2. <i>Fase II</i> .....	8
2.2.3. <i>Fase III</i> .....	16
<b>CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>19</b>
3.1. – ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	19
3.1.1. <i>Selección de materiales</i> .....	19
3.1.2. <i>Propiedades físicas de los materiales seleccionados</i> .....	25
3.1.3. <i>Ejecución de ensayos</i> .....	26
3.1.4. <i>Resultados de la cámara de inflamabilidad</i> .....	34



3.1.5. <i>Clasificación de los materiales.</i> .....	38
3.2.    VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	44
<b>CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>45</b>
4.1.    CONCLUSIONES .....	45
4.2.    RECOMENDACIONES.....	46
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>50</b>
ANEXO N° 1: FORMATO DE LA ENCUESTA .....	50
ANEXO N° 2: FOTOGRAFÍAS .....	52
ANEXO N° 3: INFORMES DE FLAMABILIDAD, LIMUTA. ....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01 Valores Z para distintos niveles de confianza .....	7
Tabla N° 02 Valores utilizados en cálculo de muestra.....	8
Tabla N° 03 Tabla resumen ensayos y materiales .....	10
Tabla N° 04 Características y combustibilidad de las Euro clases. ....	17
Tabla N° 05 Criterios de Clasificación de materiales de construcción acorde a su reacción al fuego. ....	18
Tabla N° 06 Clasificación adicional producción de humo y gotas en llamas. ....	18
Tabla N° 07 Materiales a ensayar. ....	25
Tabla N° 08 Espesores de los materiales seleccionados.....	25
Tabla N° 09 Condiciones de ensayo Melamina 15mm .....	27
Tabla N° 10 Acondicionamiento de muestras Melamina 15mm .....	27
Tabla N° 11 Condiciones de ensayo Melamina 9mm.....	28
Tabla N° 12 Acondicionamiento de muestras Melamina 9mm .....	29
Tabla N° 13 Condiciones de ensayo Melamina 6mm .....	29
Tabla N° 14 Acondicionamiento de muestras Melamina 6mm .....	30
Tabla N° 15 Condiciones de ensayo Gypsum 15mm .....	31
Tabla N° 16 Acondicionamiento de muestras Gypsum 15mm.....	31
Tabla N° 17 Condiciones de ensayo Gypsum 12mm .....	32
Tabla N° 18 Acondicionamiento de muestras Gypsum 12mm.....	32
Tabla N° 19 Condiciones de ensayo Gypsum 7mm .....	33
Tabla N° 20 Acondicionamiento de muestras Gypsum 7mm.....	34
Tabla N° 21 Resultados de aplicación de llama en Melamina. ....	35
Tabla N° 22 Resultados de aplicación de llama en Gypsum. ....	36
Tabla N° 23 Resultados parámetro Fs en Aglomerado 15mm. ....	38
Tabla N° 24 Resultados parámetro Fs en Aglomerado 9mm. ....	39
Tabla N° 25 Resultados parámetro Fs en Aglomerado 6mm. ....	39
Tabla N° 26 Resultados parámetro Fs en Gypsum 15mm.....	40
Tabla N° 27 Resultados parámetro Fs en Gypsum 12mm.....	41
Tabla N° 28 Resultados parámetro Fs en Cielo Raso 7mm.....	41
Tabla N° 29 Clasificación de materiales según EN 13501-1 .....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración N° 01 Materiales aplicables para la norma EN ISO 11925-2.....	9
Ilustración N° 02 Corte de muestras a ensayar.....	11
Ilustración N° 03 Medida de muestra de ensayo.....	11
Ilustración N° 04 Corte longitudinal y transversal de muestras.....	12
Ilustración N° 05 Acondicionamiento de muestras.....	13
Ilustración N° 06 Identificación de muestras.....	13
Ilustración N° 07 Medición de velocidad de la campana de extracción.....	14
Ilustración N° 08 Comprobación de separación de quemador.....	15
Ilustración N° 09 Calibración de llama a 20mm.....	15
Ilustración N° 10 Aplicación de llama.....	16
Ilustración N° 11 Gráfico porcentajes de pregunta 1.....	19
Ilustración N° 12 Gráfico porcentajes de pregunta 2.....	20
Ilustración N° 13 Gráfico porcentajes de pregunta 3.....	20
Ilustración N° 14 Gráfico porcentajes de pregunta 4.....	21
Ilustración N° 15 Gráfico porcentajes de pregunta 5.....	21
Ilustración N° 16 Gráfico porcentajes de pregunta 6.....	22
Ilustración N° 17 Gráfico porcentajes de pregunta 7.....	22
Ilustración N° 18 Gráfico porcentajes de pregunta 8.....	23
Ilustración N° 19 Gráfico porcentajes de pregunta 9.....	23
Ilustración N° 20 Propiedades físicas de los materiales.....	25
Ilustración N° 21 Propiedades mecánicas de los materiales.....	26
Ilustración N° 22 Muestras acondicionadas Melamina 15mm.....	27
Ilustración N° 23 Muestras acondicionadas Melamina 9mm.....	29
Ilustración N° 24 Muestras acondicionadas Melamina 6mm.....	30
Ilustración N° 25 Muestras acondicionadas Gypsum 15mm.....	31
Ilustración N° 26 Muestras acondicionadas Gypsum 12mm.....	33
Ilustración N° 27 Muestras acondicionadas Gypsum 7mm.....	34
Ilustración N° 28 Muestras ensayadas de Melamina 15mm.....	35
Ilustración N° 29 Muestras ensayadas de Melamina 9mm.....	36
Ilustración N° 30 Muestras ensayadas de Melamina 6mm.....	36
Ilustración N° 31 Muestras ensayadas de Gypsum 15mm.....	37
Ilustración N° 32 Muestras ensayadas de Gypsum 12mm.....	37

Ilustración N° 33 Muestras ensayadas de Gypsum 7mm .....	37
Ilustración N° 34 Medición factor Fs Melamina 15mm.....	38
Ilustración N° 35 Medición factor Fs Melamina 9mm.....	39
Ilustración N° 36 Medición factor Fs Melamina 6mm.....	40
Ilustración N° 37 Medición factor Fs. Gypsum 15mm .....	40
Ilustración N° 38 Medición factor Fs. Gypsum 12mm .....	41
Ilustración N° 39 Medición factor Fs Cielo Raso 7mm .....	42

## RESUMEN EJECUTIVO

Las nuevas tendencias de revestimiento como el Gypsum, Cielo Raso y Melamina se han ido empleando hoy en día en las construcciones con mayor frecuencia, pero no se ha llegado a analizar su comportamiento frente a una fuente de ignición, cuál sería la reacción ante el fuego y su contribución frente a un incendio.

A partir de ello, se realizó la investigación de la reacción al fuego de estos materiales con la aplicación de una llama directa a la superficie durante 30 segundos y se los clasificó según las Euro clases que determinaron las características y el comportamiento del material frente a una llama; para lo cual se ensayaron 36 muestras, 18 probetas de yeso en 3 diferentes espesores y 18 probetas de melamina en 3 espesores, los mismos son aplicados en Gypsum, Cielo Raso, Recubrimiento de paredes, entre otros usos; las muestras fueron extraídas 3 en sentido longitudinal y 3 transversal para ambos materiales, con la finalidad de conocer si el sentido de aplicación del material influye en su combustión.

Como resultado se obtuvo que ninguna muestra alcanza la ignición inicial y la llama no alcanza 150 mm de altura que es el rango máximo establecido por la norma NTE INEN ISO 11925-2, a partir de esto se clasificó: el Gypsum con la clase C y la melamina con la clase D, resaltando que para la producción de humo es s3 y gotas inflamadas es d2, donde estos dos materiales, no declaran comportamiento alguno.

**Palabras clave:** Reacción al fuego, Melamina, Gypsum, Euro clases, producción de humo, gotas inflamadas.

## ABSTRACT

New trends in coatings such as Gypsum, Ceiling and Melamine have been used more frequently in buildings today, but it has not been possible to analyze their behavior when faced with an ignition source, their reaction to fire and their contribution in the event of a fire.

Based on this, an investigation of the reaction to fire of these materials was carried out with the application of a direct flame to the surface for 30 seconds and they were classified according to the Euro classes that determined the characteristics and behavior of the material in front of a flame; For which 36 samples were tested, 18 plaster samples in 3 different thicknesses and 18 melamine samples in 3 thicknesses, the same are applied in Gypsum, Ceiling, wall covering, among other uses; the samples were extracted 3 in longitudinal direction and 3 transversal for both materials, with the purpose of knowing if the direction of application of the material influences its combustion.

As a result, it was found that no sample reaches initial ignition and the flame does not reach 150 mm in height, which is the maximum range established by the NTE INEN ISO 11925-2 standard. Based on this, Gypsum was classified as class C and melamine as class D, highlighting that for smoke production it is s3 and flaming droplets is d2, where these two materials do not declare any behavior.

**Keywords:** Reaction to fire, Melamine, Gypsum, Euro classes, smoke production, flaming droplets.

## **CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Antecedentes Investigativos**

#### **1.1.1. Antecedentes**

A lo largo de la historia las técnicas y los materiales de construcción han tenido su evolución junto con el desarrollo del conocimiento de la humanidad. Mientras las necesidades aumentaban se daba la posibilidad de alcanzar el procesamiento de los materiales acorde a los requerimientos constructivos [1].

En el ámbito de la ingeniería y diseño se ha empleado materiales de distintas propiedades y características en los revestimientos interiores y exteriores de las edificaciones, por ello es importante destacar que en el mayor de los casos el material predominante en estas construcciones es el hormigón, que, al no ser inflamable, garantiza un comportamiento seguro en caso de incendio. No obstante, se debe prestar una atención especial a otros elementos que podrían contribuir a la propagación del fuego, como los materiales de revestimiento, los sistemas de aislamiento y ciertos elementos decorativos [2], [3].

La madera ha sido un material recurrente en numerosas construcciones a lo largo de la historia debido a su elasticidad, resistencia al impacto y su fácil disponibilidad en el mercado. Sin embargo, su uso se ha visto restringido en varios casos debido al riesgo de incendio. Esta limitación ha ocasionado considerables pérdidas materiales y económicas en diferentes regiones del mundo[4].

En el Ecuador para el año 2022 se había previsto 41,426 edificaciones potenciales estimadas, tal que el 81.1% representa a nuevas construcciones de las cuales se hará uso de materiales de recubrimiento en el piso, paredes y techo en los usos residenciales que corresponden a estas edificaciones. Por lo tanto, comprender las propiedades físicas de estos materiales y cuál es su comportamiento frente al fuego es esencial para garantizar la protección contra incendios y la seguridad de los usuarios [5].

En este contexto, es importante recabar la información pertinente para considerar a detalle los riesgos asociados a posibles incendios, particularmente aquellos materiales susceptibles de propagar el fuego, generar gases peligrosos y representar un riesgo para los ocupantes de la estructura. El principal objetivo del proceso de protección

contra incendios radica en asegurar y salvaguardar la integridad de las personas en situaciones de incendio, minimizando las posibles pérdidas [6].

Por otra parte, la reacción al fuego de un material se refiere a la respuesta medida en términos de su contribución al desarrollo de este con su propia combustión, bajo condiciones definidas en ensayo. Para mejorar la reacción al fuego de un material de revestimiento, existen dos enfoques posibles: uno consiste en utilizar materiales de acabado que, por sí mismos, exhiben un buen comportamiento frente al fuego; el otro enfoque implica aplicar productos específicos sobre el material de revestimiento para mejorar su respuesta al fuego [7].

Por ende, se evidencia que es necesaria la clasificación de los materiales frente el fuego sabiendo que en Ecuador la Ley de defensa contra incendios establece que no se emplearán en la construcción, decoración y acabados, materiales que desprendan al arder gases tóxicos ni que sean altamente combustibles, inflamables o corrosivos que puedan resultar extremadamente peligrosos incidiendo en el riesgo personal de los ocupantes de la edificación [8].

De acuerdo con G. Ma *et al.* [4], la estructura naturalmente porosa que presenta la madera y ciertos materiales derivados de ella, pueden facilitar el acceso de los productos ignífugos y como consecuencia, el recubrimiento superficial es una forma eficaz de mejorar la resistencia al fuego de la madera con una menor destrucción de las propiedades mecánicas. De igual manera los retardantes de llama sin halógenos se utilizan ampliamente en los recubrimientos, debido a la capacidad de menor liberación de gases tóxicos durante la combustión.

A partir de esta problemática se han llevado a cabo varias investigaciones que han permitido llegar a obtener resultados como los que G. Ma *et al.* [4], mencionan que las maderas con recubrimiento de (33.3% PGMA (Monómero de acrilato de fosfato) y 66.7% MAAR (metacrilato de glicidilo)) tenían el mejor rendimiento en la resistencia al fuego a comparación con el material en su estado base.

Del mismo modo, los materiales de construcción tradicionales de alto consumo energético están siendo sustituidos gradualmente por nuevos materiales de construcción, por ello se ha ido optando a lo largo del tiempo por la utilización de materiales plásticos observando que la producción y el uso de plásticos crece de año



en año en todos los países, y el número de incendios disminuye lentamente. Por esta razón se ha aplicado el cambio a la utilización de otros materiales como el yeso y sus derivados ya que placas y fibras de yeso son incombustibles si contienen un 8% de materia orgánica en peso, y del mismo modo, en materiales cerámicos también utilizados en recubrimiento de pisos y en ciertos espacios arquitectónicos en paredes, prácticamente no cambian sus condiciones frente al fuego, debido a que su resistencia no se modifica hasta casi los 900-1300 °C correspondientes a su temperatura de fabricación [6].

En la ciudad de México se llevó a cabo una investigación acerca del comportamiento de cinco maderas mexicanas expuestas al fuego, donde se realizaron 35 probetas de pequeñas dimensiones que de principio se obtuvo el contenido de humedad de cada una de las muestras y luego fueron sometidas al fuego con humedades diferentes con el objetivo de analizar y determinar cuál es su comportamiento, obteniendo como resultado que la magnitud promedio del contenido de humedad de la madera antes del tratamiento fue de 12.2% y después del tratamiento disminuyó a 11.91%, de esta manera el contenido de humedad no influyó en los resultados y después de la exposición al fuego las probetas mostraron una zona de madera carbonizada sin presencia de hendiduras o desprendimientos de materia en ninguna de las probetas [9].

Mientras que para Ayala y Navarro [10], las pruebas estandarizadas de resistencia a altas temperaturas para elementos de la industria de la construcción, generalmente obtienen datos referentes a los cambios de resistencia, comportamiento y propiedades, tanto físicas como en su estructura química, sin embargo la generalización del comportamiento preciso de cada material tiene un amplio rango debido a que incluso un mismo material con diferencias en sus componentes puede dar en ciertos casos diferencias significativas.

Hernández [11], realizó la investigación del comportamiento a la aplicación de calor directa a muretes estructurales con el procedimiento de colocar los especímenes dentro del horno, calentándolos a una velocidad estandarizada de 600 °C/hora, incluyendo la caracterización de los bloques de concreto empleados en los muretes e incluidos pruebas a especímenes de mortero; obteniendo como resultado que para los muretes de 200 °C hubo una pérdida importante de calor debido al procedimiento aplicado de aislamiento. De este modo, haciendo contraste con la investigación sobre la resistencia

al fuego de dos sistemas de muros estructurales en sistema de estructura de acero ligero llevada a cabo en Colombia se ejecutó el análisis del aislamiento térmico, integridad y estabilidad estructural a dos muestras de placas de yeso donde la una comprende a una placa estándar y otra con resistencia al fuego, evidenciando que la segunda muestra tuvo una duración de prueba de resistencia al fuego de 10.5 minutos más que su opuesta, o un 20.3% superior a la muestra con placas de yeso estándar [12].

Tomando en consideración el estudio que Castellón [13] realizó para determinar las características mecánicas y la reacción al fuego de yesos convencionales y no convencionales que surgen a partir de la incorporación de formulaciones retardantes que buscan proteger a estos materiales del fuego utilizando ácido cítrico y yesos ligeros elaborados con perlita expandida, entre otros tipos de materiales adicionales de materiales residuales diarios, se evaluó la propagación del calor a través de los yesos mediante sensores térmicos e imágenes térmicas, buscando alteraciones microestructurales inducidas por el fuego y obteniendo como resultados notorios las variaciones tanto de las propiedades mecánicas y el efecto del fuego en los yesos modificados con el retardador ácido cítrico, siendo un punto crítico los materiales de yeso elaborados con caucho de neumáticos, con vidrio reciclado y altas dosis de poliestireno expandido, las cuales se vieron mayormente afectadas por el fuego.

Fernández [14], evalúa el comportamiento al fuego de materiales de construcción que incorporan PCM (Materiales de cambio de fase), y la adición de retardantes de llama, los cuales pueden llegar a limitar la combustión y propagación de la llama en caso de incendio. Realiza análisis del comportamiento al fuego de muestras de yeso con diferentes porcentajes de PCM, el cual permite establecer el porcentaje a partir del cual se requiere la adición de retardantes de llama, demostrando la eficacia de agregar más retardante de llamas donde aumenta el tiempo de inflamación y reduce el ritmo de liberación de calor del material.

Con el continuo desarrollo de la tecnología y nuevos materiales para la utilización en los actuales diseños de las edificaciones, es necesario la consideración y utilización de materiales que permitan brindar al público en general tanto calidad como seguridad frente a un repentino incendio y en caso de ser incontrolable la fuente de ignición, permita a sus ocupantes desalojar las instalaciones y no generen gases tóxicos para poner en riesgo su vida [15].

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

- Caracterizar la inflamabilidad de los materiales de revestimiento utilizados en construcciones, en base a sus propiedades físicas.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las propiedades físicas relevantes de los materiales de revestimiento utilizados en construcciones, para comprender cómo estas propiedades afectan la inflamabilidad de los materiales.
- Experimentar la inflamabilidad de los materiales de revestimiento mediante ensayos de reacción y resistencia al fuego detallados en la normativa.
- Clasificar los materiales de revestimiento de acuerdo con el comportamiento contra el fuego y en base a sus propiedades físicas.

## CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

Para la acertada ejecución de esta investigación se requirió la implementación de tres fases que permitan llegar al cumplimiento de cada uno de los objetivos, la primera fase buscó determinar las propiedades físicas de los materiales para comprender cómo éstas llegan a afectar la inflamabilidad de los materiales, en la segunda fase se procedió a la experimentación de los materiales de revestimiento, mediante ensayos de reacción al fuego siguiendo la normativa ecuatoriana y como última fase se procedió a la clasificación de los materiales de acuerdo a su comportamiento contra el fuego según EN 13501-1 y en base a sus propiedades físicas.

### **2.1. Materiales**

Para la primera fase fue necesario la utilización de una Laptop (Asus ROG STRIX G512 Intel i7), Software Microsoft Excel con versión estudiantil, para la búsqueda de información bibliográfica de fuentes de internet, así mismo el software se utilizó para el procesamiento de los datos de encuesta aplicadas en la selección de los materiales a ensayar.

En la segunda fase se requirió de una cámara de ensayos de reacción al fuego de materiales de construcción (NTE INEN – ISO 11925-2, licencia: 002-005-000098168), una cámara de acondicionamiento (Adeucarpi), un teléfono celular (Poco X3 Pro) como cámara fotográfica, un cronómetro (sper scientific) para la toma del tiempo de exposición de llama, un arco de sierra (ingco) para el corte de las probetas a ensayar, un flexómetro (ingco) para la medición precisa de las probetas y como materiales en esta fase se emplearon placas de yeso (KNAUF) de dos espesores distintos, placa de cielo raso (provind), conjuntamente con planchas de aglomerado (Aglomerados Cotopaxi), siendo los materiales de ensayo de reacción al fuego.

Finalmente se dio uso para la tercera fase una laptop (Asus ROG STRIX G512 Intel i7) para la clasificación según la normativa, propiedades físicas y su incidencia en la inflamabilidad de los respectivos materiales investigados.

