



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

PROYECTO TÉCNICO, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA ENSAYOS
DE INFLAMABILIDAD VERTICAL DE MATERIALES UTILIZADOS EN EL
INTERIOR DE LAS CARROCERIAS.”

AUTOR: Alvaro Fabricio Cabrera Valencia

TUTOR: Ing. Mg. Cristian Pérez

AMBATO – ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor del proyecto técnico, con el tema “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD VERTICAL DE MATERIALES UTILIZADOS EN EL INTERIOR DE LAS CARROCERIAS.**”, desarrollado por el estudiante Alvaro Fabricio Cabrera Valencia, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, me permito informar que éste ha sido concluido en su totalidad y por tanto puede continuar con el respectivo trámite de graduación.

Ambato, 20 de marzo del 2018

.....
DOCENTE INGENIERÍA MECÁNICA

Ing. Mg. Cristian Pérez

AUTORÍA DE TRABAJO

Declaro que los criterios expresados en el proyecto técnico denominado: “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD VERTICAL DE MATERIALES UTILIZADOS EN EL INTERIOR DE LAS CARROCERIAS**”, así como también las ideas, análisis, conclusiones son auténticas y de exclusiva responsabilidad de mi persona como autor del presente proyecto.

Ambato, 20 de marzo de 2018

AUTOR

.....

Sr. Alvaro Fabricio Cabrera Valencia

CI. 1804008512

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, 20 de marzo de 2018

AUTOR

.....

Sr. Alvaro Fabricio Cabrera Valencia

CI. 1804008512

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal de grado aprueban el informe del proyecto técnico realizado por el estudiante Alvaro Fabricio Cabrera Valencia de la carrera de Ingeniería Mecánica bajo el tema DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD VERTICAL DE MATERIALES UTILIZADOS EN EL INTERIOR DE LAS CARROCERIAS PARA EL LABORATORIO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA”

Ambato, 18 de mayo del 2018

Para constancia firman:

Ing. Mg. Christian Castro

Ing. Mg. Luis Escobar

DEDICATORIA

Una vez concluido el presente proyecto técnico, dedico el mismo a mis padres que han sido las personas más importantes y el apoyo que he tenido para poder concluir mi carrera y poder crecer personalmente.

A mis hermanos y sobrinos que han sido una inspiración para poder terminar la carrera que con tanto sacrificio me han sabido apoyar.

A mi futura esposa Aracely e hija que son quienes me dan la fortaleza y apoyo suficiente para seguir luchando día a día para salir adelante y ser una persona de bien.

A mis tíos y tías que siempre han estado prestos para apoyarme en lo que necesite.

A mis primos y en general a toda mi familia que de una u otra forma han sabido apoyarme y darme una voz de aliento para seguir y luchar por un sueño que nació cuando ingrese a esta carrera.

A todos mis amigos y compañeros.

A todos los que me apoyaron en los momentos difíciles, este trabajo es para ustedes

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a mis padres todo el esfuerzo, trabajo que hicieron para poder darme el estudio en la universidad y ahora poder estar terminando el mismo.

A la carrera de Ingeniería Mecánica y a las personas que conforman esta prestigiosa facultad.

Al Ing.: Cristian Pérez por brindarme sus conocimientos para llevar a cabo este proyecto de la mejor manera y por guiarme durante el desarrollo del mismo.

A mis amigos que estuvieron conmigo guiándome y apoyándome en la realización de proyectos, deberes, y todas las experiencias buenas y malas que se dieron durante toda la carrera.

A todos los profesores que me brindaron todos sus conocimientos durante el tiempo que duro la carrera y supieron guiarme y aconsejarme para seguir adelante.

PAGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE TRABAJO.....	ii
DERECHOS DE AUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN EJECUTIVO	vii
SUMMARY	viii

INDICE GENERAL

CAPITULO I.....	8
Antecedentes	8
1.1 Tema del trabajo técnico	8
1.2 Antecedentes	8
1.3 Justificación	9
1.4 Objetivos	11
1.4.1 Objetivo General	11
1.4.2 Objetivos Específicos.....	11
CAPITULO II.....	12
Fundamentación	12
2.1 Investigaciones Previas	12
2.1.1 Artículos Científicos.....	12
2.1.2 Libros	16
2.1.3 Tesis	16
2.1.4 Desarrollo de la fundamentación	17
2.1.4.1 Índice de Inflamabilidad.....	17
2.1.4.2 Origen de los Textiles.....	20
2.1.4.3 Factores que influyen en la inflamabilidad de los tejidos:.....	20
2.1.4.4 Conductividad Térmica de los textiles.....	21
2.1.4.5 Límite Inferior de Inflamabilidad:	22
2.1.4.6 Limite Superior de Inflamabilidad:.....	23
2.1.4.7 Fuentes de Ignición:	24
2.2 Fundamentación Teórica.....	24
2.2.1 Mechero de Bunsen	24

