



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

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

**TEMA:**

---

“ESTUDIO DE LOS ÍNDICES DE INFLAMABILIDAD EN MATERIALES INTERIORES ISOTRÓPICOS, UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VEHÍCULOS PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS, PARA EL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM - UTA”

---

**AUTOR:** Joel Ediberto Villacrés Martínez

**TUTOR:** Ing. Christian Byron Castro Miniguano Mg.

**AMBATO - ECUADOR**

**Marzo - 2023**

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del presente Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“ESTUDIO DE LOS ÍNDICES DE INFLAMABILIDAD EN MATERIALES INTERIORES ISOTRÓPICOS, UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VEHÍCULOS PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS, PARA EL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM - UTA”** elaborado por el señor Joel Ediberto Villacrés Martínez, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 180472819-2, estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica, 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, marzo 2023



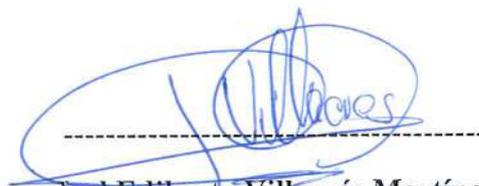
-----  
**Ing. Christian Byron Castro Miniguano Mg.**

**TUTOR**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Joel Ediberto Villacrés Martínez**, con C.I. 1804728192, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental y su contenido en sus totalidad bajo el tema: **“ESTUDIO DE LOS ÍNDICES DE INFLAMABILIDAD EN MATERIALES INTERIORES ISOTRÓPICOS, UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VEHÍCULOS PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS, PARA EL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM - UTA”**, así como también los resultados de los ensayos, gráficas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del trabajo, a excepción de la referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, marzo 2023



**Joel Ediberto Villacrés Martínez**

**C.I. 1804728192**

**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 ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, marzo 2023



**Joel Ediberto Villacrés Martínez**

**C.I. 1804728192**

**Autor**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Joel Ediberto Villacrés Martínez de la Carrera de Ingeniería Mecánica bajo el tema: **“ESTUDIO DE LOS ÍNDICES DE INFLAMABILIDAD EN MATERIALES INTERIORES ISOTRÓPICOS, UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VEHÍCULOS PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS, PARA EL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN MECÁNICA LIM - UTA”**

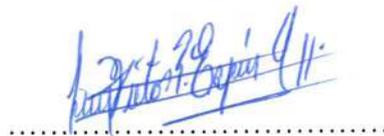
Ambato, marzo 2023

Para constancia firman:



Ing. Alejandra Marlene Lascano Moreta Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Víctor Rodrigo Espín Guerrero Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo de titulación, en primer lugar a Dios por haberme otorgado la sabiduría e inteligencia para poder conseguir este logro y terminar esta gran etapa de mi vida y a mis padres Cesar Villacrés y Maricela Martínez por ser el pilar fundamental y los grandes artífices de esto ya que siempre han sido un ejemplo e inspiración para salir adelante mediante sus consejos y enseñanzas, además a todas las personas que me han apoyado de una u otra manera para que pueda culminar mi carrera universitaria.*

*Joel E. Villacrés M.*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco en primer lugar a Dios por haberme otorgado la sabiduría y fortaleza suficiente para poder alcanzar este objetivo.*

*Agradezco a mis padres que se han sacrificado y esforzado para que pueda culminar este gran logro brindándome su apoyo incondicional, además siendo mi fortaleza y el pilar fundamental para haber logrado culminar mi etapa de mi vida universitaria.*

*De la misma manera agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, y de manera especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y a todos los docentes que día a día inculcaron valores éticos, además de compartir sus conocimientos para formar un excelente profesional, pero sobre todo un buen ser humano.*

*De manera especial quiero agradecer al Ing. Mg. Christian Castro por su apoyo y todos sus conocimientos compartidos a lo largo de este proyecto brindando su asesoría y ayuda para culminar con el mismo.*

*Finalmente, mis sinceros agradecimientos a mi familia en general y a todas las personas que a lo largo de mi carrera universitaria supieron brindarme su apoyo en los momentos difíciles y así ser una parte muy importante de este gran logro que significa culminar mi carrera.*

*Joel E. Villacrés M.*

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL .....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE TABLAS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	1
1. TEMA:.....	1
1.1. Antecedentes investigativos .....	1
1.2. Fundamentación teórica.....	2
1.2.1. Ciencia del fuego .....	2
1.2.2. Materiales interiores en vehículos de transporte de pasajeros .....	6
1.2.3. Normativas aplicadas al cálculo del índice de inflamabilidad.....	8
1.2.4. Tipos de ensayos para la determinación del índice de inflamabilidad de materiales .....	10
1.2.5. Procedimiento .....	14
1.3. Objetivos .....	15
1.3.1. General .....	15
1.3.2. Específicos .....	15
1.4. Justificación.....	16

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....	17
2.1. Diagrama de flujo .....	17
2.2. Materiales .....	18
2.3. Métodos .....	20
2.3.1. Enfoque .....	20
2.3.2. Modalidad básica de la investigación .....	20
2.3.3. Nivel o tipo de investigación .....	20
2.3.4. Población y muestra .....	21
2.3.5. Hipótesis.....	21
2.3.6. Operacionalización de variables .....	22
2.4. Recolección de información preliminar .....	24
2.4.1. Características de los materiales de muestra.....	24
2.4.2. Material compuesto fibra de vidrio con matriz resina sintapol 8360.....	24
2.4.3. Material compuesto fibra de vidrio con matriz resina polylite 33200-01 .....	28
2.4.4. Poliestireno expandido (espumaflex).....	30
2.4.5. Espuma flexible de asiento .....	30
2.4.6. Copolímero de polipropileno (Plástico de asientos) .....	32
2.4.7. Pranna poliéster (corosil) .....	33
2.5. Procedimiento general del ensayo de inflamabilidad.....	35
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
3.1. Recolección de datos .....	38
3.1.1. Fichas de reporte de las pruebas de inflamabilidad .....	38
3.2. Análisis y discusión de los resultados .....	43
3.3. Discusión .....	45
3.4. Validación de la hipótesis.....	46
3.4.1. Cálculo de Chi-cuadrado $x^2$ .....	46
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51

4.1. Conclusiones .....	51
4.2. Recomendaciones.....	51
Bibliografía.....	53
Anexos .....	56
Anexos A.1: Material compuesto (Fibra de vidrio y resina) .....	56
Anexos A.2: Corosil Pranna .....	60
Anexos A.3: Poliestireno Expandido.....	64
Anexos A.4: Esponja Flexible de Asientos.....	68
Anexos A.5: Copolímero de polipropileno (Plástico de Asientos).....	72

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Tetraedro del fuego. ....	3
<b>Figura 2:</b> Tipos de transferencia de calor .....	4
<b>Figura 3:</b> Esquema de un material isotrópico .....	6
<b>Figura 4:</b> Ejemplo de una cámara de combustión con porta muestras .....	11
<b>Figura 5:</b> Dimensiones de la cama de combustión en milímetros .....	12
<b>Figura 6:</b> Cámara de inflamabilidad vertical .....	13
<b>Figura 7:</b> Especificaciones de construcción de una cámara de combustión vertical. ....	13
<b>Figura 8:</b> Organigrama de procesos del trabajo .....	17
<b>Figura 8:</b> Pranna Poliéster.....	33
<b>Figura 9:</b> Medida de muestra de materiales para el ensayo de inflamabilidad.....	35
<b>Figura 10:</b> Especificación de las perforaciones en muestras .....	35

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Temperaturas máximas de llama para Gas natural y GLP .....	5
<b>Tabla 2:</b> Tipos de Material y sus usos. Autor .....	7
<b>Tabla 3:</b> Material utilizado para asientos. Autor.....	8
<b>Tabla 4:</b> Lista de materiales, equipos y herramientas .....	18
<b>Tabla 5:</b> Operacionalización de variable independiente .....	22
<b>Tabla 6:</b> Operacionalización de variable dependiente .....	23
<b>Tabla 7:</b> Características de la Resina SINTAPOL 8360.....	24
<b>Tabla 8:</b> Propiedades de la resina SINTAPOL 8360 .....	25
<b>Tabla 9:</b> Características del POLICOAT ORTOFTÁLICO .....	26
<b>Tabla 10:</b> Propiedades del POLICOAT ORTOFTÁLICO .....	27
<b>Tabla 11:</b> Datos técnicos de la fibra de vidrio .....	28
<b>Tabla 12:</b> Propiedades de la resina POLYLITE 33200-01 .....	29
<b>Tabla 13:</b> Datos técnicos del poliestireno .....	30
<b>Tabla 14:</b> Componentes habituales de la espuma flexible .....	31
<b>Tabla 15:</b> Datos técnicos de la espuma flexible para asientos.....	32
<b>Tabla 16:</b> Datos técnicos del plástico de asiento .....	33
<b>Tabla 17:</b> Datos técnicos de la Pranna.....	34
<b>Tabla 18:</b> Listado de materiales .....	36
<b>Tabla 19:</b> Datos de inflamabilidad del material Corosil Pranna.....	38
<b>Tabla 20:</b> Datos de inflamabilidad del material Poliestireno Expandido .....	39
<b>Tabla 21:</b> Datos de inflamabilidad del material Esponja Flexible de Asientos .....	40
<b>Tabla 22:</b> Datos de inflamabilidad del material plástico de Asientos.....	41

## RESUMEN

Es importante acotar que, debido a la alta demanda de construcción de vehículos para el transporte de personas cada vez son más los estándares internacionales a ser cumplidos con el propósito salvaguardar la integridad física de los ocupantes incrementando el nivel de seguridad ante un incendio. El presente trabajo de investigación determinó el comportamiento de los materiales isotrópicos utilizados en la construcción de vehículos para el transporte de pasajeros, sometidos a pruebas de inflamabilidad según en la Norma ISO 3795. El origen del presente trabajo posee un modelo bibliográfico-experimental cuya muestra resulta de una serie de probetas con distintos materiales (corosil pranna, poliestireno expandido, esponja flexible de asiento y copolímero de polipropileno) para su testeo. Se inició con la conformación de las probetas según lo especificado en la Norma Iso 3795, para su posterior ingreso a una cámara de acondicionamiento a una temperatura de 22,4 grados centígrados y una humedad de 48.9 por ciento durante un periodo de 28 horas y luego se realizó el ensayo con una cámara de inflamabilidad horizontal. Los resultados muestran que los materiales anteriormente mencionados poseen las mismas características ante la prueba de inflamabilidad; sin importar la orientación de sus fibras. Por lo que se concluyó, que los materiales isotrópicos son considerados auto extingüibles.

**Palabras clave:** Norma ISO 3795, Materiales auto extingüibles, Índice de inflamabilidad, Materiales isotrópicos, Pranna poliester

## ABSTRACT

It is important to note that, due to the high demand for the construction of vehicles for the transportation of people, there are more and more international standards to be met in order to safeguard the physical integrity of the occupants by increasing the level of safety in the event of fire. This research work determined the behavior of isotropic materials used in the construction of vehicles for passenger transportation, subjected to flammability tests according to ISO 3795. The origin of this work has a bibliographic-experimental model whose sample is a series of test tubes with different materials (corosil pranna, expanded polystyrene, flexible seat sponge and polypropylene copolymer) for testing. The test specimens were first formed as specified in Iso Standard 3795 and then placed in a conditioning chamber at a temperature of 22.4 degrees Celsius and a humidity of 48.9 percent for a period of 28 hours, and then tested in a horizontal flammability chamber. The results show that the aforementioned materials have the same characteristics in the flammability test, regardless of the orientation of their fibers. Therefore, it was concluded that the isotropic materials are considered self-extinguishing.

**Key words:** ISO 3795 Standard, Self-extinguishing materials, Flammability index, Isotropic materials, Pranna polyester.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**

### **1. TEMA:**

“Estudio de los índices de inflamabilidad en materiales interiores isotrópicos, utilizados en la construcción de vehículos para el transporte de pasajeros, para el Laboratorio de Investigación Mecánica LIM - UTA”

#### **1.1. Antecedentes investigativos**

Debido a la alta demanda de construcción de vehículos para el transporte de personas, es importante la aplicación de estándares internacionales para regular o restringir el uso de materiales destinados a la fabricación de los mismos. El estándar internacional ISO 3795 permite evaluar el comportamiento de combustión frente a ciertos materiales de un espesor máximo de 13mm, que son empleados en distintos vehículos ya sea de carretera o de agricultura [1].

En el documento internacional FMVS 302 (Norma Federal de Seguridad para Vehículos a Motor N° 302) se especifican los requisitos para determinar los índices de inflamabilidad por medio del método de análisis de probetas para los materiales utilizados en el interior de vehículos de transporte de pasajeros [2].

Con relación a normativa ecuatoriana, la INEN 043-2010 (Requerimientos de Buses Interprovincial e intraprovincial) como se detalla en el numeral 4.2.12, el aislamiento y revestimiento interior de los vehículos deben ser de baja combustibilidad y tener un índice de llama máximo de 250 mm/min la cual permitirá retardar el fuego [3].

Según el proyecto de investigación realizado en los Estados Unidos, bajo el tema “Ensayos de inflamabilidad vertical a pequeña escala para tejidos.”, cuyo procedimiento consistió en realizar una serie de ensayos de pruebas de inflamabilidad para determinar el índice de llama para los tejidos auto extinguidos y del desarrollo de criterios de aceptación, donde se concluyó que la validez de los métodos utilizados para las pruebas de inflamabilidad vertical, deben ser evaluados para asegurarse que estos métodos son apropiados para todos los materiales existentes actualmente [4].

Del artículo científico de los ingenieros Carlos Oswaldo Serrano Aguilar y Marcelo Esteban Calispa Aguilar, Docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo bajo el tema “Índice de inflamabilidad de materiales utilizados en el revestimiento interno de vehículos de transporte de pasajeros.”, en el cual consistió en evaluar los materiales resistentes al fuego, utilizados para recubrir el interior de los vehículos de transporte de pasajeros, determinando si cumplen o no con los requisitos de la norma ISO 3795. Esta norma describe el procedimiento y el equipo necesario para medir el índice de inflamabilidad de cualquier tipo de material utilizado para recubrimientos [5].

En el proyecto técnico del Ing. Álvaro Fabricio Cabrera Valencia, de la Universidad Técnica de Ambato bajo el tema “Diseño y construcción de un banco de pruebas para ensayos de inflamabilidad vertical de materiales utilizados en el interior de las carrocerías.”, se realizó el estudio del comportamiento de materiales ante la combustión del fuego, donde se calculó el índice de inflamabilidad vertical de materiales del tipo textil que son utilizados en el interior de carrocerías, ya que es un requisito que deben cumplir las empresas que fabrican carrocerías [6]

## **1.2. Fundamentación teórica**

### **1.2.1. Ciencia del fuego**

Durante la combustión, un proceso químico basado en la oxidación, que se expresa visiblemente en forma de llamas, se libera a menudo una cantidad importante de energía. En toda combustión intervienen dos elementos: un combustible que arde y un producto de la combustión, generalmente oxígeno en forma de  $O_2$  gaseoso. Los combustibles más frecuentes son los compuestos orgánicos que contienen carbono e hidrógeno [1].

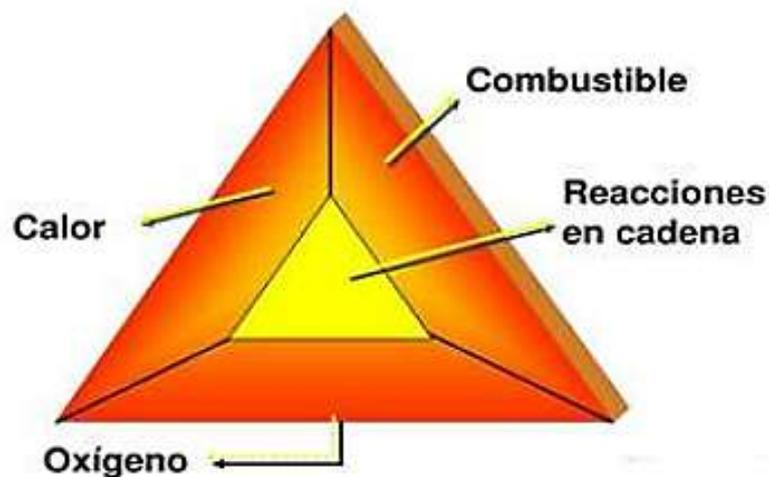
Existen varios tipos de reacciones de combustión en función de cómo se produzcan:

En función de la cantidad del constituyente:

**Combustión completa:** Se produce cuando los materiales combustibles reaccionan con el mayor nivel de oxidación. En este caso, ni los productos de la reacción ni los vapores incluirán materiales inflamables [1].

**Combustión incompleta:** Ocurre cuando no se alcanza el grado máximo de oxidación y hay materiales inflamables en los gases o humos de la reacción [1].

**El tetraedro del fuego.** La química autosuficiente puede utilizarse para describir la reacción de combustión. La estructura de cuatro caras conocida como tetraedro se ha utilizado tradicionalmente para representar estos cuatro elementos (figura 1). Controlando o eliminando una o varias caras del tetraedro se puede detener o apagar el fuego [7].



**Figura 1:** Tetraedro del fuego. [22]

**Combustible.** Cualquier material que pueda encender el fuego es un combustible. La mayoría de los combustibles son orgánicos y están formados por diversas proporciones de carbono, hidrógeno y oxígeno [7].

Ocasionalmente habrá nitrógeno. La madera, los polímeros, el alcohol, la gasolina y el gas natural son algunos ejemplos. Los combustibles inorgánicos carecen de carbono. Entre ellos se encuentran los metales inflamables como el sodio o el magnesio [7].

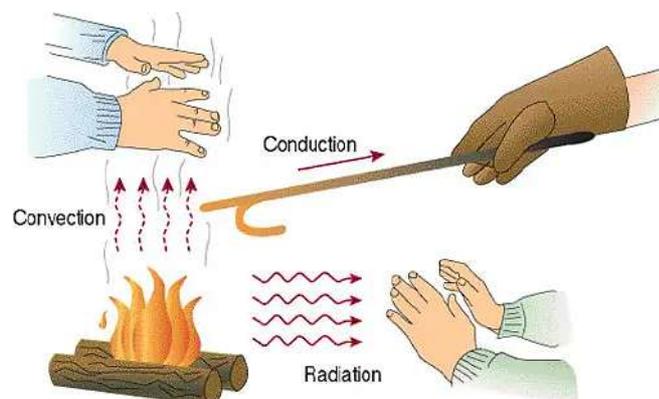
**Agente oxidante:** El oxígeno de la atmósfera terrestre es el agente oxidante o comburente en la mayoría de las llamas. Si se combinan combustibles y oxidantes químicos, los incendios pueden iniciarse incluso en ausencia de oxígeno de la atmósfera. Muchos oxidantes químicos tienen oxígeno fácilmente liberado en ellos.

Por ejemplo, los fertilizantes hechos de nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{O}_3$ ), nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) y peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) [7].

**Calor.** El lado del calor del tetraedro representa la energía térmica por encima del umbral mínimo necesario para encender los vapores inflamables [7].

**Transferencia de calor.** Un componente clave en las llamas que influye en la ignición, el crecimiento, la propagación, la disminución (reducción de la cantidad de energía emitida) y la extinción es la transferencia de calor. Muchos de los indicadores físicos que los investigadores utilizan para tratar de determinar el origen y la causa de un incendio se deben a la transferencia de calor [7]. Existen tres tipos de transferencia de calor (figura 2) los cuales se detallan a continuación:

- **Conducción:** Se produce la transferencia de energía de partículas con mayor nivel energético de una sustancia hacia otra de menor nivel energético, dando lugar a la interacción entre esas partículas. Está presente en sólidos, líquidos o gaseosos.
- **Convección:** Se produce la transferencia de energía entre una superficie sólida y un líquido o gas contiguo que se encuentra en movimiento, de manera que más rápido sea el movimiento del fluido, mayor será la transferencia de calor por convección.
- **Radiación:** La energía en forma de ondas electromagnéticas es emitida por la materia, por medio de los cambios de configuración electrónica de los átomos. En este tipo de transferencia de calor no es necesario de un medio interventor.



**Figura 2:** Tipos de transferencia de calor. [23]

## Poder calorífico

El poder calorífico es el calor que se libera una vez que se ha quemado completamente un tipo de combustible a medida que los productos de combustión se enfrían a temperatura ambiente en un tiempo determinado [8].

Tomando como ejemplo el poder calorífico del metano y del gas licuado de petróleo (GLP), se puede evidenciar que tienen valores similares en poder calorífico, de 52630.389 BTU/kg para el metano y 47375 BTU/kg para el GLP, de manera que en investigaciones se ha determinado el comportamiento de la temperatura máxima de llama como se indica (tabla 1) [8].

<b>Producto</b>	<b>Temperatura máxima de la llama en el aire °C</b>
Gas natural	1940
Gas licuado de petróleo	1990

**Tabla 1:** Temperaturas máximas de llama para Gas natural y GLP. [8]

### 1.2.1.1. Fuentes de ignición

Las fuentes de ignición tienen un papel fundamental en el proceso de incendio, de manera que así podemos determinar si alcanzan una menor o mayor magnitud de propagación, al momento de la combustión de algún material [6]. A continuación, se detallan tres tipos de fuentes de ignición:

- **Fuente de ignición Abierta:** Producto de una fuga de gas o de una mezcla de gases, la cual permanece siempre activa.
- **Fuentes de ignición ocultas:** Tipo de fuente que retrasa el inicio de la mezcla de los gases como por ejemplo el caso de un quemado de gas dentro de su hornilla.
- **Fuentes de ignición intermitentes:** Son del tipo esporádicos como por ejemplo un pulsador de timbre que puede dar inicio al fuego en presencia de una fuga de gas [6].

### 1.2.1.2. Materiales interiores isotrópicos

Se dice que cualquier material que mantiene las mismas características físicas en todas las direcciones es isotrópico (figura 3) [9].

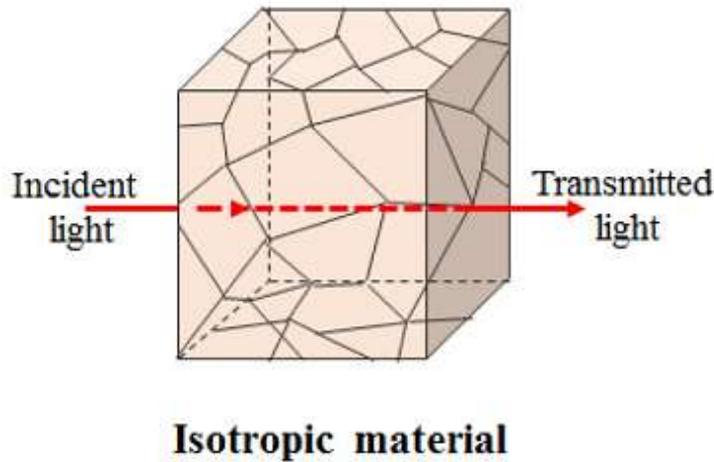


Figura 3: Esquema de un material isotrópico. [9]

### 1.2.2. Materiales interiores en vehículos de transporte de pasajeros

En la industria carrocera se utilizan macro procesos para producir autobuses de transporte de pasajeros, entre los cuales destacan el conformado de la estructura, forrado exterior, forrado interior y acabados [7]. El forrado interior de los autobuses se caracteriza por estar conformado de una amplia gama de materiales de acuerdo al tipo de industria automovilística [1].

#### 1.2.2.1. Forrado interior

En el interior del vehículo, principalmente se utilizan termoplásticos y elastómeros, además de fibras, textiles y otros materiales sintéticos, a continuación estos se detallan (tabla 2). De todos los materiales se debe garantizar un índice de inflamabilidad máximo de  $250 \frac{mm}{min}$  de acuerdo a las especificaciones de la norma ISO 3795.

**Termoplásticos.** Es un tipo de plástico que se funde a altas temperaturas, se vuelve flexible o maleable y luego se endurece hasta alcanzar el denominado estado de transición vítrea tras enfriarse adecuadamente [1].

**Tabla 2:** Tipos de Material y sus usos. Autor

Tipo de material	Usos	Ilustración
Poliamida (PA)	Moquetas	
Policarbonato (PC)	Tableros de control del autobús	
Polietileno (PE)	Tapicería	
Cloruro de Polivinilo (PVC)	Techos	

**Elastómeros:** Los elastómeros son polímeros con propiedades elásticas. En ocasiones se utiliza indistintamente el nombre de caucho, más adecuado para describir a los vulcanizados y que tiene su origen en la palabra polímero elástico.

El carbono, el hidrógeno, el oxígeno o el silicio son los elementos más comunes que se encuentran en cada uno de los monómeros que se unen para crear el polímero.

Los elastómeros tienen una importante capacidad de deformación porque son polímeros amorfos que están por encima de su temperatura de transición vítrea, o Tg. Los cauchos son flexibles y algo blandos (E3MPa) a temperatura ambiente.

Se utilizan principalmente para componentes flexibles (tabla 3), adhesivos y juntas herméticas. Se utilizaron por primera vez a finales del siglo XIX, lo que dio lugar a usos hasta entonces poco prácticos (como los neumáticos de los automóviles) [1].

**Tabla 3:** Material utilizado para asientos. Autor

Tipo de material	Usos	Ilustración
Poliuretano (PU)	Asientos	

### 1.2.3. Normativas aplicadas al cálculo del índice de inflamabilidad

La industria automotriz se ha ideado una serie de procedimientos, técnicas y métodos para estimar el comportamiento del fuego debido a que estos medios de transporte contienen en su interior varios elementos que, sometidos a una fuente de ignición determinada, pueden consumirse por el fuego. Por medio de estos ensayos de combustión se obtiene características de los materiales de los automóviles, siendo el principal indicador el conocido como índice de inflamabilidad [10].

Con el fin de que los pasajeros tengan tiempo suficiente para salir de sus automóviles en caso de incendio, los materiales que se encuentran en el habitáculo de pasajeros deben tener cierto grado de resistencia a las llamas para garantizar la seguridad de todas las personas que se encuentran en la unidad al momento del siniestro [10].