## 2.2. Métodos

Como se mencionó preliminarmente, esta investigación se dividió en 3 fases que se van a describir a continuación:

### 2.2.1. Fase I

En la presente fase de la investigación se propuso identificar principalmente los materiales seleccionados que fueron sometidos a los ensayos, mediante una investigación de campo se procedió a la ejecución de una encuesta presente en el Anexo 1, dentro de la zona delimitada a la Provincia de Tungurahua donde según el censo de población del 2010, existen 504.583 habitantes en toda la provincia, a partir de esta población se establece una muestra de estudio con la siguiente fórmula para poblaciones finitas [16].

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

Z= Nivel de confianza

p= Probabilidad de éxito

q= Probabilidad de fracaso

N= Tamaño de la población

E= Precisión o error

Entonces, se tomó las consideraciones de un nivel de confianza del 95%, un margen de error (e) del 5% y una probabilidad de éxito (p) del 50%:

*Tabla N° 01 Valores Z para distintos niveles de confianza*

<b>Tabla de apoyo al cálculo del tamaño de una muestra por niveles de confianza</b>				
<b>Certeza</b>	95%	94%	93%	92%
<b>Z</b>	1.96	1.88	1.81	1.75

*Fuente: [17]*

Se selecciona el valor de 1,96 correspondiente al 95% de nivel de confianza.

Tabla N° 02 Valores utilizados en cálculo de muestra

Factor	Valores
N	504.583
Z	1.96
p	0.50
q	1-0.5
e	0.05

Fuente: Autor

Dando como resultado la siguiente muestra poblacional para determinar los materiales de revestimiento interior más utilizados en la actualidad en la provincia de Tungurahua.

$$n = \frac{1.96^2 * 329856 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (329856 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} \quad (1)$$

$$n = 383.71$$

$$n \approx 384$$

Cabe mencionar que el valor de muestra se estandariza a 385 así sea para una población mucho más grande que la presentada, esto indica que se pueden alcanzar resultados con una alta precisión para el nivel de confianza y margen de error previamente establecidos.

A partir de estos resultados, fueron seleccionados los materiales de revestimiento de paredes y tumbado que más se encuentran presentes en los hogares tungurahueses en la actualidad, de este modo permite enfocar la investigación a los materiales específicamente mencionados por los encuestados y los cuáles fueron sometidos a los ensayos de reacción al fuego en el caso de la aplicación de una única llama correspondiente a la norma NTE INEN-ISO 11925-2.

### 2.2.2. Fase II

En el desarrollo de esta segunda fase se planteó la experimentación de los materiales actualmente más utilizados obtenidos en la encuesta planteada en la fase I, los cuales fueron: el material de recubrimiento de tumbado, empleando gypsum correspondiente a placas de yeso, y de igual manera la utilización de melamina en las nuevas tendencias

arquitectónicas de recubrimiento de paredes tanto en dormitorios y oficinas con el objetivo de alcanzar detalles y acabados de impacto.



*Ilustración N° 01 Materiales aplicables para la norma EN ISO 11925-2*

Fuente: [18]

A partir de esto se empleó una investigación de campo que se desarrolla mediante el ensayo de reacción al fuego de los materiales de construcción, conociendo la inflamabilidad de estos cuando se someten a la acción directa de la llama, este proceso se llevó a cabo mediante la utilización y guía en la norma NTE INEN-ISO 11925-2.

Cabe recalcar que esta normativa es aplicable para elementos esencialmente planos y ciertos elementos detallados en la Ilustración 1 y permite definir la respuesta del producto contribuyendo con su propia descomposición a un fuego al que está expuesto, bajo las condiciones especificadas en la normativa [19], [20].

Tabla N° 03 Tabla resumen ensayos y materiales

ENSAYO	MATERIAL	NORMATIVA
Reacción al fuego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melamina. (Plancha de MDP (Partículas de Densidad Media) cubierta de melamina).</li> <li>• Gypsum (Placas de yeso cubiertas de cartón).</li> <li>• Cielo Raso. (Placa de yeso laminada de Vinil).</li> </ul>	NTE INEN-ISO 11925-2

Fuente: Autor

Para la ejecución de este ensayo se procedió a seleccionar 3 diferentes espesores de cada uno de los materiales mencionados anteriormente, esto con la finalidad de acercarse a la realidad del trabajo en campo, debido a que cada espesor del producto tiene una finalidad completamente distinta o en muchas ocasiones por economizar costos en la ejecución de los proyectos se acude a materiales de menor espesor. Mismos que no fueron concebidos en el diseño técnico y se requiere conocer cuál es el comportamiento de reacción al fuego de estos productos existentes en el mercado y que día a día se utilizan con mayor frecuencia.

Para la extracción de las muestras de ensayo mediante la norma NTE INEN-ISO 11925-2, determina que las muestras de ensayo se deben cortar de una muestra representativa del producto a ensayar como se puede evidenciar en la Ilustración 2.





*Ilustración N° 02 Corte de muestras a ensayar.*

*Fuente: Autor*

estableciendo que las dimensiones de las muestras de ensayo deben ser de  $(250 \pm 2)$  mm de longitud por  $(90 \pm 2)$  mm de anchura, visible en la Ilustración 3. De igual manera establece que las muestras que normalmente tienen un espesor menor o igual de 60mm se deben ensayar utilizando todo el espesor, de este modo se eligió los espesores a ensayar para los materiales.



*Ilustración N° 03 Medida de muestra de ensayo*

*Fuente: Autor*

Así mismo, en [20] establece que para cada condición de exposición se deben ensayar un mínimo de 6 muestras representativas del producto, las cuales deben ser cortadas 3 muestras en la dirección longitudinal y 3 en la dirección transversal, de esta forma se obtuvieron 6 muestras por cada espesor de cada uno de los materiales seleccionados, evidentes en la Ilustración 4.

Los cuáles fueron sometidos al ensayo de reacción al fuego con la disposición de dos tiempos de aplicación de la llama (15 s y 30 s), acorde al requerimiento personal, para lo cual se eligió ensayarlos a los 30s debido a la consistencia del material y por su variación en el espesor del material, previo acondicionamiento de las muestras a una temperatura de  $(23\pm 2)$  °C y una humedad relativa del  $(50\pm 5)\%$  como se aprecia en la Ilustración 5, durante un periodo mínimo de 48h hasta llegar a alcanzar masa constante, donde esta característica se considera cuando dos sucesivas pesadas, realizadas con un intervalo de 24h, no difieren entre sí en más de un 0.1% de la masa de la muestra o 0.1g, eligiendo el mayor valor entre los anteriores [20].



*Ilustración N° 04 Corte longitudinal y transversal de muestras.*

*Fuente: Autor*

Para un claro entendimiento y evitar confusiones en la toma de resultados, se procedió a la identificación de cada una de las muestras con una nomenclatura específica, las cuales fueron nombradas en base a las iniciales del nombre del material, seguido de su espesor y finalmente el número de muestra al que corresponde, como se puede evidenciar en la Ilustración 6.



Ilustración N° 05 Acondicionamiento de muestras

Fuente: Autor

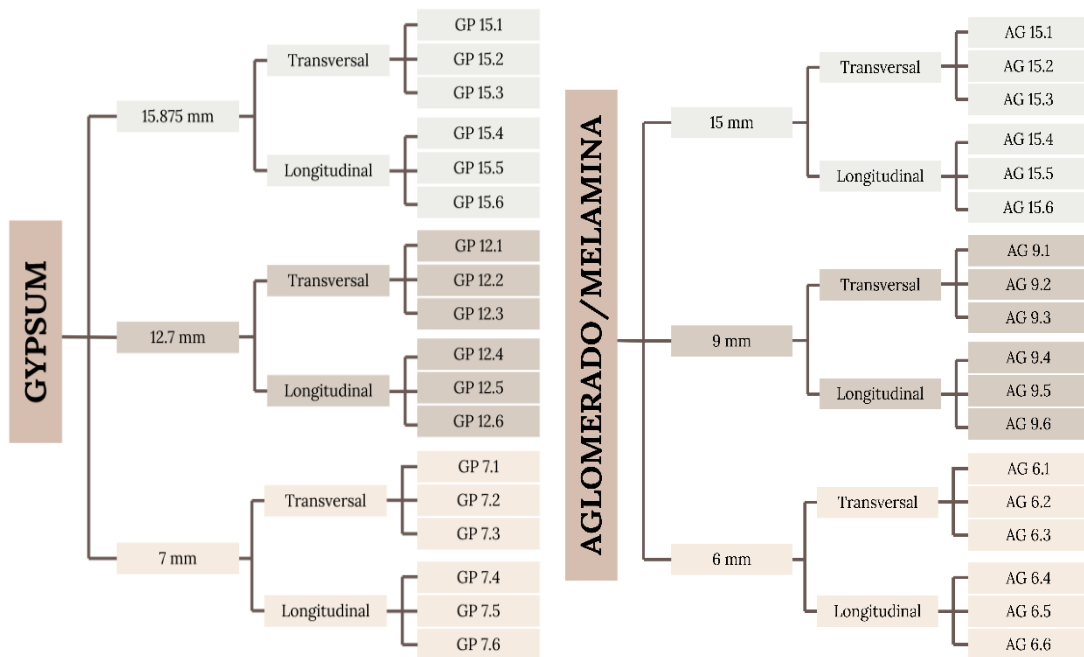


Ilustración N° 06 Identificación de muestras

Fuente: Autor

Inicialmente, para la ejecución del ensayo se comprueba la velocidad del flujo de aire requerido en la chimenea de la cámara de combustión, medida en el eje central donde se debe revisar la velocidad comprendida en el rango  $(0,7\pm 0,1)$  m/s, medida con la llama piloto en ignición y con la campana extractora encendida, notorio en la Ilustración 7.



*Ilustración N° 07 Medición de velocidad de la campana de extracción*

*Fuente: Autor*

Seguido de ello, se calibra el espacio entre el quemador y la superficie de la muestra con un espaciador en forma de cono montable en el orificio del quemador y con la finalidad de comprobar la distancia fijada de 5mm entre el borde del quemador y la superficie del material, demostrado en la Ilustración 8.

Luego, se enciende el quemador en la posición vertical y se establece la medida de la llama en 20mm como en la Ilustración 9, seguido de ello se inclina el quemador sin entrar en contacto con la superficie del material y se da inicio al ensayo luego de colocar el doble papel filtro debajo de la muestra, en un bandeja de aluminio de 100mm x 50mm y 10mm de profundidad, donde el papel filtro debe estar acondicionado al igual que las muestras y contar con una masa por unidad de área de  $(75\pm 15)$  g/m<sup>2</sup> y con un contenido de cenizas menor del 0.1%.



*Ilustración N° 08 Comprobación de separación de quemador*

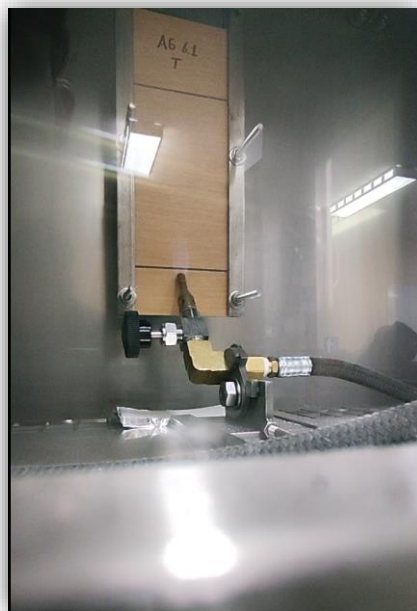
*Fuente: Autor*



*Ilustración N° 09 Calibración de llama a 20mm.*

*Fuente: Autor*

Finalmente se cierra la cámara de inflamabilidad con el quemador inclinado a 45° y se aplica la llama conocida también como fuente de ignición de forma uniforme y continua, iniciando el cronómetro en el momento en que la llama contacta con la muestra de ensayo, como se puede evidenciar en la Ilustración 10.



*Ilustración N° 10 Aplicación de llama.*

*Fuente: Autor*

### **2.2.3. Fase III**

Una vez realizada la ejecución del respectivo ensayo a las muestras, se procede con la clasificación de los materiales acorde a la norma UNE-EN 13501-1:2007+A1, correspondiente a las clases de comportamiento de reacción al fuego para productos de construcción, donde se establece su clase mediante las Euro clases que son: A1, A2, B, C, D, E, F; las características de cada una se explican en la Tabla 4.

A partir de los resultados obtenidos en el ensayo realizado, el criterio de clasificación para cada método va a estar ligado al resultado obtenido en el ensayo según la normativa NTE INEN-ISO 11925-2 como se puede evidenciar en la Tabla 5, junto con el tiempo de aplicación de la llama sobre la superficie de la muestra. Del cual se obtiene el **parámetro de propagación de la llama ( $F_s$ )(mm)** el mismo que señala a la Euro clase que corresponde el material y de igual manera indica la clasificación adicional que se le debe dar respecto a la producción de humo y si el material es capaz de generar

gotas/partículas inflamadas que se pueden evidenciar en el papel filtro utilizado en el ensayo según el criterio de clasificación detallado en la Tabla 6.

Finalmente, con toda la información recabada en las fases anteriores y mediante una investigación cualitativa y cuantitativa se estableció cuál es la reacción al fuego de estos materiales, y permitió clasificarlos acorde a sus propiedades físicas representativas tomadas de las fichas técnicas de cada material de los fabricantes de cada producto investigado, y permiten establecer su comportamiento frente a una fuente de ignición aplicada sobre el material.

*Tabla N° 04 Características y combustibilidad de las Euro clases.*

<b>CLASE</b>	<b>COMBUSTIBILIDAD</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>A1</b>	No combustible.	Productos que no contribuirán en ninguna fase del fuego, incluido el fuego totalmente desarrollado.
<b>A2</b>	Poco combustible.	Materiales con poder calorífico muy limitado, no aportan, de modo significativo, una carga al fuego ni contribuyen a su desarrollo.
<b>B</b>	Combustible con contribución muy limitada al fuego.	Productos capaces de resistir, durante un periodo extenso, el ataque de una llama pequeña sin que se produzca una propagación sustancial de la llama.
<b>C</b>	Combustible con contribución limitada al fuego.	Productos capaces de resistir, durante un periodo más largo, el ataque de una llama pequeña sin que se produzca una propagación sustancial de la llama.
<b>D</b>	Combustible con contribución media al fuego.	Productos capaces de resistir, durante un periodo largo, el ataque de una llama pequeña sin que se produzca una propagación sustancial de la llama.
<b>E</b>	Combustible con contribución alta al fuego.	Productos capaces de resistir, durante un periodo breve, el ataque de una llama pequeña sin que se produzca una propagación sustancial de la llama.
<b>F</b>	Sin clasificar.	Productos para los cuales no se han determinado comportamientos de reacción al fuego o no se pueden clasificar con las clases anteriores.

*Fuente:* [21]

Tabla N° 05 Criterios de Clasificación de materiales de construcción acorde a su reacción al fuego.

CLASE	NORMA DE ENSAYO	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN ADICIONAL
A1	- EN ISO 1182	$\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ; y $\Delta m \leq 50\%$ ; y $t_f = 0$ (es decir, sin producción sostenida de llamas)	-
	- EN ISO 1716	$PCS \leq 2,0 \text{ MJ/kg}$	-
A2	- EN ISO 1182	$\Delta T \leq 50 \text{ }^\circ\text{C}$ ; y $\Delta m \leq 50\%$ ; y $t_f \leq 20 \text{ s}$	-
	- EN ISO 1716	$PCS \leq 4,0 \text{ MJ/m}^2$ $PCS \leq 3,0 \text{ MJ/kg}$	-
	- EN 13823	$FIGRA \leq 120 \text{ W/s}$ $LFS < \text{borde de la muestra y}$ $THR_{600s} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Producción de humo y Gotas/partículas inflamadas
B	- EN 13823	$FIGRA \leq 120 \text{ W/s}$ y $LFS < \text{borde de la muestra y}$ $THR_{600s} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Producción de humo y Gotas/partículas inflamadas
	- EN ISO 11925-2 Exposición = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm dentro de } 60 \text{ s}$	
C	- EN 13823	$FIGRA \leq 250 \text{ W/s}$ y $LFS < \text{borde de la muestra y}$ $THR_{600s} \leq 15 \text{ MJ}$	Producción de humo y Gotas/partículas inflamadas
	- EN ISO 11925-2 Exposición = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm dentro de } 60 \text{ s}$	
D	- EN 13823	$FIGRA \leq 750 \text{ W/s}$	Producción de humo y Gotas/partículas inflamadas
	- EN ISO 11925-2 Exposición = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm dentro de } 60 \text{ s}$	
E	- EN ISO 11925-2 Exposición = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm dentro de } 20 \text{ s}$	Gotas/partículas inflamadas
F	Ningún comportamiento determinado.		

Fuente: [19]

Tabla N° 06 Clasificación adicional producción de humo y gotas en llamas.

Clasificación adicional para producción de humo	
<b>s1</b>	Para los parámetros $SMOGRA \leq 30 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ó $TSP_{600s} \leq 50 \text{ m}^2$ según la norma EN 13823.
<b>s2</b>	Para los parámetros $SMOGRA \leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ó $TSP_{600s} \leq 200 \text{ m}^2$ según la norma EN 13823.
<b>s3</b>	Productos para los cuales no se declara ningún comportamiento o que no cumplen los criterios de s1 y s2.
Clasificación adicional para gotas/partículas en llamas.	
<b>d0</b>	Ausencia de gotas/partículas en llamas dentro de 600s según la norma EN 13823.
<b>d1</b>	Ausencia de gotas/partículas en llamas persistiendo más de 10 s dentro de 600 s según la norma EN 13823.
<b>d2</b>	No d0 o d1.

Fuente: [19]



## CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente sección se mostrará los resultados obtenidos en el respectivo orden de las fases propuestas anteriormente.

### 3.1.– Análisis y discusión de los resultados.

**Fase 1.-** *Determinación de materiales a ensayar y sus propiedades físicas relevantes, para comprender cómo estas propiedades afectan la inflamabilidad de los materiales.*

#### 3.1.1. Selección de materiales.

Se llevó a cabo la recopilación de información con la encuesta aplicada en el anexo 1 a diferentes pobladores de la provincia de Tungurahua, en la mayoría esto fue ejecutado a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato con ayuda de los docentes de la Facultad, permitiendo el acceso a realizar las encuestas, pues al ser un espacio ubicado en la zona de estudio, concentra la mayor cantidad de estudiantes que son pobladores de todos los cantones de la provincia.

Mediante este procedimiento se pudieron llegar a conocer las posibles fuentes de ignición, los materiales de revestimiento con los que cuentan las viviendas, de qué están compuestas las paredes y tumbados de las viviendas y con que materiales sueltos, apoyados o empotrados constan, los cuales puedan llegar a reaccionar favorablemente al fuego y llegar a avivar la llama en caso de incendio.

A continuación, se muestran los resultados tabulados de las encuestas.

#### Pregunta 1

**¿Cuál es la edad aproximada de la vivienda?**

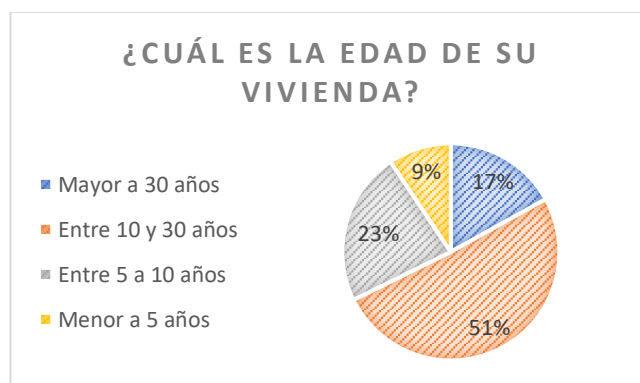


Ilustración N° 11 Gráfico porcentajes de pregunta 1  
Fuente: Autor

**Análisis:** El 51% de los encuestados habitan una vivienda que bordea los 10 y 30 años de construcción, de igual manera el 23% habita en una vivienda entre los 5 y 10 años, el cual permite determinar la edad de los materiales empleados.