2.2.2	Proceso de combustión	30
2.2.3	Materiales que se utilizan en el interior de las carrocerías.....	33
CAPITULO III		49
Diseño del Proyecto		49
3.1	Selección de Alternativas	49
3.1.1	Ensayos de Inflamabilidad	49
3.1.1.1	Tipos de ensayo para determinar el índice de inflamabilidad de materiales... 49	
	Ensayo de Índice de Combustión Vertical de los Materiales	50
3.2	Modelo Operativo.....	52
3.2.1	Cámara de Combustión Vertical	53
3.2.2	Diseño de la cámara de combustión vertical.....	55
3.2.2.1	Selección del material.....	55
3.2.2.2	Mechero de Bunsen	55
3.2.2.3	Porta Muestras	56
3.2.2.4	Probetas.....	57
3.2.3	Calculos Termicos	57
3.2.3.1	GLP Y METANO.....	57
3.2.3.2	Calculo del Flujo de calor generada por la llama.....	62
3.2.3.3	Calculo del calor útil de la muestra	63
3.2.3.4	Calor requerido para combustión de la muestra.....	65
3.2.3.5	Gasto de Combustible	65
3.2.3.6	Calculo del coeficiente de convección	66
3.2.3.7	Calculo del coeficiente de convección interno.....	67
3.2.3.8	Coefficiente de convección externo	69
3.2.4	Proceso de construcción	69
3.2.5	Ensayos de inflamabilidad vertical	75
3.2.5.1	Procedimiento del ensayo	75
3.2.5.2	Parámetros para el ensayo de inflamabilidad.....	76
3.2.5.3	Condiciones de ensayo:	76
3.2.5.4	Ejecución de ensayo	77
3.2.6	Análisis de Resultados.....	80
3.2.6.2	Determinación de diferencia de pesos de las probetas	87
3.2.6.3	Cálculo del Índice de Carbonización	90
3.2.6.4	Probetas antes y después de ser ensayadas	98
3.3	Presupuesto.....	101
3.3.1	Costo de materiales y accesorios mecánicos.....	101

3.3.2 Costo de Mano de obra	102
3.3.3 Costo de accesorios e imprevistos	103
3.3.4 Costo Total.....	104
3.4 Especificaciones Técnicas del equipo.....	105
3.5 Manual de operación y mantenimiento del equipo	106
3.5.1 Manual de Operación.....	106
3.5.2 Manual de Mantenimiento	109
CAPÍTULO IV	113
Conclusiones y Recomendaciones	113
4.1 Conclusiones:.....	113
4.2 Recomendaciones	114
BIBLIOGRAFÍA.....	115
PLANOS.....	119
ANEXOS	120
ANEXO 1 Hoja Técnica del Material.....	121
ANEXO 2 Propiedades del metano y del gas domestico	122
ANEXO 3 Propiedades de la fibra de vidrio.....	126
ANEXO 4 Simulación en ANSYS	127
ANEXO 5 Norma ASTM D6413	129
ANEXO 6 Atlas Material Testing Solutions	140
ANEXO 7 FMVSS 302 The Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 302	142
ANEXO 8 Mecheros de bunsen.....	146
ANEXO 9 Informe de Inflamabilidad. Escuela Superior Politécnica del Litoral	148
ANEXO 10 Propiedades del poliéster.....	153
ANEXO 11 Requisitos de Carrocería de Buses	154
ANEXO 12 Carrocerías del centro del país.....	167
ANEXO 13 Hojas técnicas de los materiales ensayados	178
ANEXO 14 Tabla de conversión de unidades.....	208
ANEXO 15 Especificaciones para la prueba	209
ANEXO 16 Paper Poliuretano Flexible.....	210
Límite Inferior de Inflamabilidad:	213
Limite Superior de Inflamabilidad:.....	213
Fuentes de Ignición:	214
Cámara de Combustión Vertical	217
Ensayos de inflamabilidad vertical.....	220
Procedimiento del ensayo	220

Parámetros para el ensayo de inflamabilidad	221
Análisis de Resultados.....	222
Determinación de diferencia de pesos de las probetas	224
Cálculo del Índice de Carbonización	224

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Producción nacional de carrocerías en la zona 3.....	10
Ilustración 2: Limite de inflamabilidad para gases.....	23
Ilustración 3: Esquema de un mechero de Bunsen.....	25
Ilustración 4: Barril del mechero.....	25
Ilustración 5: Cuello de un mechero.....	26
Ilustración 6: Esquema de la válvula de flujo de gas de un mechero.....	26
Ilustración 7: Tubo de entrada de aire de un mechero.....	27
Ilustración 8: Base de un mechero.....	27
Ilustración 9: Tipos de llama de un mechero.....	27
Ilustración 10: Zonas de una llama del mechero.....	28
Ilustración 11: Rango de temperatura de llama según la válvula de aire.....	30
Ilustración 12: Triangulo de fuego.....	32
Ilustración 13: Ilustración de Poliuretanos.....	34
Ilustración 14: Clasificación de los materiales Compuestos.....	35
Ilustración 15: Aplicaciones de materiales compuestos.....	36
Ilustración 16: Esquema de un material compuesto.....	36
Ilustración 17: Aplicación fibra vidrio.....	38
Ilustración 18: Fibra de carbono.....	38
Ilustración 19: Laminas de vibra de aramida.....	39
Ilustración 20: Tipos de tejidos.....	39
Ilustración 21: Propiedades de la Pranna Poliéster.....	40
Ilustración 22: Pranna Poliéster.....	41
Ilustración 23: Ilustración de un tejido natural.....	41
Ilustración 24: Ilustración de fibras sintéticas.....	42
Ilustración 25: Aplicación de la poliamida.....	43
Ilustración 26: Aplicación de un policarbonato en una carrocería.....	45
Ilustración 27: Aplicación de un polietileno.....	46
Ilustración 28: Botonera de polipropileno.....	47
Ilustración 29: Aplicación de un PVC en un revestimiento de cables.....	48
Ilustración 30: Propiedades del vinilo para piso.....	48
Ilustración 31: Equipo de inflamabilidad horizontal.....	49
Ilustración 32: Equipo de inflamabilidad vertical.....	50
Ilustración 33: Cámara de combustión Vertical.....	53
Ilustración 34: Especificaciones de construcción según norma ASTM D6413.....	54
Ilustración 35: Detalle de construcción de porta-muestra según norma ASTM D6413.....	54
Ilustración 36: Banco de pruebas inflamabilidad vertical.....	55
Ilustración 37: Quemador bunsen.....	56
Ilustración 38: Dimensiones de porta muestras (mm).....	56
Ilustración 39: Configuración y medidas de la probeta (mm).....	57
Ilustración 40: Propiedades del GLP y del metano (unidades métricas).....	59
Ilustración 41: Probeta de muestra.....	64
Ilustración 42: Construcción de la cabina principal.....	73
Ilustración 43: Construcción del porta muestras.....	74