Para ayudar a disminuir las muertes y lesiones de las ocupantes provocadas por los incendios de vehículos, en particular los que se inician dentro del vehículo a partir de cigarrillos o fósforos que se han desechado, se ha implementado normas de seguridad como la FMVSS 302 (Estados Unidos) y la ISO 3795 [10].

Los fabricantes han creado en ciertas circunstancias sus propias especificaciones. Para todos los componentes del interior de los vehículos comercializados en Estados Unidos, la norma FMVSS 302 es indispensable, mientras que en otros mercados se suele emplear los estándares ISO, sin embargo, este no se constituye como un requisito. Además de los automóviles de pasajeros, las normas también se aplican a los vehículos agrícolas, camiones, furgonetas, etc. [10]

Todos los componentes utilizados en la zona de asientos de un coche están incluidos en las normativas, además de otros componentes como techos, apoyacabezas, reposabrazos, paneles de revestimiento, compartimentos, componentes del suelo, los airbags, etc. Las normas especifican un procedimiento de ensayo apropiado para evaluar los materiales de hasta un grosor de 13 mm [10].

#### **1.2.3.1. Índice de inflamabilidad**

El índice de inflamabilidad se define como la distancia que se traslada el fuego durante un determinado periodo de tiempo [11] de tal forma que es un sistema de clasificación de materiales que describe su capacidad para soportar la exposición al fuego [6]

La palabra "inflamabilidad" se refiere a la rapidez y facilidad con que los materiales pueden incendiarse. En circunstancias normales, la inflamabilidad de los materiales supone una amenaza [6]

Según el anexo 6 y anexo 8 del R188 CEPE [11], para establecer el índice de inflamabilidad de un material se pueden distinguir dos tipos de ensayos, estos sirven para determinar los índices de combustión horizontal y vertical de los materiales.

#### **1.2.3.1.1. Índice de inflamabilidad horizontal**

Si se trata de un material isotrópico se deben examinar cinco muestras, caso contrario, si se trata de un material no isotrópico, se deben analizar 10 muestras, es decir, 5 por cada dirección [11].

En una cámara de combustión, se coloca la muestra en posición horizontal sobre un soporte en forma de U y se expone a una llama determinada durante 15 segundos, de forma que el fuego actúe sobre el borde libre de la muestra. La prueba permite saber si la llama se apaga y cuándo, o cuánto tiempo tarda la llama en recorrer una distancia determinada [11].

#### **1.2.3.1.2. Índice de inflamabilidad vertical**

La muestra se expone a la llama mientras se mantiene en posición vertical para medir la velocidad de propagación [11].

Una velocidad de combustión de no más de 100 mm por minuto es adecuada para las aplicaciones típicas, aunque algunos fabricantes de automóviles han modificado las directrices para exigir velocidades de combustión más lentas [10].

Estas pruebas sólo evalúan los factores de inflamabilidad; no abordan los problemas de producción de humos tóxicos [10].

### **1.2.4. Tipos de ensayos para la determinación del índice de inflamabilidad de materiales**

Para determinar el índice de inflamabilidad de un material existen dos tipos de ensayos los cuales se caracterizan según la dirección en la que se propaga la llama de forma horizontal o vertical.

#### **1.2.4.1. Ensayo para la determinación del índice de combustión horizontal de materiales**

Conforme se indica en el reglamento No 118 de las Naciones Unidas del año 2005, el ensayo permite determinar el tiempo que tarda en recorrer la llama una distancia específica antes de extinguirse. Se deben someter a ensayo cinco muestras para materiales isotrópicos y diez muestras para materiales no isotrópicos, considerando para este caso cinco por cada dirección [7].

La muestra debe colocarse en posición horizontal en un soporte en forma de U, seguido se expondrá a la llama durante un tiempo de 15 segundos en la cámara de combustión. Se debe garantizar que la temperatura de la cámara de combustión y del porta muestras sea menor a 30°C, antes de iniciar con los próximos ensayos en todos los casos expuestos anteriormente [6]

Cálculo:

La velocidad de combustión viene dada por la siguiente fórmula:

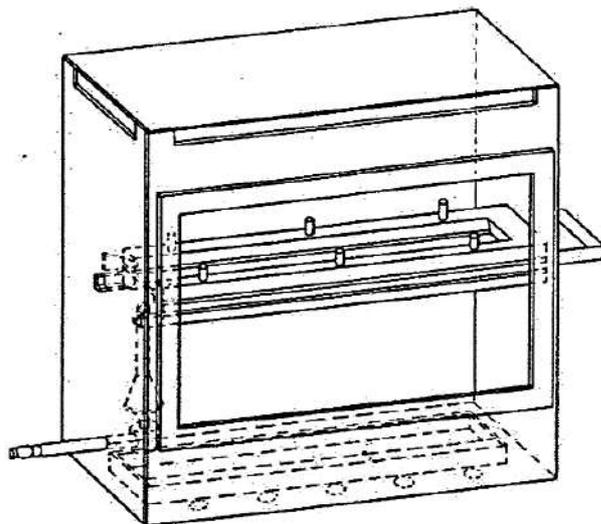
$$B=60 s/t \text{ [mm/min]} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

s = longitud de la distancia quemada en milímetros.

t= tiempo que tarda en arder la distancia quemada en segundos.

La cámara de combustión (figura 4, figura 5) debe ser de preferencia de acero inoxidable, además debe contener una ventanilla en la parte delantera resistente al fuego, de manera que cubra todo el frente de la cámara. A continuación, se muestra el ejemplo de una cámara de combustión:



**Figura 4:** Ejemplo de una cámara de combustión con porta muestras. [7]

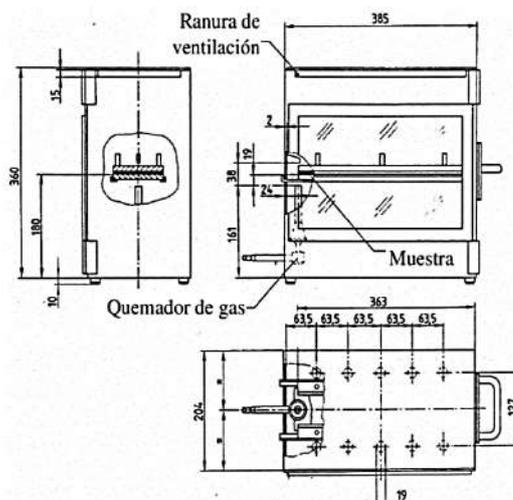


Figura 5: Dimensiones de la cámara de combustión en milímetros. [7]

#### 1.2.4.2. Ensayo para la determinación del índice de combustión vertical de materiales

Según el reglamento No 118 de las Naciones Unidas del año 2005, las muestras son expuestas a la llama en posición vertical (figura 6) para determinar la velocidad de propagación.

Para iniciar con el ensayo se debe tener en cuenta que la temperatura ambiente debe oscilar entre 10°C y 30°C y una humedad relativa entre el 15 % y el 80%.

Precalentar la llama durante 2 minutos, además de regular la altura de la llama a  $40 \pm 2$  mm, seguido se colocará la muestra sobre los pernos del bastidor de manera que quede a 20 mm de distancia del bastidor.

Se fijarán perpendicularmente los hilos marcadores a la muestra en los puntos señalados. En cada punto, se hará un lazo con el hilo de manera que los dos segmentos de este queden situados a 1 mm y 5 mm del plano de la superficie de la muestra [7].

Se procederá a medir los siguientes tiempos:

- Inicio de la aplicación de la llama hasta el primer hilo marcador, t1.
- Inicio de la aplicación de la llama hasta el segundo hilo marcador, t2.
- Inicio de la aplicación de la llama hasta el tercer hilo marcador, t3.

Los índices de combustión V1, y los índices V2 y V3 se calcularán si al menos la llama alcanza el primer punto marcador, empleando la siguiente ecuación:

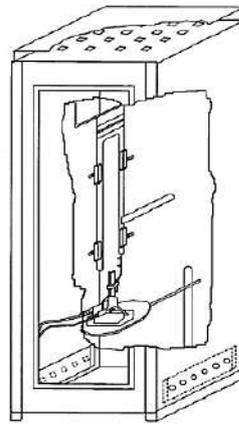
$$V_i = 60 \text{ di/ti [mm/min]} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

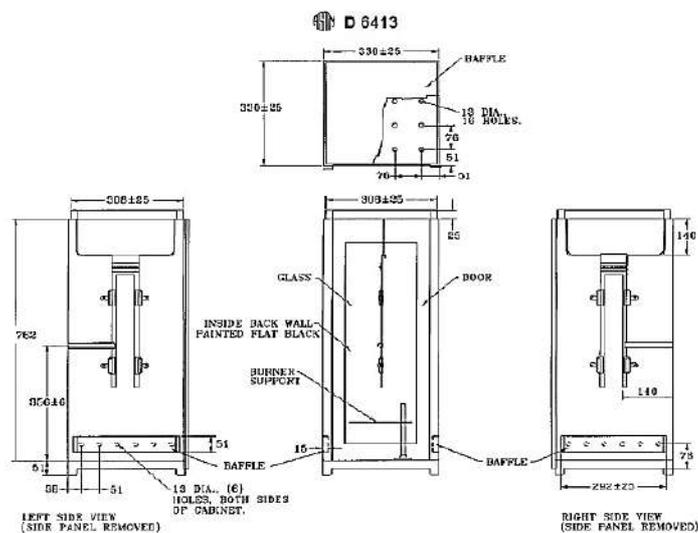
di = longitudes quemadas en milímetros d1, d2, d3, correspondientes a cada tiempo.

t= tiempo de combustión en segundos t1, t2, t3.

Una vez calculado los valores de índices de combustión V1, V2 y V3, de considerar el valor más alto.



**Figura 6:** Cámara de inflamabilidad vertical. [7]



**Figura 7:** Especificaciones de construcción de una cámara de combustión vertical [6]

### 1.2.5. Procedimiento

A continuación, se describe cada uno de los pasos que hay que dar para que la prueba de inflamabilidad se realice correctamente:

- Coloque las muestras con superficies empenachadas o con napa en una superficie plana y utilice el peine para peinar dos veces la napa.
- Introduzca la muestra en el porta muestras con la cara expuesta hacia la llama.
- Cierre la entrada de aire del quemador y utilice la marca de la cámara para elevar la llama de gas a una altura de 38 mm. La llama debe arder durante al menos un minuto para estabilizarla antes de comenzar la primera prueba.
- Después de introducir el porta muestras en la cámara de combustión de forma que el extremo de la muestra quede expuesto a la llama durante 15 segundos, cierre el suministro de gas.
- Cuando el pie de la llama cruza el primer punto de medición, comienza la medición del tiempo de combustión. Observe cómo la llama se propaga por el lado que arde más rápidamente que el otro (lado superior o inferior).
- Cuando la llama llega al último punto de medición o se apaga antes de hacerlo, se dice que la medición del tiempo de combustión ha finalizado. Mida la distancia quemada hasta el punto en que la llama se extinguió si la llama no alcanza el punto de medición anterior. La parte degradada de la muestra, que se destruye en su superficie o en su interior por la combustión, se conoce como distancia quemada.
- Si la muestra no se enciende, no arde después de que se apague el quemador o se apaga antes de alcanzar el primer punto de medición, lo que impide la medición de la duración de la combustión, indique en el informe de la prueba que la velocidad de combustión es de 0 mm/min.
- Antes de comenzar la siguiente prueba cuando se realice una serie de pruebas o se repitan pruebas, asegúrese de que la cámara de combustión y el porta muestras hayan alcanzado una temperatura no inferior a 30 °C.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. General**

- Determinar el comportamiento de los materiales isotrópicos que se utilizan en la construcción de vehículos para el transporte de pasajeros, sometidos a pruebas de inflamabilidad según en la Norma ISO 3795

#### **1.3.2. Específicos**

- Determinar los parámetros que inciden en las pruebas de inflamabilidad para materiales isotrópicos interiores de vehículos para transporte de pasajeros.

El desarrollo de este objetivo fue efectuado por medio de una recopilación de información y/o datos de fuentes totalmente confiables como es el caso de artículos científicos, revistas, documentos y otros elementos de origen académico que permitan al investigador solventar cada una de las consideraciones concernientes a los materiales isotrópicos.

- Establecer cuál es el índice de carbonización y desprendimiento de material, al realizar la prueba de inflamabilidad.

En lo que respecta al índice de carbonización y desprendimiento de material se alcanzó por medio del ensayo de inflamabilidad con base en las consideraciones de la norma ISO 3795. La longitud de las probetas de ensayo tiene una dimensión de 356 mm de largo por 100 mm de ancho con un espesor de que oscile desde los 3 mm hasta los 13 mm.

- Determinar los valores de inflamabilidad de los materiales de acuerdo a los factores establecidos por el Laboratorio de Investigación Mecánica LIM-UTA.

Los valores de inflamabilidad fueron obtenidos por medio de los implementos, materiales y herramientas pertenecientes a la institución; Universidad Técnica de Ambato.

#### **1.4. Justificación**

El notable avance industrial y tecnológico en el sector de la construcción de vehículos que brindan un servicio de transporte, los cuales debe poseer altos estándares de seguridad, siendo uno de los puntos más importantes la propiedad de inflamabilidad, en cada uno de los componentes que poseen las unidades que brindan este servicio. En la actualidad el desarrollo de materiales ha ido en un constantes avance, tratando de mejorar sus propiedades para que se acoplen de mejor manera a la construcción de este tipo de vehículos.

Dicho esto, ahora mismo el comportamiento de los materiales isotrópicos ante la exposición al fuego determinado por la combustibilidad o incombustibilidad de los mismos, corre un papel muy importante en la industria carrocera. El mencionado comportamiento permite clasificar a los materiales según el grado de inflamabilidad, permitiendo que los fabricantes vayan implementando en la marcha materiales que aumenten su oposición al fuego determinando sus propiedades físicas, químicas además de sus características y posibles riesgos para los usuarios.

El presente proyecto de investigación pretende realizar un estudio de los materiales isotrópicos utilizados en la construcción de vehículos para el transporte de pasajeros, partiendo de las especificaciones para pruebas de inflamabilidad mediante los parámetros otorgados por el Laboratorio de Investigación Mecánica LIM-UTA, con base en la norma ISO 3795, lo que permitirá obtener resultados que beneficiarán a la industria carrocera ya que se obtendrán resultados de seguridad y confianza sobre los materiales que se usan en este tipo de construcciones.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

En este capítulo se estableció el procedimiento de la presente investigación, de igual manera, se obtuvo la metodología para conocer y analizar los índices de inflamabilidad de los materiales isotrópicos empleados en la construcción del interior de la carrocería.

### 2.1. Diagrama de flujo

En el presente organigrama (figura 8) se muestra el camino que se va a tomar para la obtención de la información pertinente para la realización del ensayo al cual estarán sometidas las probetas de cada uno de los materiales.

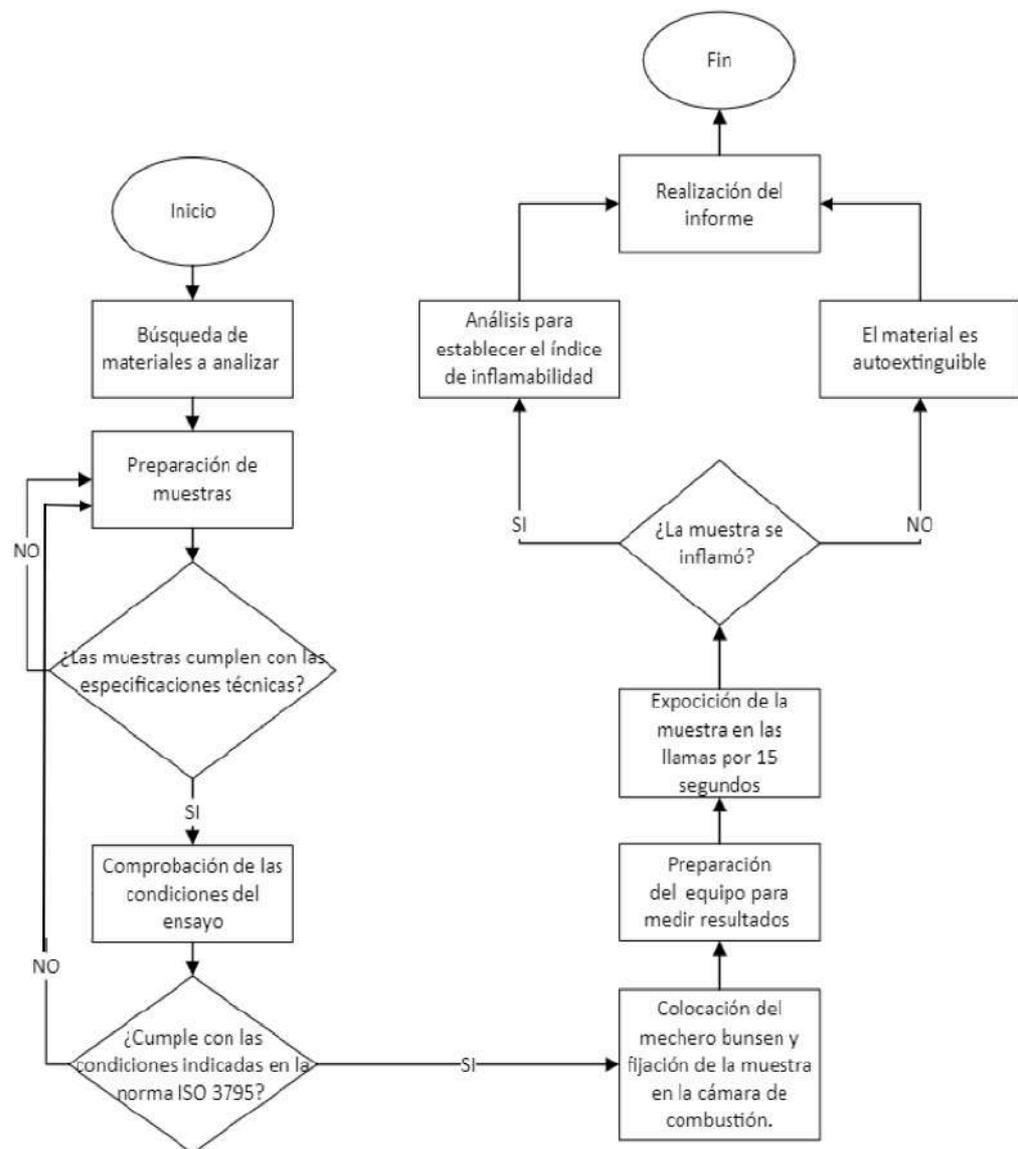


Figura 8: Organigrama de procesos del trabajo

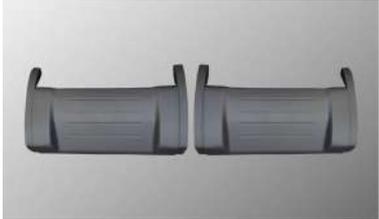
## 2.2. Materiales

La tabla 4 que se muestra a continuación detalla los equipos y herramientas, mientras que la tabla 5 detalla cada uno de los materiales que se emplearon para desarrollar el presente estudio.

**Tabla 4:** Lista de materiales, equipos y herramientas

<b>Equipos y herramientas</b>		
Computador	Elemento utilizado para calcular y analizar los datos obtenidos mediante el ensayo de inflamabilidad.	
Banco de pruebas para ensayo de inflamabilidad	Equipo que proporciona las llamas hacia la muestra para lograr determinar el índice de inflamabilidad del material	
Cronómetro	Instrumento destinado a medir la duración de la combustión	
Flexómetro	Permite determinar la longitud de combustión de la muestra	
Calibrador	Utilizado para determinar el espesor de la muestra	
Termómetro infrarrojo	Sirve para determinar la temperatura en la cámara de combustión.	

**Tabla 5:** Lista de materiales, equipos y herramientas

<b>Materiales</b>		
Fibra de vidrio	Empleado en la fabricación de partes de vehículos, con propiedades mecánicas sobresalientes entre las que se destacan la dureza y la velocidad de curado.	
Pranna poliéster (corosil)	Utilizada para tapizar las partes metálicas en el interior de la carrocería,	
Poliestireno expandido (espumaflex)	Capa que tiene la función de evitar la liberación de gases combustibles y bloquear el oxígeno.	
Espuma flexible de asiento	Fabricado a base de poliuretano, este tipo de esponjas son utilizadas para la fabricación de asientos y reposacabezas.	
Copolímero de polipropileno (Plásticos de asientos)	Elementos fabricados mediante el proceso de inyección y se encuentran fijos en la carrocería del autobús	

## **2.3. Métodos**

### **2.3.1. Enfoque**

Para este trabajo se realizó un análisis cuantitativo, ya que todo el proceso se ejecutó de acuerdo a requisitos técnicos a lo largo de todo el proceso de homologación de los modelos de la carrocería.

Los datos y resultados obtenidos por medio del ensayo de inflamabilidad se establecieron con el grado cualitativo de la prueba.

### **2.3.2. Modalidad básica de la investigación**

#### **Bibliográfica**

Para realizar el estudio de los índices de inflamabilidad de los materiales isotrópicos es necesario buscar información y recolectar datos de diversas fuentes, entre ellas se encuentran los libros, tesis, artículos científicos, normativas técnicas, etc.

#### **Experimental**

Esta investigación se caracterizará por ser de tipo experimental, ya que los resultados que se recibirán después de los ensayos que se realicen permitirán generar datos estadísticos para identificar y analizar los índices de inflamabilidad de cada material.

### **2.3.3. Nivel o tipo de investigación**

#### **Exploratoria**

Se investigarán los materiales isotrópicos utilizados en el interior de la carrocería y su comportamiento en caso de producirse un incendio, por lo que este estudio se realizará de manera exploratoria.

#### **Correlacional**

El índice de inflamabilidad está relacionado con el tipo de material, por lo que el propósito principal de este análisis es conocer los valores de este índice, para establecer los materiales que proporcionan mayor seguridad y confiabilidad.

### **2.3.4. Población y muestra**

#### **Población**

Para ejecutar esta investigación, la población se tomó de los materiales que se utilizan para el proceso de revestimiento y acabados del interior de autobuses, entre los cuales destacan los conocidos como materiales compuestos hechos a base de fibra de vidrio, los materiales textiles que se usan generalmente en el forrado de los asientos y son hechos de tela o corosil, las esponjas, al igual que los elementos plásticos y metálicos utilizados que en conjunto conforman los asientos del vehículo.

#### **Muestra**

Para realizar el análisis de los índices de inflamabilidad, se extrajeron siete muestras de los siguientes cinco materiales, que son utilizados en el revestimiento y acabado en el proceso de fabricación de vehículos de transporte de pasajeros que se detallan a continuación:

- Material compuesto fibra de vidrio con matriz resina SINTAPOL 8360
- Poliestireno expandido (espumaflex)
- Espuma flexible de asiento
- Copolímero de polipropileno (Plástico de asientos)
- Pranna poliéster (corosil)

### **2.3.5. Hipótesis**

**Hi:** Los materiales interiores isotrópicos poseen índices de inflamabilidad coincidentes, tanto de forma longitudinal como de forma transversal

**Ho:** Los materiales interiores isotrópicos poseen índices de inflamabilidad similares tanto longitudinalmente como transversalmente.

**Ha:** Los materiales interiores isotrópicos poseen índices de inflamabilidad distintos tanto longitudinalmente como transversalmente.

### 2.3.6. Operacionalización de variables

**Variable independiente:** Materiales interiores isotrópicos.

**Tabla 6:** Operacionalización de variable independiente

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Índice	Técnicas e instrumentos
Es un material compuesto el cual esta reforzado por partículas, teniendo propiedades que son las mismas en cualquier dirección en un punto del cuerpo, los cuales son utilizados en el interior de la construcción de vehículos para el transporte de pasajeros.	Materiales interiores isotrópicos	Tipo de material.	Fibra de vidrio	Norma ISO 3975
		Velocidad de quemado.	Aislamiento térmico acústico Esponja flexible de asiento	
		Tiempo de quemado del material.	Elementos plásticos de asientos	Fichas de registro
		Comportamiento al fuego.	Velocidad B=60 s/t [mm/min]	Información directa
		Número de probetas a ensayar.	Cinco materiales. Siete probetas transversales. Siete probetas longitudinales.	Bibliográfica.

**Variable dependiente:** Índices de inflamabilidad.

**Tabla 7:** Operacionalización de variable dependiente

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Índice	Técnicas e instrumentos
Son los valores que se manifiestan por el número de pruebas y ensayos que se realizan para determinar el comportamiento de los materiales internos isotrópicos frente al fuego y que depende de las fuentes de ignición.	Índices de inflamabilidad	Distancia	Distancia de quemado a partir del punto cero.	Norma ISO 3975 Cámara de combustión Información directa Fichas de datos Bibliografía
		Tiempo de aplicación de la llama	15 segundos	
		Temperatura	$23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$	

## **2.4.Recolección de información preliminar**

Para la ejecución del presente trabajo experimental se partirá de los parámetros proporcionados por la norma ISO-3795, la misma que especifica un método para determinar la velocidad de combustión horizontal de los materiales utilizados en los compartimentos internos de vehículos de transporte de personas después de exposición a las llamas.

### **2.4.1. Características de los materiales de muestra**

### **2.4.2. Material compuesto fibra de vidrio con matriz resina sintapol 8360**

#### **RESINA**

##### **Generalidades**

SINTAPOL 8360 (tabla 7) es una resina híbrida de poliéster insaturado, pre-acelerada y tixotrópica. Esta posee buenas características y propiedades (tabla 8) como resistencia mecánica y al impacto, además de buena resistencia a la humedad.

##### **Aplicaciones**

- Fabricación de partes de autos, buses y camiones.
- Fabricación de tanques y tinas
- Fabricación de todo tipo de productos reforzados con fibra de vidrio.
- Revestimientos y productos colados con carga mineral como mármol sintético, bolas de billar y tacos de señalización de tránsito.

##### **Características y ventajas**

A continuación, en la tabla 8 se muestra las características acompañadas de las ventajas que presenta la utilización de la resina Sintapol 8360 en los materiales compuestos.

Mientras que en la tabla 9 se puede encontrar las propiedades que aporta este tipo de resina al momento de combinarse con cualquier otro material. Este tipo de resina es muy utilizada en la industria por sus buenas características y propiedades que aportan a momento de combinarse y obtener materiales compuestos.