## Pregunta 2

**¿Cuál es el tipo de vivienda?**

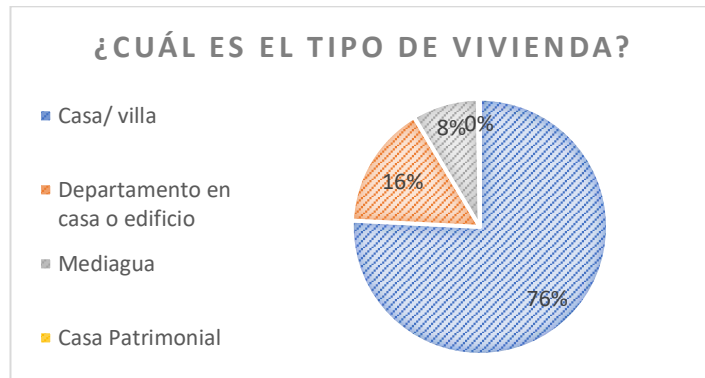


Ilustración N° 12 Gráfico porcentajes de pregunta 2  
Fuente: Autor

**Análisis:** El 76% de los encuestados vive en una Casa/villa, el 16% habita en un departamento en casa o en edificio y el 8% en mediagua.

## Datos del Cuarto de Cocina

## Pregunta 3

**¿Qué utiliza usted para la cocción de los alimentos? Seleccione una o varias opciones.**

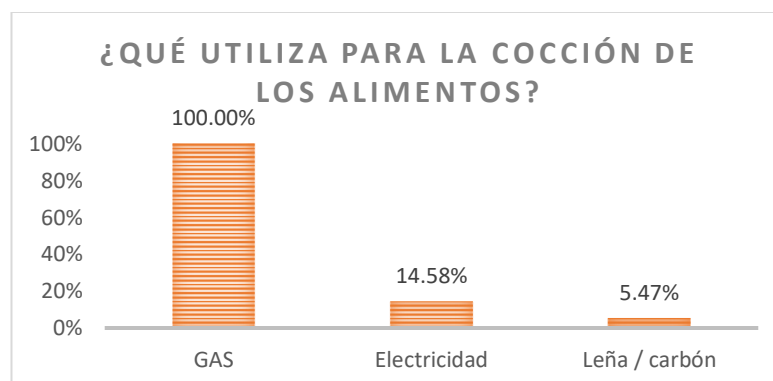


Ilustración N° 13 Gráfico porcentajes de pregunta 3  
Fuente: Autor

**Análisis:** Todos los encuestados utilizan GAS para la cocción de sus alimentos, siendo un factor importante que considerar como fuente de ignición en caso de incendio; de igual manera cerca del 15% utiliza electricidad y más del 5% utiliza leña o carbón.

#### Pregunta 4

¿Cuál es el material del TUMBADO de la COCINA?

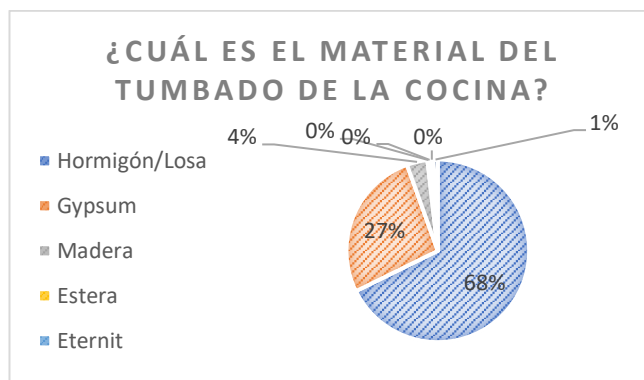


Ilustración N° 14 Gráfico porcentajes de pregunta 4  
Fuente: Autor

**Análisis:** El 68% de los encuestados cuentan con un tumbado en su cocina de Hormigón/Losa, mientras que el 27% cuenta con Gypsum, y demás materiales que marcan más del 1%.

#### Pregunta 5

¿Cuál es el material de las PAREDES de la COCINA?

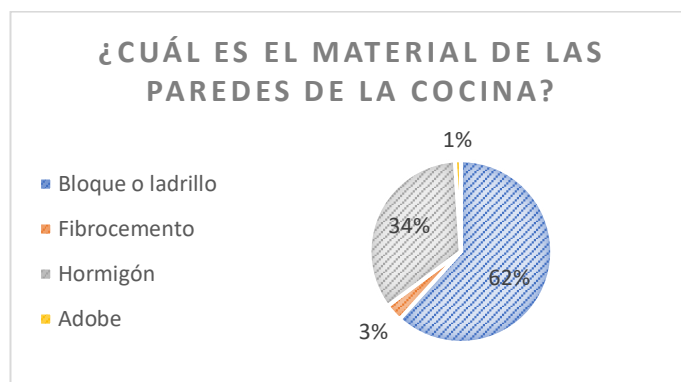


Ilustración N° 15 Gráfico porcentajes de pregunta 5  
Fuente: Autor

**Análisis:** El 62% de encuestados cuenta con paredes de bloque o ladrillo, el 34% posee paredes de hormigón, tan solo el 3% cuenta con paredes de fibrocemento y el 1% aún posee paredes de adobe.

## Pregunta 6

¿Cuáles de los siguientes materiales se encuentran en su COCINA?



Ilustración N° 16 Gráfico porcentajes de pregunta 6  
Fuente: Autor

**Análisis:** Cerca del 80% de los encuestados posee muebles de madera o aglomerado al interior de su cocina, así también más del 36% cuenta con cortinas, cerca del 28% tiene papel en la cocina junto con más del 15% que posee líquidos inflamables y finalmente alrededor del 18% cuenta entre textiles y alfombras.

## Datos del Dormitorio u Oficina

### Pregunta 7

¿Cuál es el material del tumbado del Dormitorio u Oficina:

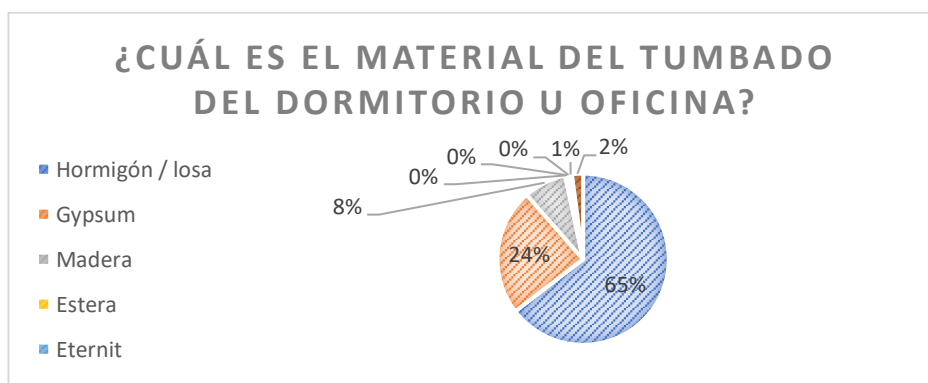


Ilustración N° 17 Gráfico porcentajes de pregunta 7

Fuente: Autor

**Análisis:** El 65% de los encuestados cuentan con un tumbado en su dormitorio u oficina de Hormigón/Losa, mientras que el 24% cuenta con Gypsum, el 8% posee tumbado de madera y otros materiales adicionales que marcan más del 1%.

### Pregunta 8

¿Cuál es el material de las PAREDES del DORMITORIO u OFICINA:

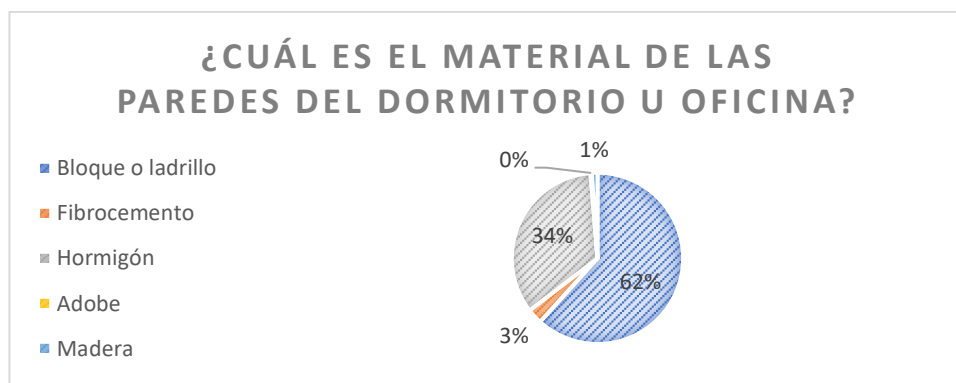


Ilustración N° 18 Gráfico porcentajes de pregunta 8

Fuente: Autor

**Análisis:** El 62% de encuestados cuenta con paredes de bloque o ladrillo, el 34% posee paredes de hormigón, tan solo el 3% cuenta con paredes de fibroceemento y el 1% pertenece a paredes de madera.

### Pregunta 9

¿Cuáles de los siguientes materiales se encuentran en su DORMITORIO U OFICINA?

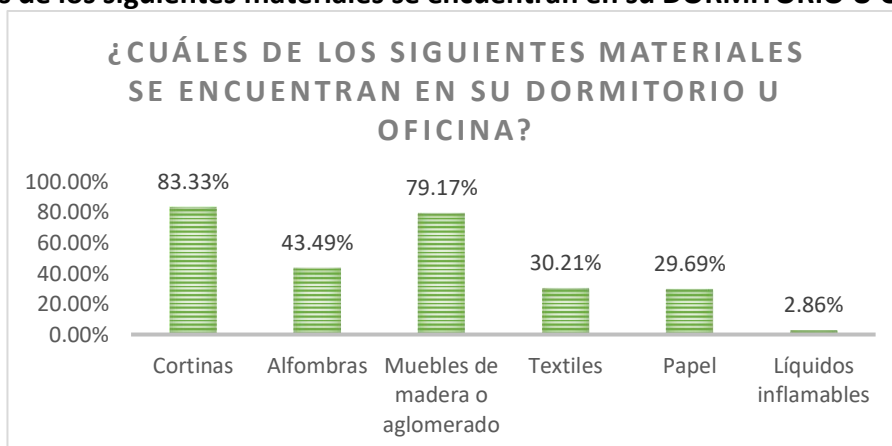


Ilustración N° 19 Gráfico porcentajes de pregunta 9

Fuente: Autor

**Análisis:** Más del 83% de los encuestados posee cortinas en su dormitorio u oficina, así también cerca del 80% cuenta con muebles de madera o aglomerado colocado en sus dormitorios, de igual manera, más del 43% tiene alfombras en la habitación junto con más del 30% en textiles y un bajo porcentaje de 2.86% en tenencia de líquidos inflamables.

**Interpretación:** Los resultados de las encuestas aplicadas a los ciudadanos de la provincia de Tungurahua revelan que en cuestión de los materiales de revestimiento interior con los que cuentan sus viviendas, las cuales en un 76% son casa o villa, están conformadas directamente de la losa de hormigón con un 68%, asumiendo que posee un recubrimiento tradicional como empaste o pintura, a causa de esto se procedió a considerar para esta investigación el segundo material más utilizado debido a que varias investigaciones ya se han enfocado en conocer el comportamiento del hormigón frente al fuego.

Por lo tanto, esta investigación se enfoca en el recubrimiento de tumbados que está representado por el gypsum (placas de yeso) con un 27% en los tumbados de cocina y dormitorios, permitiendo llegar a la necesidad de conocer la inflamabilidad de estos materiales, que cada día se utilizan con mayor frecuencia para brindar acabados con finos detalles.

De igual manera se obtuvo como resultado que el 80% de los encuestados constan con muebles de madera o aglomerado en sus cocinas y habitaciones, los cuales van a estar arrimados o empotrados en las paredes de la edificación, de este modo, se considera para el análisis de inflamabilidad debido a que son los más cercanos a la fuente de ignición en caso de incendio como es el gas en las cocinas con el 100% de utilización obtenido en la encuesta.

Además, en la actualidad también se han empezado a utilizar para recubrir paredes completas en espacios tipo oficinas o locales comerciales, divisiones del tipo melamina o divisiones de habitaciones con la tecnología drywall que lleva brindando mejores acabados, rapidez en la entrega de los proyectos, al igual que espacios mucho más confortables y de lujo, por ende, es necesario conocer la reacción al fuego de este tipo de materiales resumidos en la Tabla 7.

La normativa aplicable disponible en las instalaciones del Laboratorio de Investigación de Inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato se enfoca en materiales esencialmente planos como establece la norma INEN ISO 11925-2, es por ello que se selecciona el Gypsum en su material principal que son las placas de yeso recubierto de cartón, el Cielo Raso compuesto de yeso con recubrimientos de vinil y del mismo modo para recubrimientos de paredes, divisiones y mueblería con

Melamina, donde se considera las placas de aglomerado recubiertas de Melamina; para cada uno de los materiales se procedió a seleccionar 3 espesores distintos como se puede evidenciar en la Tabla 8, mediante esta acción se conoce el comportamiento en diferentes escenarios o utilidades que se pueda llegar a brindar al material.

Tabla N° 07 Materiales a ensayar:

MATERIALES SELECCIONADOS	
AGLOMERADO / MELAMINA	
GYPSUM	
CIELO RASO	

Fuente: Autor

Tabla N° 08 Espesores de los materiales seleccionados.

N°	GYPSUM	AGLOMERADO/ MELAMINA
	milímetros	milímetros
1	15.875	15
2	12.7	9
3	7	6

### 3.1.2. Propiedades físicas de los materiales seleccionados.

Luego de la selección de los elementos a ensayar su inflamabilidad, se obtuvieron las propiedades físicas relevantes detalladas en las fichas técnicas de cada fabricante del producto sometido al ensayo, esto se detalla en la Ilustración 20.

<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> <div style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;">Gypsum / Cielo Raso</div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: white; margin-right: 5px;"></div> <div style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;">Melamina</div> </div>
<p><b>Tamaño</b></p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid #e67e22; margin-right: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1220 mm x 2440 mm para Placas de Yeso.</li> <li>• 603 mm x 1213 mm para Placa de Cielo Raso.</li> </ul> </div> <p><b>Espesor</b></p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid #e67e22; margin-right: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 15.8 mm (5/8")</li> <li>• 12.7 mm (1/2")</li> <li>• 7 mm</li> </ul> </div> <p><b>Peso</b></p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid #e67e22; margin-right: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 31 kg ± 1 kg para placa de 5/8"</li> <li>• 20 kg ± 1 kg para placa de 1/2"</li> <li>• 4 kg ± 1 kg para placa de Cielo Raso.</li> </ul> </div> <p><b>Densidad</b></p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid #e67e22; margin-right: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 500 - 550 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• 650 - 700 kg/m<sup>3</sup></li> <li>• 600 - 650 kg/m<sup>3</sup></li> </ul> </div>	<p><b>Tamaño</b></p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid #95a5a6; margin-right: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.15 x 2.44 m Todas las placas.</li> </ul> </div> <p><b>Espesor</b></p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid #e67e22; margin-right: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 mm ± 0.2 mm</li> <li>• 9 mm ± 0.2 mm</li> <li>• 6 mm ± 0.2 mm</li> </ul> </div> <p><b>Peso</b></p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid #e67e22; margin-right: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 kg ± 1 kg para placa 15mm</li> <li>• 35 kg ± 1 kg para placa 9 mm</li> <li>• 23 kg ± 1 kg para placa 6 mm</li> </ul> </div> <p><b>Densidad</b></p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid #e67e22; margin-right: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 630 ± 6% Kg/m<sup>3</sup></li> <li>• 690 ± 6% Kg/m<sup>3</sup></li> <li>• 720 ± 6% kg/m<sup>3</sup></li> </ul> </div> <p><b>Humedad</b></p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid #e67e22; margin-right: 5px;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5-11%</li> </ul> </div>

Ilustración N° 20 Propiedades físicas de los materiales  
Fuente: [22], [23]

## Gypsum / Cielo Raso

**Dureza de Núcleo**  
• > 49 N para Placas de Yeso.

**Resistencia a la Flexión Longitudinal**  
• > 205 N para placa de 15.8 mm (5/8")  
• > 160 N para placa de 12.7 mm (1/2")  
• > 150 N para placa de 7 mm

**Resistencia a la Flexión Transversal**  
• > 654 N para placa de 5/8"  
• > 476 N para placa de 1/2"  
• > 455 N para placa de 7 mm

## Melamina

**Tracción Interna**  
• 5 kg/cm<sup>2</sup> mín para placas de 15 mm.  
• 7.5 kg/cm<sup>2</sup> mín para placas de 9 mm.  
• 8 kg/cm<sup>2</sup> mín para placas de 6 mm

**Flexión**  
• 160 kg/cm<sup>2</sup> mín para placas de 15 mm.  
• 200 kg/cm<sup>2</sup> mín para placas de 9 mm y 6 mm.

*Ilustración N° 21 Propiedades mecánicas de los materiales*

*Fuente: [22], [23]*

### 3.1.3. Ejecución de ensayos.

**Fase 2.- Experimentación de la inflamabilidad de los materiales de revestimiento mediante ensayos de reacción y resistencia al fuego detallados en la normativa.**

Se procedió a la ejecución del ensayo de reacción al fuego cumpliendo la norma NTE INEN-ISO 11925-2, inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de la llama, ensayo con una fuente de llama única, donde se obtuvieron los siguientes resultados, el cual discute y analiza la facilidad con la que un material se inflamará, especialmente en las condiciones al comienzo del fuego [24].

A partir de la Tabla 9 hasta la Tabla 20, se detallan las condiciones y características con las que fueron llevadas a cabo los ensayos, de igual manera, los resultados de inflamabilidad obtenidos luego de la aplicación de llama a los materiales seleccionados en un tiempo de 30 segundos en sus respectivos espesores e identificaciones.

Además de los registros de inflamabilidad, se proporcionó información relevante de los valores de acondicionamiento de las muestras y las condiciones empleadas en su ejecución.





**Análisis:** La Tabla 9 muestra las características de la Melamina de espesor 15mm donde se detalla que es un material de color café con melamina en ambas caras, se aplicó la llama en la superficie y el tiempo de aplicación de la misma fue de 30 segundos, conociendo también la temperatura y tiempo de acondicionamiento; 22.1 °C y 72 horas respectivamente, aplicados para obtener los resultados detallados en la Tabla 10 donde se visualiza que cumple el acondicionamiento que la norma establece, el cuál debe ser en un tiempo mínimo de 72 horas dentro de la cámara de acondicionamiento y alcanzar masa constante que comprende hasta 0.1 gramos de diferencia entre dos pesajes en un intervalo de 24 horas [20].

Tabla N° 11 Condiciones de ensayo Melamina 9mm

ÍTEMS AG9						
Tipo de material:	Productos (Marque con una X)					
	Planos	X	No planos		Sustratos	
Espesor del material:	9 mm					
Características del material:	Simétrico		Superficies diferentes	X	Diferente tipo de instalación	
Lugar aplicación de llama:	Superficie					
Identificación del producto:	Aglomerado con melamina					
Preparación de la muestra:	Corte con sierra circular a las dimensiones según lo especificado en ISO 11925-2:2010					
N° de muestras:	3 en sentido longitudinal y 3 en sentido transversal					
Dimensiones:	250 x 90 mm					
Tiempo de aplicación de la llama:	30 segundos.		Humedad relativa:		49.20%	
Tiempo de acondicionamiento:	72 horas.		Temperatura:		22.1 °C	
Color en el anverso:	Café		Color en el reverso:		Café	
Superficie en el anverso:	Melamina lisa		Superficie en el reverso:		Aglomerado	
Nombre del fabricante:	Aglomerados Cotopaxi					
Dirección del fabricante:	Cotopaxi					



<b>Dimensiones:</b>	250 x 90 mm		
<b>Tiempo de aplicación de la llama:</b>	30 segundos.	<b>Humedad relativa:</b>	49.20%
<b>Tiempo de acondicionamiento:</b>	72 horas.	<b>Temperatura:</b>	22.1 °C
<b>Color en el anverso:</b>	Castaño	<b>Color en el reverso:</b>	Castaño
<b>Superficie en el anverso:</b>	Melamina lisa	<b>Superficie en el reverso:</b>	Aglomerado
<b>Nombre del fabricante:</b>	Aglomerados Cotopaxi		
<b>Dirección del fabricante:</b>	Cotopaxi		

Tabla N° 14 Acondicionamiento de muestras Melamina 6mm

Código del ítem:	Peso inicial (gr):	Peso ac.* 24h (gr):	Peso ac.* 72h (gr):	Dif.** 0.1(gr)	Cumple acondicionamiento
AG6.1	112.00	111.71	111.66	0.05	Si
AG6.2	107.00	106.72	106.78	0.06	Si
AG6.3	107.19	106.89	106.96	0.07	Si
AG6.4	104.51	104.27	104.20	0.07	Si
AG6.5	105.13	104.96	104.92	0.04	Si
AG6.6	101.11	100.88	100.80	0.08	Si
*Peso acondicionado.			**Diferencia 0.1 gramos.		