Ilustración 44: Ensamblaje final de la cabina.....	74
Ilustración 45: Vinilo para piso.....	77
Ilustración 46: Pranna Poliéster.....	78
Ilustración 47: Esponja flexible.....	78
Ilustración 48: Esponja rígida.....	79
Ilustración 49: Expandible.....	79
Ilustración 50: Material de fibra de vidrio.....	80
Ilustración 51: Grafico de resultados del vinilo.....	81
Ilustración 52: Grafico de resultados de la pranna.....	82
Ilustración 53: Grafico de resultados de la esponja flexible.....	83
Ilustración 54: Grafico de resultados de la Esponja Rígida.....	84
Ilustración 55: Grafico de resultados del expandible.....	85
Ilustración 56: Grafico de resultados de la fibra de vidrio.....	86
Ilustración 57: Probetas antes y después de la prueba.....	98

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Índice de oxígeno límite de algunos materiales	18
Tabla 2: Comportamiento de algunas fibras textiles al someterlas a la llama	19
Tabla 3: Conductividad térmica de los textiles.....	21
Tabla 4: Rango aproximado de temperatura del mechero.....	30
Tabla 5: Crecimiento de los materiales compuestos	36
Tabla 6: Tipo de fibras y matrices	37
Tabla 7: Clasificación de fibras naturales.....	41
Tabla 8: Propiedades de los policarbonatos.....	44
Tabla 9: Aplicaciones de los policarbonatos	45
Tabla 10: Aplicaciones de los policarbonatos	64
Tabla 11: Propiedades térmicas del poliéster	64
Tabla 12: Parámetros de los criterios ponderados.....	70
Tabla 13: Criterio disponibilidad de mercado.....	70
Tabla 14: Criterio resistencia a la corrosión.....	71
Tabla 15: Criterio de costos.....	71
Tabla 16: Criterio resistencia a la temperatura	71
Tabla 17: Criterio de soldabilidad	72
Tabla 18: Criterio de maquinabilidad.....	72
Tabla 19: Ponderación final y selección de material.....	72
Tabla 20: Índice de inflamabilidad del vinilo	81
Tabla 21: Índice de inflamabilidad de la pranna	82
Tabla 22: Índice de inflamabilidad de la esponja flexible	83
Tabla 23: Índice de inflamabilidad de la esponja rígida.....	84
Tabla 24: Índice de inflamabilidad del Expandible	85
Tabla 25: Índice de inflamabilidad de la fibra de vidrio	86
Tabla 26: Pranna Poliéster	87
Tabla 27: Diferencia de pesos del vinilo para piso	87
Tabla 28: Diferencia de pesos del expandible	88
Tabla 29: Diferencia de pesos de la esponja flexible	88
Tabla 30: Diferencia de pesos de la esponja rígida	89
Tabla 31: Diferencia de pesos de la fibra de vidrio	89
Tabla 32: Índice de carbonización del vinilo para piso.....	91
Tabla 33: Índice de carbonización de la Pranna poliéster.....	92
Tabla 34: Índice de carbonización del expandible	93
Tabla 35: Índice de carbonización de la esponja flexible	94
Tabla 36: Índice de carbonización de la esponja rígida.....	95
Tabla 37: Índice de carbonización de la fibra de vidrio	96
Tabla 38: Resultados totales obtenidos.....	97
Tabla 39: Costo de materiales	101
Tabla 40: Mano de obra.....	102
Tabla 41: Costos varios	103
Tabla 42: Costos total del equipo	104
Tabla 43: Especificaciones técnicas del equipo.....	105

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo técnico se basó en el estudio del comportamiento de materiales frente al fuego, para realizar el cálculo del índice de inflamabilidad vertical de los materiales textiles utilizados en el interior de las carrocerías, este estudio nació de la necesidad de conocer el índice de inflamabilidad el cual es un requisito que deben cumplir las empresas carroceras para ser calificadas por la norma INEN ecuatoriana.

Para el cumplimiento de esto se partió por una investigación para conocer cuáles eran los principales materiales textiles que se utilizan en las carrocerías.

A continuación, se procedió a la utilización de la NORMA ASTM D6413 para conocer los requisitos, materiales e insumos necesarios para el diseño y construcción de la cámara de inflamabilidad vertical, con este diseño y siguiendo los lineamientos de la norma se procedió a realizar la prueba de inflamabilidad.

Una vez realizada la prueba de inflamabilidad vertical, procedimos a la determinación de cuales son los materiales textiles mas apropiados para la utilización en el interior de las carrocerías, para poder garantizar la mayor seguridad posible en caso de presencia de fuego dentro del mismo o en caso de tener un incendio de la carrocería.