**Tabla 8:** Características de la Resina SINTAPOL 8360 [12]

Características	Ventajas
Pre-acelerada.	Facilidad de uso y aplicación.
Buen balance entre dureza y flexibilidad.	Buena resistencia mecánica y al impacto.
Presenta moderada exotermia.	Permite la aplicación de varias capas de resina y se evitan distorsiones por exceso de calor en las piezas.
Posee reducida contracción volumétrica.	Piezas con buena estabilidad dimensional.
Excelente compatibilidad con cargas materiales.	Permite mayor admisión de cargas reduciendo el costo en el producto compuesto.
Buena humectación de la fibra de vidrio.	Fácil aplicación con óptima cantidad de resina usada.

### Propiedades

**Tabla 9:** Propiedades de la resina SINTAPOL 8360 [12]

Resina Liquida a 25 °C		
Propiedades	Especificaciones	Método de análisis
Apariencia	Líquido semi viscoso, levemente turbio y rosado s/u	ILQ 011
Contenido de sólidos	52 – 54 %	ILQ 001
Viscosidad Brookfield (SP 3 y V 60 rpm)	300 ± 50 cP	ILQ 005
Índice de tixotropía	2,5 ± 1 s/u	ILQ 005
Tiempo de Gel	7 – 10 min	ILQ 004
Índice de acidez	Máximo 30 mg KOH/g muestra	ILQ 003
Temperatura de exotermia (máxima)	140 – 160 °C	PD
Tiempo de curado	18 – 25 min	PD

### Condiciones de curado

Esta resina puede ser curada a temperatura ambiente usando solo peróxido de metiletil cetona (MEK peróxido) como agente de curado.

### Almacenamiento

Conservar el producto bajo techo y en condiciones adecuadas de ventilación, por lo que no se recomienda sobrepasar los 25°C durante su almacenamiento. Mantener el producto alejado de fuentes de calor, luz y/o ignición.

## POLICOAT ORTOFTÁLICO

### Generalidades

GELCOAT ORTOFTÁLICO es un poliéster ortoftálico, pre-acelerada y tixotrópica. Proporciona una increíble resistencia a la intemperie (resistencia a UV e hidrólisis) (tabla 10).

### Aplicaciones

Especialmente formulado para fabricación de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV), que posteriormente serán pintadas, es fácil de lijar una vez curado.

### Características y Ventajas

Tabla 10: Características del POLICOAT ORTOFTÁLICO [13]

Características	Ventajas
Pre-acelerada.	Facilidad de uso y aplicación.
Presenta moderada exotermia.	Permite la aplicación de varias capas de resina y se evitan distorsiones por exceso de calor en las piezas.
Da buen cubrimiento	No presenta chorreo en superficies inclinadas o verticales debido a su tixotropía controlada
Excelente compatibilidad con cargas materiales.	Permite mayor admisión de cargas reduciendo el costo en el producto compuesto.
Buena humectación de la fibra de vidrio.	Fácil aplicación con óptima cantidad de resina usada.

## Propiedades

A continuación, en la tabla 11 se muestra las propiedades del Policoat Ortoftálico, como una resina líquida a 25°C

**Tabla 11:** Propiedades del POLICOAT ORTOFTÁLICO [13]

Resina Líquida a 25 °C		
Propiedades	Especificaciones	Método de análisis
Apariencia	Líquido semi viscoso s/u	PD
Contenido de sólidos	60 ± 1 %	ILQ 001
Viscosidad Brookfield (SP 3 y V 30 rpm)	2000 – 3000 cP	PD
Índice de tixotropía	3 – 4 s/u	PD
Tiempo de Gel	7 – 10 min	ILQ 004
Índice de acidez	Máximo 30 mg KOH/g muestra	ILQ 003
Tiempo de curado	15 – 25 min	PD

## Condiciones de curado

Esta resina puede ser curada a temperatura 25 °C usando solo peróxido de metiletil cetona (MEK peróxido) como agente de curado.

## Almacenamiento

Conservar el producto bajo techo y en condiciones adecuadas de ventilación, por lo que no se recomienda sobrepasar los 25°C durante su almacenamiento. Mantener el producto alejado de fuentes de calor, luz y/o ignición.

## FIBRA DE VIDRIO

E-Glass Fiberglass Chopped Strand Mat Powder Bonded EMC450 es un manto de hebras de fibras cortadas de vidrio colocadas en un patrón aleatorio, está especialmente diseñada para el moldeo por contacto de colocación manual proporcionando muy buenas características de moldeo y así también en propiedades mecánicas (tabla12).

## Ventajas

- Excelente uniformidad de peso, además una humectación rápida.
- Fácil liberación de aire.
- Excelente transparencia de los productos terminados.
- Excelente claridad del laminado.
- Bajo consumo de resina.

## Datos técnicos

Tabla 12: Datos técnicos de la fibra de vidrio

<b>Nombre del producto</b>	E-Glass Fiberglass Chopped Strand Mat Powder Bonded		
<b>Especificación</b>	EMC450		
<b>Pruebas realizadas</b>	Estándar Aceptado		
	<b>Norma N°</b>	<b>Valor Estándar</b>	<b>Aprobado</b>
<b>Masa por unidad de área (<math>g/m^2</math>)</b>	ISO 3374-2000	416-484	SI
<b>Pérdida por ignición (%)</b>	ISO 1887-2014	1.73-3.28	SI
<b>Contenido de humedad (%)</b>	ISO 3344-1997	$\leq 0.20$	SI
<b>Fuerza de rotura por tracción (N)</b>	ISO 3342-2011	$\geq 120$	SI

### 2.4.3. Material compuesto fibra de vidrio con matriz resina polylite 33200-01

#### Generalidades

La resina de poliéster denominada POLYLITE 33200-01 presenta un sistema polimérico especial. Esta resina está pre-acelerada con peróxido de metil etil cetona al 50% para gelificar y curar a temperatura ambiente. Es rígida, tixotrópica, de suave reactividad y viscosidad (tabla 13).

#### Aplicaciones

- Fabricación de piezas de vehículos de plástico reforzado con fibra de vidrio.

- Construcción de embarcaciones marítimas.
- Producción de artículos reforzados con fibra de vidrio en general

### Características

- Presenta moderada exotermia.
- Buena humectación de la fibra de vidrio.
- Excelente resistencia a la hidrólisis.
- No hay pegajosidad persistente (tack) y los laminados se adhieren de mejor forma.
- Resistencia superior respecto a las resinas ordinarias de uso general a temperaturas relativamente altas.
- Producción de laminados con excelentes acabados superficiales reduce la cantidad de fibra de vidrio que se fotografía en el gelcoat.
- Tiempos de curado cortos.

### Propiedades

Tabla 13: Propiedades de la resina POLYLITE 33200-01 [14]

Resina Liquida a 25 °C		
Propiedades	Especificaciones	Método de análisis
No volátiles	58 – 63 %	RQMPEA 0041
Viscosidad Brookfield (LVF, 3/60)	300 – 400 cP	RQMPEA 0002
Índice de tixotropía	2,7 mínimo s/u	RQMPEA 0006
Tiempo de Gel	15 – 18 min	RQMPEA 0066
Índice de acidez	Máximo 35 mg KOH/g muestra	RQMPEA 0026
Temperatura de exotermia (máxima)	190 °C	RQMPEA 0066
Tiempo de curado	21 – 33 min	RQMPEA 0066

### Condiciones de curado

Por cada 100 g de resina, añadir 1 ml de peróxido de metil etil cetona al 50%. Curar durante toda la noche a temperatura ambiente o poscurar de dos a cuatro horas a 60°C. Las concentraciones bajas de peróxido (0.8%) provocan una gelificación y un curado prolongados, por lo que no se aconsejan.

## Almacenamiento

Debe conservarse en envases cerrados, a una temperatura igual o inferior a 25°C y alejada de fuentes de calor y de luz solar para garantizar una estabilidad óptima y preservar sus cualidades ideales.

### 2.4.4. Poliestireno expandido (espumaflex)

El poliestireno expandible (tabla 14) es el componente principal de este tipo de material que típicamente es conocido como espumaflex, se produce mediante el polimerizando del estireno en conjunto con un agente de expansión. La característica principal que posee es el índice de aislamiento térmico, es decir evita la transferencia de calor o frío en hasta un 98%, además del aislamiento acústico que ofrece. En la industria carrocera el bajo coste de adquisición representa una ventaja, entre otras características relevantes que se presentan a continuación:

- Cuando se quema, produce dióxido de carbono y agua.
- No es tóxico y se aconseja para la prevención de incendios.
- Tiene una adherencia débil.
- Higiénico: no se pudre, ni se enmohece o descompone ya que no proporciona sustrato para los microorganismos.
- Ligereza y proporciona amortiguamiento en caso de impactos o golpes.

## Datos técnicos

Tabla 14: Datos técnicos del poliestireno [15]

Características técnicas	Valor
Densidad	960 kg/m <sup>3</sup>
Conductividad	0.032 $\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$
Capacidad calorífica	2.10 $\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$

### 2.4.5. Espuma flexible de asiento

Como cualquier otro material orgánico, las espumas de poliuretano pueden inflamarse en ciertas condiciones. Aunque estén fabricadas con un agente retardante

de llama, esto no asegura que se extingan por sí solas. Por ello, nunca se aconseja dejar la espuma de poliuretano expuesta, sino que debe cubrirse con otro material para evitar su ignición accidental. A continuación, se indica una formulación habitual de este tipo de material (tabla 15).

**Tabla 15:** Componentes habituales de la espuma flexible [16]

<b>Componente</b>	<b>Cien partes por peso de polioles (PHPP)</b>
Poliol	100,00
Agua	3,00
Tensoactivo de silicona	1,50
Catalizador amínimo	0,37
Agente físico de expansión	25,00
Catalizador organometálico	0,475
Isocianato TDI 80	37,70
Índice	100,00

Al aplicarse en diferentes circunstancias climáticas, la misma formulación puede producir espumas con cualidades físicas diferentes (humedad o temperatura), en consecuencia, debe elaborarse en circunstancias específicas de trabajo y los niveles del catalizador deben controlarse continuamente. Entre las propiedades más destacables de este material se encuentran:

- Alta capacidad de carga: cambiará de forma bajo carga y retomará su forma anterior cuando se retire el peso.
- Flexibilidad: incluye la capacidad de alargamiento y recuperación.
- Las aplicaciones en las que hay un desgaste importante incluso a bajas temperaturas, es decir la resistencia a la abrasión y al impacto.
- Cuando se sumerge en agua, aceite o grasa mantienen su integridad (con apenas hinchazón).
- Los plazos de fabricación no son demasiado largos.
- Características eléctricas como un eficaz aislante eléctrico [16].

## Datos técnicos

La tabla 16 presenta los datos técnicos que posee el material espuma flexible de asientos que se deberán tomar en cuenta para su utilización

**Tabla 16:** Datos técnicos de la espuma flexible para asientos [17]

Propiedades Generales	
Viscosidad a 25°C	1400 ± 200 cps
Peso específico a 25°C	1.01 ± 0.10 kg/lt
Relación de mezcla	100 partes por peso
Temperatura de operación	20 – 25 °C
Propiedades Físicas	
Densidad nominal	35 – 37 kg/m <sup>3</sup>
Densidad empacada	46.5 – 55.0 kg/m <sup>3</sup>
IFD 100/56 espesor de 10 cm a 25%	28 ± 5 kg/322 cm <sup>2</sup>
Propiedades Mecánicas	
Resistencia al desgarre	0.20 ± 0.05 kg/cm
Resistencia a la tensión	1.22 ± 0.10 kg/cm <sup>2</sup>
Elongación	Mínimo 70 %
Fatiga dinámica [Pérdida de espesor]	Máximo 5 %
Compression set	Máximo 20 a 50%

### 2.4.6. Copolímero de polipropileno (Plástico de asientos)

Este producto se usa para cubrir las partes metálicas de los asientos que permiten obtener una protección, además, por lo general se fabrican mediante un proceso de extrusión o soplado con polietileno de alta densidad.

Desde el punto de vista químico, el polietileno es el polímero más sencillo. Siendo uno de los polímeros más utilizados, su alta fabricación mundial lo convierte también en el más barato de los plásticos ordinarios. Como principal característica de este material se encuentra la alta resistencia mecánica que posee, además de protección UV para evitar el desgaste prematuro.

## Ventajas

- Debido a su poco peso, ahorra energía.
- Mayor tiempo de uso.
- Ergonomía y comodidad.

## Datos técnicos

A continuación, en la tabla 20 se muestra los datos técnicos dados por el fabricante del Copolímero de polipropileno

**Tabla 17:** Datos técnicos del plástico de asiento

<b>Tipo</b>	Asiento de autobús urbano
<b>Material</b>	HDPE
<b>Numero de modelo</b>	BW-U-01

### 2.4.7. Pranna poliéster (corosil)

Este producto forma parte de las tendencias textiles, como una tapicería tecnológica (figura 9) con un acabado similar al cuero que ha revolucionado estos materiales, generalmente utilizado para tapizar partes metálicas en el interior de la carrocería.

Entre las características más destacadas de este material se encuentran:

- Resistencia microbiana y alta durabilidad al exponerse a los rayos UV.
- Limpieza y mantenimiento sencillo.
- Resistencia al alargamiento y abrasión.



**Figura 9:** Pranna Poliéster [18]

## Datos técnicos

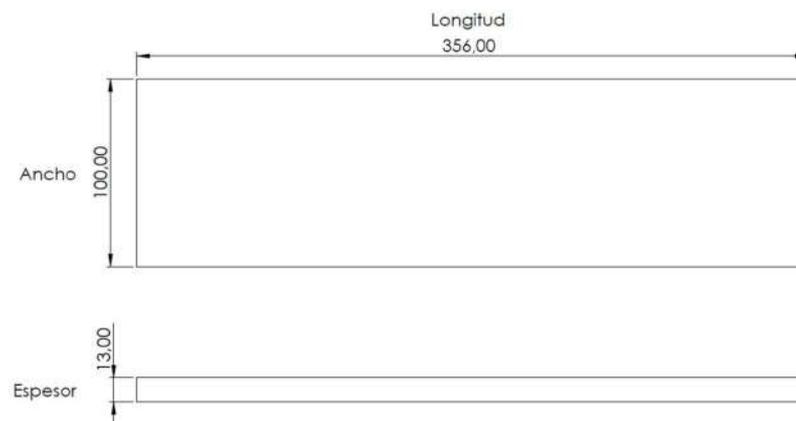
**Tabla 18:** Datos técnicos de la Pranna [18]

Datos Generales	
Peso total	$620 \pm 60 \text{ g/m}^2$
Ancho	1.40 m
Laca	NAPA
Longitud de rollo	40 m
Composición	PVC
Calibre	$1.15 \pm 0.16 \text{ mm}$
Desing	Tipo Cuero
Base Textil	
Descripción	Hi – Loft <sup>2</sup>
Peso	$130 \text{ g/m}^2$ – ASTM D751
Tipo	Poliéster
Retardantes al fuego	
CAL TB 117-2013	Pass / Pasa
FMVSS 302	Pass / Pasa
IMO FTP 2010 Code MSC.307(88), Part 8, 3.1 & 3.2	Pass / Pasa
NFPA 260 - Cover Fabric - Class I	Pass / Pasa
UFAC Fabric - Class I	Pass / Pasa
Resistencia a la abrasión II - ASTM D4157	
WYZENBEEK	75,000 Ciclos / Cycles 4.0
Resistencia a la abrasión III - UNE - EN ISO 12947	
MARTINDALE	300,000 Ciclos / Cycles Sin rotura
Solidez a la luz	
Xenotest AATCC TM 16-3 / NTC 1479 / CFFA-2 a1 - Blue Wool	Cal $\geq 7$ 1,000 Hours = Passes
Resistencia a bajas temperaturas	
CFFA-6a	Pasa a $- 23 \text{ }^\circ\text{C}$
Otros atributos	
Método de resistencia a los hongos	ASTM G21

## 2.5.Procedimiento general del ensayo de inflamabilidad

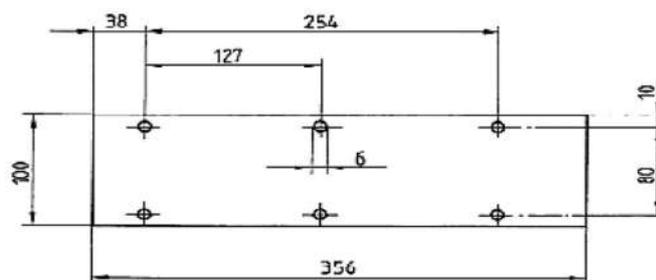
El índice de inflamabilidad de los materiales isotrópicos utilizados en la construcción del interior de vehículos para el transporte de pasajeros se determinará con el uso de una cámara de combustión horizontal según la norma ISO 3795, con base en un estudio de las normas y reglamentos vigentes para el diseño y la construcción de carrocerías.

Las muestras de los materiales que se desean analizar han de coincidir con las medidas especificadas por la norma ISO 3795. De acuerdo con lo estipulado en la normativa anteriormente mencionada, cada una de las muestras serán cortadas en trozos de 356 mm de largo y 100 mm de ancho, además de un grosor que no supere los 13 mm (figura10).



**Figura 10:** Medida de muestra de materiales para el ensayo de inflamabilidad [19]

Las muestras deben ser examinadas para asegurarse de que no existan dobleces, pliegues u otras deformaciones que puedan interferir con la prueba. Además, la muestra debe ser de sección consistente a lo largo de su longitud y se prepararán las perforaciones de acuerdo a las medidas especificadas a continuación (figura 11).



**Figura 11:** Especificación de las perforaciones en muestras

**Tabla 19:** Listado de materiales a ensayar

N° de material	Material	Ilustración
1	Fibra de vidrio con resina polylite 33200-01	
2	Poliestireno expandido	

N° de material	Material	Ilustración
3	Esponja flexible de asiento	
4	Copolímero de polipropileno (Plásticos de asientos)	
5	Pranna poliéster (corosil)	

## CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es este apartado se enlistan los resultados de las pruebas de inflamabilidad de los materiales sometidos a la prueba anteriormente mencionada

### 3.1. Recolección de datos

#### 3.1.1. Fichas de reporte de las pruebas de inflamabilidad

**Tabla 20:** Datos de inflamabilidad del material Corosil Pranna

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
DATOS INFORMATIVOS			
<b>Fecha:</b>	16/12/2022	<b>Ciudad:</b>	Ambato
<b>Lugar:</b>	UTA-Laboratorio de Ing. Mecánica		Campus Huachi
<b>Máquina</b>	Banco de pruebas UTA DIDE Modelo HVM serial 24459		
<b>Realizado por:</b>	Joel Villacrés	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Christian Castro
Parámetros de Ensayo			
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Prueba de Inflamabilidad	<b>Norma:</b>	Norma ISO 3795
<b>Tipo de material:</b>	Corosil Pranna		
<b>Dimensiones</b>	100 mm x 356 mm	<b>N° de probetas</b>	7
Resultados de la norma			
N° de probetas	Distancia (mm)	Tiempo (s)	Tasa de Combustión
A	0	0	0
B	0	0	0
C	0	0	0
D	0	0	0
E	0	0	0
F	0	0	0
G	0	0	0
<p>Nota: La orientación de las probetas puede variar de longitudinal a transversal según sea el caso. Sin embargo, los resultados de la combustión no presentan cambio alguno. Nota: Se interpreta como material auto extingüible.</p>			
Gráfica de las Probetas			
			

**Tabla 21:** Datos de inflamabilidad del material Poliestireno Expandido

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>			
<b>INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>			
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>			
<b>Fecha:</b>	16/12/2022	<b>Ciudad:</b>	Ambato
<b>Lugar:</b>	UTA-Laboratorio de Ing. Mecánica		Campus Huachi
<b>Máquina</b>	Banco de pruebas UTA DIDE Modelo HVM serial 24459		
<b>Realizado por:</b>	Joel Villacrés	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Christian Castro
<b>Parámetros de Ensayo</b>			
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Prueba de Inflamabilidad	<b>Norma:</b>	Norma ISO 3795
<b>Tipo de material:</b>	Poliestireno Expandido		
<b>Dimensiones</b>	100 mm x 356 mm	<b>N° de probetas</b>	7
<b>Resultados de la norma</b>			
<b>N° de probetas</b>	<b>Distancia (mm)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Tasa de Combustión</b>
A	0	0	0
B	0	0	0
C	0	0	0
D	0	0	0
E	0	0	0
F	0	0	0
G	0	0	0
<p>Nota: La orientación de las probetas puede variar de longitudinal a transversal según sea el caso. Sin embargo, los resultados de la combustión no presentan cambio alguno.</p>			
Gráfica de las Probetas			
			

**Tabla 9:** Datos de inflamabilidad del material Esponja Flexible de Asientos

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
DATOS INFORMATIVOS			
<b>Fecha:</b>	16/12/2022	<b>Ciudad:</b>	Ambato
<b>Lugar:</b>	UTA-Laboratorio de Ing. Mecánica		Campus Huachi
<b>Máquina</b>	Banco de pruebas UTA DIDE Modelo HMV serial 24459		
<b>Realizado por:</b>	Joel Villacrés	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Christian Castro
Parámetros de Ensayo			
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Prueba de Inflamabilidad	<b>Norma:</b>	Norma ISO 3795
<b>Tipo de material:</b>	Esponja Flexible de Asientos		
<b>Dimensiones</b>	100 mm x 356 mm	<b>N° de probetas</b>	7
Resultados de la norma			
N° de probetas	Distancia (mm)	Tiempo (s)	Tasa de Combustión
A	0	0	0
B	0	0	0
C	0	0	0
D	0	0	0
E	0	0	0
F	0	0	0
G	0	0	0
<p>Nota: La orientación de las probetas puede variar de longitudinal a transversal según sea el caso. Sin embargo, los resultados de la combustión no presentan cambio alguno.</p>			
Gráfica de las Probetas			
			

**Tabla 10:** Datos de inflamabilidad del material plástico de Asientos

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>			
<b>INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>			
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>			
<b>Fecha:</b>	16/12/2022	<b>Ciudad:</b>	Ambato
<b>Lugar:</b>	UTA-Laboratorio de Ing. Mecánica		Campus Huachi
<b>Máquina</b>	Banco de pruebas UTA DIDE Modelo HMV serial 24459		
<b>Realizado por:</b>	Joel Villacrés	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Christian Castro
<b>Parámetros de Ensayo</b>			
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Prueba de Inflamabilidad	<b>Norma:</b>	Norma ISO 3795
<b>Tipo de material:</b>	Plástico de Asientos		
<b>Dimensiones</b>	100 mm x 356 mm	<b>N° de probetas</b>	7
<b>Resultados de la norma</b>			
<b>N° de probetas</b>	<b>Distancia (mm)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Tasa de Combustión</b>
A	0	0	0
B	0	0	0
C	0	0	0
D	0	0	0
E	0	0	0
F	0	0	0
G	0	0	0
<p>Nota: La orientación de las probetas puede variar de longitudinal a transversal según sea el caso. Sin embargo, los resultados de la combustión no presentan cambio alguno.</p>			
Gráfica de las Probetas			
			

**Tabla 24:** Datos de inflamabilidad del material Fibra de vidrio y resina polylite 33200-01

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>			
<b>INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>			
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>			
<b>Fecha:</b>	16/12/2022	<b>Ciudad:</b>	Ambato
<b>Lugar:</b>	UTA-Laboratorio de Ing. Mecánica		Campus Huachi
<b>Máquina</b>	Banco de pruebas UTA DIDE Modelo HMV serial 24459		
<b>Realizado por:</b>	Joel Villacrés	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Christian Castro
<b>Parámetros de Ensayo</b>			
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Prueba de Inflamabilidad	<b>Norma:</b>	Norma ISO 3795
<b>Tipo de material:</b>	Corosil Pranna		
<b>Dimensiones</b>	100 mm x 356 mm	<b>N° de probetas</b>	7
<b>Resultados de la norma</b>			
<b>N° de probetas</b>	<b>Distancia (mm)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Tasa de Combustión</b>
A	0	0	0
B	0	0	0
C	0	0	0
D	0	0	0
E	0	0	0
F	0	0	0
G	0	0	0
<p>Nota: La orientación de las probetas puede variar de longitudinal a transversal según sea el caso. Sin embargo, los resultados de la combustión no presentan cambio alguno.</p> <p>Nota: Se interpreta como material auto extinguido.</p>			
<p>Gráfica de las Probetas</p> 			

Nota: En caso de requerir más información sobre el ensayo de las probetas; verificar el anexo A.1- 4.

### 3.2. Análisis y discusión de los resultados

En este apartado tabla 25 se muestra de manera simple y precisa los resultados de los 5 materiales empleados en la presente investigación por medio de una tabla representativa; en la cual se enlistan los datos obtenidos además de una gráfica comparativa entre cada uno de los materiales ensayados en el presente estudio.