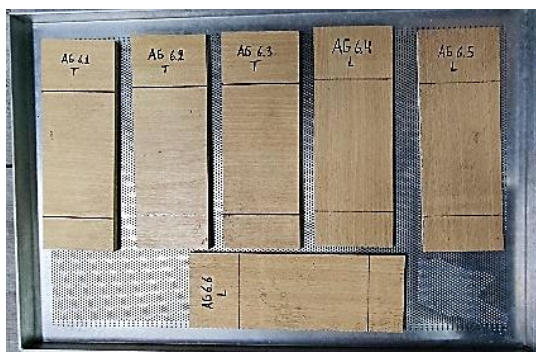


Ilustración N° 24 Muestras acondicionadas Melamina 6mm

**Análisis:** La Tabla 13 muestra las características de la Melamina de espesor 6mm donde se detalla que es un material de color castaño con melamina solo a una cara, la llama fue aplicada en la superficie y el tiempo de aplicación fue de 30 segundos, donde se observa los resultados detallados en la Tabla 14 donde se visualiza que cumple el acondicionamiento donde la norma establece que debe ser en un tiempo mínimo de 72 horas dentro de la cámara de acondicionamiento y alcanzar masa constante que comprende hasta 0.1 gramos de diferencia entre dos pesajes en un intervalo de 24 horas [20].



**Análisis:** La Tabla 15 muestra las características de la placa de yeso utilizada en Gypsum de espesor 15mm, sobre éste se aplicó la llama en la superficie y el tiempo de aplicación fue de 30 segundos, conociendo también la temperatura y tiempo de acondicionamiento, 22.1 °C y 72 horas respectivamente. Aplicados para obtener los resultados detallados en la Tabla 16 donde se visualiza que cumple el acondicionamiento que la norma establece que debe ser en un tiempo mínimo de 72 horas dentro de la cámara de acondicionamiento y alcanzar masa constante que comprende hasta 0.1 gr de diferencia entre dos pesajes en un intervalo de 24 horas [20].

Tabla N° 17 Condiciones de ensayo Gypsum 12mm

ÍTEMS GP12						
Tipo de material:	Productos (Marque con una X)					
	Planos	X	No planos		Sustratos	
Espesor del material:	12 mm					
Características del material:	Simétrico		Superficies diferentes	X	Diferente tipo de instalación	
Lugar aplicación de llama:	Superficie					
Identificación del producto:	Placa de yeso					
Preparación de la muestra:	Corte con sierra manual a las dimensiones según lo especificado en ISO 11925-2:2010					
N° de muestras:	3 en sentido longitudinal y 3 en sentido transversal					
Tiempo de aplicación de la llama:	30 segundos.		Humedad relativa:		49.20%	
Tiempo de acondicionamiento:	72 horas.		Temperatura:		22.1 °C	
Dimensiones:	250 x 90 mm					
Color en el anverso:	Crema claro		Color en el reverso:		Café claro	
Superficie en el anverso:	Cartón		Superficie en el reverso:		Cartón	
Nombre del fabricante:	Knauf					
Dirección del fabricante:	Colombia					

Tabla N° 18 Acondicionamiento de muestras Gypsum 12mm

Código del ítem:	Peso inicial (gr):	Peso ac.* 24h (gr):	Peso ac.* 72h (gr):	Dif.** 0.1(gr)	Cumple acondicionamiento
GP12.1	137.27	137.26	137.3	0.04	Si
GP12.2	133.79	133.85	133.9	0.05	Si
GP12.3	142.22	142.29	142.34	0.05	Si
GP12.4	135.99	136.04	136.02	0.02	Si
GP12.5	133.76	133.79	133.76	0.03	Si
GP12.6	136.86	136.9	136.87	0.03	Si
*Peso acondicionado.			**Diferencia 0.1 gramos.		



Ilustración N° 26 Muestras acondicionadas Gypsum 12mm

**Análisis:** La Tabla 17 muestra las características de la placa de yeso utilizada en Gypsum de espesor 12mm donde se detalla que es un material con núcleo de yeso, recubierto de cartón en ambas caras, se aplicó la llama en la superficie y el tiempo de aplicación de la llama fue de 30 segundos, conociendo también la temperatura y tiempo de acondicionamiento, 22.1 °C y 72 horas respectivamente. Aplicados para obtener los resultados detallados en la Tabla 18 donde se visualiza que cumple el acondicionamiento que la norma establece que debe ser en un tiempo mínimo de 72 horas dentro de la cámara de acondicionamiento y alcanzar masa constante que comprende hasta 0.1 gramos de diferencia entre dos pesajes en un intervalo de 24 horas [20].

Tabla N° 19 Condiciones de ensayo Gypsum 7mm

ÍTEM GP7					
Tipo de material:	Productos (Marque con una X)				
	Planos	X	No planos		Sustratos
Espesor del material:	7 mm				
Características del material:	Simétrico		Superficies diferentes	X	Diferente tipo de instalación
Lugar aplicación de llama:	Superficie				
Identificación del producto:	Placa de yeso				
Preparación de la muestra:	Corte con sierra manual a las dimensiones según lo especificado en ISO 11925-2:2010				
N° de muestras:	3 en sentido longitudinal y 3 en sentido transversal				
Tiempo de aplicación de la llama:	30 segundos.		Humedad relativa:	49.20%	
Tiempo de acondicionamiento:	72 horas.		Temperatura:	22.1 °C	
Dimensiones:	250 x 90 mm				
Color en el anverso:	Blanco		Color en el reverso:	Plateado	
Superficie en el anverso:	Vinil PVC		Superficie en el reverso:	Aluminio	
Nombre del fabricante:	Provind				
Dirección del fabricante:	Guayaquil-Ecuador				

Tabla N° 20 Acondicionamiento de muestras Gypsum 7mm

Código del ítem:	Peso inicial (gr):	Peso ac.* 24h (gr):	Peso ac.* 72h (gr):	Dif.** 0.1 (gr)	Cumple acondicionamiento
GP7.1	118.08	118.09	118.06	0.03	Si
GP7.2	115.3	115.31	115.28	0.03	Si
GP7.3	116.54	116.56	116.5	0.06	Si
GP7.4	117.03	117.05	117.02	0.03	Si
GP7.5	115.11	115.13	115.09	0.04	Si
GP7.6	113.57	113.59	113.55	0.04	Si
*Peso acondicionado.			**Diferencia 0.1 gramos.		

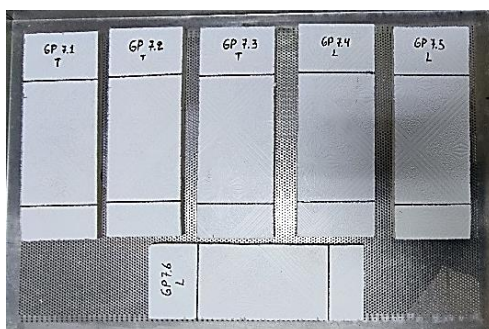


Ilustración N° 27 Muestras acondicionadas Gypsum 7mm

**Análisis:** La Tabla 19 muestra las características de la placa de yeso utilizada en Gypsum de espesor 7mm donde se detalla que es un material con núcleo de yeso, recubierto de Vinil PVC en la cara principal y aluminio al reverso, se aplicó la llama en la superficie (cara principal) y el tiempo de aplicación fue de 30 segundos, conociendo también la temperatura y tiempo de acondicionamiento, 22.1 °C y 72 horas respectivamente. Aplicados para obtener los resultados detallados en la Tabla 20 donde se visualiza que cumple el acondicionamiento que la norma establece que debe ser en un tiempo mínimo de 72 horas dentro de la cámara de acondicionamiento y alcanzar masa constante que comprende hasta 0.1 gramos de diferencia entre dos pesajes en un intervalo de 24 horas [20].

### 3.1.4. Resultados de la cámara de inflamabilidad.

En esta sección se muestra los resultados de los ensayos ejecutados a cada muestra acorde al tipo de material, llevados a cabo dentro de la cámara de inflamabilidad como se puede apreciar parte del proceso de ensayo en el Anexo N° 2, donde se determinó si alcanza la ignición, y en caso de serlo, qué distancia alcanza la llama y el tiempo que le lleva, y para conocer su clasificación adicional de producción de humo / gotas y



partículas inflamadas como se establece en la Tabla 5 mediante la visualización si el papel filtro sufre ignición o no.

Tabla N° 21 Resultados de aplicación de llama en Melamina.

TIPO	IDENTIFICACIÓN	Ignición		La llama alcanza 150mm		Tiempo en alcanzar 150mm	Ignición de papel filtro	
		Sí	No	Sí	No	(seg)	Sí	No
AGLOMERADO/MELAMINA	AG15.1- Transversal		x		x	0		x
	AG15.2- Transversal		x		x	0		x
	AG15.3- Transversal		x		x	0		x
	AG15.4- Longitudinal		x		x	0		x
	AG15.5- Longitudinal		x		x	0		x
	AG15.6- Longitudinal		x		x	0		x
	AG9.1- Transversal		x		x	0		x
	AG9.2- Transversal		x		x	0		x
	AG9.3- Transversal		x		x	0		x
	AG9.4- Longitudinal		x		x	0		x
	AG9.5- Longitudinal		x		x	0		x
	AG9.6- Longitudinal		x		x	0		x
	AG6.1- Transversal		x		x	0		x
	AG6.2- Transversal		x		x	0		x
	AG6.3- Transversal		x		x	0		x
	AG6.4- Longitudinal		x		x	0		x
	AG6.5- Longitudinal		x		x	0		x
	AG6.6- Longitudinal		x		x	0		x



Ilustración N° 28 Muestras ensayadas de Melamina 15mm



Ilustración N° 29 Muestras ensayadas de Melamina 9mm



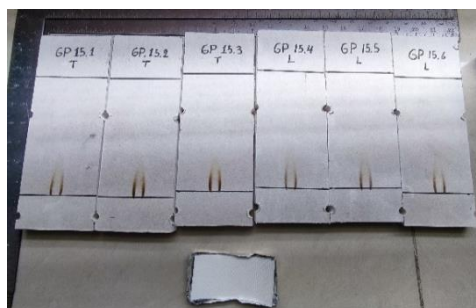
Ilustración N° 30 Muestras ensayadas de Melamina 6mm

**Análisis:** En la Tabla 21 se evidencia los resultados de las planchas de melamina luego de la aplicación de la llama en la superficie durante 30 segundos acorde a la normativa, donde se obtiene que ninguna de las probetas ensayadas alcanza la ignición, tampoco la llama alcanza 150mm en el tiempo establecido. La norma NTE INEN-ISO 11925-2 establece que, si el tiempo de aplicación de llama es de 30 segundos, el ensayo debe durar 60 segundos, es decir, solo se medirá el tiempo en alcanzar los 150mm dentro de los 60 segundos, si el material se inflama se anotará el tiempo en el que alcanza los 150 mm, caso contrario no se colocará ningún valor; así mismo se registró la ignición del papel filtro, dando como resultado que no se encendió, pues no caían gotas inflamadas al no alcanzar la combustión inicial [20].

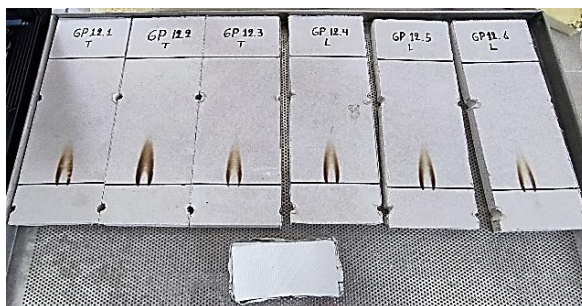
Tabla N° 22 Resultados de aplicación de llama en Gypsum.

TIPO	IDENTIFICACIÓN	Ignición		La llama alcanza 150mm		Tiempo en alcanzar 150mm (seg)	Ignición de papel filtro	
		Sí	No	Sí	No		Sí	No
PLACAS DE YESO	GP15.1- Transversal		x		x	0		x
	GP15.2- Transversal		x		x	0		x
	GP15.3- Transversal		x		x	0		x
	GP15.4- Longitudinal		x		x	0		x
	GP15.5- Longitudinal		x		x	0		x
	GP15.6- Longitudinal		x		x	0		x

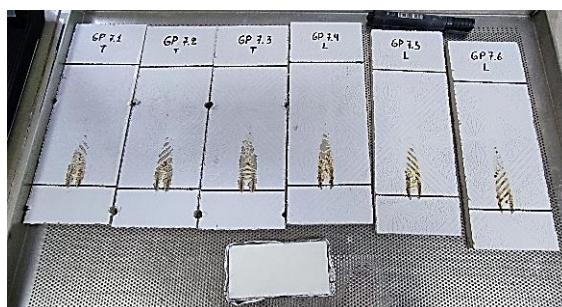
<i>GP12.1- Transversal</i>		X		X	0		X
<i>GP12.2- Transversal</i>		X		X	0		X
<i>GP12.3- Transversal</i>		X		X	0		X
<i>GP12.4- Longitudinal</i>		X		X	0		X
<i>GP12.5- Longitudinal</i>		X		X	0		X
<i>GP12.6- Longitudinal</i>		X		X	0		X
<i>GP9.1- Transversal</i>		X		X	0		X
<i>GP9.2- Transversal</i>		X		X	0		X
<i>GP9.3- Transversal</i>		X		X	0		X
<i>GP9.4- Longitudinal</i>		X		X	0		X
<i>GP9.5- Longitudinal</i>		X		X	0		X
<i>GP9.6- Longitudinal</i>		X		X	0		X



*Ilustración N° 31 Muestras ensayadas de Gypsum 15mm*



*Ilustración N° 32 Muestras ensayadas de Gypsum 12mm*



*Ilustración N° 33 Muestras ensayadas de Gypsum 7mm*

**Análisis:** En la Tabla 22 se evidencia los resultados de las placas de yeso aplicadas en Gypsum luego de la aplicación de la llama en la superficie durante 30 segundos acorde

se considera la norma, donde se obtiene que ninguna de las probetas ensayadas alcanza la ignición, tampoco la llama alcanza 150mm en el tiempo determinado. La norma NTE INEN-ISO 11925-2 establece que, si el tiempo de aplicación de llama es de 30 segundos, el ensayo debe durar 60 segundos, si el material se inflama se anotará el tiempo en el que alcanza los 150 mm, caso contrario no se colocará ningún valor, de igual manera se registró la ignición del papel filtro, dando como resultado que no se encendió, pues no caían gotas inflamadas porque no alcanzó la ignición inicial [20].

### 3.1.5. Clasificación de los materiales.

**Fase 3.-** *Clasificación de los materiales de revestimiento de acuerdo con el comportamiento contra el fuego y en base a sus propiedades físicas.*

Luego de haber ejecutado los ensayos a las muestras, se obtiene los resultados del Parámetro de propagación vertical (Fs) que se establece como requisito dentro de la norma UNE-EN 13501-1:2007+A1 para su respectiva clasificación y caracterización del material de acuerdo con las Euroclases, y de igual manera, realizar la clasificación acorde a sus propiedades físicas.

Tabla N° 23 Resultados parámetro Fs en Aglomerado 15mm.

Código de Muestra	Parámetro de propagación vertical Fs (Distancia en mm)	Criterio de Clasificación para ISO 11925-2 según EN 13501-1.
AG15.1	53	<150 mm
AG15.2	55	<150 mm
AG15.3	60	<150 mm
AG15.4	45	<150 mm
AG15.5	70	<150 mm
AG15.6	56	<150 mm

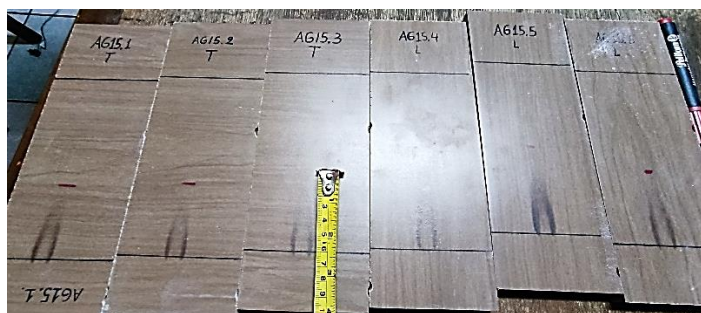


Ilustración N° 34 Medición factor Fs Melamina 15mm

**Análisis:** En la Tabla 23 se muestran los resultados del factor de propagación vertical (Fs) de las muestras de melamina de 15mm de espesor, obtenido mediante la medición

desde el punto de aplicación de la llama, hasta el extremo máximo que alcanzó la punta de la llama, este valor permite reconocer la clasificación que se puede dar al producto, según las Euro clases.

Tabla N° 24 Resultados parámetro Fs en Aglomerado 9mm.

Código de Muestra	Parámetro de propagación vertical Fs (Distancia en mm)	Criterio de Clasificación para ISO 11925-2 según EN 13501-1.
AG9.1	54	<150 mm
AG9.2	59	<150 mm
AG9.3	52	<150 mm
AG9.4	53	<150 mm
AG9.5	48	<150 mm
AG9.6	54	<150 mm



Ilustración N° 35 Medición factor Fs Melamina 9mm

**Análisis:** En la Tabla 24 se evidencian los resultados del factor de propagación vertical (Fs) de las muestras de melamina de 9mm de espesor, de los cuales se realizó la medición desde el punto de aplicación de la llama, a 40 mm del borde, hasta el extremo máximo que alcanzó la punta de la llama, este valor permite reconocer la clasificación que recibe el producto, según las Euro clases.

Tabla N° 25 Resultados parámetro Fs en Aglomerado 6mm.

Código de Muestra	Parámetro de propagación vertical Fs (Distancia en mm)	Criterio de Clasificación para ISO 11925-2 según EN 13501-1.
AG6.1	48	<150 mm
AG6.2	51	<150 mm
AG6.3	53	<150 mm
AG6.4	50	<150 mm
AG6.5	44	<150 mm
AG6.6	48	<150 mm



Ilustración N° 36 Medición factor  $F_s$  Melamina 6mm

**Análisis:** En la Tabla 25 se detallan los resultados del factor de propagación vertical ( $F_s$ ) de las muestras de melamina de 6mm de espesor, luego de llevar a cabo la medición desde el punto de aplicación de la llama, hasta el extremo máximo que alcanzó la punta de la llama en cada una de las probetas, este valor permite reconocer la clasificación que se puede dar al producto, según las respectivas Euro clases.

Tabla N° 26 Resultados parámetro  $F_s$  en Gypsum 15mm.