SUMMARY

The present technical work is based on the study of behavior of materials against fire, to calculate the index of vertical inflammation of the textile materials used inside the bodywork, this study has the need to know the index of inflammation. It is a requirement that bodywork companies must have to be qualified by the Ecuadorian INEN standard.

For the fulfillment of this it started by an investigation to know which were the main textile materials that are used in the bodywork.

Then, we proceeded to the use of ASTM D6413 Norm, materials and supplies necessary for the design and construction of the vertical chamber, with this design and following the guidelines of the standard of the Norm, the flammability test was done.

Once the vertical inflammation test has been carried out, procedures to establish for the most appropriate textile materials for use inside bodywork, in order to guarantee the greatest possible safety in the event of the presence of fire inside it or in case of having a body fire.

CAPITULO I

Antecedentes

1.1 Tema del trabajo técnico

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD VERTICAL DE MATERIALES UTILIZADOS EN EL INTERIOR DE LAS CARROCERIAS.

1.2 Antecedentes

Este método de ensayo es utilizado para la determinación de la resistencia de los materiales utilizados en el interior de las carrocerías cuando se le expone a la llama, estos materiales se ensayan de acuerdo con las pruebas de quemador Bunsen vertical de 60 segundos y 12 segundos especificadas en el Reglamento de Aviación Federal (FAR) 25.853 y FAR 25.855.

En las anteriores investigaciones podemos citar lo siguiente:

Teniendo en cuenta la elevada producción carrocerías, o ensamblaje de automóviles, producción de buses, etc. El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) ha visto la necesidad de regular y controlar la fabricación de autobuses en nuestro país, dado que, según la Dirección de Regulación de Transporte Terrestre, Transito y Seguridad Vial en el país existe alrededor de 100 fábricas de carrocerías, de las cuales solo el 20% cumplen con las especificaciones INEN para la construcción de carrocerías hasta el año 2010.

La norma ASTM D6413-99, es una especificación internacional que nos permite la evaluación frente al fuego de los diferentes tipos de textiles utilizados en el interior de la carrocería.

Las consideraciones utilizadas en la norma ASTM D6413-99 están tomadas específicamente del documento FMVSS 302 (The federal Motor Vehicle Safety Standard N° 302) ya que este documento se utiliza en los Estados Unidos desde el año 1991, la cual contiene normas de seguridad y especificaciones técnicas que cumplen con los requerimientos indicados en la norma ecuatoriana INEN 41, 42 y 2205 desde el año 2010.

La aplicación del ensayo de inflamabilidad vertical de materiales nos permitirá conocer el índice de combustión de los materiales textiles presentes en el interior de las carrocerías, por lo que se debe realizar una evaluación de los resultados obtenidos, para poder compararlos con los reglamentos aplicables en nuestro país y poder determinar si

el material es o no el adecuado para cumplir con los requerimientos de ley. Los reglamentos aplicables de nuestro país para los materiales en el interior de las carrocerías tenemos:

- ✓ El Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 041-2010 que se refiere a los Requerimientos de Vehículos de transporte escolar, en el numeral 5.3.7 Inflamabilidad de los materiales.
- ✓ INEN 043-2010 que se refiere a Los Requerimientos de Buses interprovinciales numeral 4.2.12 Aislamiento y revestimiento interior en el literal.
- ✓ INEN 2205 que se refiere a Los Requerimientos de Vehículos automotores, bus urbano numeral 5.1.2.7 Elementos de seguridad y control-literal d, en los anexos E,F,G, nos dicen los requisitos que un medio de transporte debe cumplir para poder circular en el país, “Los materiales del interior de la carrocería como son asientos, las paredes, el techo y el piso deben ser de baja combustibilidad o tener la capacidad de una lenta propagación del fuego, y poseer un índice de llama máximo de 250mm/min.

Estas normas están en funcionamiento en nuestro país desde el año 2010.

Tiempo de Encendido: El tiempo de encendido es el lapso de tiempo que la muestra va a estar sometida a la llama del quemador. Puede ser 60 segundos o 12 segundos para este tipo de prueba.

Tiempo de Llama

El tiempo de aplicación de la llama es el lapso de tiempo en segundos que la muestra continúa flameando después de quitar la llama del quemador que se encuentra en la parte inferior de la muestra.

1.3 Justificación

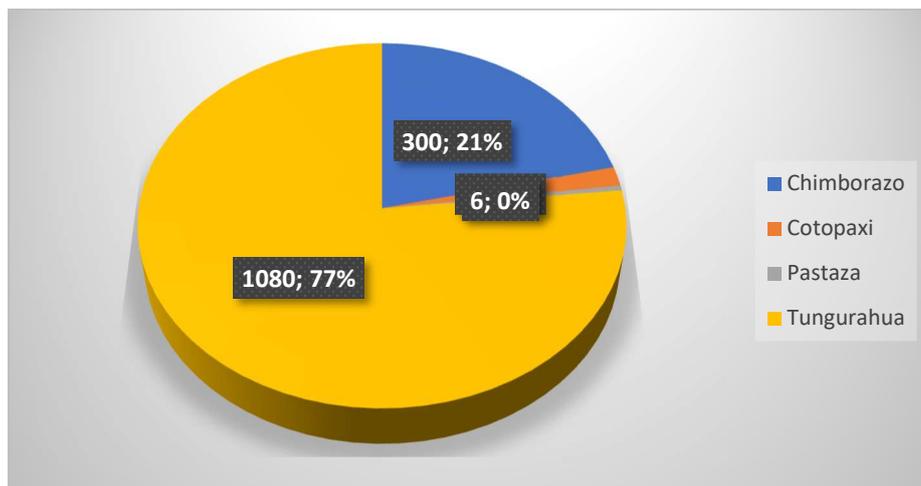
La idea para el diseño y construcción de este equipo, surge de la necesidad para realizar ensayos y pruebas de inflamabilidad para los materiales utilizados en el interior de los automotores diseñados y equipados para el transporte público urbano, escolar e interprovincial, ya sean estos ensamblados o fabricados en el país, y así poder garantizar la máxima seguridad en caso de un incendio en el interior del medio de transporte.