**Tabla 25:** Tabla resumen de datos

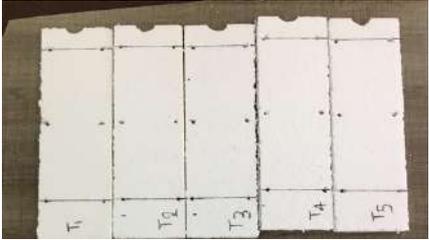
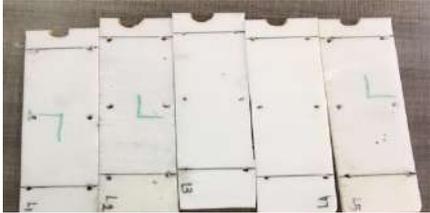
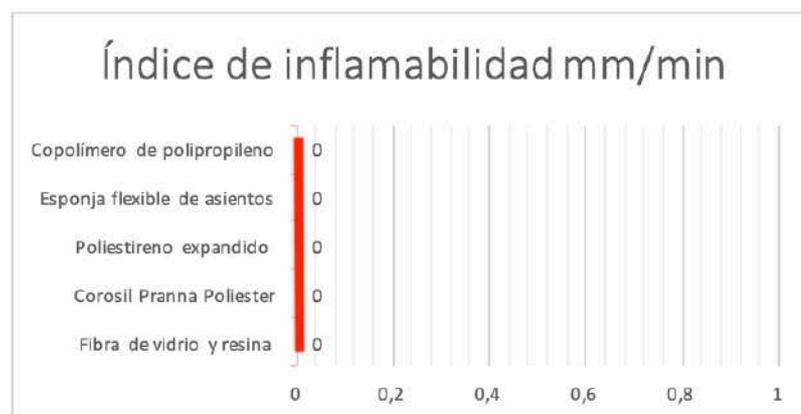
MATERIALES	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS TABLA RESUMEN		
	Probeta	Tiempo de exposición llama (seg)	Distancia quemada a partir del Po (mm)
Fibra de vidrio y resina 	A	15	0
	B	15	0
	C	15	0
	D	15	0
	E	15	0
	F	15	0
	G	15	0
	H	15	0
Corosil Pranna 	A	15	0
	B	15	0
	C	15	0
	D	15	0
	E	15	0
	F	15	0
	G	15	0
	H	15	0
Poliestireno Expandido 	A	15	0
	B	15	0
	C	15	0
	D	15	0
	E	15	0
	F	15	0
	G	15	0
	H	15	0

Tabla 11: Tabla resumen de datos (continuación)

<p>Esponja Flexible de Asientos</p> 	<b>A</b>	15	0
	<b>B</b>	15	0
	<b>C</b>	15	0
	<b>D</b>	15	0
	<b>E</b>	15	0
	<b>F</b>	15	0
	<b>G</b>	15	0
	<b>H</b>	15	0
<p>Copolímero de Polipropileno (Plástico de Asientos)</p> 	<b>A</b>	15	0
	<b>B</b>	15	0
	<b>C</b>	15	0
	<b>D</b>	15	0
	<b>E</b>	15	0
	<b>F</b>	15	0
	<b>G</b>	15	0
	<b>H</b>	15	0

La figura 12 representa una comparación entre cada una de las probetas ensayadas, la razón por la cual se obtiene una línea recta es que en cada uno de los ensayos se obtuvieron valores de cero tanto de forma longitudinal y forma transversal, por lo cual no se tiene valores de velocidad debido a que con los valores obtenidos no es posible aplicar la fórmula de la velocidad  $B=60 \text{ s/t}$  [mm/min], tampoco el de índice de carbonización ya que la llama no logra pasar el punto inicial para su posterior medición, en este caso se determina que los materiales son autoextinguibles sin importar la dirección en la cual las probetas estén preparadas.

**Figura 12:** Gráfica comparativa



### 3.3. Discusión

La flamabilidad de los productos poliméricos es fundamental para garantizar la seguridad contra incendios en las industrias lo que permite realizar una comparación con cada uno de los materiales ensayados que se detallan en el presente trabajo [20]. En la investigación se llevó a cabo pruebas de inflamabilidad, mediante una cámara de combustión horizontal con probetas preparadas tanto longitudinalmente como de forma transversal, mediante los parámetros detallados en la norma ISO 3975, como son la climatización de las probetas, el tiempo de climatización, además de la longitud y espesor de las probetas así también como el tiempo de exposición a la llama y la altura de la misma lo que permite la obtención de valores mediante dicho ensayo. Una vez realizado el ensayo y terminada la recolección de datos, se pudo evidenciar que todas y cada una de las probetas de los diferentes materiales tuvieron un comportamiento coincidente de las dos direcciones en las que se prepararon estas, arrojando valores de cero esto debido a que en ninguno de los casos el fuego paso del punto inicial después de los 15 segundos de aplicado la llama, por lo que no se pueden realizar mediciones en tiempo, así tampoco en longitud de quemado en la probeta como indica la norma ISO 3795 en la cual se basa la presente investigación. Por estas consideraciones todos materiales denominados isotrópicos tienen un comportamiento coincidente en todas sus direcciones. Tanto para las probetas de Corosil Pranna, Poliestireno Expandido, Esponja Flexible de Asientos, Copolímero de Polipropileno (Plástico de Asientos), se observó una llama de hollín la cual desapareció inmediatamente al cerrar el flujo de llama de la cámara de combustión después de 15 seg. Según la presente investigación estos datos corroboran que los materiales isotrópicos según el índice de inflamabilidad se consideran autoextinguibles por el bajo índice de límite de oxígeno por lo que el material mismo tiende a apagarse.

Los materiales isotrópicos añadidos con una resina permiten que los índices inflamabilidad se encuentren por debajo del 1% de acuerdo con la norma ISO 5660-1 utilizando un calorímetro de cono el poliestireno extendido fue el más bajo. Se determinó que el material Corosil Pranna Poliéster en la construcción de vehículos es un material no inflamable ya que los índices fueron bajos porque era difícil que la llama se propagara profundamente debido a su constitución.

Se utilizaron las pruebas de combustión horizontal para evaluar visualmente el comportamiento de combustión de esponja flexible de asientos preparados. Las esponjas se queman rápidamente, se encogen mucho hasta convertirse en residuos carbonizados y arden continuamente después de retirar la llama.

Las espumas de Esponja Flexible de Asientos se queman lentamente en mucho más carbón cuando se exponen a la llama, pero muestran una combustión lenta después de 15s de llama. Por el contrario, los resultados de combustión horizontal revelan que las espumas compuestas tienen excelentes propiedades ignífugas y autoextinguibles. El índice de oxígeno límite (LOI) que proporciona la concentración mínima de oxígeno (%) para mantener la combustión de un material varía de 22 a 25 para las espumas retardantes de llama comerciales. En este trabajo, las espumas compuestas alcanzan hasta 31%, superando claramente el nivel de O<sub>2</sub> en el aire (21%).

### **3.4. Validación de la hipótesis**

Una vez realizado el testeado de todas y cada una de las probetas de los diferentes materiales ensayados en el presente estudio y por fines demostrativos y comprobatorios se realizó el cálculo de la velocidad de combustión con los datos obtenidos antes de que la llama cruce el punto inicial para la medición como la norma estipula, todo esto debido a que ningún material de los ensayados en la investigación cruzan el punto inicial para la medición por lo que se determinó que los mismo poseen la propiedad de ser autoextinguibles

#### **3.4.1. Cálculo de Chi-cuadrado $\chi^2$**

##### **Hipótesis**

**H<sub>a</sub>:** El índice de inflamabilidad en los materiales interiores isotrópicos, es dependiente de la forma en la cual las probetas estén realizadas ya sea de forma longitudinal o de forma transversal.

**H<sub>o</sub>:** El índice de inflamabilidad en los materiales interiores isotrópicos, es independiente de la forma en la cual las probetas estén realizadas ya sea de forma longitudinal o de forma transversal.

Para el presente análisis se utilizarán un nivel de confiabilidad de 95% y un error de medición de 0.05

A continuación, se muestra las tablas 26 y 27 que representan la recolección de datos, los cuales fueron medidos antes de la marca del punto inicial.

### Nomenclatura utilizada en las tablas 26 y 27

**Dn:** Distancia nominal

**Dc:** distancia corregida

**Fc:** Factor de corrección

**Tn:** Tiempo nominal

**Tc:** Tiempo corregido

**Tabla 26:** Tabla resumen de datos longitudinales medidos antes del punto inicial

Materiales	LONGITUDINAL						Velocidad de combustión (mm/min)
	Dn (mm)	Fc (mm)	Dc (mm)	Tn (s)	Fc (s)	Tc (s)	
Fibra de vidrio y resina	29,45	-0,04	29,49	15	0,167	14,833	119,288
Corosil Pranna Poliéster	27,6	-0,04	27,64	15	0,167	14,833	111,805
Esponja Flexible de Asientos	28,3	-0,04	28,34	15	0,167	14,833	114,636
Poliestireno Expandido	31,2	-0,04	31,24	15	0,167	14,833	126,367
Copolímero de polipropileno	30,5	-0,04	30,54	15	0,167	14,833	123,535
						Promedio	<b>85,090</b>

**Tabla 27:** Tabla resumen de datos transversales medidos antes del punto inicial

Materiales	TRANVERSAL						Velocidad de combustión (mm/min)
	Dn (mm)	Fc (mm)	Dc (mm)	Tn (s)	Fc (s)	Tc (s)	
Fibra de vidrio y resina	31,5	-0,04	31,54	15	0,167	14,833	127,5804
Corosil Pranna Poliester	29,4	-0,04	29,44	15	0,167	14,833	119,0858
Esponja Flexible de Asientos	32,3	-0,04	32,34	15	0,167	14,833	130,8164
Poliestireno Expandido	29,6	-0,04	29,64	15	0,167	14,833	119,8948
Copolímero de polipropileno	31,5	-0,04	31,54	15	0,167	14,833	127,5804
						Promedio	<b>89,2797</b>

### Valores de frecuencias observadas ( $f_o$ )

En la tabla 28 se pueden observar los valores totales, una vez recolectados los valores nominales y realizados la respectiva corrección con el valor dado por la ficha de calibración de cada uno de los instrumentos utilizados para la medición de cada una de las distancias y tiempo en el cual la llama actúa en las probetas

Tabla 128: Tabla valores de frecuencia observada

Dirección	Parámetros		Total
	Velocidad	Tiempo	
Longitudinal	85,09	14,83	99,920
Transversal	89,28	14,83	104,11
Total	174,370	29,660	204,030

### Valores de frecuencias esperadas

$$f_e = \frac{\text{Total columna} * \text{Total fila}}{\text{Suma total}}$$

Tabla 29: Tabla valores de frecuencia esperada

Dirección	Parámetros	
	Velocidad	Tiempo
Longitudinal	85,39	14,53
Transversal	88,98	15,13

### Chi calculado $X^2_{cal}$

$$X^2_{cal} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

$$X^2_{cal} = \frac{(85.09 - 85.39)^2}{85.39} + \frac{(89.28 - 88.98)^2}{88.98} + \frac{(14.83 - 14.53)^2}{14.53} + \frac{(14.83 - 15.13)^2}{15.13}$$

$$X^2_{cal} = \mathbf{0.01} \square$$

Chi Critico  $\chi^2_{cri}$

*Confiabilidad = 95%*

*Error de medición = 0.05*

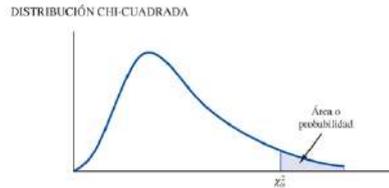
Cálculo de grados de libertad (n)

$$n = (N_{filas} - 1) * (N_{columnas} - 1)$$

$$n = (2 - 1) * (2 - 1)$$

$$n = 1$$

Tabla 130: Tabla valores para Chi Critico



Grados de libertad	Áreas en la cola superior									
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.90	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.000	0.000	0.001	0.004	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.070	12.832	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.647	2.180	2.733	3.490	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	7.041	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	7.790	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	8.547	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	10.085	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	11.651	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	12.443	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	13.240	29.615	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	14.041	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	14.848	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	15.659	33.196	36.415	39.364	42.980	45.558
25	10.520	11.524	13.120	14.611	16.473	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	17.292	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.878	14.573	16.151	18.114	36.741	40.113	43.195	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	18.939	37.916	41.337	44.461	48.278	50.994
29	13.121	14.256	16.047	17.708	19.768	39.087	42.557	45.722	49.588	52.335

Con los valores obtenidos en el cálculo de los grados de libertad y el valor del error de medición se procede a leer en la tabla de chi crítico obteniendo un valor de 3.841.

Para el análisis y obtención de la validación tenemos las siguientes consideraciones

Chi calculado > Chi crítico: se acepta la hipótesis alternativa

Chi calculado < Chi crítico: se acepta la hipótesis nula.

Por lo tanto, se tiene:

$$\text{Chi calculado}=0.0141$$

$$\text{Chi crítico}=3.841$$

Entonces;

$$\text{Chi calculado} < \text{Chi crítico}$$

$$0.0141 < 3.841$$

Por lo que una vez realizado los cálculos y determinado que el valor de Chi calculado es menor al obtenido en Chi crítico, se procede a aceptar la hipótesis nula que sugiere lo siguiente: los materiales interiores isotrópicos poseen índices de inflamabilidad similares tanto longitudinalmente como transversalmente pero en las mediciones que se realizaron antes del punto inicial por lo que permite determinar que los materiales isotrópicos si se comportan de una manera coincidente en todas sus direcciones, como resultado al aplicar lo establecido en la Norma ISO 3975 se obtuvo que los ensayos en cada una de las probetas del testeo tanto de manera longitudinal como trasversal el valor es coincidente, arrojando un valor de cero lo cual permite validar la hipótesis. Por lo tanto, cuando se analiza el índice de inflamabilidad en materiales isotrópicos interiores para la construcción de vehículos de transporte de pasajeros, se determinó que este tipo de materiales se consideran autoextinguibles sin importar la dirección en la cual las probetas estén preparadas, ya sea longitudinalmente como transversalmente arrojando siempre un valor coincidente ya que estas no arden al retirar la llama a la que se las expone.

## **CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

A continuación, se enlistan las conclusiones y recomendaciones

### **4.1. Conclusiones**

- Una vez realizado el testeo y recolección de datos de cada una de las probetas tanto longitudinal como transversalmente, se evidenció que el comportamiento hacia el fuego de cada una de ellas es coincidente en las dos direcciones antes mencionadas, arrojando un valor de cero ya que el fuego no pasa el punto inicial para obtener mediciones.
- Aplicada la norma ISO 3795, se determinó que los parámetros más importantes en el momento del ensayo de inflamabilidad son: tamaño y espesor de la probeta, tiempo de acondicionamiento, temperatura, tiempo de exposición a la llama, altura de llama, colocación de la probeta.
- Determinado los valores del ensayo se evidenció que no se puede obtener un valor para el índice de carbonización, debido a que todos los valores recolectados son igual a cero ya que los materiales isotrópicos utilizados en este estudio se comportaron como autoextinguibles.
- Durante la prueba de inflamabilidad se observó que todos los materiales utilizados (fibra de vidrio y resina, corosil pranna, esponja flexible de asientos, poliestireno expandido y Copolímero de polipropileno) poseen una buena resistencia al fuego, debido a que este tipo de materiales no se incineran lo que los hacen muy adecuado para aplicaciones en la industria automotriz. Se encontró además que todos los materiales empleados son auto extingüibles y tienen un índice de inflamabilidad de cero, ya que la llama de la muestra se extingüía cuando se retiraba luego de los 15 segundos de exposición.

### **4.2.Recomendaciones**

- Se recomienda analizar el índice de inflamabilidad de todos los materiales internos isotrópicos utilizados en la producción de carrocerías de vehículos para garantizar la seguridad en caso de incendio o accidente relacionado con el fuego en el interior de las unidades.

- Es necesario que se cumplan todas las normas y reglamentos requeridos para el diseño y fabricación de vehículos para el transporte de pasajeros para garantizar que las unidades sean seguras.
- Se recomienda un estudio a profundidad de los índices oxigenación de los materiales isotrópicos utilizando normas internacionales y comparando con la normativa ecuatoriana.
- El uso de la prueba de inflamabilidad de materiales variados permite conocer el índice de combustión de los materiales textiles presentes en el interior de la carrocería, por lo tanto, los resultados obtenidos deben ser evaluados para compararlos con la normativa vigente con el propósito de determinar si el material es adecuado para salvaguardar la integridad de los pasajeros en caso de un siniestro. Por otro lado, de manera estructural y categórica; los parámetros en ensayo se permiten hacer referencia al índice de carbonización, distancia consumida y por último el tiempo necesario para su consumación.

## Bibliografía

- [1] D. Porras y C. Aguiar, «Diseño y construcción del equipo para ensayos de inflamabilidad aplicado a materiales de autopartes según la norma ISO 3795,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2013.
- [2] C. Lasluisa, «Implementación de los requisitos técnicos que se establece la norma NTE INEN-ISO/IEC 17025-2018 con la finalidad de establecer el laboratorio de investigación de la cámara de inflamabilidad horizontal de la Ficm,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2019.
- [3] H. Proaño, «Determinación de la eficiencia térmica del poliuretano utilizado como aislante térmico, en la empresa ESPROM-PUR Ambato,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2014.
- [4] E. Saquina, «Automatización de un banco de pruebas para ensayos de inflamabilidad vertical de materiales textiles utilizados en el interior de las carrocerías,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2019.
- [5] C. Serrano y M. Calispa, «Índice de inflamabilidad de materiales utilizados en el revestimiento interno de vehículos de transporte de pasajeros,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/07/inflamabilidad-materiales-vehiculos.html>.
- [6] A. Cabrera, «Diseño y construcción de un banco de pruebas para ensayos de inflamabilidad vertical de materiales utilizados en el interior de carrocerías,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2018.
- [7] C. . B. Miniguano Castro, Estudio del comportamiento frente al fuego de los materiales utilizados en la fabricación del interior de carrocerías y su incidencia en la homologación de modelos, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2014.
- [8] D. Pérez y E. Quinatoa, «Reingeniería de la cámara de inflamabilidad vertical y aplicación de ensayos de resistencia a la flama de materiales de la industria textil

para el laboratorio de investigación de Ingeniería Mecánica LIM UTA,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.

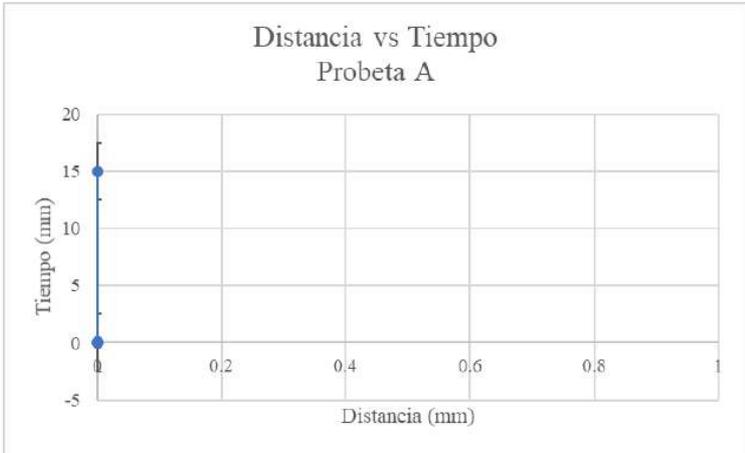
- [9] J. L. Villena Portero, Análisis de la velocidad de combustión y su incidencia en los materiales utilizados en el interior de carrocerías para vehículos, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2018.
- [10] Satra Technology, «Flammability testing of car interiors,» [En línea]. Available: <https://www.satra.com/spotlight/article.php?id=328>. [Último acceso: 18 09 2022].
- [11] Reglamento no 118 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas, 2005.
- [12] Poliacrilart, «Ficha técnica. SINTAPOL 8360».
- [13] Poliacrilart, «Ficha técnica. Policooat Ortoftálico».
- [14] Reichhold, «Boletín Técnico. Polylite 33200-01,» 2007.
- [15] E. Naranjo, «Análisis del Espesor de Aislante utilizado para Buses Interprovinciales que circulan en las Frecuencias Riobamba-Quito y Riobamba-Cuenca,» UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK.
- [16] M. Quintero, «Los polímeros de poliuretano y la industria colombiana: una oportunidad para el aceite de palma,» Revista Palmas, 2007.
- [17] Poliformas Plásticas, «FICHA TÉCNICA ESPUMA DE POLIURETANO PARA ASIENTOS».
- [18] PROQUINAL, «Pranna. Especificaciones,» [En línea]. Available: <https://spradling.group/es-la/productos/pranna?reference=Negro>.
- [19] LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD, *INSTRUCTIVO PARA LA PREPARACION DE MUESTRAS NORMA ISO 3795*, 2020.
- [20] B. Guo, Z. Xu, X. Luo y J. Bai, «A detailed evaluation of surface, thermal, and

flammable properties of polyamide 12/glass beads composites fabricated by multi jet fusion,» *Virtual and Physical Prototyping*, pp. 39-52, 2021.

- [21] Y. Guo, «Fabrication of Anisotropic Polyphosphazene/Bio-based Poly (urethane-acrylate) composite foams with High Thermal Insulation and Flame Retardancy,» *Elsevier*, p. 230242, 2021.
- [22] R. Galvez, «Evaluación del nivel de riesgo de incendio y explosión en las estaciones de servicio de combustible del cantón Loja en el 2019, a través del método Índice Dow y la estimación de las zonas de amenaza con el software informático ALOHA.,» Universidad del Azuay, Cuenca, 2020.
- [23] V. Rivero, «Análisis medioambiental de los aislamientos térmicos en la construcción,» Universidad de Coruña, La Coruña, 2016.

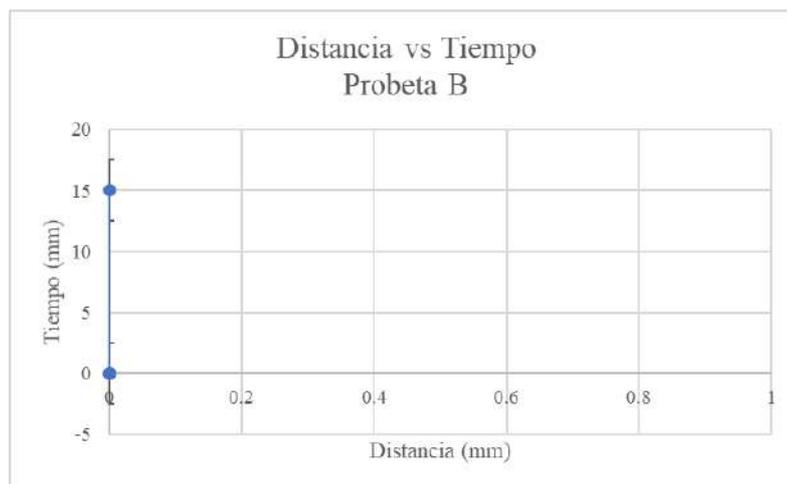
## Anexos

### Anexos A.1: Material compuesto (Fibra de vidrio y resina)

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>			
<b>INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>			
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>			
<b>Fecha:</b>	16/12/2022	<b>Ciudad:</b>	Ambato
<b>Lugar:</b>	UTA-Laboratorio de Ing. Mecánica		Campus Huachi
<b>Máquina</b>	Banco de pruebas UTA DIDE Modelo HVM serial 24459		
<b>Realizado por:</b>	Joel Villacrés	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Christian Castro
Parámetros de Ensayo			
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Prueba de Inflamabilidad	<b>Norma:</b>	Norma ISO 3795
<b>Tipo de material:</b>	Fibra de vidrio y resina		
<b>Dimensiones (mm)</b>	100 x 356 x 13	<b>N° de probetas</b>	7
<b>Resultados</b>			
<b>Probeta A</b>			
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>	
0	15	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
<b>GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO</b>			
 <p style="text-align: center;">Distancia vs Tiempo Probeta A</p>			

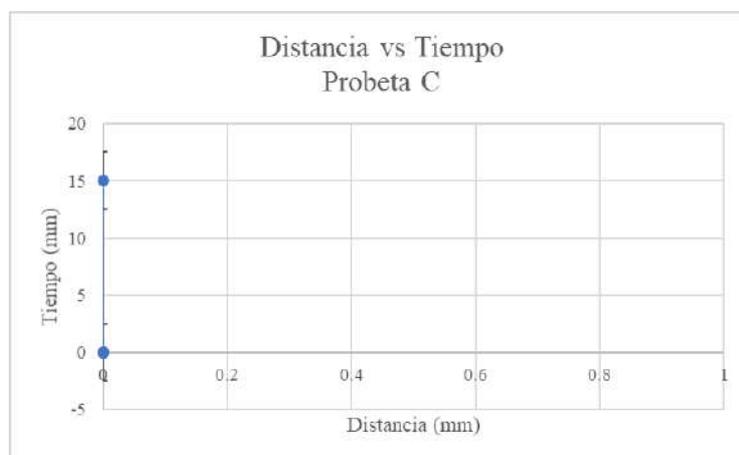
<b>Probeta B</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



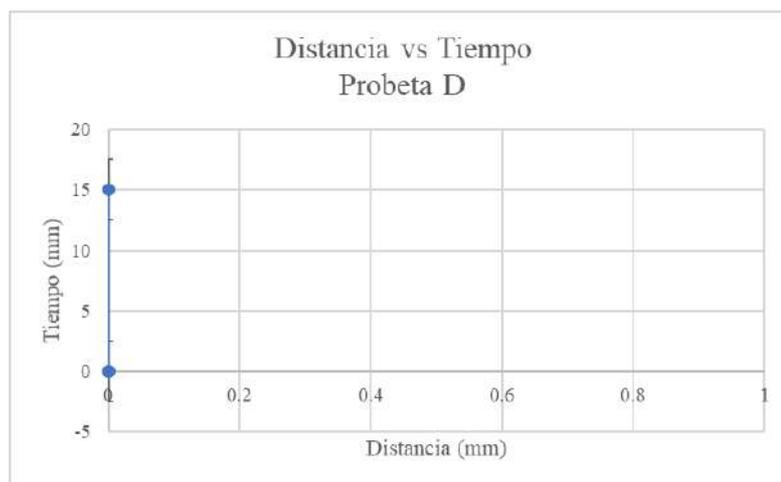
<b>Probeta C</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



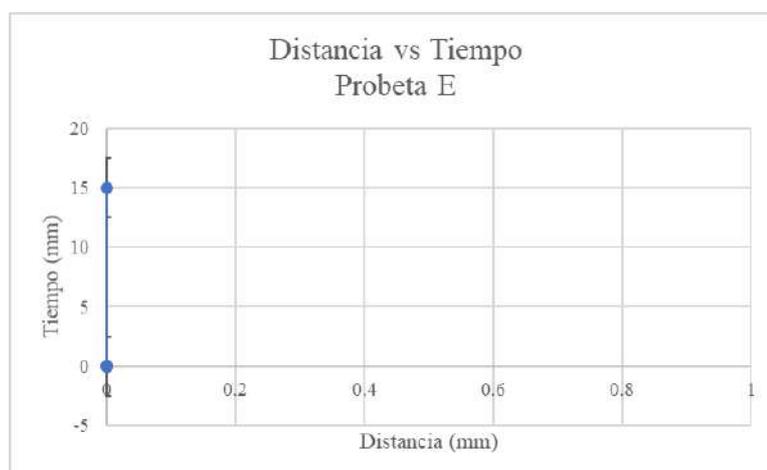
<b>Probeta D</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