Código de Muestra	Parámetro de propagación vertical $F_s$ (Distancia en mm)	Criterio de Clasificación para ISO 11925-2 según EN 13501-1.
GP15.1	54	<150 mm
GP15.2	55	<150 mm
GP15.3	47	<150 mm
GP15.4	56	<150 mm
GP15.5	51	<150 mm
GP15.6	49	<150 mm



Ilustración N° 37 Medición factor  $F_s$ . Gypsum 15mm

**Análisis:** En la Tabla 26 se indican los resultados del factor de propagación vertical ( $F_s$ ) de las muestras de Gypsum de 15mm de espesor, obtenido mediante la medición desde el punto de aplicación de la llama, hasta el punto más alto alcanzado por la punta de la llama, este valor permite reconocer la clasificación que se puede dar al producto, mediante las Euro clases.

Tabla N° 27 Resultados parámetro Fs en Gypsum 12mm.

Código de Muestra	Parámetro de propagación vertical Fs (Distancia en mm)	Criterio de Clasificación para ISO 11925-2 según EN 13501-1.
GP12.1	54	<150 mm
GP12.2	58	<150 mm
GP12.3	51	<150 mm
GP12.4	52	<150 mm
GP12.5	54	<150 mm
GP12.6	49	<150 mm



Ilustración N° 38 Medición factor Fs. Gypsum 12mm

**Análisis:** En la Tabla 27 se exponen los resultados del factor de propagación vertical (Fs) de las muestras de Gypsum de 12mm de espesor, obtenido mediante la medición desde el punto de aplicación de la llama, hasta el punto más alto alcanzado por la punta de la llama, este valor permite reconocer la clasificación que se puede dar al producto, mediante las Euro clases.

Tabla N° 28 Resultados parámetro Fs en Cielo Raso 7mm.

Código de Muestra	Parámetro de propagación vertical Fs (Distancia en mm)	Criterio de Clasificación para ISO 11925-2 según EN 13501-1.
GP7.1	67	<150 mm
GP7.2	70	<150 mm
GP7.3	74	<150 mm
GP7.4	79	<150 mm
GP7.5	70	<150 mm
GP7.6	75	<150 mm

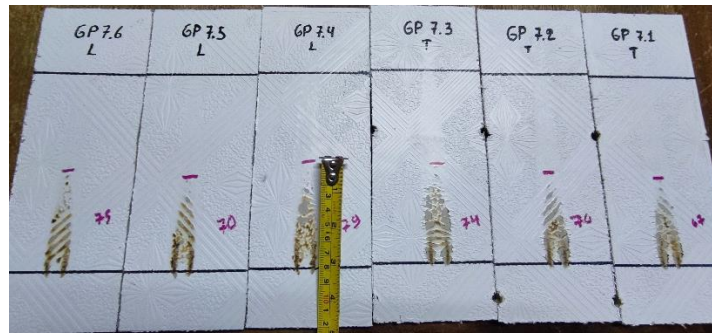


Ilustración N° 39 Medición factor  $F_s$  Cielo Raso 7mm

**Análisis:** En la Tabla 28 se muestran los resultados del factor de propagación vertical ( $F_s$ ) de las muestras de Gypsum de 7mm de espesor, obtenido mediante la medición desde el punto de aplicación de la llama, hasta el punto más alto alcanzado por la punta de la llama, este valor permite reconocer la clasificación que se puede dar al producto, según las Euro clases.

**Discusión:** Desde la Tabla 23 hasta la Tabla 28 se encuentran los resultados del Parámetro de propagación vertical ( $F_s$ ), medido luego de la ejecución del ensayo según la Norma EN ISO 11925-2, obteniendo como resultado que son valores inferiores a 150 mm en todas las muestras de los materiales seleccionados, esto da cumplimiento a los parámetros de clasificación detallados en la Tabla 5 que están dentro de los rangos para catalogarlos en las clases B, C y D, como establece la norma EN 13501-1.

Tabla N° 29 Clasificación de materiales según EN 13501-1

Material	Comportamiento al fuego		Producción de humo			Gotas en llamas	
			s	3	,	d	2
Melamina	D	-	s	3	,	d	2
Gypsum	C	-	s	3	,	d	2
Cielo raso	C	-	s	3	,	d	2

**Análisis.** - Se clasifica la Melamina como clase D luego de haber obtenido como resultado su factor de propagación vertical  $F_s$  inferior a los 150 mm y por ende es un producto capaz de resistir un periodo largo, el ataque de una llama pequeña sin producir una propagación sustancial de la llama según se establece en la norma EN 13501-1 y la Tabla 5, además, al ser un material cuyo compuesto principal es la madera, su composición orgánica interna, puede llegar a ser de gran influencia en el aporte al fuego en caso de que el incendio se encuentre en un estado avanzado [25].



Seguido de ello, se clasifica al Gypsum y Cielo Raso como clase C, según los valores obtenidos del factor de propagación vertical  $F_s$ , los cuales fueron tomados de los respectivos informes del Laboratorio de Inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato evidentes en el Anexo N° 3, siendo inferiores a 150 mm y presenciando que es un producto capaz de resistir, durante un periodo más largo, el ataque de una llama pequeña sin producir propagación sustancial de la llama, debido a su composición interna de yeso, donde el proveedor en su ficha técnica del material menciona que está compuesto por un yeso incombustible recubierto de cartón.

Además, se clasifica la producción de humo en cada material, juntamente con las gotas en llamas visibles en el papel filtro utilizado en el proceso de ensayo; por consiguiente, se determina la clasificación  $s_3$  en producción de humo para todos los materiales ensayados puesto que son productos para los cuales no se declara ningún comportamiento o que no cumplen los criterios de clasificación de  $s_1$  y  $s_2$ , de igual manera se clasifica respecto a gotas/partículas en llamas con  $d_2$ , cumpliendo el requisito de no ser  $d_0$  o  $d_1$  según los parámetros de la normativa EN 13501-1.

Por ende, la clasificación de la reacción al fuego puede ser válida para productos dentro de la misma familia, si la familia se define dentro de los mismos parámetros como espesor, densidad, aplicación de uso final, como se puede evidenciar en este caso, se establece que las placas de yeso, sin cambios sustanciales en su densidad y espesor, tendrán el mismo comportamiento frente al fuego, al igual que la Melamina.

### **3.2.Verificación de Hipótesis.**

- *Los materiales de revestimiento interior utilizados en construcciones se combustionan con exposición al fuego por sus propiedades físicas.*

Los materiales de revestimiento interior utilizados en construcciones se clasifican en diferentes categorías según su reacción al fuego como se pudo apreciar en la Tabla 29, esto da lugar a que las propiedades físicas de cada material influyen de manera contraria a la hipótesis planteada, pues algunos materiales, como la madera y sus derivados, pueden ser inflamables, pero la mayoría de los materiales modernos utilizados en revestimientos interiores están diseñados para ser resistentes al fuego.

Observando el comportamiento de las placas de yeso durante el ensayo, se puede apreciar que las propiedades, como la densidad y espesor tienen gran influencia en su reacción al fuego, pues no permite que tenga una rápida combustión y retrasa la ignición del material, de este modo podemos comprobar que los materiales de revestimientos analizados, no se inflaman con exposición al fuego a causa de sus propiedades físicas, esta aseveración bajo los parámetros normativos y para las condiciones establecidas en los ensayos aplicados en esta investigación.

Por lo tanto, aunque algunos materiales puedan ser inflamables, y dentro de la clase E comprende su alta contribución al fuego, esta variación se ve condicionada por sus propiedades físicas, las cuales benefician a que no generen un riesgo donde se encuentren ubicados.

## CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

- Se estableció que los materiales a ensayar son el Gypsum/Cielo Raso y la Melamina de aglomerado, los cuales fueron obtenidos mediante la encuesta, donde las propiedades más relevantes fueron descritas como el tamaño, espesor, peso y densidad, mismas que están estrechamente ligadas al comportamiento de reacción ante el fuego.
- Tras la selección de los materiales de revestimiento actualmente más utilizados en las construcciones, se aprecia relación directa entre propiedades físicas, como el espesor y la densidad con su inflamabilidad, pues se establece que a mayor espesor la combustión del material será más tardía y menos propenso a una combustión rápida en comparación con aquellos de propiedades opuestas, determinando así que las propiedades físicas tienen crucial influencia en la determinación de la reacción de los materiales ante el fuego.
- Se prepararon un total de 36 muestras a ensayar, cortadas 3 en sentido longitudinal y 3 transversal de cada uno de los materiales y espesor como establece la norma EN ISO 11925-2, los cuales permitieron determinar que la posición en la que estos materiales hayan sido instalados en su lugar de utilización final, no difiere su reacción al fuego, pues no altera la velocidad de combustión en la superficie del material.
- Luego de la experimentación de los materiales según la norma EN ISO 11925-2 se obtuvo que ninguna muestra, tanto de las placas de yeso como de melamina en todos sus espesores, llega a alcanzar la ignición durante los 30 segundos de aplicación del fuego en la superficie, tampoco la llama alcanza los 150 mm durante los 60 segundos establecidos como duración del ensayo y por ende se los cataloga como materiales que no se inflaman en tan corto tiempo y no producirá una propagación sustancial de la llama.
- Se obtuvieron los valores del factor de propagación vertical  $F_s$  de cada una de las muestras, donde todas las probetas indican valores del alcance de la punta de la llama inferiores a 150mm; mediante este resultado se obtuvo el criterio

para la clasificación dentro de las clases B, C o D, acorde a las características del material y su capacidad de resistir el ataque de una llama pequeña.

- Se clasificó mediante la norma EN 13501-1 los dos tipos de materiales ensayados, obteniendo que el Gypsum / Cielo Raso pertenece a la clase C, siendo capaz de resistir durante un periodo más largo, el ataque de una llama pequeña, mientras que la Melamina pertenece a la clase D, pues es capaz de resistir un periodo largo el ataque de una llama; y adicional. su clasificación en producción de humo y gotas o partículas inflamadas no entra en el rango permitido por la norma.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Se recomienda al Laboratorio de Inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato contar con una planta generadora de electricidad a 220V para mantener energía constante en la cámara de acondicionamiento para casos de cortes de energía, ya que puede alterar el acondicionamiento, y por ende los resultados de los ensayos.
- Se recomienda la ejecución de una próxima investigación, analizando el comportamiento de los materiales con la aplicación de la llama al borde de las muestras, debido a que en este caso se realizó en su cara principal como un análisis a reacción al acercamiento de una llama a la superficie, pero se estima que puede llegar a tener un comportamiento muy diferente con la aplicación de la llama en borde.
- Se recomienda a los profesionales de la construcción y público en general, generar conciencia con la utilización de nuevos materiales de la construcción, enfocados en la reacción al fuego que estos poseen, para salvaguardar la salud e integridad en caso de un incendio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. Betancourt Rodríguez, *Materiales para la construcción*. Editorial Feijoo, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/176902>
- [2] Cristian. Gutiérrez, “Requerimientos Reglamentarios sobre el comportamiento al fuego de materiales usados en edificios de reunión de personas.”
- [3] J. M. Tobio, *Materiales de construcción contra el fuego*, 243a ed., vol. 25. España, 1972.
- [4] G. Ma *et al.*, “Preparation and Study on Nitrogen- and Phosphorus-Containing Fire Resistant Coatings for Wood by UV-Cured Methods”, *Front Mater*, vol. 9, mar. 2022, doi: 10.3389/fmats.2022.851754.
- [5] V. Paz, E. Vallejo, y M. Soria, “Estadísticas de Edificaciones (ESED) 2022”. [En línea]. Disponible en: [www.ecuadorencifras.com](http://www.ecuadorencifras.com)
- [6] J. Rashidov, “Modern methods of increasing the fire resistance of building materials”, 2022, doi: 10.55640/eijmrms-02-07-08.
- [7] A. R. Ayuso y M. M. Torregrosa, “Análisis del comportamiento de los materiales de revestimiento interior en caso de incendio”.
- [8] *Ley de defensa contra incendios*. Consultado: el 25 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEY-DE-DEFENSA-CONTRA-INCENDIOS.pdf?x42051>
- [9] J. R. Sotomayor-Castellanos, “Comportamiento de cinco maderas mexicanas expuestas al fuego. Evaluación por ultrasonido. //Behavior of five Mexican woods exposed to fire. Evaluation by ultrasound.”, *CIENCIA UNEMI*, vol. 11, núm. 27, pp. 111–120, jun. 2018, doi: 10.29076/issn.2528-7737vol11iss27.2018pp111-120p.
- [10] F. Ayala y M. Navarro, “La Ingeniería Estructural de Fuego un enfoque nacional y ejemplo de aplicación”.

- [11] Javier. Hernández, “Recopilación de información sobre el comportamiento al fuego de elementos de construcción para viviendas.”
- [12] F. Bolina, R. Christ, A. Metzler, U. Quinino, y B. Tutikian, “Comparación de la resistencia al fuego de dos sistemas de paredes estructurales en light steel framing”, *DYNA (Colombia)*, vol. 84, núm. 201, pp. 123–128, 2017, doi: 10.15446/dyna.v84n201.57487.
- [13] F. Castellón, “Exposición a fuego y caracterización de revestimientos de yeso convencionales y revestimientos de yeso desarrollados con residuos”.
- [14] J. Fernández, “Análisis del comportamiento al fuego de materiales de construcción con adición de pcm”, Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona., Cataluña.
- [15] Bomberos Quito, *Prevención de incendios: Reglas técnicas de edificación*. Ecuador.
- [16] Instituto Nacional de Estadística y Censos, “Población y Demografía”.
- [17] Instituto Nacional de Aprendizaje, “Fórmulas para calcular la muestra”.
- [18] Fire Testing Technology Limited, “European Fire Testing Classification for Construction Products”
- [19] Asociación Española de Normalización y Certificación, “Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación.”, 2009
- [20] International Organization for Standardization, “Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de la llama. Parte 2: ensayo con una fuente de llama única. (iso 11925-2:2010, idt)”, 2010
- [21] oposicionbomberoonline.org, “Edificación: propiedades físicas y mecánicas, esfuerzos, acción del fuego en materiales y elementos de la construcción.” Consultado: el 27 de diciembre de 2023. [En línea].

Disponible en: <https://oposicionbomberoonline.org/lessons/08-01-38-10-accion-del-fuego-reaccion-al-fuego/>

- [22] Aglomerados Cotopaxi, “Ficha Técnica Duraplac Melamina ST”. Cotopaxi.
- [23] Knauf, “Ficha Técnica Placa de Yeso Knauf ST”. Colombia.
- [24] A. Miravete, *Los nuevos materiales en la construcción*, Segunda Edición. Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
- [25] T. Ma, L. Li, Q. Wang, y C. Guo, “Construction of intumescent flame retardant and hydrophobic coating on wood substrates based on thiol-ene click chemistry without photoinitiators”, *Compos B Eng*, vol. 177, 2019, doi: 10.1016/j.compositesb.2019.107357.

## ANEXOS

### ANEXO N° 1: FORMATO DE LA ENCUESTA

#### ENCUESTA

**Proyecto:** “CARACTERIZACIÓN DE LA INFLAMABILIDAD DE LOS MATERIALES DE REVESTIMIENTO UTILIZADOS EN CONSTRUCCIONES, EN BASE A SUS PROPIEDADES FÍSICAS”

**Encuestador:**

**Marque con una X dentro de ( ) la respuesta que usted considere correcta.**

Cantón \_\_\_\_\_ Parroquia \_\_\_\_\_

#### Condiciones de la Vivienda

**1.- ¿Cuál es la edad aproximada de la vivienda?**

- Menor a 5 años
- Entre 5 a 10 años
- Entre 10 y 30 años
- Mayor a 30 años

**2.- ¿Cuál es el tipo de vivienda?**

- Casa/ Villa
- Departamento en casa o edificio
- Mediagua
- Chozas
- Otro: \_\_\_\_\_

#### Datos del Cuarto de Cocina

**3.- ¿Qué utiliza usted para la cocción de los alimentos? Seleccione una o varias opciones.**

- Gas
- Leña/carbón
- Electricidad
- Otro: \_\_\_\_\_

**4.- ¿Cuál es el material del TUMBADO de la COCINA?**

- Hormigón/losa
- Gypsum
- PVC
- Plástico
- Madera
- Otro: \_\_\_\_\_

**5.- ¿Cuál es el material de las PAREDES de la COCINA?**

- Hormigón
- Bloque o ladrillo
- Fibrocemento



- Adobe
- Madera/Aglomerado
- Bahareque (caña o carrizo revestido)
- Otro: \_\_\_\_\_

**6.- ¿Cuáles de los siguientes materiales se encuentran en su COCINA?**

- Cortinas
- Alfombras
- Muebles de madera o aglomerados
- Textiles
- Papel
- Líquidos inflamables

**Datos del Dormitorio u Oficina**

**7.- ¿Cuál es el material del TUMBADO del Dormitorio u Oficina?**

- Hormigón/losa
- Gypsum
- PVC
- Plástico
- Madera
- Otro: \_\_\_\_\_







**8.- ¿Cuál es el material de las PAREDES del DORMITORIO u OFICINA?**




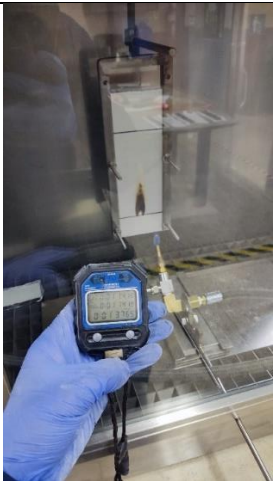


- Hormigón
- Bloque o ladrillo
- Fibrocemento
- Adobe
- Madera
- Bahareque (caña o carrizo revestido)
- Otro: \_\_\_\_\_

**9.- ¿Cuáles de los siguientes materiales se encuentran en su DORMITORIO u OFICINA?**

- Cortinas
- Alfombras
- Muebles de madera o aglomerado
- Textiles
- Papel
- Líquidos inflamables

## ANEXO N° 2: FOTOGRAFÍAS

<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 1</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 2</b></p> 
<p style="text-align: center;">Obtención de resultados mediante encuestas.</p>	<p style="text-align: center;">Compra de materiales en distribuidora.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 3</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 4</b></p> 
<p style="text-align: center;">Recorte de muestras según dimensiones de ISO 11925-2.</p>	<p style="text-align: center;">Recorte de muestras en sentido transversal y longitudinal.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 5</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 6</b></p> 
<p style="text-align: center;">Acondicionamiento de muestras a temperatura y humedad según ISO 11925-2.</p>	<p style="text-align: center;">Pesaje inicial de muestras.</p>

<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 7</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 8</b></p> 
<p>Pesaje de muestras para determinar masa constante.</p>	<p>Calibración de aplicación de llama sobre la muestra.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 9</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 10</b></p> 
<p>Calibración de tamaño de llama a 20 mm.</p>	<p>Aplicación de llama durante 30 segundos cronometrados según ISO 11925-2.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 11</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 12</b></p> 
<p>Colocación de muestra en la cámara de inflamabilidad.</p>	<p>Aplicación de llama desde la parte exterior con la barra de aplicación.</p>

**ANEXO N° 3: INFORMES DE FLAMABILIDAD, LIM UTA.**



## LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN PARA ENSAYOS DE FLAMABILIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

### INFORME DEL ENSAYO DE FLAMABILIDAD SEGÚN NTE INEN-ISO 11925-2

MELAMINA 15mm	
Fecha de recepción	20/11/2023
Número de probetas	6
Dimensiones	250mm x 90 mm
Color adverso	Café
Color reverso	Café
Superficie adversa	Lisa
Superficie reversa	Lisa

**CÓDIGO: LIM-UTA-2023-11925-2-INT-0001.1**

**15 de enero de 2024**

**AMBATO – ECUADOR**

## 1. ANTECEDENTES:

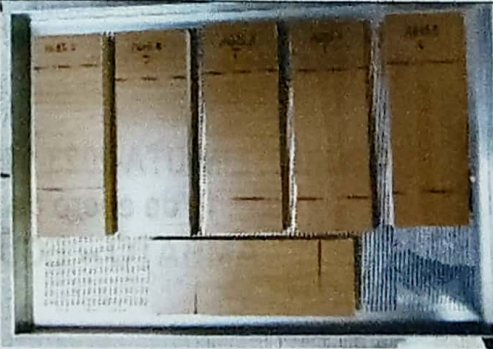
Con fecha 20 de noviembre de 2023, el Sr. STALIN PATRICIO TORRES MORALES, en calidad de ESTUDIANTE de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, domiciliada en TUNGURAHUA / PELILEO / LA MATRIZ / AVENIDA ELOY ALFARO Y QUIS QUIS y con número de ruc/cédula: 1850135839, solicita al Laboratorio de Investigación Mecánica para ensayos de inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato, con datos claramente identificados, realizar la prueba de inflamabilidad según la norma NTE INEN-11925-2, de la muestra **MELAMINA 15mm** la cual es utilizada en el revestimiento de paredes y mueblería en general.