En nuestro país tenemos varias limitaciones para realizar este tipo de ensayo ya que no se encuentran equipos suficientes disponibles para la realización del ensayo, el único equipo

que nos ayuda a realizar este ensayo y nos permite medir el índice de inflamabilidad de materiales utilizados en el recubrimiento interno de vehículos que se puede encontrar en el país está localizado en la ESPOL (Escuela Superior Politécnica del Litoral), y esta podría ser la principal razón por la cual los fabricantes de asientos, telas, esponjas, etc. Pueden llegar a omitir este tipo de prueba de inflamabilidad de materiales, incumpliendo así las normas y reglamentos técnicos establecidos en nuestro país para la fabricación y construcción de medios de transporte públicos o buses.

Según la Dirección de Regulación de Transporte Terrestre, Transito y Seguridad Vial en el país existe alrededor de 100 fabricantes de carrocerías. De ellas, más de 67% se localiza en la provincia del Tungurahua. El restante se distribuye en Pichincha, Chimborazo, Pastaza, Guayas, Manabí, Imbabura, Azuay, Cotopaxi y El Oro.

Ilustración 1: Producción nacional de carrocerías en la zona 3



Fuente: [25]

El problema que se encuentra aquí es que se estima que solo un 20% de las 100 empresas cumple con las especificaciones del INEN (ANEXO 12) para la construcción de carrocerías hasta el año 2010. Desde el 28 de febrero del 2013 la Agencia Nacional de Transito adjunta en la documentación para la homologación vehicular de transporte de pasajeros el RTE 041 y 043, estableciendo como requerimiento todos los datos de la ficha técnica de cada uno de los automotores, solicitando en el numeral 3.3 literal g (ANEXO H) los límites de propagación de llama de revestimientos de paredes, techo, asientos y piso.

Los principales beneficiados con la realización de este proyecto técnico van hacer los compañeros de la universidad Técnica de Ambato de la Carrera de Ingeniería Mecánica, ya que podrán hacer el ensayo de inflamabilidad de los materiales de recubrimiento en el interior de las carrocerías, el diseño y fabricación de este banco de pruebas se realizará gracias a los conocimientos adquiridos y la construcción con la ayuda de un maestro de taller metalmecánico.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

DISEÑAR Y CONSTRUIR UN BANCO DE PRUEBAS PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD VERTICAL DE MATERIALES UTILIZADOS EN EL INTERIOR DE LAS CARROCERIAS.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar las condiciones y los parámetros de diseño del equipo.
- ✓ Realizar la selección adecuada de componentes y el diseño del sistema térmico del equipo.
- ✓ Construir el equipo de acuerdo a condiciones especificadas.
- ✓ Elaborar un procedimiento de operación y mantenimiento del equipo.
- ✓ Efectuar ensayos de inflamabilidad vertical a materiales usados en el interior de las carrocerías.

CAPITULO II

Fundamentación

2.1 Investigaciones Previas

2.1.1 Artículos Científicos

Fibras y textiles

La gran parte de los textiles fabricados a base de fibras, que se encuentran en el entorno humano son combustibles. La ropa, el mobiliario y el entorno habitable están constituidos en su totalidad o en parte por textiles, que representan un peligro tanto durante su producción, procesado y conservación como durante su utilización. Las materias primas de los textiles pueden ser naturales o artificiales; las fibras sintéticas pueden utilizarse solas o mezcladas con fibras naturales. Químicamente, las fibras naturales de origen vegetal (algodón, cáñamo, yute, lino) están formadas por celulosa, que es combustible, y presentan una temperatura de ignición relativamente alta ($\approx 400\text{ }^{\circ}\text{C}$). Una característica positiva de su combustión es que, cuando se eleva su temperatura, se carbonizan, pero no se funden. Esto resulta especialmente beneficioso para el tratamiento médico de las quemaduras. Las características de riesgo de incendio de las fibras basadas en proteínas de origen animal (lana, seda, pelo) todavía son más positivas que las de las fibras vegetales, ya que presentan una temperatura más alta de ignición ($500\text{-}600\text{ }^{\circ}\text{C}$) y, en las mismas condiciones, su combustión es menos intensa.

Cada vez adquieren mayor importancia las aplicaciones textiles de la industria de los plásticos, que aprovecha algunas propiedades mecánicas extremadamente positivas de los productos poliméricos. Entre las características de las fibras sintéticas acrílicas, de poliéster y termoplásticas (nylon, polipropileno, polietileno), las relativas a la combustión son las menos positivas. La mayoría de estas fibras, a pesar de su elevada temperatura de ignición ($\approx 400\text{-}600\text{ }^{\circ}\text{C}$), se funden cuando se exponen al calor, entran fácilmente en ignición, arden con intensidad, gotean o se funden durante la combustión y liberan una cantidad considerable de humo y gases tóxicos. Estas propiedades pueden mejorarse si se mezclan con fibras naturales, dando lugar a los denominados tejidos con mezcla de fibra. También pueden tratarse con agentes ignífugos. En la fabricación de textiles para la industria y de ropa ignífuga ya se están utilizando muchos productos inorgánicos de fibras no combustibles (fibras de vidrio y metálicas).