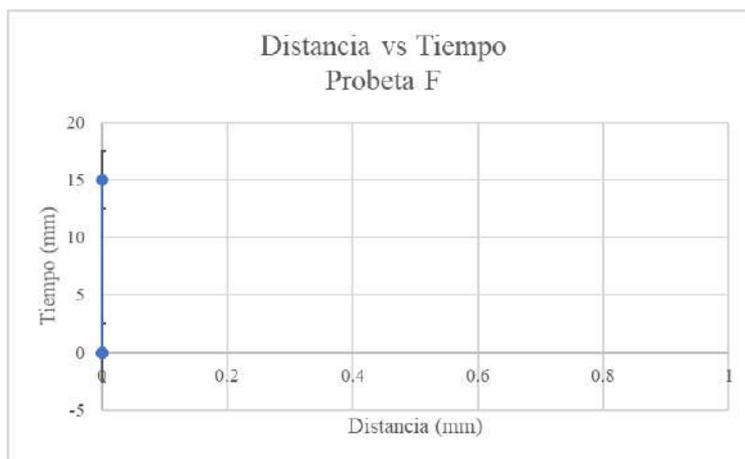
<b>Probeta E</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



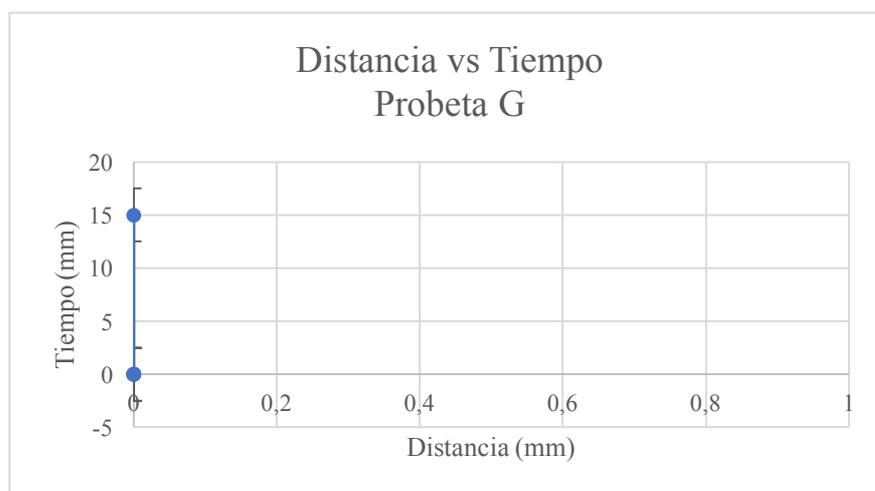
<b>Probeta F</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**

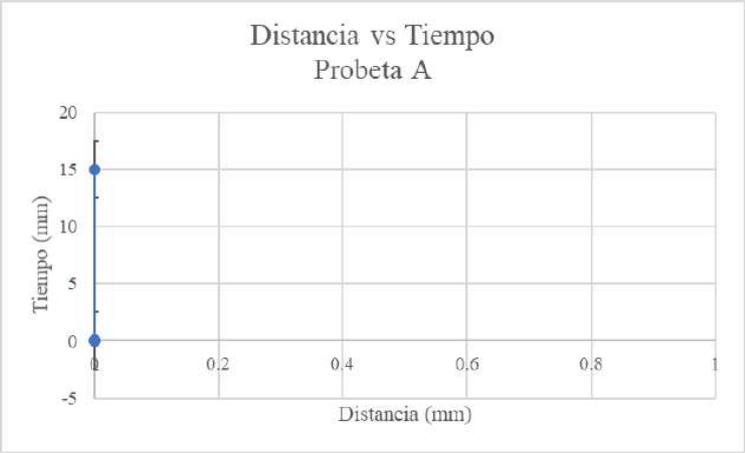


<b>Probeta G</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión ( )</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**

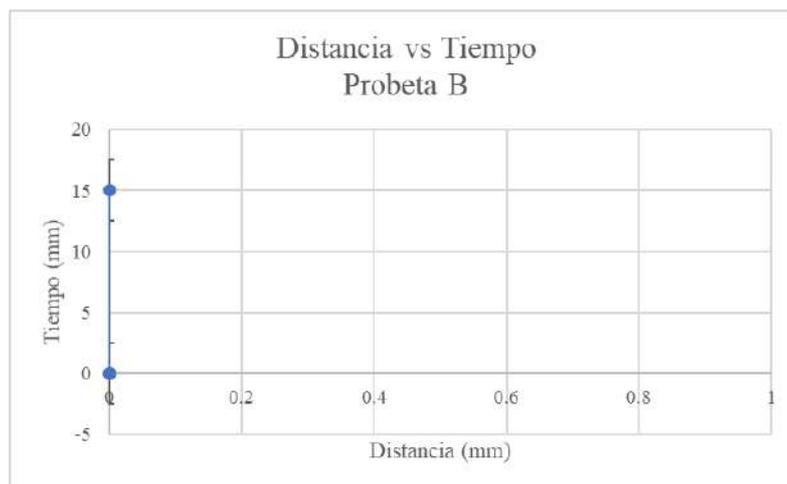


Anexos A.2: Corosil Pranna

 <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b></p> 			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>			
<b>INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>			
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>			
<b>Fecha:</b>	16/12/2022	<b>Ciudad:</b>	Ambato
<b>Lugar:</b>	UTA-Laboratorio de Ing. Mecánica		Campus Huachi
<b>Máquina</b>	Banco de pruebas UTA DIDE Modelo HMV serial 24459		
<b>Realizado por:</b>	Joel Villacrés	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Christian Castro
<b>Parámetros de Ensayo</b>			
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Prueba de Inflamabilidad	<b>Norma:</b>	Norma ISO 3795
<b>Tipo de material:</b>	Corosil Pranna		
<b>Dimensiones (mm)</b>	100 x 356 x 13	<b>Nº de probetas</b>	7
<b>Resultados</b>			
<b>Probeta A</b>			
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>	
0	15	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
<b>GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO</b>			
			

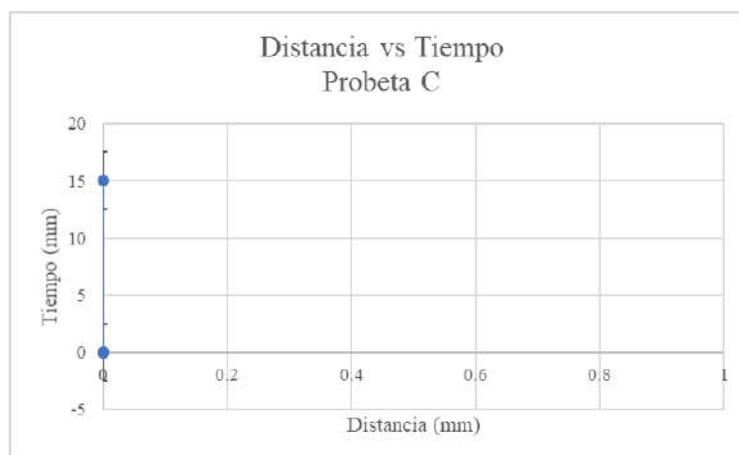
<b>Probeta B</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo(seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



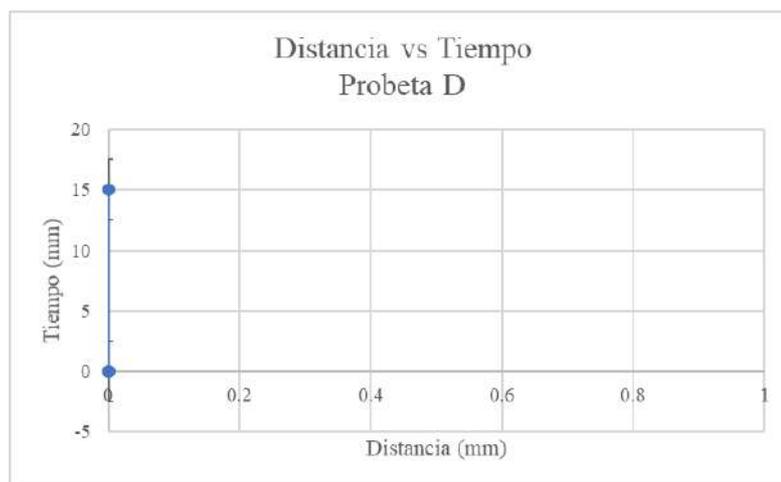
<b>Probeta C</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



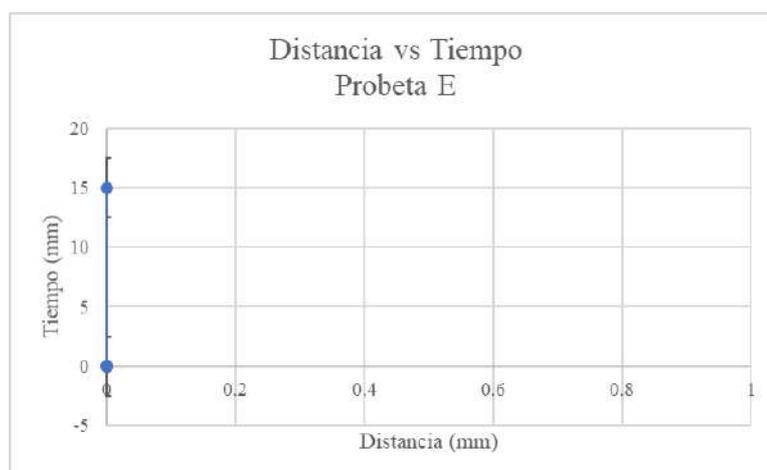
<b>Probeta D</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



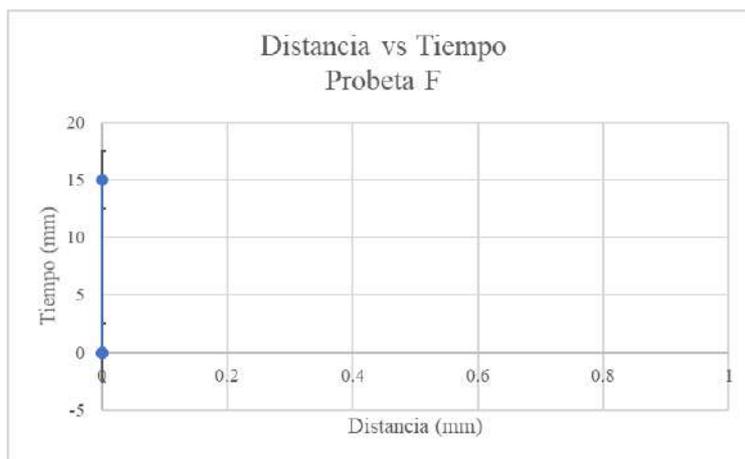
<b>Probeta E</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



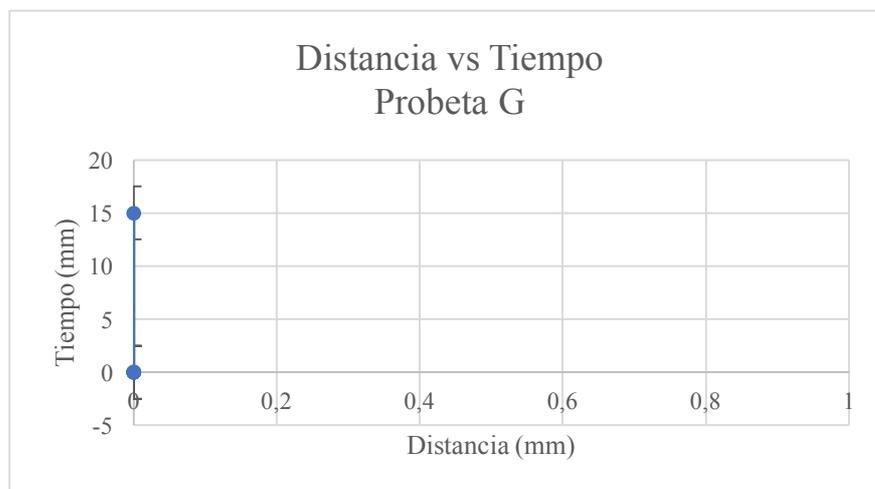
<b>Probeta F</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO

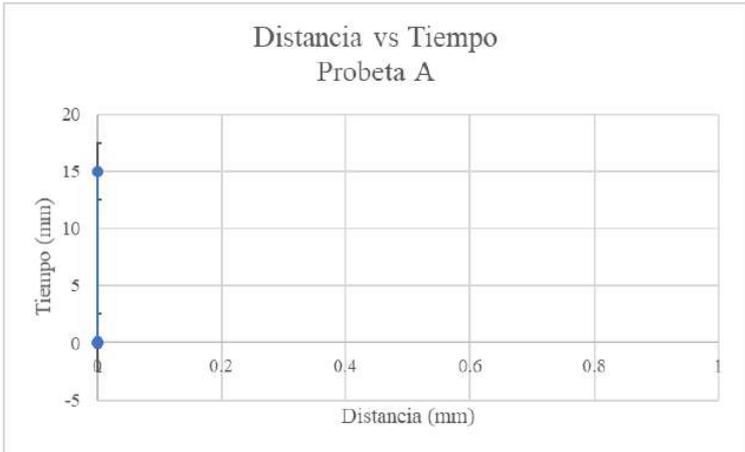


<b>Probeta G</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO

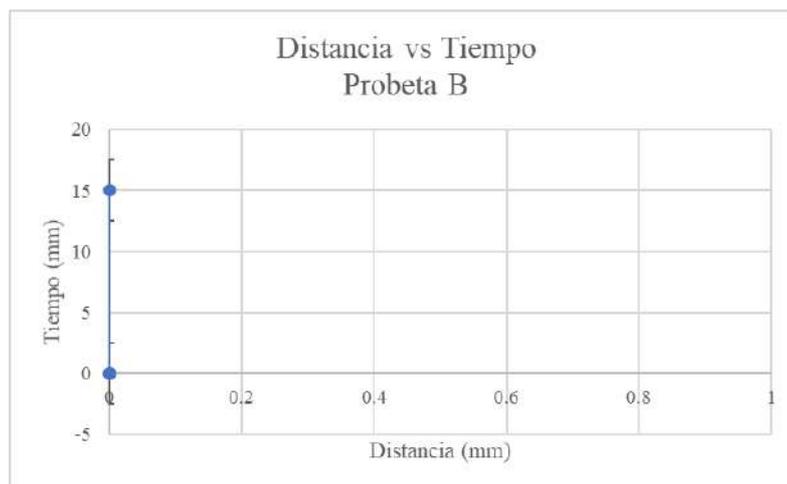


### Anexos A.3: Poliestireno Expandido

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>			
<b>INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>			
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>			
<b>Fecha:</b>	16/12/2022	<b>Ciudad:</b>	Ambato
<b>Lugar:</b>	UTA-Laboratorio de Ing. Mecánica		Campus Huachi
<b>Máquina</b>	Banco de pruebas UTA DIDE Modelo HVM serial 24459		
<b>Realizado por:</b>	Joel Villacrés	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Christian Castro
Parámetros de Ensayo			
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Prueba de Inflamabilidad	<b>Norma:</b>	Norma ISO 3795
<b>Tipo de material:</b>	Poliestireno Expandido		
<b>Dimensiones (mm)</b>	100 x 356 x 13	<b>N° de probetas</b>	7
<b>Resultados</b>			
<b>Probeta A</b>			
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>	
0	15	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
<b>GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO</b>			
 <p style="text-align: center;">Distancia vs Tiempo Probeta A</p>			

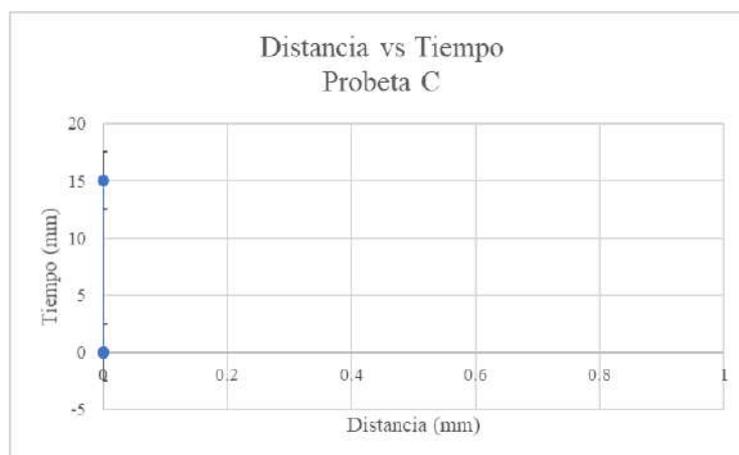
<b>Probeta B</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



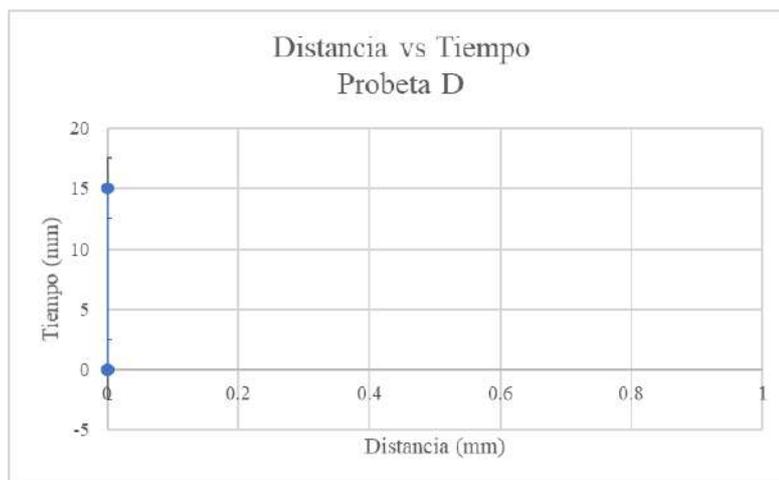
<b>Probeta C</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



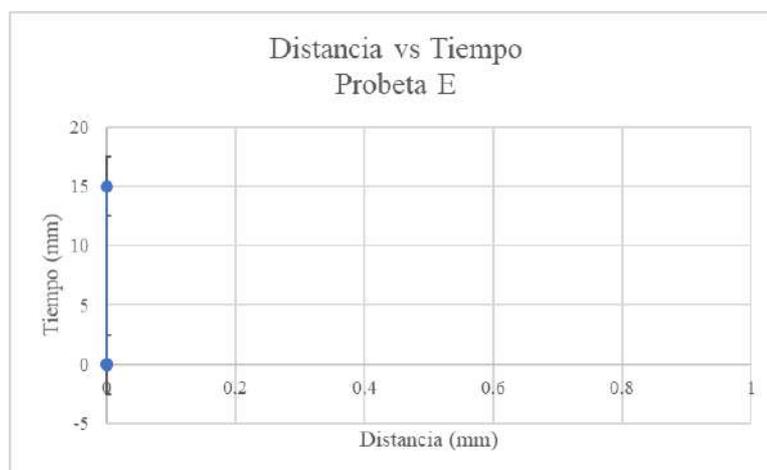
<b>Probeta D</b>		
<b>Distancia</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Tasa de combustión</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO



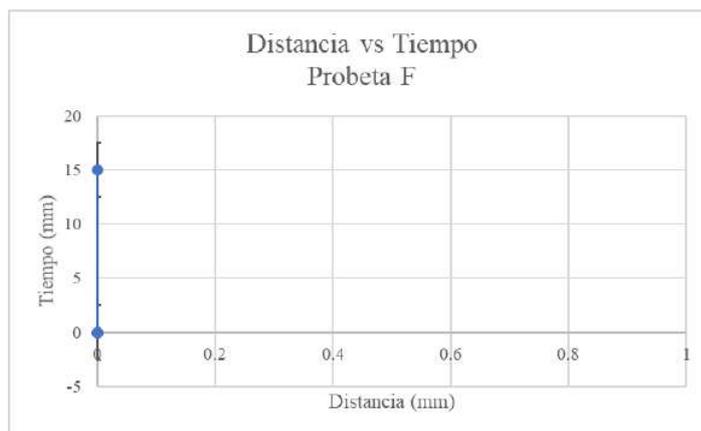
<b>Probeta E</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO



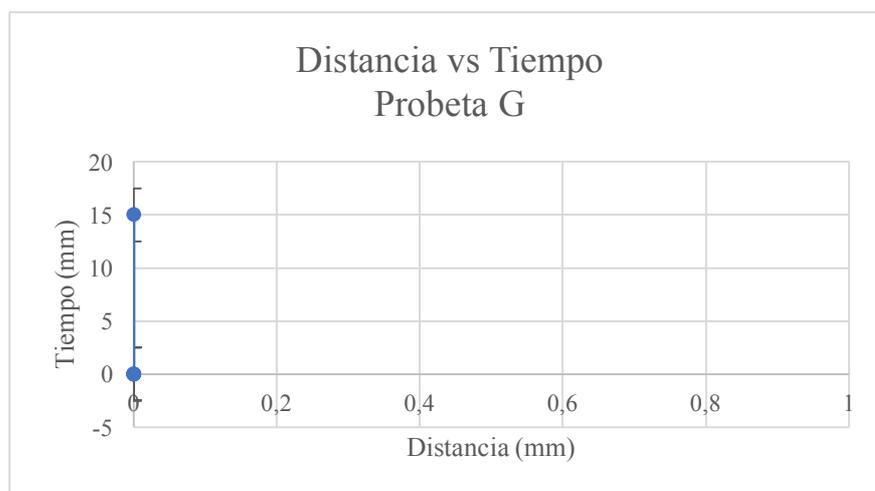
<b>Probeta F</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**

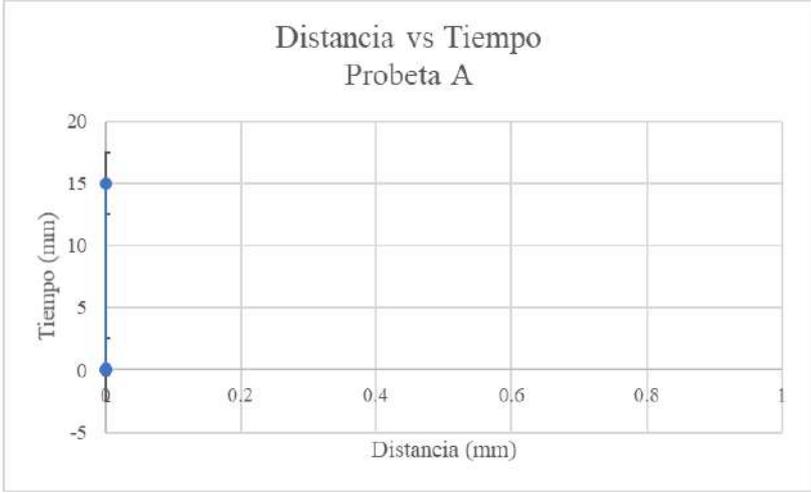


<b>Probeta G</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**

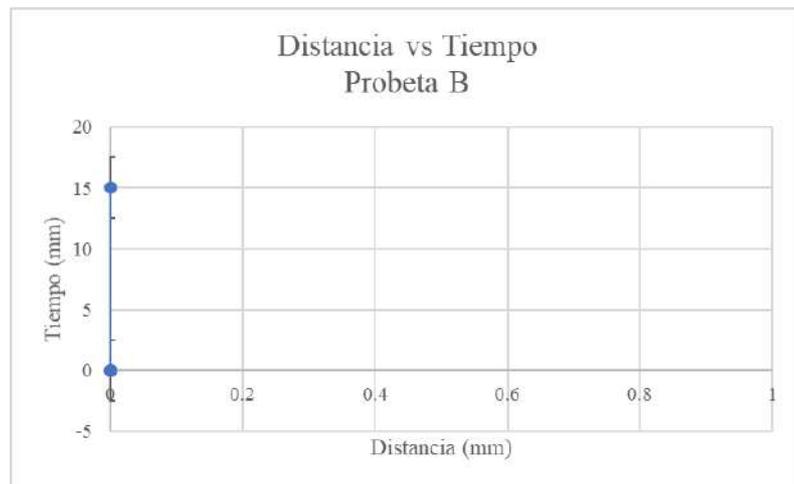


#### Anexos A.4: Esponja Flexible de Asientos

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>			
<b>INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>			
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>			
<b>Fecha:</b>	16/12/2022	<b>Ciudad:</b>	Ambato
<b>Lugar:</b>	UTA-Laboratorio de Ing. Mecánica		Campus Huachi
<b>Máquina</b>	Banco de pruebas UTA DIDE Modelo HVM serial 24459		
<b>Realizado por:</b>	Joel Villacrés	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Christian Castro
Parámetros de Ensayo			
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Prueba de Inflamabilidad	<b>Norma:</b>	Norma ISO 3795
<b>Tipo de material:</b>	Esponja Flexible de Asientos		
<b>Dimensiones (mm)</b>	100 x 356 x 13	<b>N° de probetas</b>	7
<b>Resultados</b>			
<b>Probeta A</b>			
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>	
0	15	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
<b>GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO</b>			
			

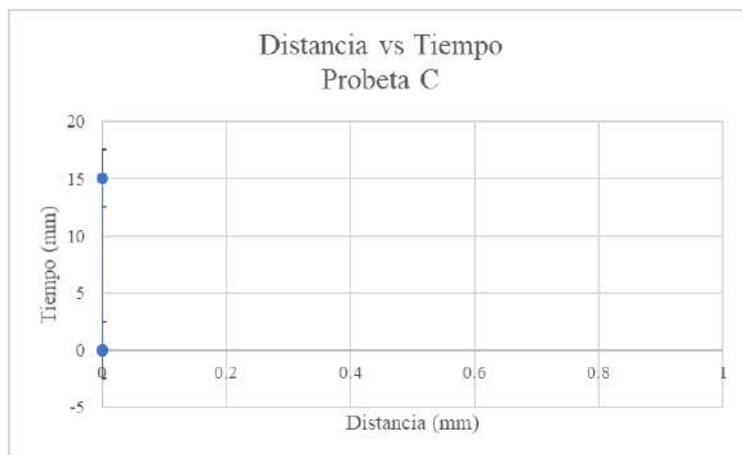
<b>Probeta B</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