## 2. PROCESO GENERAL

Según lo indica el método, la prueba de inflamabilidad se realizó sobre sus respectivas submuestras, las cuales se prepararon y manipularon de acuerdo con el proceso de acondicionamiento detallado en la Norma NTE INEN-ISO 11925-2.

Las pruebas se efectuaron dentro de la cámara de inflamabilidad, en cuyo interior las muestras se colocaron de manera vertical en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión. Además, para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas metano. Por último, se efectuaron los ensayos con las muestras solicitadas y los resultados que se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo fueron registrados y tabulados.

## 3. DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

3.1. DATOS PRELIMINARES	
Nombre del material:	MELAMINA 15mm
Muestreo:	Materiales seleccionados y remitidos por el solicitante
Tipo de material:	Compuesto
Origen del material:	Elaborado nacionalmente
Uso del material:	Interiores
Dimensiones de la muestra:	250 mm X 90 mm
Responsable del corte de las muestras:	Solicitante
Tipo de entrega de las muestras:	6 muestras
Fotografía:	


#### 4. PARÁMETROS DEL ENSAYO Y RESULTADOS

Código:	AG15	Fecha:	15/12/2023
---------	------	--------	------------

##### 4.1. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Nombre / razón social:	Stalin Patricio Torres Morales
RUC:	1850135839
Dirección:	Av. Eloy Alfaro y Quis Quis
Teléfono:	0979308800
Correo electrónico:	storres5839@uta.edu.ec

##### 4.2. INFORMACIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

Tipo de material:	Productos (Marque con una X)					
	Planos	X	No planos		Sustratos	
Espesor del material:	15 mm					
Características del material:	Simétrico	X	Superficies diferentes		Diferente tipo de instalación	
Identificación del producto:	Aglomerado con melamina					
Preparación de la muestra:	Corte con sierra circular a las dimensiones según lo especificado en ISO 11925-2:2010					
Nº de muestras:	(3 en sentido longitudinal y 3 en sentido transversal) un grupo para cada caso, según la característica del material					
Dimensiones:	250 x 90 mm					
Color en el anverso:	Café			Color en el reverso:	Café	
Superficie en el anverso:	Melamina lisa			Superficie en el reverso:	Melamina lisa	
Nombre del fabricante:	Aglomerados Cotopaxi					
Dirección del fabricante:	Cotopaxi					
Fotografías de los ítems de ensayo:						

#### 4.3. ACONDICIONAMIENTO DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

Código del ítem:	Peso inicial (g):	Peso ac. 24h (g):	Peso ac. 72h (g):	Dif. 0.1g	Cumple acondicionamiento	Fecha de ingreso:	Fecha de salida:
AG15.1	218.93	218.40	218.45	0.05	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG15.2	219.32	219.63	219.65	0.02	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG15.3	218.81	219.28	219.34	0.06	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG15.4	213.54	213.92	214.01	0.09	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG15.5	215.23	215.61	215.59	0.02	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG15.6	211.76	212.14	212.11	0.03	Si	21/11/2023	23/11/2023
<b>Humedad relativa:</b>		<b>49.20%</b>					
<b>Temperatura:</b>		<b>22.1 °C</b>					
<b>Tiempo de acondicionamiento:</b>		<b>72 Horas</b>					

#### 4.4. CONDICIONES DEL ENSAYO

<b>Fecha del ensayo:</b>	23/11/2023	<b>Método de fijación:</b>	Porta probetas para materiales planos				
<b>Cámara de inflamabilidad:</b>	ISO 11925-2: 2010						
<b>Tiempo de aplicación de la llama:</b>	30 segundos						
<b>Velocidad de campana extractora:</b>	0,16 m/s						
<b>Humedad relativa:</b>	49,20%	<b>Temperatura:</b>	22,1 °C				
<b>Velocidad del aire:</b>	0,16 m/s						
<b>Tiempo de ignición:</b>	30 segundos						
<b>Punto de aplicación para la ignición:</b>	Superficie	X	Borde inferior			Borde vertical	

#### 4.5. RESULTADOS DEL ENSAYO

Probeta 1 - Transversal - AG15.1		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 2 - Transversal - AG15.2		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Si / No	No
La llama alcanza 150 mm	Si / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 3 - Transversal - AG15.3		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Si / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

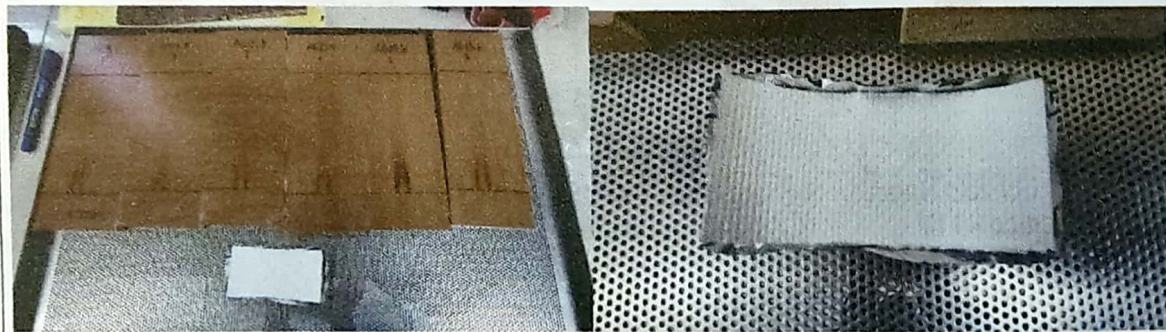


<b>Probeta 4 - Longitudinal - AG15.4</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Tipo</b>	<b>Registro</b>
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

<b>Probeta 5 - Longitudinal - AG15.5</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Tipo</b>	<b>Registro</b>
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

<b>Probeta 6 - Longitudinal - AG15.6</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Tipo</b>	<b>Registro</b>
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

**Fotografías de los ítems ensayados**



**Observaciones adicionales:**

**No se visualiza la presencia de partículas inflamables ni material carbonizado en el papel filtro.**

**Conclusiones:**

**Los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos permitidos por la ISO 11925-2: 2010**

**Declaración:**

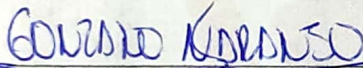
“Los resultados del ensayo corresponden al comportamiento de muestras de ensayo de un producto bajo unas condiciones de ensayo particulares; no pretenden constituir el único criterio de valoración del riesgo de incendio potencial del producto en servicio”

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo con el material ensayado: **MELAMINA 15mm** el parámetro de propagación vertical de la llama (Fs) según la norma UNE-EN 13501-1:2007+A1 es:

Número de Muestra	Parámetro de propagación vertical Fs (Distancia en mm)
Probeta 1 - AG15.1	53
Probeta 2 - AG15.2	55
Probeta 3 - AG15.3	60
Probeta 4 - AG15.4	45
Probeta 5 - AG15.5	70
Probeta 6 - AG15.6	56

- Según estos resultados obtenidos se puede determinar que el material es capaz de resistir el ataque de una pequeña llama sin producir una propagación sustancial.
- Luego de la aplicación de 30 segundos que es el mayor tiempo de aplicación de llama que establece la norma ISO 11925-2: 2010, se determina que es el material ensayado es auto extinguiible.



Ing. Mec. Gonzalo Naranjo  
Técnico - LIM



Ing. Mec. Víctor Espín, Mg.  
Coordinador - LIM



Ing. Mec. Christian Castro, Mg.  
Director - LIM



## 6. CONSIDERACIONES FINALES

- El LIM no se responsabiliza de los datos erróneos ingresados o proporcionados por la empresa y/o solicitantes utilizados en la elaboración del presente informe.
- Toda la información presentada en el informe es responsabilidad del LIM, excepto cuando la información suministrada por la empresa y/o solicitante tiene incidencia directa con los resultados.
- El informe debe ser usado dentro de las instalaciones de la empresa solicitante y sin una previa autorización por parte del Laboratorio de Investigación Mecánica para ensayos de inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato no puede ser reproducido.
- Los resultados obtenidos en el informe corresponden a los materiales seleccionados y remitidos por el solicitante, por lo tanto, la utilización y manejo de los materiales es exclusiva del solicitante.
- El presente informe es válido única y exclusivamente para los materiales ensayados y la aplicación declarada por el solicitante. Los resultados no pueden ser trasladados a lotes o a una serie de productos.
- El solicitante es responsable del uso indebido que pueda darse del presente documento y está sujeta a sanciones civiles y penales que se pudieran presentar.
- Se consideró la aplicación de los factores de corrección de los certificados de calibración en las mediciones de los diferentes equipos utilizados por el laboratorio.



## LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN PARA ENSAYOS DE FLAMABILIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

### INFORME DEL ENSAYO DE FLAMABILIDAD SEGÚN NTE INEN-ISO 11925-2

MELAMINA 9mm	
Fecha de recepción	20/11/2023
Número de probetas	6
Dimensiones	250mm x 90 mm
Color adverso	Café
Color reverso	Café
Superficie adversa	Lisa
Superficie reversa	Lisa

**CÓDIGO: LIM-UTA-2023-11925-2-INT-0001.2**

**15 de enero de 2024**

**AMBATO – ECUADOR**

## 1. ANTECEDENTES:

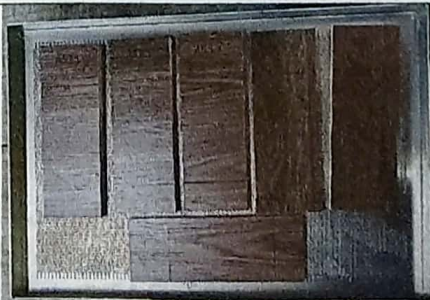
Con fecha 20 de noviembre de 2023, el Sr. STALIN PATRICIO TORRES MORALES, en calidad de ESTUDIANTE de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, domiciliada en TUNGURAHUA / PELILEO / LA MATRIZ / AVENIDA ELOY ALFARO Y QUIS QUIS y con número de ruc/cédula: 1850135839, solicita al Laboratorio de Investigación Mecánica para ensayos de inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato, con datos claramente identificados, realizar la prueba de inflamabilidad según la norma NTE INEN-11925-2, de la muestra **MELAMINA 9mm** la cual es utilizada en el revestimiento de paredes y mueblería en general.

## 2. PROCESO GENERAL

Según lo indica el método, la prueba de inflamabilidad se realizó sobre sus respectivas submuestras, las cuales se prepararon y manipularon de acuerdo con el proceso de acondicionamiento detallado en la Norma NTE INEN-ISO 11925-2.

Las pruebas se efectuaron dentro de la cámara de inflamabilidad, en cuyo interior las muestras se colocaron de manera vertical en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión. Además, para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas metano. Por último, se efectuaron los ensayos con las muestras solicitadas y los resultados que se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo fueron registrados y tabulados.

## 3. DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

3.1. DATOS PRELIMINARES	
Nombre del material:	MELAMINA 9mm
Muestreo:	Materiales seleccionados y remitidos por el solicitante
Tipo de material:	Compuesto
Origen del material:	Elaborado nacionalmente
Uso del material:	Interiores
Dimensiones de la muestra:	250 mm X 90 mm
Responsable del corte de las muestras:	Solicitante
Tipo de entrega de las muestras:	6 muestras
Fotografía:	

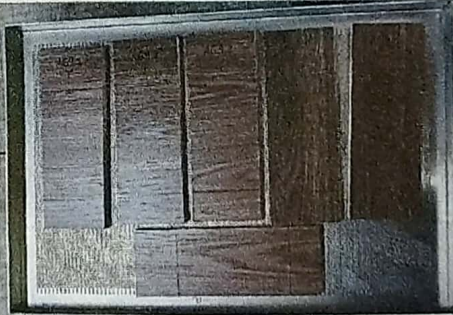
#### 4. PARÁMETROS DEL ENSAYO Y RESULTADOS

Código:	AG9	Fecha:	15/12/2023
---------	-----	--------	------------

##### 4.1. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Nombre / razón social:	Stalin Patricio Torres Morales
RUC:	1850135839
Dirección	Av. Eloy Alfaro y Quis Quis
Teléfono:	0979308800
Correo electrónico:	storres5839@uta.edu.ec

##### 4.2. INFORMACIÓN DE LOS ÍTEMES DE ENSAYO

Tipo de material:	Productos (Marque con una X)				
	Planos	X	No planos	Sustratos	
Espesor del material:	9 mm				
Características del material:	Simétrico		Superficies diferentes	X	Diferente tipo de instalación
Identificación del producto:	Aglomerado con melamina				
Preparación de la muestra:	Corte con sierra circular a las dimensiones según lo especificado en ISO 11925-2:2010				
N° de muestras:	(3 en sentido longitudinal y 3 en sentido transversal) un grupo para cada caso, según la característica del material				
Dimensiones:	250 x 90 mm				
Color en el anverso:	Café		Color en el reverso:	Café	
Superficie en el anverso:	Melamina lisa		Superficie en el reverso:	Aglomerado	
Nombre del fabricante:	Aglomerados Cotopaxi				
Dirección del fabricante:	Cotopaxi				
Fotografías de los ítems de ensayo:					

#### 4.3. ACONDICIONAMIENTO DE LOS ÍTEMES DE ENSAYO

Código del ítem:	Peso inicial (g):	Peso ac. 24h (g):	Peso ac. 72h (g):	Dif. 0.1g	Cumple acondicionamiento	Fecha de ingreso:	Fecha de salida:
AG9.1	152.94	152.35	152.25	0.10	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG9.2	152.93	152.27	152.24	0.03	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG9.3	153.10	152.44	152.48	0.04	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG9.4	153.53	152.82	152.84	0.02	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG9.5	153.29	152.55	152.47	0.08	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG9.6	152.65	151.89	151.82	0.07	Si	21/11/2023	23/11/2023
Humedad relativa:		49.20%					
Temperatura:		22.1 °C					
Tiempo de acondicionamiento:		72 Horas					

#### 4.4. CONDICIONES DEL ENSAYO

Fecha del ensayo:	23/11/2023	Método de fijación:	Porta probetas para materiales planos	
Cámara de inflamabilidad:	ISO 11925-2: 2010			
Tiempo de aplicación de la llama:	30 segundos			
Velocidad de campana extractora:	0,16 m/s			
Humedad relativa:	49,20%	Temperatura:	22,1 °C	
Velocidad del aire:	0.16 m/s			
Tiempo de ignición:	30 segundos			
Punto de aplicación para la ignición:	Superficie	X	Borde inferior	Borde vertical

#### 4.5. RESULTADOS DEL ENSAYO

Probeta 1 - Transversal - AG9.1		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 2 - Transversal - AG9.2		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 3 - Transversal - AG9.3		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 4 - Longitudinal - AG9.4		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 5 - Longitudinal - AG9.5		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 6 - Longitudinal - AG.6		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

**Fotografías de los ítems ensayados**



**Observaciones adicionales:**

No se visualiza la presencia de partículas inflamables ni material carbonizado en el papel filtro.

**Conclusiones:**

Los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos permitidos por la ISO 11925-2:2010

**Declaración:**

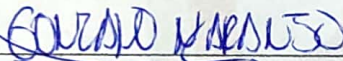
“Los resultados del ensayo corresponden al comportamiento de muestras de ensayo de un producto bajo unas condiciones de ensayo particulares; no pretenden constituir el único criterio de valoración del riesgo de incendio potencial del producto en servicio”

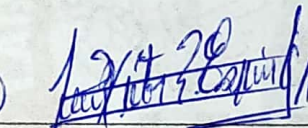
## 5. CONCLUSIONES

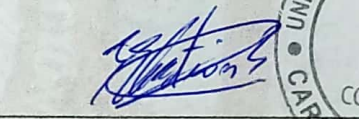
De acuerdo con el material ensayado: **MELAMINA 9mm** el parámetro de propagación vertical de la llama (Fs) según la norma UNE-EN 13501-1:2007+A1 es:

Número de Muestra	Parámetro de propagación vertical Fs (Distancia en mm)
Probeta 1 - AG9.1	54
Probeta 2 - AG9.2	59
Probeta 3 - AG9.3	52
Probeta 4 - AG9.4	53
Probeta 5 - AG9.5	48
Probeta 6 - AG9.6	54

- Según estos resultados obtenidos se puede determinar que el material es capaz de resistir el ataque de una pequeña llama sin producir una propagación sustancial.
- Luego de la aplicación de 30 segundos que es el mayor tiempo de aplicación de llama que establece la norma ISO 11925-2: 2010, se determina que es el material ensayado es auto extinguiible.

  
Ing. Mec. ~~Gonzalo Naranjo~~  
**Técnico - LIM**

  
Ing. Mec. Víctor Espín, Mg.  
**Coordinador - LIM**

  
Ing. Mec. Christian Castro, Mg.  
**Director - LIM**



## 6. CONSIDERACIONES FINALES

- El LIM no se responsabiliza de los datos erróneos ingresados o proporcionados por la empresa y/o solicitantes utilizados en la elaboración del presente informe.
- Toda la información presentada en el informe es responsabilidad del LIM, excepto cuando la información suministrada por la empresa y/o solicitante tiene incidencia directa con los resultados.
- El informe debe ser usado dentro de las instalaciones de la empresa solicitante y sin una previa autorización por parte del Laboratorio de Investigación Mecánica para ensayos de inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato no puede ser reproducido.
- Los resultados obtenidos en el informe corresponden a los materiales seleccionados y remitidos por el solicitante, por lo tanto, la utilización y manejo de los materiales es exclusiva del solicitante.
- El presente informe es válido única y exclusivamente para los materiales ensayados y la aplicación declarada por el solicitante. Los resultados no pueden ser trasladados a lotes o a una serie de productos.
- El solicitante es responsable del uso indebido que pueda darse del presente documento y está sujeta a sanciones civiles y penales que se pudieran presentar.
- Se consideró la aplicación de los factores de corrección de los certificados de calibración en las mediciones de los diferentes equipos utilizados por el laboratorio.





## LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN PARA ENSAYOS DE FLAMABILIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

### INFORME DEL ENSAYO DE FLAMABILIDAD SEGÚN NTE INEN-ISO 11925-2

MELAMINA 6mm	
Fecha de recepción	20/11/2023
Número de probetas	6
Dimensiones	250mm x 90 mm
Color adverso	Castaño
Color reverso	Castaño
Superficie adversa	Lisa
Superficie reversa	Lisa

**CÓDIGO: LIM-UTA-2023-11925-2-INT-0001.3**

**15 de enero de 2024  
AMBATO – ECUADOR**

## 1. ANTECEDENTES:

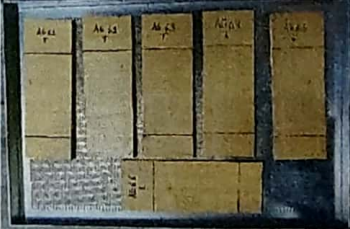
Con fecha 20 de noviembre de 2023, el Sr. STALIN PATRICIO TORRES MORALES, en calidad de ESTUDIANTE de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, domiciliada en TUNGURAHUA / PELILEO / LA MATRIZ / AVENIDA ELOY ALFARO Y QUIS QUIS y con número de ruc/cédula: 1850135839, solicita al Laboratorio de Investigación Mecánica para ensayos de inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato, con datos claramente identificados, realizar la prueba de inflamabilidad según la norma NTE INEN-11925-2, de la muestra **MELAMINA 6mm** la cual es utilizada en el revestimiento de paredes y mueblería en general.