En los textiles, las propiedades de seguridad más importantes son las relacionadas con la capacidad de ignición, la propagación de la llama y la generación de calor y de productos de combustión tóxicos. Para su determinación, se han desarrollado métodos especiales de ensayo. Los resultados obtenidos se aplican en los lugares donde se utilizan estos productos (vivienda, mobiliario, tapizado de vehículos, ropa, alfombras, cortinas, ropa de protección contra el calor y las inclemencias) y sirven para elaborar la normativa de seguridad contra los riesgos derivados de su uso. Una tarea fundamental de los investigadores industriales es desarrollar textiles que soporten altas temperaturas mediante un tratamiento ignífugo (difícilmente combustibles, con un tiempo de ignición prolongado, baja velocidad de propagación de la llama, baja velocidad de liberación de calor) y con una producción reducida de productos de combustión tóxicos, a fin de reducir los accidentes por incendio debidos a la combustión de este tipo de materiales. [1]

Pruebas de Tela (Fabric Testing)

Según la publicación de “Fabric Testing” en el capítulo 12, nos dice que: Las pruebas de inflamabilidad a escala de banco son bastante rentables y pueden emplearse para la prueba de pantalla de nuevos materiales. Los datos derivados de las pruebas a escala de banco también se pueden usar para predecir el comportamiento de incendios a gran escala utilizando modelos matemáticos. Los modelos de computadora pueden usarse para simular pruebas de fuego de escala real utilizando datos obtenido de pruebas a escala de banco. Sin embargo, este enfoque tiene su propia limitación ya que los resultados serán aplicables a un textil con un escenario de ignición particular. Las pruebas de reacción al fuego con el calorímetro de cono son más robustos y científicos y tienen mayor aplicabilidad a aplicaciones realistas de uso final y escenarios de incendios. Sin embargo, en la actualidad, las pruebas predictivas tienen demasiadas variables no cuantificables y así seguirá siendo una herramienta de investigación solamente, por al menos los próximos 10 años. [4]

Pruebas de Inflamabilidad Vertical a pequeña escala para Telas (Small-Scale Vertical Flammability Testing for Fabrics)

Según la publicación realizada por Kay M. Villa y John F. Krasny en su trabajo de investigación bajo el nombre de Small-Scale Vertical Flammability Testing for Fabrics, nos dice que:

Muchas pruebas de inflamabilidad vertical a pequeña escala han sido diseñadas para evaluar las telas después de la exposición a una pequeña flama. Las muestras se sostienen verticalmente en un marco de metal en forma de U y se encienden en la parte inferior. Los criterios elegidos para estas pruebas son la duración de la llama, el comportamiento después de ser aplicada la llama, y si el material se derrite o no después de la exposición a la llama, etc. Estas pruebas se promulgaron por primera vez en la década de 1930 para su uso en la formación de carbonilla como celulosas y lanas. Se discutirá la aplicabilidad de la prueba a las telas termoplásticas. La correlación de resultados de pruebas a pequeña y gran escala nos propone unas alternativas para las pruebas de inflamabilidad: ¿por qué algunas telas a veces no cumplen con los criterios de prueba a pequeña escala, pero cumplen con los criterios de prueba a gran escala NFPA 701 más realistas donde las muestras no se sujetan en marcos sino que cuelgan libremente? a menudo no cumplen los criterios de las pruebas a pequeña escala porque el material fundido puede acumularse cerca de los bordes del marco y continuar ardiendo, aunque tenuemente, con muy poca salida de calor, mientras que en la prueba a gran escala la tela se contrae y se aleja del llama. En el caso de los tejidos formadores de carbón esto generalmente no ocurre, obviamente sería deseable una pequeña escala que proporcione una mejor correlación con las pruebas a gran escala. [14]

Guía industrial sobre la inflamabilidad de los productos textiles en Canadá (Industry Guide to Flammability of Textile Products in Canada)

La guía industrial de inflamabilidad de los productos textiles en Canada no dice: De conformidad con el Reglamento de inflamabilidad textil, los productos textiles se refieren a todos los productos de consumo hechos en parte o en su totalidad de fibras textiles, que no sean artículos de dormir para niños, muñecas, juguetes de peluche, cunas, corralitos para niños, alfombras, moquetas, esteras, alfombras, tiendas de campaña, colchones, así como también compuertas de expansión y cierres expandibles para niños, que deben cumplir con diferentes requisitos legislativos. Los productos textiles incluyen artículos tales como telas, cortinas, ropa de abrigo y ropa de día.

Los requisitos de inflamabilidad para productos textiles han estado en vigor desde 1971.

El tiempo de propagación de la llama es el tiempo que tarda cualquier llama en avanzar a una distancia de 127 mm (5 ") de la tela, y se registra automáticamente al quemar un cordón de detención.

Antes de probar la inflamabilidad de una muestra de producto, se realizan ensayos preliminares en muestras de tejido cortadas de la misma muestra a ensayar en diferentes direcciones, esto nos ayudara a determinar la dirección en la que se queman las muestras de prueba y la superficie para comprobar que la tela se quema más rápidamente. Una vez que esto se ha establecido, la inflamabilidad de la muestra del producto se determina midiendo el tiempo de propagación de la llama para cinco muestras de prueba de la misma muestra y promediando los resultados.