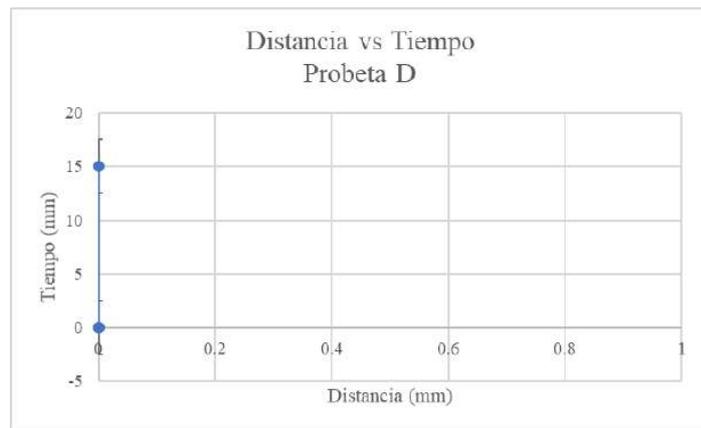
<b>Probeta C</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



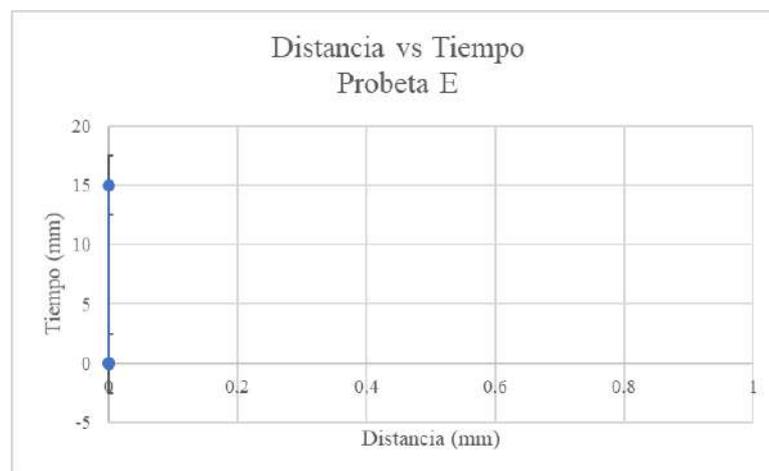
<b>Probeta D</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



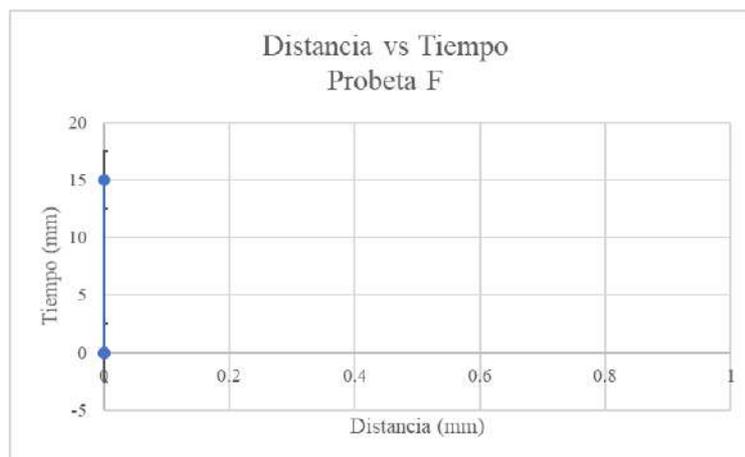
<b>Probeta E</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



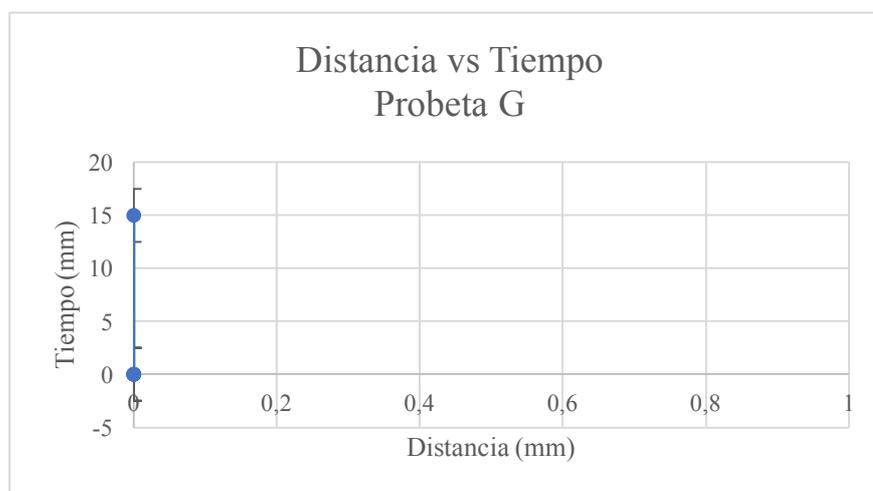
<b>Probeta F</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**

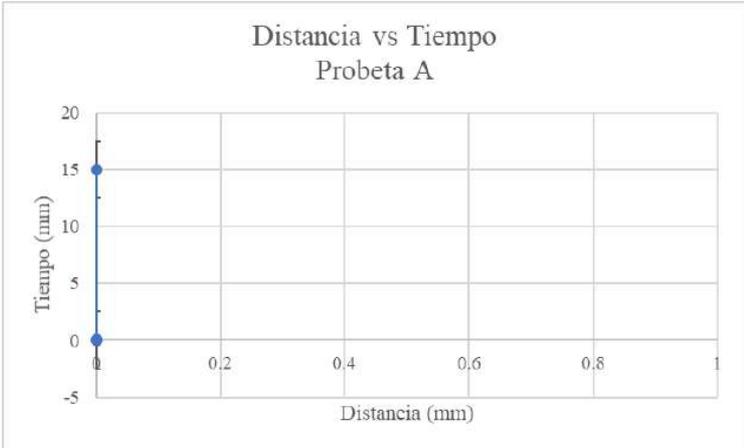


<b>Probeta G</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**

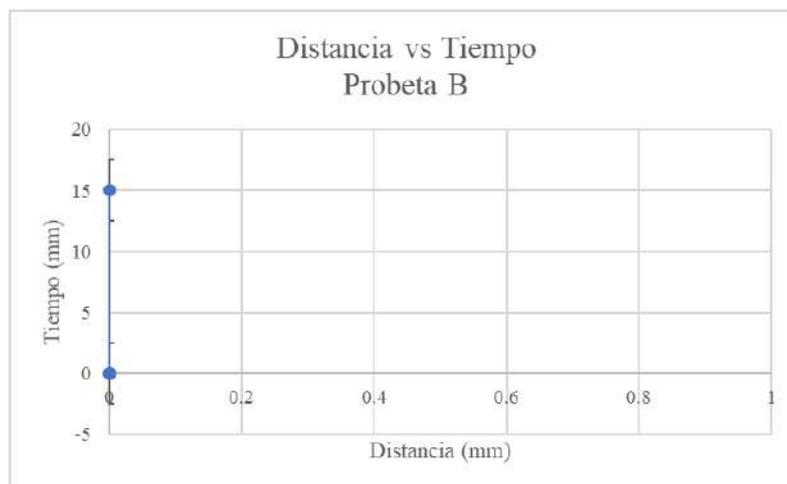


**Anexos A.5: Copolímero de polipropileno (Plástico de Asientos)**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> 			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>			
<b>INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>			
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>			
<b>Fecha:</b>	16/12/2022	<b>Ciudad:</b>	Ambato
<b>Lugar:</b>	UTA-Laboratorio de Ing. Mecánica		Campus Huachi
<b>Máquina</b>	Banco de pruebas UTA DIDE Modelo HMV serial 24459		
<b>Realizado por:</b>	Joel Villacrés	<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg. Christian Castro
Parámetros de Ensayo			
<b>Tipo de Ensayo:</b>	Prueba de Inflamabilidad	<b>Norma:</b>	Norma ISO 3795
<b>Tipo de material:</b>	Copolímero de polipropileno (Plástico de Asientos)		
<b>Dimensiones (mm)</b>	100 x 356 x 13	<b>N° de probetas</b>	7
<b>Resultados</b>			
<b>Probeta A</b>			
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>	
0	15	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
<b>GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO</b>			
			

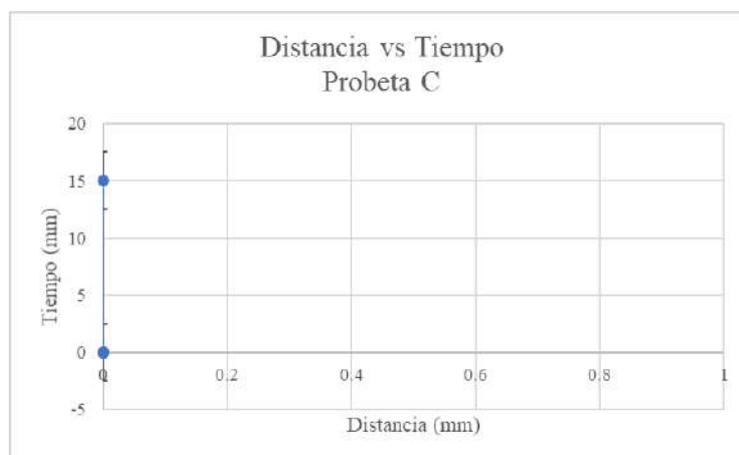
<b>Probeta B</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



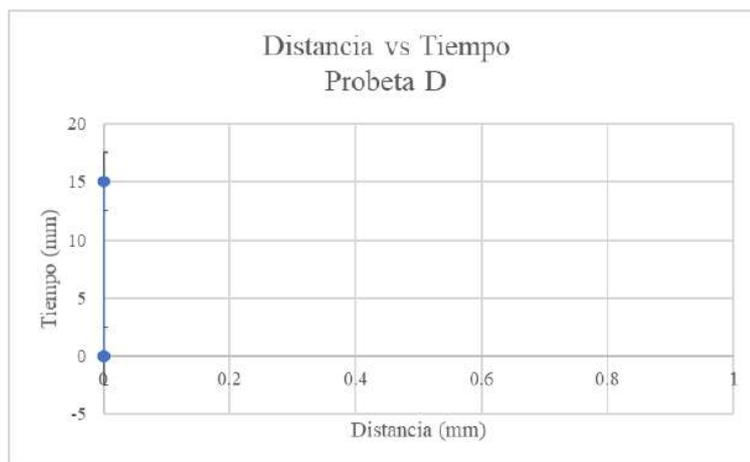
<b>Probeta C</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



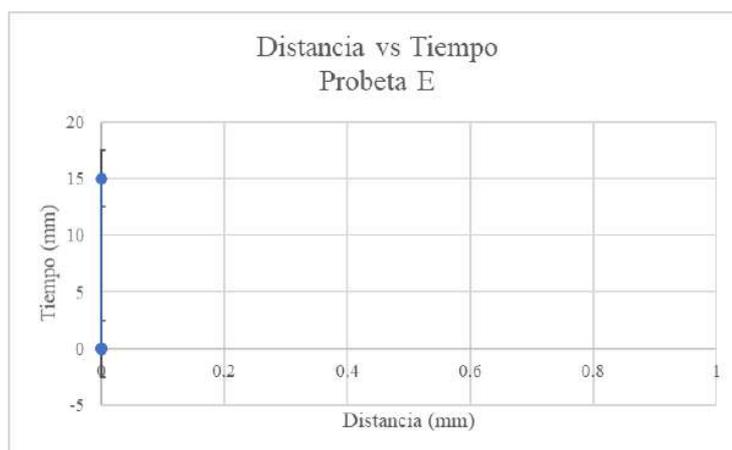
<b>Probeta D</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



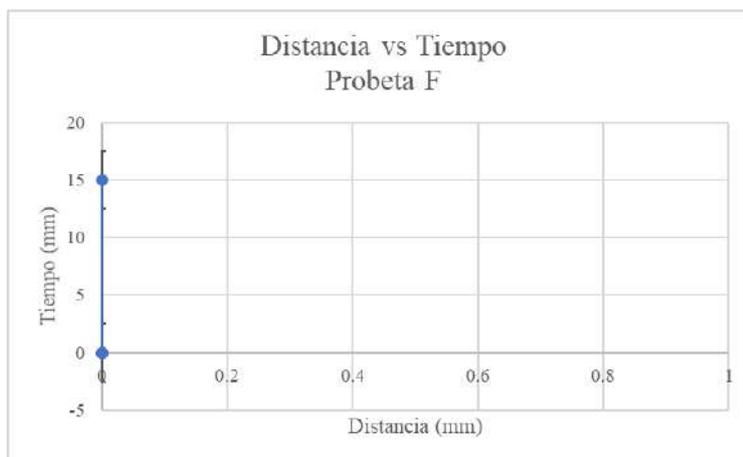
<b>Probeta E</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



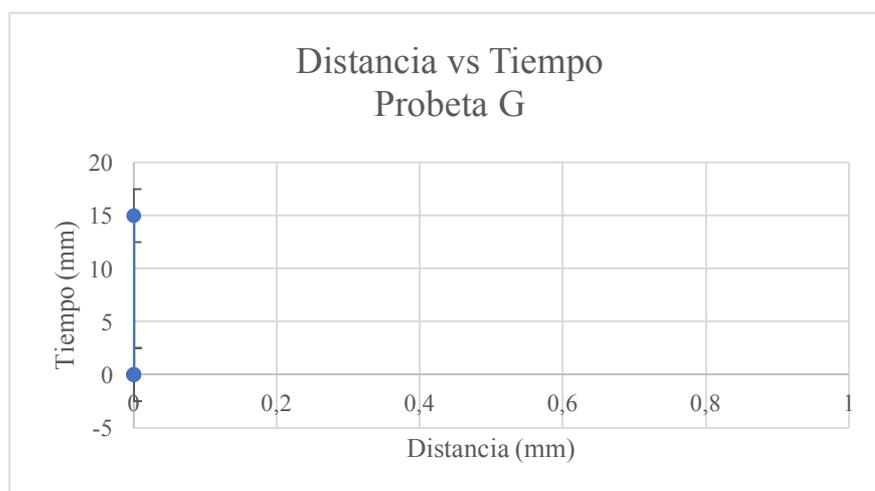
<b>Probeta F</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**



<b>Probeta G</b>		
<b>Distancia(mm)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Tasa de combustión (mm/seg)</b>
0	15	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

**GRÁFICA DISTANCIA-TIEMPO**





LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD

REGISTRO DE ENSAYO

Código:	R-LIM-RDE	Versión:	02	Fecha:	27/1/2022	Página 1 de 1
---------	-----------	----------	----	--------	-----------	---------------

I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Técnico responsables	FICM-LIM: <i>José Gonzalo Naranjo</i> Empresa: <i>Joel Villacres</i>	Código de equipos utilizados	
Razón social de la empresa:	RUC: <i>180472819-2</i>		
Dirección de la empresa:	<i>UTA-Campus Huachi Chico</i>	Teléfono: <i>0984669548</i>	

2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre técnico:	<i>Corosil Pranna</i>		
Nº de muestras:	<i>Siete</i>		
Dimensiones:	<i>100mm x 356mm</i>		
Color adverso:	<i>Negro</i>	Superficie adversa:	<i>Lisa</i>
Color reverso:	<i>Blanco</i>	Superficie reversa:	<i>Lisa</i>

3. DATOS GENERALES DEL ENSAYO

Código del ensayo:	<i>UTA-FICM-01</i>	Velocidad campana extractora	Nominal	Factor de Corrección	Corregida
Cámara de inflamabilidad:	<i>Horizontal</i>		<i>0.1</i>	<i>-0.16</i>	<i>0.26</i>
Fecha de ensayo:	<i>16/12/2022</i>		<i>0.1</i>	<i>-0.16</i>	<i>0.26</i>
Ensayo según la Norma:	<i>ISO 3795</i>				

3.1 ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS

Fecha de ingreso:	<i>14/12/2022</i>		Fecha de salida:	<i>16/12/2022</i>		Tiempo de acondicionamiento:	<i>48 horas</i>	
	Nominal	Factor de Corrección	Corregida	Nominal	Factor de Corrección	Corregida		
Temperatura máxima	<i>24.6°C</i>	<i>-0.306</i>	<i>24.9°C</i>	Humedad máxima	<i>55%</i>	<i>1.72%</i>	<i>53.28%</i>	
Temperatura mínima	<i>21.1°C</i>	<i>-0.293</i>	<i>21.39°C</i>	Humedad mínima	<i>46.2%</i>	<i>1.15%</i>	<i>45.05%</i>	
Temperatura promedio	<i>22.8°C</i>	<i>-0.316</i>	<i>23.13°C</i>	Humedad promedio	<i>50.23%</i>	<i>2.07%</i>	<i>48.16%</i>	
							Acondicionamiento	OK NO OK
								X

4. RESULTADOS DEL ENSAYO

Nº de Muestra	Distancia (mm)			Tiempo (s)			Tasa de combustión corregida B(mm/min)= (Distancia corregida/Tiempo Corregido) x 60
	Nominal	Factor de Corrección	Corregida	Nominal	Factor de Corrección	Corregida	
1	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
2	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
3	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
4	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
5	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
6	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
7	0	0	0	0	0	0	0 mm/min

Observaciones: *LONGITUDINAL ; MATERIAL AUTOEXTINGUIBLE*



## REGISTRO DE ENSAYO

Código:	R-LIM-RDE	Versión:	02	Fecha:	27/1/2022	Página 1 de 1
---------	-----------	----------	----	--------	-----------	---------------

## 1. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Técnico responsables	FICM-LIM:	Ing Gonzalo Naranjo	Código de equipos utilizados	
	Empresa:	Joel Villacres		
Razón social de la empresa:	RUC:	1804728192		
Dirección de la empresa:	Teléfono:	0984662548		

## 2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre técnico:	Corosil Pionna		
Nº de muestras:	Siete		
Dimensiones	100 mm x 356 mm		
Color adverso:	Negro	Superficie adversa:	Lisa
Color reverso:	Bianco	Superficie reverso:	Lisa

## 3. DATOS GENERALES DEL ENSAYO

Código del ensayo:	UTA-FICM - 02	Velocidad campana extractora	Nominal	Factor de Correccion	Corregida
Cámara de inflamabilidad:	Horizontal		0.1	-0.16	0.26
Fecha de ensayo:	16/12/2022		0.1	-0.16	0.26
Ensayo según la Norma:	ISO 3795				

## 3.1 ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS

Fecha de ingreso:	14/12/2022	Fecha de salida:	16/12/2022	Tiempo de acondicionamiento:	48 horas				
	Nominal	Factor de Correccion	Corregida		Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Acondicionamiento	
Temperatura máxima	24.6°C	-0.306	24.9°C	Humedad máxima	55%	1.72%	53.28%	OK	NO OK
Temperatura mínima	21.1°C	-0.293	21.39°C	Humedad mínima	46.2%	1.15%	45.05%	x	
Temperatura promedio	22.8°C	-0.316	23.13°C	Humedad promedio	50.23%	2.07%	48.16%		

## 4. RESULTADOS DEL ENSAYO

Nº de Muestra	Distancia (mm)			Tiempo (s)			Tasa de combustión corregida (mm/min) = (Distancia corregida/Tiempo Corregido) x 60
	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	
1	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
2	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
3	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
4	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
5	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
6	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
7	0	0	0	0	0	0	0 mm/min

Observaciones:

TRANSVERSAL ; MATERIAL AUTOEXTINGUIBLE





LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD

REGISTRO DE ENSAYO

Código:	R-LIM-RDE	Versión:	02	Fecha:	27/1/2022	Página 1 de 1
---------	-----------	----------	----	--------	-----------	---------------

1. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Técnico responsables	FICM-LIM : Empresa:	Ing Gonzalo Naranjo Joel Villacres		Código de equipos utilizados	
Razón social de la empresa:		RUC:	1804728192		
Dirección de la empresa:	UTA - Campus Huachi Chico	Teléfono:	0984662548		

2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre técnico:	Poliestireno Expandido		
Nº de muestras:	Siele		
Dimensiones	100 mm x 356 mm		
Color adverso:	Blanco	Superficie adversa:	Liso
Color reverso:	Blanco	Superficie reversa:	Lisa

3. DATOS GENERALES DEL ENSAYO

Código del ensayo:	UTA - FICM - 04	Velocidad compene extractora	Nominal	Factor de Correccion	Corregida
Cámara de inflamabilidad:	Horizontal		0.1	-0.16	0.26
Fecha de ensayo:	16/12/2022		0.1	-0.16	0.26
Ensayo según la Norma:	ISO 3795				

3.1 ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS

Fecha de ingreso:	14/12/2022	Fecha de salida:	16/12/2022	Tiempo de acondicionamiento:	48 horas			
	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Acondicionamiento	
Temperatura máxima	24.6°C	-0.306	24.9°C	Humedad máxima	55%	1.72%	53.28%	OK
Temperatura mínima	21.1°C	-0.293	21.39°C	Humedad mínima	46.2%	1.15%	45.05%	
Temperatura promedio	22.8°C	-0.316	23.13°C	Humedad promedio	50.23%	2.07%	48.16%	X

4. RESULTADOS DEL ENSAYO

Nº de Muestra	Distancia (mm)			Tiempo (s)			Tasa de combustión corregida B(mm/min) = (Distancia corregida/Tiempo Corregida) x 60
	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	
1	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
2	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
3	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
4	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
5	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
6	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
7	0	0	0	0	0	0	0 mm/min

Observaciones: LONGITUDINAL; MATERIAL AUTO EXTINGUIBLE



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD

REGISTRO DE ENSAYO

Código: R-LIM-RDE Versión: 02 Fecha: 27/1/2022 Página 1 de 1

I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Técnico responsables	FICM-LIM :	Ing Gonzalo Naranjo	Codigo de equipos utilizados		
	Empresa:	Joel Villacres.			
Razón social de la empresa:			RUC:	1304723192	
Dirección de la empresa:	UTA- Campus Huachi Chico		Teléfono:	0984662548	

2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre técnico:	Esfonjo Flexible de Asientos.		
Nº de muestras:	Siete		
Dimensiones	100mm x 356mm		
Color adverso:	Amarillo	Superficie adversa:	Rugosa
Color reverso:	Amarillo	Superficie reverso:	Rugosa

3. DATOS GENERALES DEL ENSAYO

Código del ensayo:	UTA-FICM-05.	Velocidad compena extractora	Nominal	Factor de Correccion	Corregida
Cámara de inflamabilidad:	Horizontal.		0.1	-0.16	0.26
Fecha de ensayo:	16/12/2022.		0.1	-0.16	0.26
Ensayo según la Norma:	ISO 3795.				

3.1 ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS

Fecha de ingreso:	14/12/2022	Fecha de salida:	16/12/2022	Tiempo de acondicionamiento:	48 horas.			
	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Acondicionamiento	
Temperatura máxima	24.6°C	-0.306	24.9°C	Humedad máxima	55%	1.72%	53.28%	
Temperatura mínima	21.1°C	-0.293	21.39°C	Humedad mínima	46.2%	1.15%	45.05%	OK NO OK
Temperatura promedio	22.8°C	-0.316	23.13°C	Humedad promedio	50.23%	2.01%	48.16%	X

4. RESULTADOS DEL ENSAYO

Nº de Muestra	Distancia (mm)			Tiempo (s)			Tasa de combustión corregida B(mm/min)= (Distancia corregida/Tiempo Corregido) x 60
	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	
1	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
2	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
3	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
4	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
5	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
6	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
7	0	0	0	0	0	0	0 mm/min

Observaciones:

LONGITUDINAL; MATERIAL AUTOEXTINGUIBLE



## REGISTRO DE ENSAYO

Código:	R-LIM-RDE	Versión:	02	Fecha:	27/11/2022	Página 1 de 1
---------	-----------	----------	----	--------	------------	---------------

## I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Técnico responsables	FICM-LIM:	Ing. Gonzalo Naranjo		Codigo de equipos utilizados		
	Empresa:	Joel Villacres				
Razón social de la empresa:		RUC:	1804728192			
Dirección de la empresa:	UTA-Campus Huachi Chico	Teléfono:	0989662548			

## 2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre técnico:	Esponja Flexible de Asientos.					
Nº de muestras:	siete.					
Dimensiones:	100mm x 356mm.					
Color adverso:	Amarillo	Superficie adversa:	Rugosa			
Color reverso:	Amarillo	Superficie reverso:	Rugosa			

## 3. DATOS GENERALES DEL ENSAYO

Código del ensayo:	UTA-FICM-06.			Velocidad campana extractora	Nominal	Factor de Correccion	Corregida
Cámara de inflamabilidad:	Horizontal.				0.1	-0.16	0.26
Fecha de ensayo:	16/12/2022.			0.1	-0.16	0.26	
Ensayo según la Norma:	ISO 3795						

## 3.1 ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS

Fecha de ingreso:	14/12/2022		Fecha de salida:	16/12/2022		Tiempo de acondicionamiento:	48 horas	
	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Acondicionamiento	
Temperatura máxima	24.6°C	-0.306	24.9°C	Humedad máxima	55%	1.72%	53.28%	
Temperatura mínima	21.1°C	-0.293	21.39°C	Humedad mínima	46.2%	1.15%	45.05%	OK NO OK
Temperatura promedio	22.8°C	-0.316	23.13°C	Humedad promedio	50.23%	2.07%	48.18%	* x

## 4. RESULTADOS DEL ENSAYO

Nº de Muestra	Distancia (mm)			Tiempo (s)			Tasa de combustión corregida B(mm/min)= (Distancia corregida/Tiempo Corregido) x 60
	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	
1	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
2	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
3	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
4	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
5	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
6	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
7	0	0	0	0	0	0	0 mm/min

Observaciones:

TRANSVERSAL; MATERIAL AUTOEXTINGUIBLE



## REGISTRO DE ENSAYO

Código:

R-LIM-RDE

Versión:

02

Fecha:

27/1/2022

Página 1  
de 1

## I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Técnico responsables	FICM-LIM:	Ina Gonzalo Naranjo	Código de equipos utilizados		
	Empresa:	Jed Villacres			
Razón social de la empresa:	RUC:	1804728192			
Dirección de la empresa:	UTD-Compus Huachi Chico	Teléfono:	0984662548		

## 2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre técnico:	Fibra de Vidrio - Material compuesto.				
Nº de muestras:	Siete				
Dimensiones:	100mm 356mm.				
Color adverso:	Blanco	Superficie adversa:	Liso		
Color reverso:	Gris.	Superficie reverso:	Rugosa		

## 3. DATOS GENERALES DEL ENSAYO

Código del ensayo:	UTA-FICM-07			Velocidad campana extractores	Nominal	Factor de Correccion	Corregida
Cámara de inflamabilidad:	Horizontal.				0-1	-0.16	0.26
Fecha de ensayo:	16/12/2022.				0-1	-0.16	0.26
Ensayo según la Norma:	ISO 3795.						