## 2. PROCESO GENERAL

Según lo indica el método, la prueba de inflamabilidad se realizó sobre sus respectivas submuestras, las cuales se prepararon y manipularon de acuerdo con el proceso de acondicionamiento detallado en la Norma NTE INEN-ISO 11925-2.

Las pruebas se efectuaron dentro de la cámara de inflamabilidad, en cuyo interior las muestras se colocaron de manera vertical en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión. Además, para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas metano. Por último, se efectuaron los ensayos con las muestras solicitadas y los resultados que se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo fueron registrados y tabulados.

## 3. DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

3.1. DATOS PRELIMINARES	
Nombre del material:	MELAMINA 6mm
Muestreo:	Materiales seleccionados y remitidos por el solicitante
Tipo de material:	Compuesto
Origen del material:	Elaborado nacionalmente
Uso del material:	Interiores
Dimensiones de la muestra:	250 mm X 90 mm
Responsable del corte de las muestras:	Solicitante
Tipo de entrega de las muestras:	6 muestras
Fotografía:	

#### 4. PARÁMETROS DEL ENSAYO Y RESULTADOS

<b>Código:</b>	AG6	<b>Fecha:</b>	15/12/2023
----------------	-----	---------------	------------

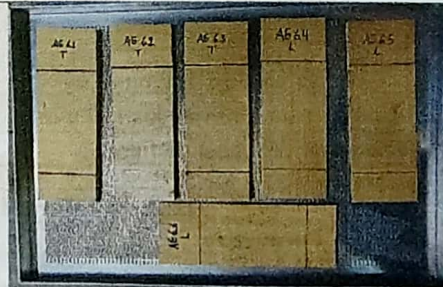
##### 4.1. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

<b>Nombre / razón social:</b>	Stalin Patricio Torres Morales
<b>RUC:</b>	1850135839
<b>Dirección</b>	Av. Eloy Alfaro y Quis Quis
<b>Teléfono:</b>	0979308800
<b>Correo electrónico:</b>	storres5839@uta.edu.ec

##### 4.2. INFORMACIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

<b>Tipo de material:</b>	Productos (Marque con una X)			
	Planos	<input checked="" type="checkbox"/>	No planos	Sustratos
<b>Espesor del material:</b>	6 mm			
<b>Características del material:</b>	Simétrico		Superficies diferentes	<input checked="" type="checkbox"/> Diferente tipo de instalación
<b>Identificación del producto:</b>	Aglomerado con melamina			
<b>Preparación de la muestra:</b>	Corte con sierra circular a las dimensiones según lo especificado en ISO 11925-2:2010			
<b>Nº de muestras:</b>	(3 en sentido longitudinal y 3 en sentido transversal) un grupo para cada caso, según la característica del material			
<b>Dimensiones:</b>	250 x 90 mm			
<b>Color en el anverso:</b>	Castaño	<b>Color en el reverso:</b>	Castaño	
<b>Superficie en el anverso:</b>	Melamina lisa	<b>Superficie en el reverso:</b>	Aglomerado	
<b>Nombre del fabricante:</b>	Aglomerados Cotopaxi			
<b>Dirección del fabricante:</b>	Cotopaxi			

**Fotografías de los ítems de ensayo:**



#### 4.3. ACONDICIONAMIENTO DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

Código del ítem:	Peso inicial (g):	Peso ac. 24h (g):	Peso ac. 72h (g):	Dif. 0.1g	Cumple acondicionamiento	Fecha de ingreso:	Fecha de salida:
AG6.1	112.00	111.71	111.66	0.05	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG6.2	107.00	106.72	106.78	0.06	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG6.3	107.19	106.89	106.96	0.07	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG6.4	104.51	104.27	104.20	0.07	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG6.5	105.13	104.96	104.92	0.04	Si	21/11/2023	23/11/2023
AG6.6	101.11	100.88	100.80	0.08	Si	21/11/2023	23/11/2023
<b>Humedad relativa:</b>	<b>49.20 %</b>						
<b>Temperatura:</b>	<b>22.1 °C</b>						
<b>Tiempo de acondicionamiento:</b>	<b>72 Horas</b>						

#### 4.4. CONDICIONES DEL ENSAYO

<b>Fecha del ensayo:</b>	23/11/2023	<b>Método de fijación:</b>	Porta probetas para materiales planos				
<b>Cámara de inflamabilidad:</b>	ISO 11925-2: 2010						
<b>Tiempo de aplicación de la llama:</b>	30 segundos						
<b>Velocidad de campana extractora:</b>	0,16 m/s						
<b>Humedad relativa:</b>	49,20%	<b>Temperatura:</b>	22,1 °C				
<b>Velocidad del aire:</b>	0,16 m/s						
<b>Tiempo de ignición:</b>	30 segundos						
<b>Punto de aplicación para la ignición:</b>	Superficie	<b>X</b>	Borde inferior			Borde vertical	

#### 4.5. RESULTADOS DEL ENSAYO

Probeta 1 - Transversal - AG6.1		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 2 - Transversal - AG6.2		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

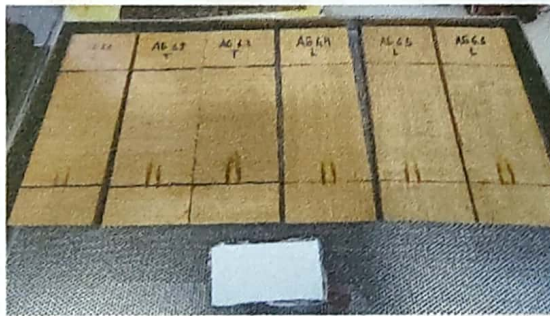
Probeta 3 - Transversal - AG6.3		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 4 - Longitudinal - AG6.4		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 5 - Longitudinal - AG6.5		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 6 - Longitudinal - AG6.6		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

#### Fotografías de los ítems ensayados



#### Observaciones adicionales:

No se visualiza la presencia de partículas inflamables ni material carbonizado en el papel filtro.

#### Conclusiones:

Los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos permitidos por la ISO 11925-2: 2010

#### Declaración:

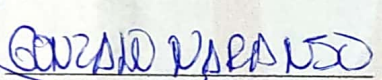
“Los resultados del ensayo corresponden al comportamiento de muestras de ensayo de un producto bajo unas condiciones de ensayo particulares; no pretenden constituir el único criterio de valoración del riesgo de incendio potencial del producto en servicio”


## 5. CONCLUSIONES


De acuerdo con el material ensayado: **MELAMINA 6mm** el parámetro de propagación vertical de la llama (Fs) según la norma UNE-EN 13501-1:2007+A1 es:

Número de Muestra	Parámetro de propagación vertical Fs (Distancia en mm)
Probeta 1 - AG6.1	48
Probeta 2 - AG6.2	51
Probeta 3 - AG6.3	53
Probeta 4 - AG6.4	50
Probeta 5 - AG6.5	44
Probeta 6 - AG6.6	48

- Según estos resultados obtenidos se puede determinar que el material es capaz de resistir el ataque de una pequeña llama sin producir una propagación sustancial.
- Luego de la aplicación de 30 segundos que es el mayor tiempo de aplicación de llama que establece la norma ISO 11925-2: 2010, se determina que es el material ensayado es auto extingüible.

  
Ing. Mec. Gonzalo Naranjo  
Técnico - LIM

  
Ing. Mec. Víctor Espín, Mg.  
Coordinador - LIM

  
Ing. Mec. Christian Castro, Mg.  
Director - LIM



## 6. CONSIDERACIONES FINALES

- El LIM no se responsabiliza de los datos erróneos ingresados o proporcionados por la empresa y/o solicitantes utilizados en la elaboración del presente informe.
- Toda la información presentada en el informe es responsabilidad del LIM, excepto cuando la información suministrada por la empresa y/o solicitante tiene incidencia directa con los resultados.
- El informe debe ser usado dentro de las instalaciones de la empresa solicitante y sin una previa autorización por parte del Laboratorio de Investigación Mecánica para ensayos de inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato no puede ser reproducido.
- Los resultados obtenidos en el informe corresponden a los materiales seleccionados y remitidos por el solicitante, por lo tanto, la utilización y manejo de los materiales es exclusiva del solicitante.
- El presente informe es válido única y exclusivamente para los materiales ensayados y la aplicación declarada por el solicitante. Los resultados no pueden ser trasladados a lotes o a una serie de productos.
- El solicitante es responsable del uso indebido que pueda darse del presente documento y está sujeta a sanciones civiles y penales que se pudieran presentar.
- Se consideró la aplicación de los factores de corrección de los certificados de calibración en las mediciones de los diferentes equipos utilizados por el laboratorio.



## LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN PARA ENSAYOS DE FLAMABILIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

### INFORME DEL ENSAYO DE FLAMABILIDAD SEGÚN NTE INEN-ISO 11925-2

GYPSUM 15mm	
Fecha de recepción	20/11/2023
Número de probetas	6
Dimensiones	250mm x 90 mm
Color anverso	Crema claro
Color reverso	Café claro
Superficie adversa	Lisa
Superficie reversa	Lisa

**CÓDIGO: LIM-UTA-2023-11925-2-INT-0002.1**

**15 de enero de 2024**

**AMBATO – ECUADOR**

## 1. ANTECEDENTES:


Con fecha 20 de noviembre de 2023, el Sr. STALIN PATRICIO TORRES MORALES, en calidad de ESTUDIANTE de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, domiciliada en TUNGURAHUA / PELILEO / LA MATRIZ / AVENIDA ELOY ALFARO Y QUIS QUIS y con número de ruc/cédula: 1850135839, solicita al Laboratorio de Investigación Mecánica para ensayos de inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato, con datos claramente identificados, realizar la prueba de inflamabilidad según la norma NTE INEN-11925-2, de la muestra GYPSUM 15mm la cual es utilizada en el revestimiento de paredes y tumbados.

## 2. PROCESO GENERAL

Según lo indica el método, la prueba de inflamabilidad se realizó sobre sus respectivas submuestras, las cuales se prepararon y manipularon de acuerdo con el proceso de acondicionamiento detallado en la Norma NTE INEN-ISO 11925-2.

Las pruebas se efectuaron dentro de la cámara de inflamabilidad, en cuyo interior las muestras se colocaron de manera vertical en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión. Además, para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas metano. Por último, se efectuaron los ensayos con las muestras solicitadas y los resultados que se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo fueron registrados y tabulados.

## 3. DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

3.1. DATOS PRELIMINARES	
Nombre del material:	GYPSUM 15mm
Muestreo:	Materiales seleccionados y remitidos por el solicitante
Tipo de material:	Compuesto
Origen del material:	Elaborado internacionalmente
Uso del material:	Interiores
Dimensiones de la muestra:	250 mm X 90 mm
Responsable del corte de las muestras:	Solicitante
Tipo de entrega de las muestras:	6 muestras
Fotografía:	



#### 4. PARÁMETROS DEL ENSAYO Y RESULTADOS

Código:	GP15	Fecha:	15/12/2023
---------	------	--------	------------

##### 4.1. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Nombre / razón social:	Stalin Patricio Torres Morales
RUC:	1850135839
Dirección	Av. Eloy Alfaro y Quis Quis
Teléfono:	0979308800
Correo electrónico:	storres5839@uta.edu.ec

##### 4.2. INFORMACIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

Tipo de material:	Productos (Marque con una X)			
	Planos	<input checked="" type="checkbox"/>	No planos	<input type="checkbox"/>
Espeor del material:	15 mm			
Características del material:	Simétrico	<input type="checkbox"/>	Superficies diferentes	<input checked="" type="checkbox"/>
Identificación del producto:	Placa de yeso			
Preparación de la muestra:	Corte con sierra manual a las dimensiones según lo especificado en ISO 11925-2:2010			
Nº de muestras:	(3 en sentido longitudinal y 3 en sentido transversal) un grupo para cada caso, según la característica del material			
Dimensiones:	250 x 90 mm			
Color en el anverso:	Crema claro	Color en el reverso:	Café claro	
Superficie en el anverso:	Cartón	Superficie en el reverso:	Cartón	
Nombre del fabricante:	Knauf			
Dirección del fabricante:	Colombia			

Fotografías de los ítems de ensayo:



#### 4.3. ACONDICIONAMIENTO DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

Código del ítem:	Peso inicial (g):	Peso ac. 24h (g):	Peso ac. 72h (g):	Dif. 0.1g	Cumple acondicionamiento	Fecha de ingreso:	Fecha de salida:
GP15.1	240.85	240.94	240.92	0.02	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP15.2	239.17	239.27	239.24	0.03	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP15.3	237.09	237.20	237.17	0.03	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP15.4	228.42	228.48	228.46	0.02	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP15.5	231.44	231.49	231.48	0.01	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP15.6	231.13	231.15	231.12	0.03	Si	21/11/2023	23/11/2023
Humedad relativa:		49.20 %					
Temperatura:		22.1 °C					
Tiempo de acondicionamiento:		72 Horas					

#### 4.4. CONDICIONES DEL ENSAYO

Fecha del ensayo:	23/11/2023	Método de fijación:	Porta probetas para materiales planos
Cámara de inflamabilidad:	ISO 11925-2: 2010		
Tiempo de aplicación de la llama:	30 segundos		
Velocidad de campana extractora:	0,16 m/s		
Humedad relativa:	49,20%	Temperatura:	22,1 °C
Velocidad del aire:	0,16 m/s		
Tiempo de ignición:	30 segundos		
Punto de aplicación para la ignición:	Superficie	X	Borde inferior
			Borde vertical

#### 4.5. RESULTADOS DEL ENSAYO

Probeta 1 - Transversal - GP15.1		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Si / No	No
La llama alcanza 150 mm	Si / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Si / No	No

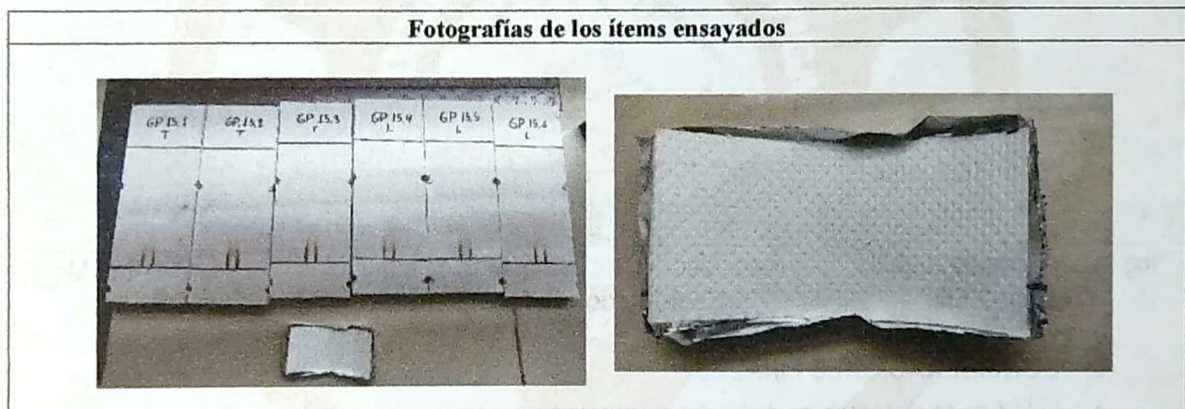
Probeta 2 - Transversal - GP15.2		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Si / No	No
La llama alcanza 150 mm	Si / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Si / No	No

Probeta 3 - Transversal - GP15.3		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Si / No	No
La llama alcanza 150 mm	Si / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Si / No	No

Probeta 4 - Longitudinal - GP15.4		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Si / No	No
La llama alcanza 150 mm	Si / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Si / No	No

Probeta 5 - Longitudinal - GP15.5		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Si / No	No
La llama alcanza 150 mm	Si / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Si / No	No

Probeta 6 - Longitudinal - GP15.6		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Si / No	No
La llama alcanza 150 mm	Si / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Si / No	No



<b>Observaciones adicionales:</b> No se visualiza la presencia de partículas inflamables ni material carbonizado en el papel filtro.
<b>Conclusiones:</b> Los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos permitidos por la ISO 11925-2: 2010

**Declaración:**

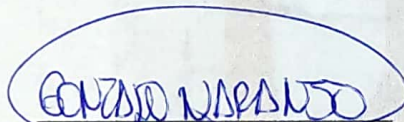
"Los resultados del ensayo corresponden al comportamiento de muestras de ensayo de un producto bajo unas condiciones de ensayo particulares; no pretenden constituir el único criterio de valoración del riesgo de incendio potencial del producto en servicio"

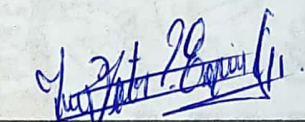
## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo con el material ensayado: GYPSUM 15mm el parámetro de propagación vertical de la llama (Fs) según la norma UNE-EN 13501-1:2007+A1 es:

Número de Muestra	Parámetro de propagación vertical Fs (Distancia en mm)
Probeta 1 - GP15.1	54
Probeta 2 - GP15.2	55
Probeta 3 - GP15.3	47
Probeta 4 - GP15.4	56
Probeta 5 - GP15.5	51
Probeta 6 - GP15.6	49

- Según estos resultados obtenidos se puede determinar que el material es capaz de resistir el ataque de una pequeña llama sin producir una propagación sustancial.
- Luego de la aplicación de 30 segundos que es el mayor tiempo de aplicación de llama que establece la norma ISO 11925-2: 2010, se determina que es el material ensayado es auto extinguido.

  
Ing. Mec. Gonzalo Naranjo  
Técnico - LIM

  
Ing. Mec. Víctor Espín, Mg.  
Coordinador - LIM

  
Ing. Mec. Christian Castro, Mg.  
Director - LIM



## 6. CONSIDERACIONES FINALES

- El LIM no se responsabiliza de los datos erróneos ingresados o proporcionados por la empresa y/o solicitantes utilizados en la elaboración del presente informe.
- Toda la información presentada en el informe es responsabilidad del LIM, excepto cuando la información suministrada por la empresa y/o solicitante tiene incidencia directa con los resultados.
- El informe debe ser usado dentro de las instalaciones de la empresa solicitante y sin una previa autorización por parte del Laboratorio de Investigación Mecánica para ensayos de inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato no puede ser reproducido.
- Los resultados obtenidos en el informe corresponden a los materiales seleccionados y remitidos por el solicitante, por lo tanto, la utilización y manejo de los materiales es exclusiva del solicitante.
- El presente informe es válido única y exclusivamente para los materiales ensayados y la aplicación declarada por el solicitante. Los resultados no pueden ser trasladados a lotes o a una serie de productos.
- El solicitante es responsable del uso indebido que pueda darse del presente documento y está sujeta a sanciones civiles y penales que se pudieran presentar.
- Se consideró la aplicación de los factores de corrección de los certificados de calibración en las mediciones de los diferentes equipos utilizados por el laboratorio.



**LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN PARA ENSAYOS DE  
FLAMABILIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
AMBATO**

**INFORME DEL ENSAYO DE FLAMABILIDAD  
SEGÚN NTE INEN-ISO 11925-2**

GYPSUM 12mm	
Fecha de recepción	20/11/2023
Número de probetas	6
Dimensiones	250mm x 90 mm
Color anverso	Crema claro
Color reverso	Café claro
Superficie adversa	Lisa
Superficie reversa	Lisa

**CÓDIGO: LIM-UTA-2023-11925-2-INT-0002.2**

**15 de enero de 2024**

**AMBATO – ECUADOR**

## 1. ANTECEDENTES:

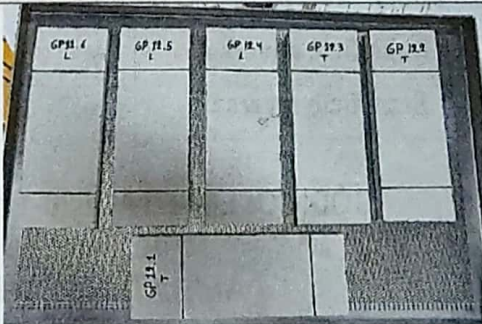
Con fecha 20 de noviembre de 2023, el Sr. STALIN PATRICIO TORRES MORALES, en calidad de ESTUDIANTE de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, domiciliada en TUNGURAHUA / PELILEO / LA MATRIZ / AVENIDA ELOY ALFARO Y QUIS QUIS y con número de ruc/cédula: 1850135839, solicita al Laboratorio de Investigación Mecánica para ensayos de inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato, con datos claramente identificados, realizar la prueba de inflamabilidad según la norma NTE INEN-11925-2, de la muestra GYPSUM 12mm la cual es utilizada en el revestimiento de paredes y tumbados.