Los resultados de la prueba de inflamabilidad se siguen probando al menos una o varias veces más para lograr determinar la coherencia razonable de los resultados de la prueba.

El contenido de fibra, la construcción de la tela, el peso de la tela y los acabados de la tela pueden afectar la inflamabilidad o la tasa de quemaduras de los textiles. Todos los textiles se quemarán en diversos grados si se exponen lo suficiente a una llama o una fuente de calor intenso. [16]

Investigación de la inflamabilidad de diferentes tejidos utilizando calorimetría de combustión a micro escala (Investigation of the flammability of different textile fabrics using micro-scale combustion calorimetry)

En esta investigación los autores nos dan a conocer un nuevo método para determinar la inflamabilidad de algunos materiales, vamos a conocer un poco más de esta investigación: La evaluación y el análisis del rendimiento de los textiles ignífugos son una parte fundamental de la investigación y desarrollo de nuevos productos textiles ignífugos por parte de la industria. Los métodos de prueba utilizados actualmente en la industria poseen algunas limitaciones significativas. La mayoría de las técnicas analíticas y de prueba no son capaces de medir la velocidad de liberación de calor (HRR), el parámetro más importante para evaluar el riesgo de incendio de los materiales. Es difícil de medir la velocidad de liberación de calor (HRR) de telas textiles usando calorimetría de cono porque las telas son dimensionalmente muestras delgadas. La calorimetría de combustión a micro escala (CCM) desarrollada recientemente permite medirla siguiendo los parámetros de inflamabilidad para textiles. En esta investigación, aplicaron el método MCC para evaluar la inflamabilidad de diferentes tejidos incluyendo algodón, acetato de celulosa, seda, nylon, poliéster, polipropileno, fibras acrílicas, Nomex y Kevlar. También estudiaron las telas de algodón tratado con diferentes retardantes de llama. Descubrieron que MCC puede identificar pequeñas diferencias de inflamabilidad de materiales textiles

tratados con retardantes de llama. También pudieron calcular el índice de oxígeno límite (LOI) usando las propiedades de combustión térmica de varias muestras textiles medidas por el MCC. Los datos de LOI calculados han dado un buen acuerdo con los resultados experimentales de LOI. Así, concluyeron que el MCC es una nueva técnica analítica efectiva para medir la inflamabilidad textil y tiene grandes potenciales en la investigación y desarrollo de nuevos retardantes de llama para textiles.

El método por Calorimetría de combustión a Micro escala (MCC) es una técnica analítica cuantitativa y es capaz de proporcionar la información vital para evaluar la inflamabilidad de un material textil, que otros métodos analíticos no pueden ofrecer. La Calorimetría de combustión a Micro escala (MCC) puede ser aplicado a todos los textiles, incluidas las fibras de plástico, mientras que el uso de LOI y métodos de quema vertical en esas fibras es extremadamente difícil. El método MCC también puede diferenciar pequeñas diferencias entre las muestras textiles con inflamabilidad similar, usando las propiedades térmicas de combustión. [17]

2.1.2 Libros

En el libro “Principales ensayos físicos para evaluar la calidad de los tejidos textiles” 1^o edición. 2015, de la Universidad Politécnica de Cataluña del autor Enric Carrera i Gallissá nos dice que: “Debemos tener en cuenta los principales ensayos que podemos realizar a las fibras textiles para garantizar su eficiente comportamiento en las situaciones de emergencia sin poner en riesgo la integridad física de las personas.” [3]

2.1.3 Tesis

El Ingeniero Mecánico de la Universidad Técnica de Ambato Christian Byron Castro Miniguano en su tesis bajo el tema de “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 y competitividad de la empresa carrocera industria metálica Cepeda” para la Obtención del título de Magister en Diseño Mecánico nos dice que: “El Textil a base de Vinilo para pisos es considerado como un material auto extingible ya que la llama no avanza y se produce goteo de material”.

La doctora Marina Galia profesora titular de Universidad, del Departamento de Química Analítica y Química Orgánica de la Universidad Rovira i Virgili, en su tesis doctoral bajo

el nombre de Resinas Epoxi Sililadas Retardantes a la llama. Síntesis, Caracterización y Propiedades nos dice en una publicación de la American Society for testing and materials en sus métodos estándar para los tests de inflamabilidad y que es apropiada para todos los tests de inflamabilidad dice:

“Este método estándar debería ser usado para medir y describir la respuesta de algunos materiales, productos o componentes al calor y la llama bajo condiciones controladas y no se debería ser usado para describir o valorar el peligro al fuego o el riesgo de fuego de materiales, productos o componentes bajo condiciones reales de fuego.

Sin embargo, los resultados de este test pueden ser usados como elementos de evaluación del peligro al fuego o de evaluación del riesgo de fuego, tomando en cuenta todos los factores que son pertinentes para la evaluación de los peligros o riesgos de fuego de un particular uso final”.

Los tests de inflamabilidad pueden ser clasificados en dos grupos generales:

los que son principalmente tests de investigación, y los que son principalmente tests de aceptación. El primer grupo comprende todos los métodos que son estándar porque son reconocidos como métodos deseables para la evaluación de la respuesta característica al fuego de materiales sobre la base de solidez técnica y valor científico. El segundo grupo incluye aquellos métodos que son estándar principalmente porque son un requerimiento del mercado. Muchos de los tests de aceptación son, en algún momento u otro, usados como tests de investigación. En los mejores casos, los mejores tests de investigación llegan a ser eventualmente tests de aceptación. [19]

2.1.4 Desarrollo de la fundamentación

2.1.4.1 Índice de Inflamabilidad

El índice de inflamabilidad son denominaciones de los materiales, los cuales nos indican la resistencia al fuego que tienen los mismos y la capacidad que poseen para soportar la exposición al fuego.