## 3.1 ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS

Fecha de ingreso:	14/12/2022		Fecha de salida:				Tiempo de acondicionamiento:	48 horas.	
	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Acondicionamiento		
Temperatura máxima	24.6°C	-0.306	24.9°C	Humedad máxima	55%	1.72%	53.28%		
Temperatura mínima	21.1°C	-0.293	21.39°C	Humedad mínima	46.2%	1.15%	45.05%	OK	NO OK
Temperatura promedio	22.8°C	-0.316	23.13°C	Humedad promedio	50.2%	2.07%	48.18%	X	

## 4. RESULTADOS DEL ENSAYO

Nº de Muestra	Distancia (mm)			Tiempo (s)			Tasa de combustión corregida B(mm/min)= (Distancia corregida/Tiempo Corregido) x 60
	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	
1	0	0	0	0	0	0	mm/min
2	0	0	0	0	0	0	mm/min
3	0	0	0	0	0	0	mm/min
4	0	0	0	0	0	0	mm/min
5	0	0	0	0	0	0	mm/min
6	0	0	0	0	0	0	mm/min
7	0	0	0	0	0	0	mm/min

Observaciones:

LONGITUDINAL; MATERIAL AUTOEXTINGUIBLE



## REGISTRO DE ENSAYO

Código:

R-LIM-RDE

Versión:

02

Fecha:

27/1/2022

Página 1  
de 1

## 1. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Técnicos responsables:	FICM-LIM:	Ing Gonzalo Naranjo	Codigo de equipos utilizados
	Empresa:	Joel Villacres	
Razón social de la empresa:	UTA - Campus Huachi-Chico	RUC:	1804728191
Dirección de la empresa:		Teléfono:	0984662548

## 2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre técnico:	Fibra de Vidrio Material Compuesto		
Nº de muestras:	Siote		
Dimensiones:	100 mm x 356 mm		
Color adverso:	Blanco	Superficie adversa:	Lisa
Color reverso:	Gris	Superficie reversa:	Rugosa

## 3. DATOS GENERALES DEL ENSAYO

Código del ensayo:	UTA-FICM-08	Velocidad campana extractora	Nominal	Factor de Corrección	Corregida
Cámara de inflamabilidad:	Horizontal		0-1	-0.16	0.26
Fecha de ensayo:	16/12/2022	0-1	-0.16	0.26	
Ensayo según la Norma:	ISO 3795				

## 3.1 ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS

Fecha de ingreso:	14/12/2022	Fecha de salida:		Tiempo de acondicionamiento:					
	Nominal	Factor de Corrección	Corregida						
Temperatura máxima	24.6°C	-0.306	24.9°C	Humedad máxima	55%	1.12%	53.23%	Acondicionamiento	
Temperatura mínima	21.1°C	-0.293	21.39°C	Humedad mínima	46.2%	1.15%	45.05%	OK	NO OK
Temperatura promedio	22.8°C	-0.316	23.13°C	Humedad promedio	50.2%	2.07%	48.18%	X	

## 4. RESULTADOS DEL ENSAYO

Nº de Muestra	Distancia (mm)			Tiempo (s)			Tasa de combustión corregida B(mm/min)= (Distancia corregida/Tiempo Corregido) x 60
	Nominal	Factor de Corrección	Corregida	Nominal	Factor de Corrección	Corregida	
1	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
2	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
3	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
4	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
5	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
6	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
7	0	0	0	0	0	0	0 mm/min

Observaciones:

TRANSVERSAL; MATERIAL AUTOEXTINGUIBLE



## REGISTRO DE ENSAYO

Código:

R-LIM-RDE

Versión:

02

Fecha:

27/1/2022

Página 1  
de 1

## I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Técnico responsables	FICM-LIM:	Ing. Gonzalo Naranjo		Codigo de equipos utilizados			
	Empresa:	Joel Villacres					
Razón social de la empresa:		RUC:	1804728192				
Dirección de la empresa:	UTA-Campus Hualchi, Chico	Teléfono:	0984662548				

## 2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre técnico:	Copolimero de Polipropileno		
Nº de muestras:	Siete		
Dimensiones:	100 mm x 356 mm.		
Color adverso:	Gris	Superficie adversa:	Liso
Color reverso:	Gris	Superficie reversa:	Liso

## 3. DATOS GENERALES DEL ENSAYO

Código del ensayo:	UTA-FICM-09	Velocidad campana extractora	Nominal	Factor de Correccion	Corregida
Cámara de inflamabilidad:	Horizontal		0.1	-0.16	0.26
Fecha de ensayo:	16/12/2022		0.1	-0.16	0.26
Ensayo según la Norma:	ISO 3795				

## 3.1 ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS

Fecha de ingreso:	14/12/2022	Fecha de salida:	16/12/2022	Tiempo de acondicionamiento: 28 horas			
	Nominal	Factor de Correccion	Corregida		Nominal	Factor de Correccion	Corregida
Temperatura máxima	24.6 °C	-0.306	24.9 °C	Humedad máxima	55%	1.72%	53.28%
Temperatura mínima	21.1 °C	-0.293	21.39 °C	Humedad mínima	46.2%	1.15%	45.05%
Temperatura promedio	22.8 °C	-0.316	23.13 °C	Humedad promedio	50.23%	2.07%	48.16%
				Acondicionamiento		OK	NO OK
						X	

## 4. RESULTADOS DEL ENSAYO

Nº de Muestra	Distancia (mm)			Tiempo (s)			Tasa de combustión corregida B(mm/min)= (Distancia corregida/Tiempo Corregido) x 60
	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	
1	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
2	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
3	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
4	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
5	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
6	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
7	0	0	0	0	0	0	0 mm/min

Observaciones:

LONGITUDINAL; MATERIAL AUTOEXTINGUIBLE



## REGISTRO DE ENSAYO

Código:	R-LIM-RDE	Versión:	02	Fecha:	27/1/2022	Página 1 de 1
---------	-----------	----------	----	--------	-----------	---------------

## I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Técnico responsables	FICM-LIM:	Ing Gonzalo Navarajo	Codigo de equipos utilizados			
	Empresa:	Joel Villocres				
Razón social de la empresa:			RUC:	1804728192		
Dirección de la empresa:	UTA - Campos Huachi Chico		Teléfono:	0984662548		

## 2. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre técnico:	Copolimero de Polipropileno				
Nº de muestras:	Siete				
Dimensiones	100 mm x 356 mm				
Color adverso:	Gris	Superficie adversa:	Liso		
Color reverso:	Gris	Superficie reverso:	Liso		

## 3. DATOS GENERALES DEL ENSAYO

Código del ensayo:	UTA - FICM - 10	Velocidad campana extractora	Nominal	Factor de Correccion	Corregida
Cámara de inflamabilidad:	Horizontal		0.1	-0.16	0.26
Fecha de ensayo:	16/12/2022		0.1	-0.16	0.26
Ensayo según la Norma:	ISO 3795				

## 3.1 ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS

Fecha de ingreso:	14/12/2022	Fecha de salida:		Tiempo de acondicionamiento:	28 horas				
	Nominal	Factor de Correccion	Corregida		Nominal	Factor de Correccion	Corregida		
Temperatura máxima	24.6°C	-0.306	24.9°C	Humedad máxima	55%	1.72%	53.28%	Acondicionamiento	
Temperatura mínima	21.1°C	-0.293	21.39°C	Humedad mínima	46.2%	1.15%	45.05%	OK	NO OK
Temperatura promedio	22.8°C	-0.316	23.13°C	Humedad promedio	50.23%	2.07%	48.16%	x	

## 4. RESULTADOS DEL ENSAYO

Nº de Muestra	Distancia (mm)			Tiempo (s)			Tasa de combustión corregida B(mm/min)= (Distancia corregida/Tiempo Corregido) x 60
	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	Nominal	Factor de Correccion	Corregida	
1	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
2	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
3	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
4	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
5	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
6	0	0	0	0	0	0	0 mm/min
7	0	0	0	0	0	0	0 mm/min

Observaciones:

TRANSVERSAL ; MATERIAL AUTO EXTINGUIBLE



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

**INFORME DEL ENSAYO DE INFLAMABILIDAD**

**SEGÚN ISO 3795.**

FIBRA DE VIDRIO	
Fecha de recepción	16/12/2022
Número de probetas	7
Dimensiones	100 mm x 356 mm
Color adverso	Gris
Color reverso	Gris
Superficie adversa	Lisa
Superficie reversa	Semirugosa

16 de enero de 2023

## AMBATO – ECUADOR

### 1. ANTECEDENTES:

Con fecha 16 de diciembre de 2022, el Sr. JOEL EDIBERTO VILLACRÉS MARTÍNEZ, en calidad de TESISISTA de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO., domiciliado en la ciudad de AMBATO SANTA ROSA y con número de ruc/cédula: 1804728192, 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 ISO 3795, de la muestra **FIBRA DE VIDRIO** la cual es utilizada en la fabricación de vehículos.

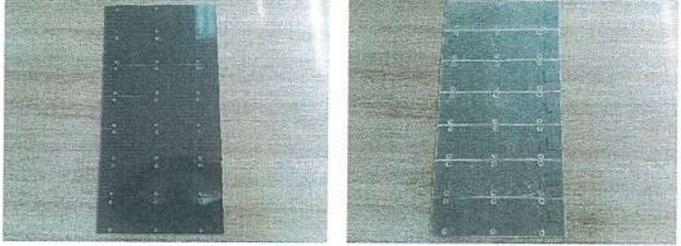
### 2. PROCESO GENERAL

Según lo indica el método, la prueba de inflamabilidad se realizó sobre sus respectivas submuestras, las cuales se prepararon de acuerdo con el "Instructivo para la preparación de muestras" y manipularon de acuerdo con lo señalado en la norma ISO 3795.

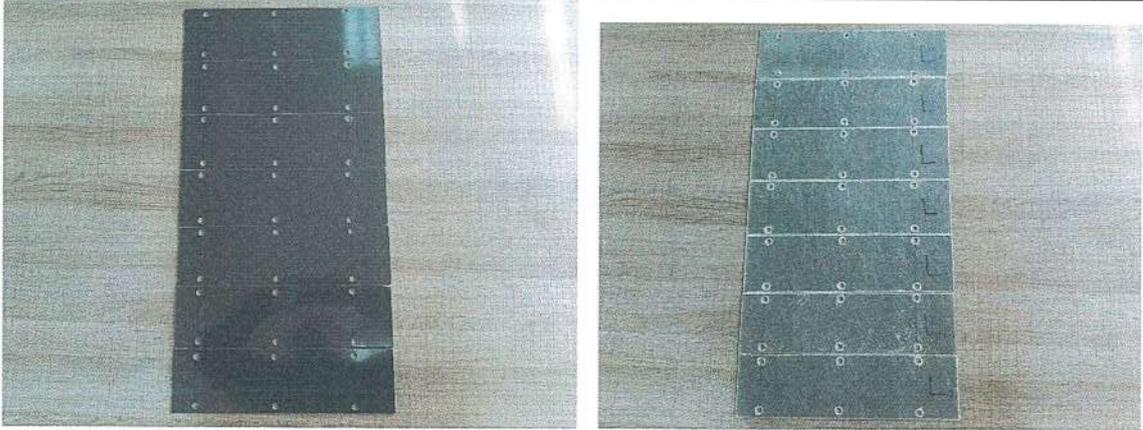
Las pruebas se efectuaron dentro de la cámara de inflamabilidad horizontal, en cuyo interior las muestras se colocaron de manera horizontal en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión. Además, para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas metano. Por último, se efectuaron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

### 3. DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

Nombre del material:	FIBRA DE VIDRIO
Muestreo:	Materiales seleccionados y remitidos por el solicitante
Tipo de material:	Simple
Origen del material:	Elaborado por el solicitante
Uso del material:	Interiores y Exteriores
Dimensiones de la muestra:	100 mm X 356 mm
Responsable del corte de las muestras:	Solicitante

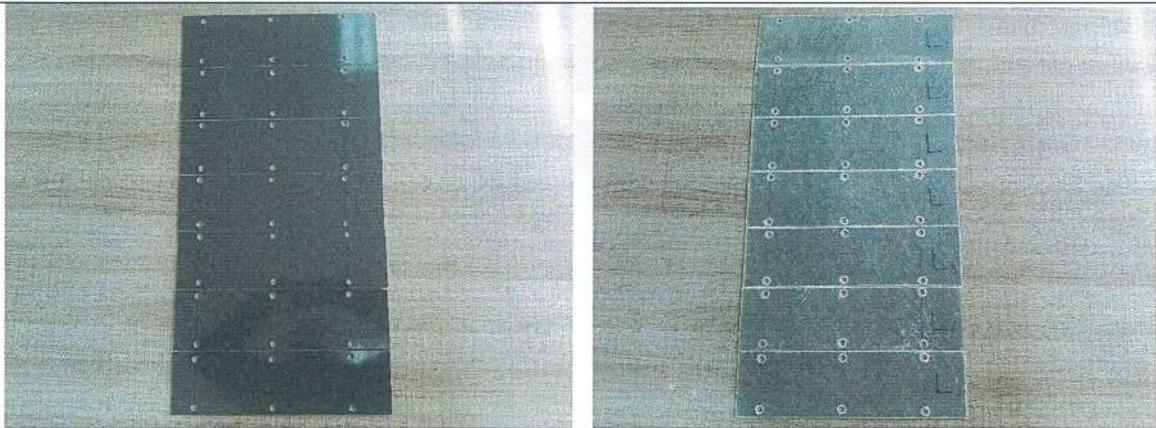
Tipo de entrega de las muestras:	7 muestras
Ámbito / Modalidad de transporte en los que se utilizara los materiales a ensayar	INTERPROVINCIAL, INTRAREGIONAL, INTRAPROVINCIAL, TURISMO, INTRACANTONAL, ESCOLAR E INSTITUCIONAL.
Fotografía:	

#### 4. PARÁMETROS DEL ENSAYO Y RESULTADOS

Cámara de inflamabilidad:	Horizontal	Fecha de ensayo:	16/12/2022
Tipo de material:	FIBRA DE VIDRIO		
Dimensiones (mm):	100 mm x 356 mm	Nº de probetas:	7
Temperatura promedio corregida:	22,4 °C	Humedad relativa promedio corregida:	48,9 %
Tiempo de acondicionamiento:	28 horas		
Sentido de corte de la muestra:	Longitudinal		
			
Conjunto de muestras antes de las pruebas			
Resultados Según La Norma ISO 3795			

N° De Probetas	Distancia corregida (mm)	Tiempo corregido (s)	Tasa de combustión corregida B(mm/min)
1	0	0	0 (mm/min)
2	0	0	0 (mm/min)
3	0	0	0 (mm/min)
4	0	0	0 (mm/min)
5	0	0	0 (mm/min)
6	0	0	0 (mm/min)
7	0	0	0 (mm/min)

**Observaciones:** El material denominado **FIBRA DE VIDRIO** es auto extingible.



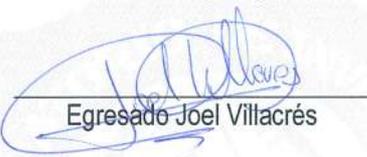
Conjunto de muestras después de las pruebas.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo con el material ensayado: **FIBRA DE VIDRIO** las tasas de combustión obtenidas (índice de llama) son:

Número de Probeta	Tasa de combustión corregida B(mm/min)
Probeta 1	0 (mm/min)

Probeta 2	0 (mm/min)
Probeta 3	0 (mm/min)
Probeta 4	0 (mm/min)
Probeta 5	0 (mm/min)
Probeta 6	0 (mm/min)
Probeta 7	0 (mm/min)

  
Egresado Joel Villacrés

**Tesista**

## 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 INFLAMABILIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA  
DE AMBATO**

**INFORME DEL ENSAYO DE INFLAMABILIDAD  
SEGÚN ISO 3795.**

FIBRA DE VIDRIO	
Fecha de recepción	16/12/2022
Número de probetas	7
Dimensiones	100 mm x 356 mm
Color adverso	Gris
Color reverso	Gris
Superficie adversa	Lisa
Superficie reversa	Semirugosa

16 de enero de 2023

## AMBATO – ECUADOR

### 1. ANTECEDENTES:

Con fecha 16 de diciembre de 2022, el Sr. JOEL EDIBERTO VILLACRÉS MARTÍNEZ, en calidad de TESISISTA de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO., domiciliado en la ciudad de AMBATO SANTA ROSA

y con número de ruc/cédula: 1804728192, 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 ISO 3795, de la muestra **FIBRA DE VIDRIO** la cual es utilizada en la fabricación de vehículos.

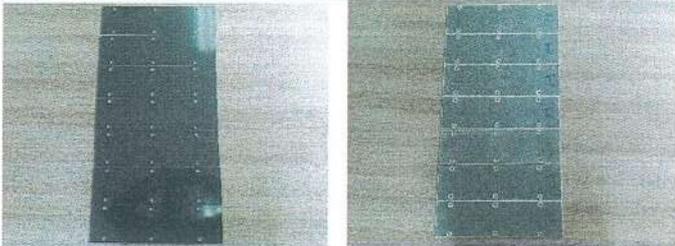
### 2. PROCESO GENERAL

Según lo indica el método, la prueba de inflamabilidad se realizó sobre sus respectivas submuestras, las cuales se prepararon de acuerdo con el "Instructivo para la preparación de muestras" y manipularon de acuerdo con lo señalado en la norma ISO 3795.

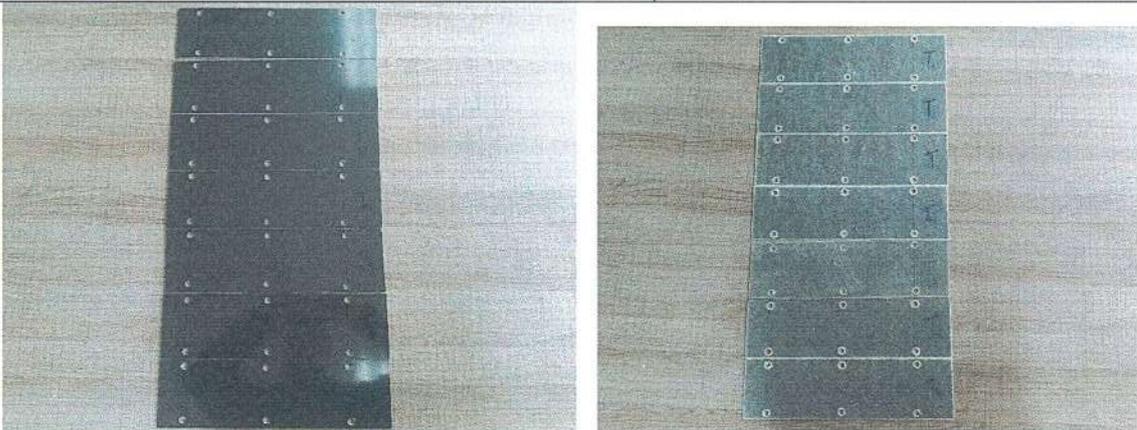
Las pruebas se efectuaron dentro de la cámara de inflamabilidad horizontal, en cuyo interior las muestras se colocaron de manera horizontal en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión. Además, para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas metano. Por último, se efectuaron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

### 3. DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

Nombre del material:	FIBRA DE VIDRIO
Muestreo:	Materiales seleccionados y remitidos por el solicitante
Tipo de material:	Simple
Origen del material:	Elaborado por el solicitante
Uso del material:	Interiores y Exteriores
Dimensiones de la muestra:	100 mm X 356 mm
Responsable del corte de las muestras:	Solicitante

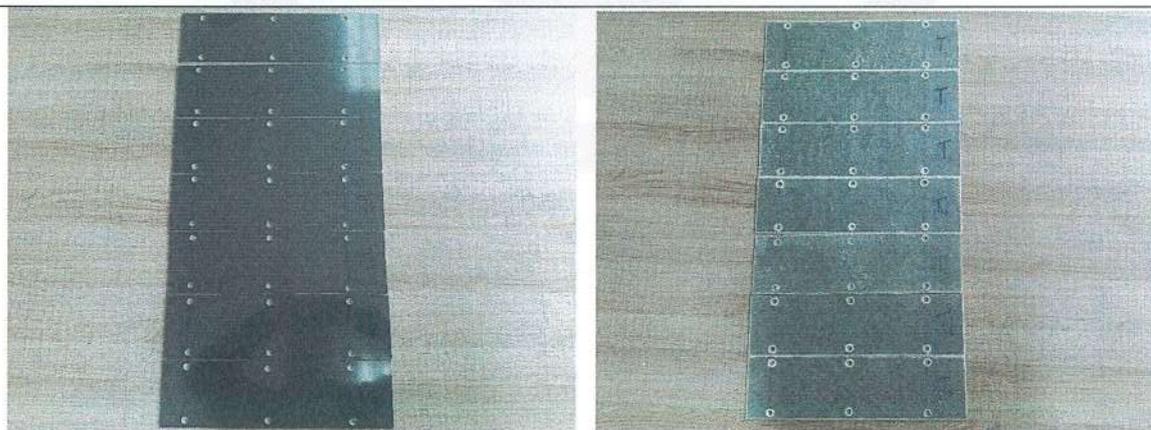
Tipo de entrega de las muestras:	7 muestras
Ámbito / Modalidad de transporte en los que se utilizara los materiales a ensayar	INTERPROVINCIAL, INTRAREGIONAL, INTRAPROVINCIAL, TURISMO, INTRACANTONAL, ESCOLAR E INSTITUCIONAL.
Fotografía:	

#### 4. PARÁMETROS DEL ENSAYO Y RESULTADOS

Cámara de inflamabilidad:	Horizontal	Fecha de ensayo:	16/12/2022
Tipo de material:	FIBRA DE VIDRIO		
Dimensiones (mm):	100 mm x 356 mm	Nº de probetas:	7
Temperatura promedio corregida:	22,4 °C	Humedad relativa promedio corregida:	48,9 %
Tiempo de acondicionamiento:	28 horas		
Sentido de corte de la muestra:	Transversal		
			
Conjunto de muestras antes de las pruebas			
Resultados Según La Norma ISO 3795			

N° De Probetas	Distancia corregida (mm)	Tiempo corregido (s)	Tasa de combustión corregida B(mm/min)
1	0	0	0 (mm/min)
2	0	0	0 (mm/min)
3	0	0	0 (mm/min)
4	0	0	0 (mm/min)
5	0	0	0 (mm/min)
6	0	0	0 (mm/min)
7	0	0	0 (mm/min)

**Observaciones:** El material denominado FIBRA DE VIDRIO es auto extingible.



Conjunto de muestras después de las pruebas.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo con el material ensayado: FIBRA DE VIDRIO las tasas de combustión obtenidas (índice de llama) son:

Número de Probeta	Tasa de combustión corregida B(mm/min)
Probeta 1	0 (mm/min)

Probeta 2	0 (mm/min)
Probeta 3	0 (mm/min)
Probeta 4	0 (mm/min)
Probeta 5	0 (mm/min)
Probeta 6	0 (mm/min)
Probeta 7	0 (mm/min)



  
Egresado Joel Villacrés

**Tesista**

## 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.

INTERNATIONAL  
STANDARD

**ISO**  
**3795**

Second edition  
1989-10-15

**Vehículos de carretera y tractores y maquinaria para la agricultura y silvicultura**  
**Determinación de los comportamientos de combustión de los materiales interiores**

Vehículos y tractores de carretera y equipos agrícolas y forestales: determinación de las características de la  
combustión de materiales interiores



Licensed to  r. Castro  
ISO Store order #: 10-1337079/Downloaded: 2013-06-21  
Single user licence only, copying and networking prohibited

Reference number  
ISO 3795 : 1989 (E)

## **Prefacio**

ISO (la Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de estándares internacionales normalmente se lleva a cabo a través de comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en un tema para el cual se ha establecido un comité técnico tiene derecho a estar representado en ese comité. Las organizaciones internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, en colaboración con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todos los asuntos de normalización electrotécnica.

Los proyectos de normas internacionales adoptados por los comités técnicos se distribuyen a los organismos miembros para su aprobación antes de ser aceptados como normas internacionales por el Consejo ISO. Se aprueban de acuerdo con los procedimientos de la ISO que requieren al menos el 75% de aprobación por parte de los organismos miembros que votan.

La Norma Internacional ISO 3795 fue preparada conjuntamente por los Comités Técnicos ISO / TC 22, Vehículos de carretera e ISO / TC 23, Tractores y maquinaria para la agricultura y silvicultura.

Esta segunda edición cancela y reemplaza la primera edición (ISO 3795: 19761, cuyo alcance se ha ampliado para incluir tractores y maquinaria para la agricultura y silvicultura.

© ISO 1989

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Organization for Standardization

Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Switzerland

Printed in Switzerland

Licensed to University / Mr. Castro  
ISO Store order #: 10-1337979/Downloaded: 2013-06-2  
Cinola 11247 license only. No other text reproduction permitted.

## **Introducción**

La evaluación del comportamiento de combustión de los materiales interiores se basa en la suposición de que es poco probable que ocurra un incendio en el compartimento de pasajeros cuando la velocidad de combustión del material interior bajo la acción de una llama pequeña es cero o muy pequeña.

En el marco de las reglamentaciones internacionales para la seguridad de los vehículos de motor preparadas por los grupos competentes de la Comisión Económica para Europa (ECEDJNO), se solicitó a ISO que desarrollara un método para determinar el comportamiento de combustión de los materiales interiores de los vehículos de motor. Se recopiló y evaluó amplia información sobre los métodos de prueba existentes. En vista de los estándares de seguridad que ya son obligatorios, las consideraciones se basaron principalmente en el procedimiento de prueba definido en US-FMVSS 302.