## 2. PROCESO GENERAL

Según lo indica el método, la prueba de inflamabilidad se realizó sobre sus respectivas submuestras, las cuales se prepararon y manipularon de acuerdo con el proceso de acondicionamiento detallado en la Norma NTE INEN-ISO 11925-2.

Las pruebas se efectuaron dentro de la cámara de inflamabilidad, en cuyo interior las muestras se colocaron de manera vertical en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión. Además, para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas metano. Por último, se efectuaron los ensayos con las muestras solicitadas y los resultados que se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo fueron registrados y tabulados.

## 3. DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

3.1. DATOS PRELIMINARES	
Nombre del material:	GYPSUM 12mm
Muestreo:	Materiales seleccionados y remitidos por el solicitante
Tipo de material:	Compuesto
Origen del material:	Elaborado internacionalmente
Uso del material:	Interiores
Dimensiones de la muestra:	250 mm X 90 mm
Responsable del corte de las muestras:	Solicitante
Tipo de entrega de las muestras:	6 muestras
Fotografía:	

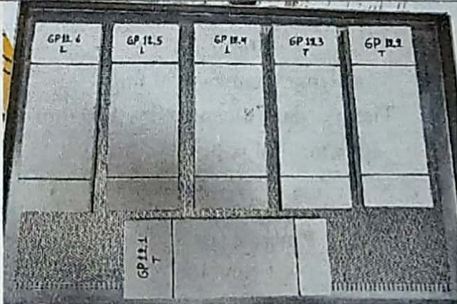
#### 4. PARÁMETROS DEL ENSAYO Y RESULTADOS

Código:	GP12	Fecha:	15/12/2023
---------	------	--------	------------

##### 4.1. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Nombre / razón social:	Stalin Patricio Torres Morales
RUC:	1850135839
Dirección	Av. Eloy Alfaro y Quis Quis
Teléfono:	0979308800
Correo electrónico:	storres5839@uta.edu.ec

##### 4.2. INFORMACIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

Tipo de material:	Productos (Marque con una X)				
	Planos	<input checked="" type="checkbox"/>	No planos	<input type="checkbox"/>	Sustratos
Espesor del material:	12 mm				
Características del material:	Simétrico	<input type="checkbox"/>	Superficies diferentes	<input checked="" type="checkbox"/>	Diferente tipo de instalación
Identificación del producto:	Placa de yeso				
Preparación de la muestra:	Corte con sierra manual a las dimensiones según lo especificado en ISO 11925-2:2010				
Nº de muestras:	(3 en sentido longitudinal y 3 en sentido transversal) un grupo para cada caso, según la característica del material				
Dimensiones:	250 x 90 mm				
Color en el anverso:	Crema claro	Color en el reverso:		Café claro	
Superficie en el anverso:	Cartón	Superficie en el reverso:		Cartón	
Nombre del fabricante:	Knauf				
Dirección del fabricante:	Colombia				
Fotografías de los ítems de ensayo:					

#### 4.3. ACONDICIONAMIENTO DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

Código del ítem:	Peso inicial (g):	Peso ac. 24h (g):	Peso ac. 72h (g):	Dif. 0.1g	Cumple acondicionamiento	Fecha de ingreso:	Fecha de salida:
GP12.1	137.27	137.26	137.30	0.04	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP12.2	133.79	133.85	133.90	0.05	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP12.3	142.22	142.29	142.34	0.05	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP12.4	135.99	136.04	136.02	0.02	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP12.5	133.76	133.79	133.76	0.03	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP12.6	136.86	136.90	136.87	0.03	Si	21/11/2023	23/11/2023
<b>Humedad relativa:</b>	<b>49.20 %</b>						
<b>Temperatura:</b>	<b>22.1 °C</b>						
<b>Tiempo de acondicionamiento:</b>	<b>72 Horas</b>						

#### 4.4. CONDICIONES DEL ENSAYO

<b>Fecha del ensayo:</b>	23/11/2023	<b>Método de fijación:</b>	Porta probetas para materiales planos				
<b>Cámara de inflamabilidad:</b>	ISO 11925-2: 2010						
<b>Tiempo de aplicación de la llama:</b>	30 segundos						
<b>Velocidad de campana extractora:</b>	0,16 m/s						
<b>Humedad relativa:</b>	49,20%	<b>Temperatura:</b>	22,1 °C				
<b>Velocidad del aire:</b>	0,16 m/s						
<b>Tiempo de ignición:</b>	30 segundos						
<b>Punto de aplicación para la ignición:</b>	Superficie	X	Borde inferior			Borde vertical	

#### 4.5. RESULTADOS DEL ENSAYO

Probeta 1 - Transversal - GP12.1		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Si / No	No
La llama alcanza 150 mm	Si / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Si / No	No

Probeta 2 - Transversal - GP12.2		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Si / No	No
La llama alcanza 150 mm	Si / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Si / No	No

Probeta 3 - Transversal - GP12.3		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Si / No	No
La llama alcanza 150 mm	Si / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Si / No	No

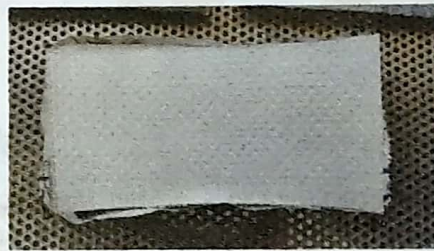
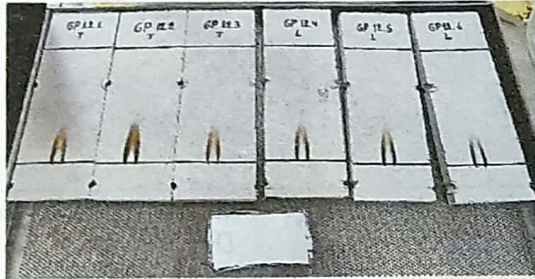


Probeta 4 - Longitudinal - GP12.4		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 5 - Longitudinal - GP12.5		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 6 - Longitudinal - GP12.6		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

#### Fotografías de los ítems ensayados



#### Observaciones adicionales:

No se visualiza la presencia de partículas inflamables ni material carbonizado en el papel filtro.

#### Conclusiones:

Los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos permitidos por la ISO 11925-2: 2010

#### Declaración:

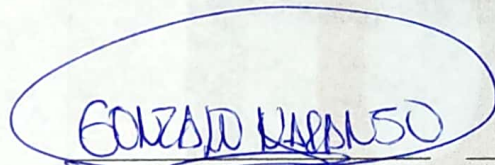
"Los resultados del ensayo corresponden al comportamiento de muestras de ensayo de un producto bajo unas condiciones de ensayo particulares; no pretenden constituir el único criterio de valoración del riesgo de incendio potencial del producto en servicio"

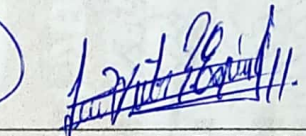
## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo con el material ensayado: **GYP SUM 12mm** el parámetro de propagación vertical de la llama (Fs) según la norma UNE-EN 13501-1:2007+A1 es:

Número de Muestra	Parámetro de propagación vertical Fs (Distancia en mm)
Probeta 1 - GP12.1	54
Probeta 2 - GP12.2	58
Probeta 3 - GP12.3	51
Probeta 4 - GP12.4	52
Probeta 5 - GP12.5	54
Probeta 6 - GP12.6	49

- Según estos resultados obtenidos se puede determinar que el material es capaz de resistir el ataque de una pequeña llama sin producir una propagación sustancial.
- Luego de la aplicación de 30 segundos que es el mayor tiempo de aplicación de llama que establece la norma ISO 11925-2: 2010, se determina que es el material ensayado es auto extinguido.

  
Ing. Mec. Gonzalo Naranjo  
**Técnico - LIM**

  
Ing. Mec. Víctor Espín, Mg.  
**Coordinador - LIM**

  
Ing. Mec. Christian Castro, Mg.  
**Director - LIM**



## 6. CONSIDERACIONES FINALES

- El LIM no se responsabiliza de los datos erróneos ingresados o proporcionados por la empresa y/o solicitantes utilizados en la elaboración del presente informe.
- Toda la información presentada en el informe es responsabilidad del LIM, excepto cuando la información suministrada por la empresa y/o solicitante tiene incidencia directa con los resultados.
- El informe debe ser usado dentro de las instalaciones de la empresa solicitante y sin una previa autorización por parte del Laboratorio de Investigación Mecánica para ensayos de inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato no puede ser reproducido.
- Los resultados obtenidos en el informe corresponden a los materiales seleccionados y remitidos por el solicitante, por lo tanto, la utilización y manejo de los materiales es exclusiva del solicitante.
- El presente informe es válido única y exclusivamente para los materiales ensayados y la aplicación declarada por el solicitante. Los resultados no pueden ser trasladados a lotes o a una serie de productos.
- El solicitante es responsable del uso indebido que pueda darse del presente documento y está sujeta a sanciones civiles y penales que se pudieran presentar.
- Se consideró la aplicación de los factores de corrección de los certificados de calibración en las mediciones de los diferentes equipos utilizados por el laboratorio.



**LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN PARA ENSAYOS DE  
FLAMABILIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE  
AMBATO**

**INFORME DEL ENSAYO DE FLAMABILIDAD  
SEGÚN NTE INEN-ISO 11925-2**

Cielo Razo 7 mm	
Fecha de recepción	20/11/2023
Número de probetas	6
Dimensiones	250mm x 90 mm
Color anverso	Blanco
Color reverso	Plateado
Superficie adversa	Lisa
Superficie reversa	Lisa

**CÓDIGO: LIM-UTA-2023-11925-2-INT-0003**

**15 de enero de 2024**

**AMBATO – ECUADOR**

## 1. ANTECEDENTES:

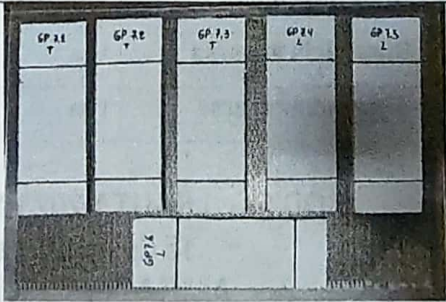
Con fecha 20 de noviembre de 2023, el Sr. STALIN PATRICIO TORRES MORALES, en calidad de ESTUDIANTE de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, domiciliada en TUNGURAHUA / PELILEO / LA MATRIZ / AVENIDA ELOY ALFARO Y QUIS QUIS y con número de ruc/cédula: 1850135839, solicita al Laboratorio de Investigación Mecánica para ensayos de inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato, con datos claramente identificados, realizar la prueba de inflamabilidad según la norma NTE INEN-11925-2, de la muestra **Cielo Razo 7mm** la cual es utilizada en el revestimiento de tumbados.

## 2. PROCESO GENERAL

Según lo indica el método, la prueba de inflamabilidad se realizó sobre sus respectivas submuestras, las cuales se prepararon y manipularon de acuerdo con el proceso de acondicionamiento detallado en la Norma NTE INEN-ISO 11925-2.

Las pruebas se efectuaron dentro de la cámara de inflamabilidad, en cuyo interior las muestras se colocaron de manera vertical en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión. Además, para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas metano. Por último, se efectuaron los ensayos con las muestras solicitadas y los resultados que se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo fueron registrados y tabulados.

## 3. DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

3.1. DATOS PRELIMINARES	
Nombre del material:	Cielo Razo 7mm
Muestreo:	Materiales seleccionados y remitidos por el solicitante
Tipo de material:	Compuesto
Origen del material:	Elaborado nacionalmente
Uso del material:	Interiores
Dimensiones de la muestra:	250 mm X 90 mm
Responsable del corte de las muestras:	Solicitante
Tipo de entrega de las muestras:	6 muestras
Fotografía:	

#### 4. PARÁMETROS DEL ENSAYO Y RESULTADOS

Código:	GP7	Fecha:	15/12/2023
---------	-----	--------	------------

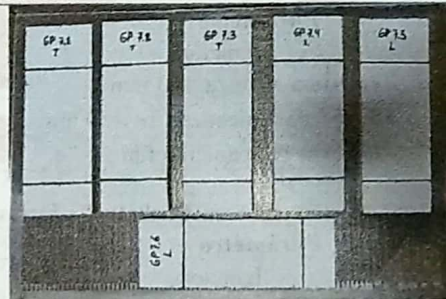
##### 4.1. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Nombre / razón social:	Stalin Patricio Torres Morales
RUC:	1850135839
Dirección:	Av. Eloy Alfaro y Quis Quis
Teléfono:	0979308800
Correo electrónico:	storres5839@uta.edu.ec

##### 4.2. INFORMACIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO

Tipo de material:	Productos (Marque con una X)				
	Planos	X	No planos	Sustratos	
Espesor del material:	7 mm				
Características del material:	Simétrico		Superficies diferentes	X	Diferente tipo de instalación
Identificación del producto:	Placa de yeso				
Preparación de la muestra:	Corte con sierra manual a las dimensiones según lo especificado en ISO 11925-2:2010				
Nº de muestras:	(3 en sentido longitudinal y 3 en sentido transversal) un grupo para cada caso, según la característica del material				
Dimensiones:	250 x 90 mm				
Color en el anverso:	Blanco		Color en el reverso:	Plateado	
Superficie en el anverso:	Vinil PVC		Superficie en el reverso:	Aluminio	
Nombre del fabricante:	Provind				
Dirección del fabricante:	Guayaquil-Ecuador				

Fotografías de los ítems de ensayo:



#### 4.3. ACONDICIONAMIENTO DE LOS ÍTEMES DE ENSAYO

Código del ítem:	Peso inicial (g):	Peso ac. 24h (g):	Peso ac. 72h (g):	Dif. 0.1g	Cumple acondicionamiento	Fecha de ingreso:	Fecha de salida:
GP7.1	118.08	118.09	118.06	0.03	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP7.2	115.30	115.31	115.28	0.03	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP7.3	116.54	116.56	116.50	0.06	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP7.4	117.03	117.05	117.02	0.03	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP7.5	115.11	115.13	115.09	0.04	Si	21/11/2023	23/11/2023
GP7.6	113.57	113.59	113.55	0.04	Si	21/11/2023	23/11/2023
<b>Humedad relativa:</b>	<b>49.20 %</b>						
<b>Temperatura:</b>	<b>22.1 °C</b>						
<b>Tiempo de acondicionamiento:</b>	<b>72 Horas</b>						

#### 4.4. CONDICIONES DEL ENSAYO

<b>Fecha del ensayo:</b>	23/11/2023	<b>Método de fijación:</b>	Porta probetas para materiales planos				
<b>Cámara de inflamabilidad:</b>	ISO 11925-2: 2010						
<b>Tiempo de aplicación de la llama:</b>	30 segundos						
<b>Velocidad de campana extractora:</b>	0,16 m/s						
<b>Humedad relativa:</b>	49,20%	<b>Temperatura:</b>	22,1 °C				
<b>Velocidad del aire:</b>	0,16 m/s						
<b>Tiempo de ignición:</b>	30 segundos						
<b>Punto de aplicación para la ignición:</b>	Superficie	<b>X</b>	Borde inferior			Borde vertical	

#### 4.5. RESULTADOS DEL ENSAYO

Probeta 1 - Transversal - GP7.1		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 2 - Transversal - GP7.2		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

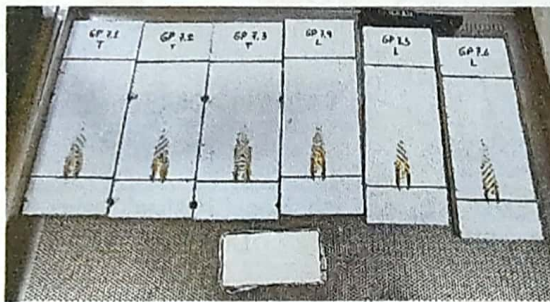
Probeta 3 - Transversal - GP7.3		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 4 - Longitudinal - GP7.4		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 5 - Longitudinal - GP7.5		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

Probeta 6 - Longitudinal - GP7.6		
Parámetro	Tipo	Registro
Ignición	Sí / No	No
La llama alcanza 150 mm	Sí / No	No
Tiempo para alcanzar los 150 mm	Tiempo (seg)	-
Ignición del papel de filtro	Sí / No	No

#### Fotografías de los ítems ensayados



#### Observaciones adicionales:

No se visualiza la presencia de partículas inflamables ni material carbonizado en el papel filtro.

#### Conclusiones:

Los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos permitidos por la ISO 11925-2: 2010

#### Declaración:

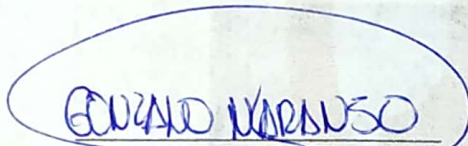
“Los resultados del ensayo corresponden al comportamiento de muestras de ensayo de un producto bajo unas condiciones de ensayo particulares; no pretenden constituir el único criterio de valoración del riesgo de incendio potencial del producto en servicio”

## 5. CONCLUSIONES

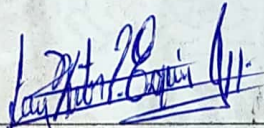
De acuerdo con el material ensayado: **Cielo Razo 7mm** el parámetro de propagación vertical de la llama (Fs) según la norma UNE-EN 13501-1:2007+A1 es:

Número de Muestra	Parámetro de propagación vertical Fs (Distancia en mm)
Probeta 1 - GP7.1	67
Probeta 1 - GP7.2	70
Probeta 1 - GP7.3	74
Probeta 1 - GP7.4	79
Probeta 1 - GP7.5	70
Probeta 1 - GP7.6	75

- Según estos resultados obtenidos se puede determinar que el material es capaz de resistir el ataque de una pequeña llama sin producir una propagación sustancial.
- Luego de la aplicación de 30 segundos que es el mayor tiempo de aplicación de llama que establece la norma ISO 11925-2: 2010, se determina que es el material ensayado es auto extinguiible.



Ing. Mec. ~~Gonzalo Naranjo~~  
**Técnico - LIM**



Ing. Mec. Victor Espin, Mg.  
**Coordinador - LIM**



Ing. Mec. Christian Castro, Mg.  
**Director - LIM**



## 6. CONSIDERACIONES FINALES

- El LIM no se responsabiliza de los datos erróneos ingresados o proporcionados por la empresa y/o solicitantes utilizados en la elaboración del presente informe.
- Toda la información presentada en el informe es responsabilidad del LIM, excepto cuando la información suministrada por la empresa y/o solicitante tiene incidencia directa con los resultados.
- El informe debe ser usado dentro de las instalaciones de la empresa solicitante y sin una previa autorización por parte del Laboratorio de Investigación Mecánica para ensayos de inflamabilidad de la Universidad Técnica de Ambato no puede ser reproducido.
- Los resultados obtenidos en el informe corresponden a los materiales seleccionados y remitidos por el solicitante, por lo tanto, la utilización y manejo de los materiales es exclusiva del solicitante.
- El presente informe es válido única y exclusivamente para los materiales ensayados y la aplicación declarada por el solicitante. Los resultados no pueden ser trasladados a lotes o a una serie de productos.
- El solicitante es responsable del uso indebido que pueda darse del presente documento y está sujeta a sanciones civiles y penales que se pudieran presentar.
- Se consideró la aplicación de los factores de corrección de los certificados de calibración en las mediciones de los diferentes equipos utilizados por el laboratorio.