Se prestó considerable atención al problema de la ventilación de la cámara de combustión. Se llevaron a cabo dos series de pruebas comparativas para investigar diferentes variaciones de diseño.

Luego de extensas discusiones, se decidió describirlo en esta Norma Internacional, para incorporar la cámara de combustión, además, se decidió requerir la presencia de cables de soporte como parte del equipamiento estándar para evitar interpretaciones subjetivas del comportamiento de la muestra por parte del personal de prueba.

## Vehículos de carretera y tractores y maquinaria para agricultura y silvicultura - Determinación del comportamiento de combustión de materiales interiores

### 1 Alcance

Esta norma internacional especifica un método para determinar la velocidad de combustión horizontal de los materiales utilizados en el compartimiento de los ocupantes de los vehículos de carretera (por ejemplo, automóviles, camiones, vagones, autocares) y de tractores y maquinaria para la agricultura y la silvicultura, después de exposición a una llama pequeña.

Este método permite probar materiales y partes del equipamiento interior del vehículo individualmente o en combinación hasta un grosor de 13 mm. Se usa para juzgar la uniformidad de los lotes de producción de tales materiales con respecto a su comportamiento de combustión.

Debido a las muchas diferencias entre la situación del mundo real (aplicación y orientación dentro del interior del vehículo, condiciones de uso, fuente de ignición, etc.) y las condiciones exactas de prueba especificadas en esta Norma Internacional, este método no puede considerarse adecuado para la evaluación

de todas las verdaderas características de combustión en el vehículo.

### 2 Referencia normativa

La siguiente norma contiene disposiciones que, mediante la referencia en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma Internacional. En el momento de la publicación, la edición indicada era válida. Todas las normas están sujetas a revisión y se alienta a las partes de los acuerdos basados en esta norma internacional a investigar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de la norma que se indica a continuación. Los miembros de IEC e ISO mantienen registros de las Normas Internacionales actualmente vigentes.

ISO 2763-1: 1989, *Tolerancias generales - Parte I: Tolerancias para dimensiones lineales y angulares sin indicaciones de tolerancia individual.*

### 3 Definiciones

A los fines de esta Norma Internacional, se aplican las siguientes definiciones.

3.1 tasa de combustión: cociente de la distancia quemada medida de acuerdo con esta Norma

Internacional y el tiempo necesario para quemar esta distancia. Se expresa en milímetros por minuto.

3.2 material compuesto: El material está compuesto por varias capas de materiales similares o diferentes íntimamente unidos en sus superficies mediante cementación, unión, revestimiento, soldadura, etc.

Cuando diferentes materiales se conectan de forma intermitente (por ejemplo, cosido, soldadura de alta frecuencia, remachado), entonces para permitir la preparación de muestras individuales de acuerdo con la cláusula 6, dichos materiales no se considerarán materiales compuestos.

3.3 lado expuesto: lado que mira hacia el compartimiento del ocupante cuando el material está montado en el vehículo.

#### **4 Principio**

Una muestra se sostiene horizontalmente en un soporte en forma de U y se expone a la acción de una llama definida de baja energía durante 15 s en una cámara de combustión, actuando la llama en el extremo libre de la muestra. La

prueba determina si y cuando la llama se extingue o el tiempo en que la llama pasa una distancia medida.

#### **5 Equipos**

5.1 Cámara de combustión (ver figura 11, preferiblemente de acero inoxidable y con las dimensiones indicadas en la figura 2. La parte frontal de la cámara contiene una ventana de observación resistente a las llamas, que puede cubrir el frente y que puede construirse como un panel de acceso.

La parte inferior de la cámara tiene orificios de ventilación, y la parte superior tiene una ranura de ventilación alrededor. La cámara de combustión se coloca en cuatro pies, 10 mm de alto.

La cámara puede tener un orificio en un extremo para la introducción de la porta muestras que contiene la muestra; en el extremo opuesto, se proporciona un orificio para la línea de gas. El material fundido se recoge en una bandeja (ver figura 3) que, en el fondo de la cámara, se coloca entre los orificios de ventilación sin cubrir ningún área de orificio de ventilación.

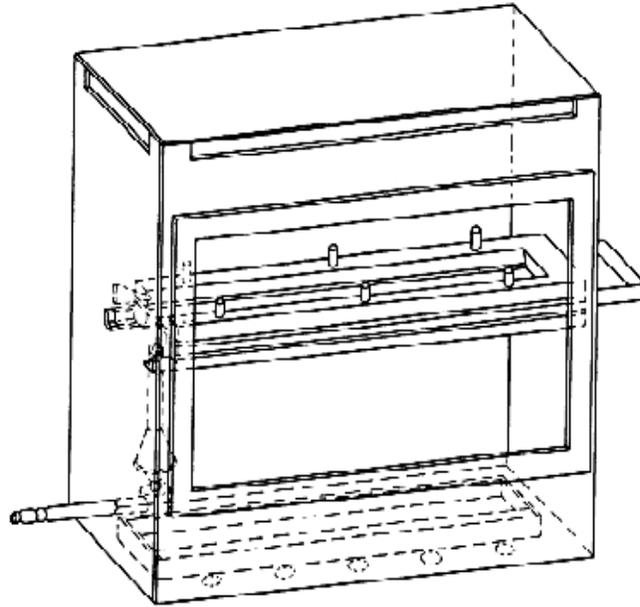


Figura 1. Ejemplo de cámara de combustión con soporte de muestra y bandeja de goteo

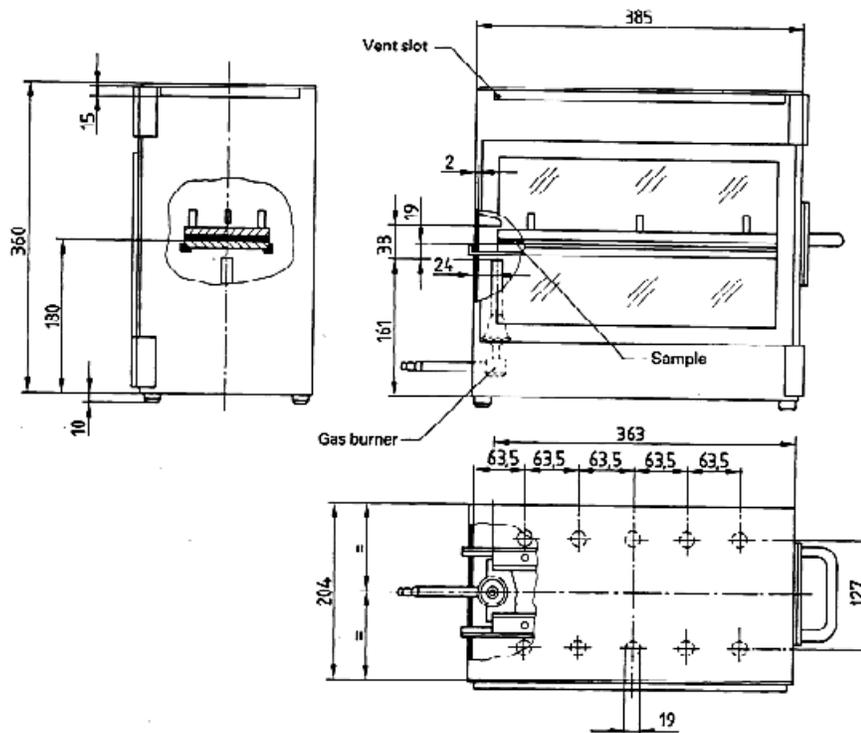


Figura 2. Ejemplo de cámara de combustión

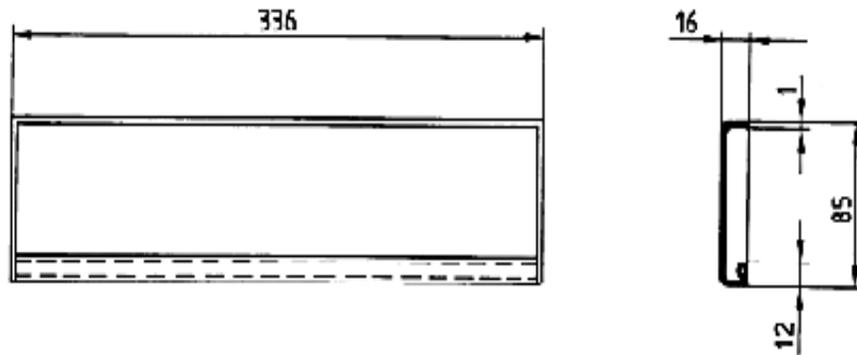


Figura 3. Bandeja de goteo típica

5.2 Soporte de muestra, que consta de dos placas de metal en forma de U o marcos de material resistente a la corrosión. Las dimensiones se dan en la figura 4.

La placa inferior está equipada con pasadores, el superior con los orificios correspondientes para garantizar la consistente sujeción de la muestra. Los pasadores también sirven como puntos de medición al comienzo y al final de la distancia del borde frontal del porta muestras desde el extremo de la cámara debe ser de 22 mm; la distancia de los lados longitudinales del soporte de muestras desde los lados de la cámara debe

ser de 50 mm (todas las dimensiones internas). (Ver figuras 1 y 2.)

5.3 Quemador de gas. La pequeña fuente de ignición es provista por un mechero Bunsen que tiene un diámetro interno de 9.5 mm. Está ubicado en el gabinete de prueba de modo que el centro de su boquilla esté a 19 mm por debajo del centro del borde inferior del extremo abierto de la muestra (consulte la figura 2).

5.4 Gas de prueba. El gas suministrado al quemador tendrá un poder calorífico de aproximadamente 38 MJ / m<sup>3</sup> (por ejemplo, gas natural).

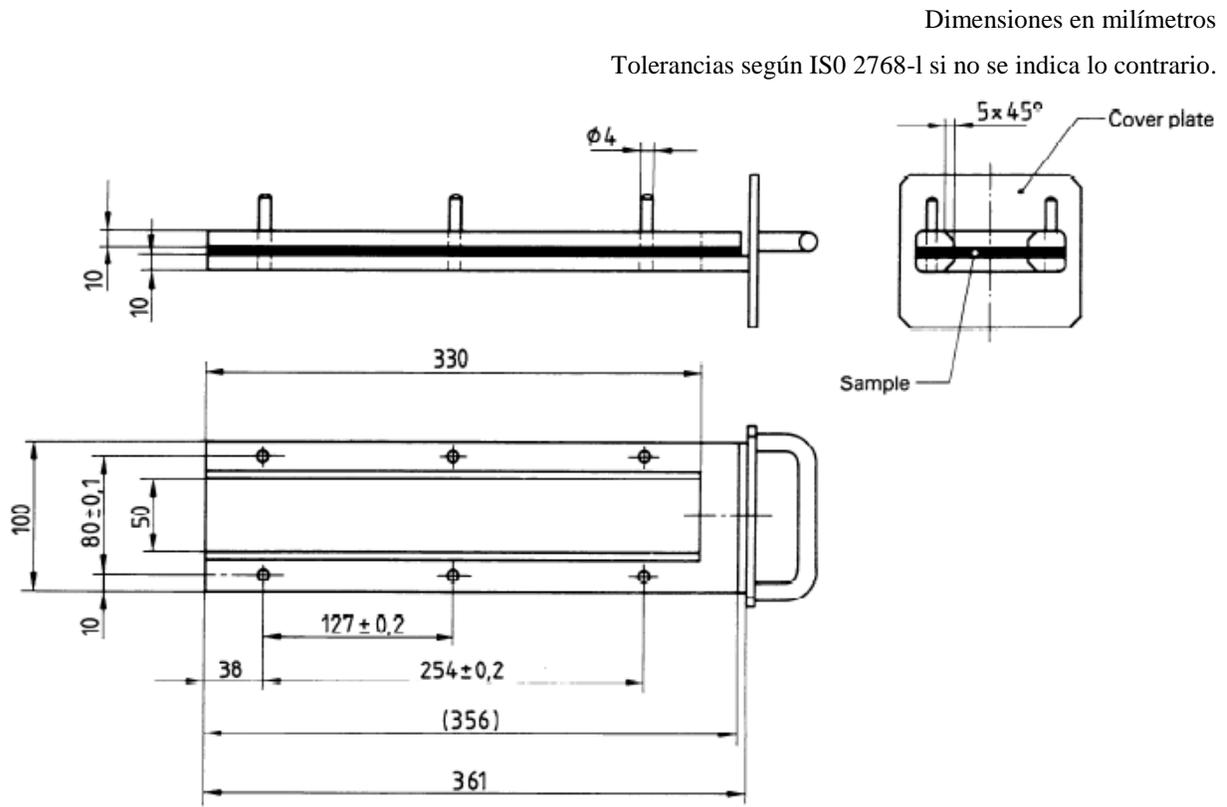


Figura 4. Ejemplo de portamuestras

Dimensiones en milímetros  
Tolerancias según ISO 2768-1

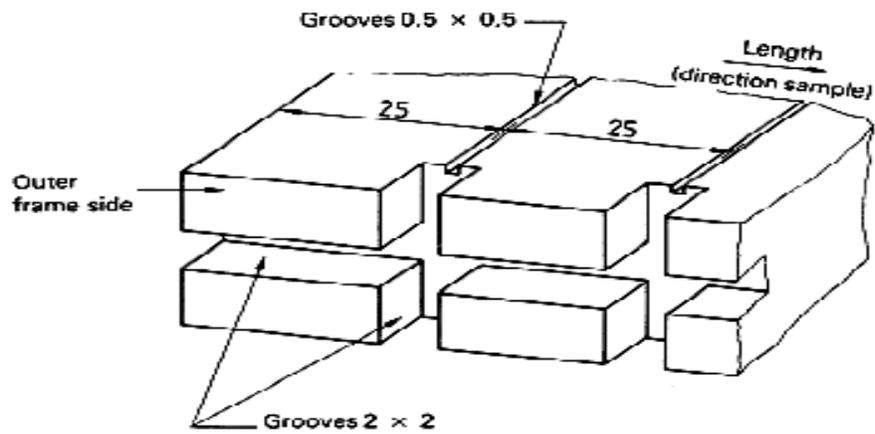


Figura 5. Ejemplo de sección de diseño de bastidor en U inferior para instalación de soporte de cables

5.5 Peine metálico, de al menos 110 mm de longitud, con siete a ocho dientes redondeados lisos por 25 mm.

5.6 Cronógrafo, con precisión de 0,5 s.

5.7 Armario de humos. La cámara de combustión puede colocarse en un conjunto de armario de humos siempre que el volumen interno sea al menos 20 veces, pero no más de 110 veces, mayor que el volumen de la cámara de combustión y siempre que no haya dimensiones de altura, ancho o longitud únicas. El armario de los humos es mayor de 2.5 veces cualesquiera de las otras dos dimensiones.

Antes de la prueba, la velocidad vertical del aire a través de la campana extractora se medirá 100 mm delante y detrás de la posición final donde se ubicará la cámara de combustión. Deberá estar entre 0.1 m / s y 0.3 m / s para evitar posibles molestias, por productos de combustión, al operador.

Es posible utilizar una campana extractora de humos con ventilación natural y una velocidad de aire adecuada.

## 6 Muestras

### 6.1 Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de las muestras se muestran en la figura 6. El espesor de la muestra corresponde al espesor del producto a analizar. No debe ser más de 13 mm. Al tomar los permisos de muestra, la muestra debe tener una sección constante en toda su longitud.

Dimensiones en milímetros

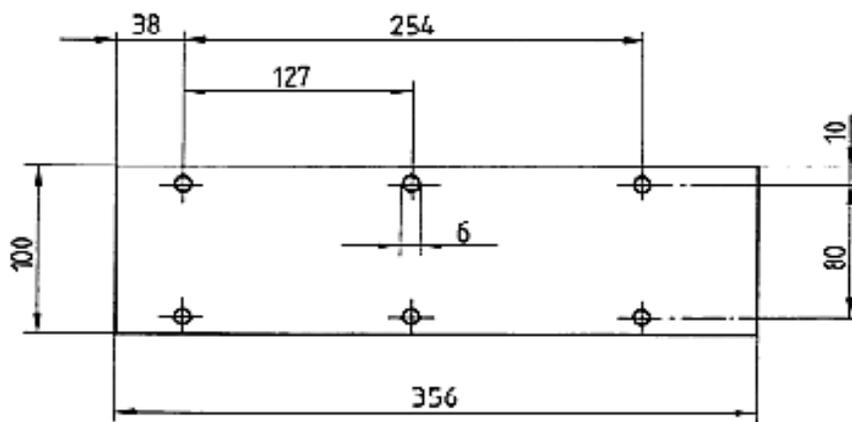


Figure 6 - Muestra

Cuando la forma y dimensiones de un producto no permitan tomar una muestra del tamaño dado, se mantendrán las siguientes dimensiones mínimas:

a) Para muestras que tengan un ancho de 3 mm a 60 mm, la longitud será de 356 mm. En este caso, el material se prueba en el ancho del producto.

b) Para muestras que tengan un ancho de 60 mm a 100 mm, la longitud deberá ser de al menos 138 mm. En este caso, la distancia de combustión potencial corresponde a la longitud de la muestra, comenzando la medición en el primer punto de medición.

c) Las muestras que tienen un ancho de menos de 60 mm y más cortas de 356 mm, y muestras que tienen un ancho de 60 mm a 100 mm y más cortas de 138 mm, no se pueden analizar de acuerdo con este método; tampoco pueden las muestras tener un ancho inferior a 3 mm.

## **6.2 Muestreo**

Se tomarán al menos cinco muestras del material bajo prueba. En materiales que tienen diferentes tasas de combustión en diferentes direcciones del material (las pruebas preliminares lo mostrarán), las cinco (o más) muestras deben tomarse y colocarse en el aparato de prueba de modo que se mida la tasa de combustión más alta.

Cuando el material se suministre en anchuras, se cortará una longitud de al menos 500 mm cubriendo todo el ancho. A partir de esto, las muestras se tomarán de modo que estén al

menos a 100 mm del borde del material y equidistantes entre sí.

Las muestras se tomarán de la misma manera de los productos terminados, cuando la forma del producto lo permita. Cuando el espesor del producto es de 13 mm o más, se reducirá a 13 mm mediante un proceso mecánico aplicado al lado que no mira al compartimento del ocupante.

Los materiales compuestos (véase la construcción uniforme.3.2) deben probarse como si estuvieran en el interior. En el caso de materiales hechos de capas superpuestas de diferente composición que no son materiales compuestos, todas las capas de material incluidas a una profundidad de 13 mm de la superficie mirando hacia el compartimento de los ocupantes se probarán individualmente.

## **6.3 Condicionamiento**

Las muestras deben acondicionarse durante al menos 24 h pero no más de 7 días a una temperatura de  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa del  $50\% \pm 5\%$  y deben mantenerse bajo estas condiciones hasta inmediatamente antes de la prueba.

## **7 Procedimiento**

7.1 Coloque las muestras con las superficies cubiertas por la siesta o con mechones sobre una superficie plana y peine dos veces contra la siesta usando el peine (5.5).

7.2 Coloque la muestra en el porta muestras (5.2) de modo que el lado expuesto quede hacia abajo de la llama.

7.3 Ajuste la llama del gas a una altura de 38 mm utilizando la marca en la cámara, cerrándose la entrada de aire del quemador (5.3). Antes de comenzar la primera prueba, la llama debe arder al menos durante 1 minuto para estabilización.

7.4 Empuje el porta muestras (5.2) en la cámara de combustión (5.1) para que el extremo de la muestra quede expuesto a la llama, y después de 15 s corte el flujo de gas.

7.5 La medición del tiempo de combustión comienza en el momento en que el pie de la llama pasa el primer punto de medición. Observe la propagación de la llama en el lado que se quema más rápido que el otro (lado superior o inferior).

7.6 La medición del tiempo de combustión se completa cuando la llama llega al último punto de medición o cuando la llama se extingue antes de llegar al último punto de medición. Si la llama no llega al último punto de medición, mida la distancia quemada hasta el punto donde la llama se extinguió. La distancia quemada es la parte descompuesta de la muestra, que se destruye en su superficie o en el interior por combustión.

7.7 En la medida en que la muestra no se encienda o no continúe ardiendo después de que el quemador se haya extinguido, o cuando la llama se extinga antes de alcanzar el primer punto de medición, para que no se mida el tiempo de combustión, tenga en cuenta en el informe de prueba que la velocidad de combustión es de 0 mm / min.

7.8 Al ejecutar una serie de pruebas o repetir las pruebas, asegúrese de que la cámara de combustión y el porta muestras tengan una temperatura máxima de 30 °C antes de comenzar la siguiente prueba.

## 8 Cálculo

La tasa de combustión, B, en milímetros por minuto, viene dada por la formula

$$B = \frac{s}{t} \times 60$$

Donde

**s** la distancia quemada, en milímetros;

**t** el tiempo, en segundos, para quemar la distancia s.

## 9 Informe de prueba

El informe de prueba incluirá los siguientes datos:

- a) tipo, marcado y color de la muestra de prueba;
- b) si la muestra era un material compuesto o un material único
- c) dimensiones de la muestra que incluyen el valor máximo y mínimo de espesor
- d) La preparación de la muestra, incluido el método para reducir el espesor (si el espesor es mayor de 13 mm) de acuerdo con 6.2;
- e) posición de la muestra en el producto (longitudinal, transversal)
- f) número de muestras analizadas;
- g) resultados de la prueba:
  - distancia quemada, en milímetros, y tiempo de quemado, en segundos;
  - otras observaciones (auto extingible, etc.);

h) todos los valores individuales calculados de velocidad de combustión, en milímetros por minuto;

i) condiciones especiales de prueba (uso de humos, uso de ventilador, etc.);

j) cualquier condición diferente a las especificadas en esta norma internacional;

k) fecha de la prueba

1 2 3 4

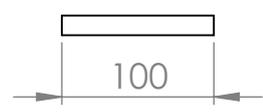
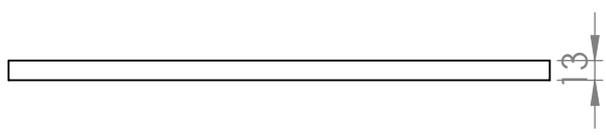
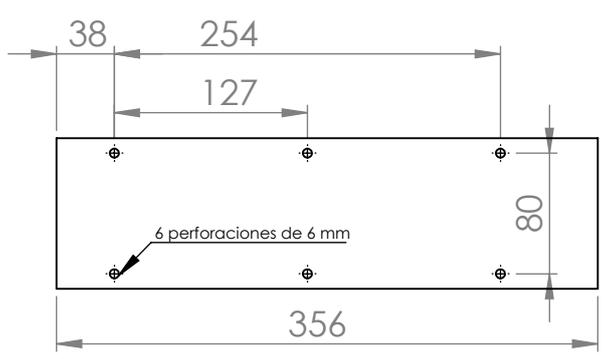
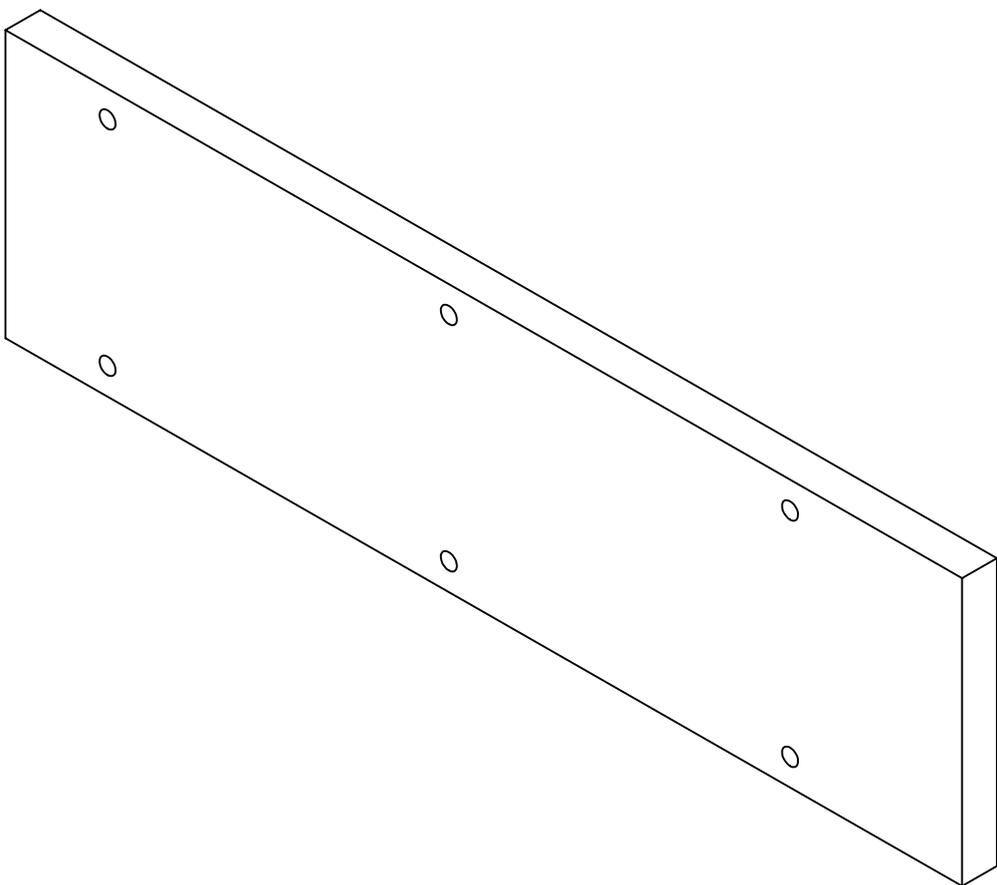
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ±1	PESO: 506.65 gr	MATERIAL: Varios	
						TÍTULO: Probeta de Inflamabilidad	ESCALA: 1:5
				DIBUJO: 1/13/2023	NOMBRE: Joel Villacres		
				REVISO: 1/13/2023	Ing. Christian Castro, Mg		
				APROBO: 1/13/2023	Ing. Christian Castro, Mg		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA HOJA 1 DE 1	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	