El termino inflamabilidad nos indica la facilidad de ignición y la velocidad de combustión que poseen los tejidos. La inflamabilidad de los tejidos constituye un peligro en condiciones ordinarias de uso.

La fibra textil debería ser resistente al calor seco y húmedo, no debería encenderse muy fácil al entrar en contacto con el fuego o la llama, e idealmente debe auto extinguirse cuando se la retire de ella. [15]

La composición de las fibras son de materiales poliméricos orgánicos que contienen carbono y arden o se encienden con una llama o una fuente de ignición.

La estructura química de una fibra determina su inflamabilidad y un acabado apropiado en los textiles pueden reducirla. [15]

La combustión de fibras textiles está relacionada con su IOL (índice de oxígeno límite), que nos indica la cantidad mínima de oxígeno que la fibra necesita para arder.

En general podemos decir que el porcentaje de oxígeno en el aire es aproximadamente de 21, es evidente que todas las fibras con un IOL por debajo de este nivel se queman con facilidad, mientras que aquellas con un alto IOL tenderá a no quemarse. De la siguiente tabla se puede observar que el poliéster, la poliamida (ambos se funden y forman masas viscosas) y las fibras celulósicas son muy inflamables. Estas últimas, especialmente en tejidos menos compactos donde tienen un mayor contacto con el oxígeno del aire, se queman muy rápidamente si se calientan alrededor de 350°C, temperaturas a las cuales se descomponen en sustancias volátiles altamente inflamables y residuos carbonosos. [13]

Tabla 1: Índice de oxígeno límite de algunos materiales

Fibra	IOL (%)
Lana	25
Algodón	18
Rayón Viscosa	20
Rayón Acetato	18
Triacetato	18
Clorofibra	48
Acrílico	18-20
Modacrílico	22-28
Novoloid	36
Poliéster	20
Poliamida	20

Fuente: [13]

Tabla 2: Comportamiento de algunas fibras textiles al someterlas a la llama

Fibra	Cerca	Expuesta	Al Sacar	Residuo	Olor
Algodón, lino, viscosa	No funde, ni encoge	Arde	Continúa ardiendo	Pocas cenizas con bordes lisos	Papel quemado
Lana, seda	Funde y se risa	Arde lentamente y chispea	Tiende a apagarse sola	Residuo negro, hinchado, pulverizado	Pelo quemado
Acetato	Funde	Arde y se derrite	Continúa ardiendo y se funde	Deja gota negra, dura y frágil	No se percibe
Poliéster	Funde y encoge	Arde lentamente, derrite y da humo	Se apaga sola	Deja gota negra, dura y frágil	Aromático
Poliamida	Funde y encoge	Arde lentamente y se derrite	Se apaga sola	No queda	Apio
Poliuretano	Funde y no encoge	Arde y se derrite	Continúa ardiendo y se derrite	Deja ceniza blanda y negra	No se percibe
Acrílica	Funde	Arde y se derrite	Continúa ardiendo y se funde	Deja gota negra, dura y frágil	No se percibe
Clorofibra	Funde y encoge	Arde lentamente y se derrite	Se apaga sola	Deja gota dura y frágil	No se percibe
Polioléfina	Funde y encoge	Arde y se derrite	Sigue ardiendo y se apaga sola	Deja gota negra	No se percibe

Fuente: [13]

2.1.4.2 Origen de los Textiles: Los diferentes tipos de textiles son obtenidos de tres diferentes naturalezas, estas son:

- ✓ **Origen Vegetal:** De origen vegetal tenemos los que es el algodón, yute, lino, cáñamo, etc.
- ✓ **Origen Animal:** La obtención de textiles de tipo animal tenemos los siguientes, lana, alpaca, vicuña, crin, etc.
- ✓ **Origen Artificial:** De origen vegetal podemos citar las siguientes: Acetatos (seda artificial), Poliésteres (dacrón), Acrílicos (Orlón), Fluoro carbonatos (teflón), Caucho (látex), Poliamidas (nylon). [5]

2.1.4.3 Factores que influyen en la inflamabilidad de los tejidos:

- ✓ A un mayor punto de ignición de la fibra, menor inflamabilidad del tejido. Respecto a las fibras sintéticas podemos destacar que funden al arder y son difíciles de **ignifugar**. Actualmente algunas fibras sintéticas se ignifugan en su proceso de fabricación, pudiendo destacar entre ellas la fibra Trevira. [5]

Ejemplo:

Se puede reducir la inflamabilidad del algodón, por ejemplo, mezclándolo con poliéster, nylon, lana, acrílico y aramida.

- ✓ A mayor factor de cobertura del tejido, menor inflamabilidad del tejido. Donde sea posible y aceptable, se puede utilizar una tela más densa.
- ✓ A mayor coeficiente de torsión del hilo, menor inflamabilidad del tejido.
- ✓ La inflamabilidad del tejido depende de los productos químicos que se le agregan. En este aspecto podemos distinguir dos métodos de aplicación de los acabados ignífugos:
 - ✓ Agentes químicos que no penetran en la fibra: recubren la fibra formando una película continua de naturaleza ininflamable. Son soluciones orgánicas de cloruro de polivinilo, solo o polimerizable con acetato de vinilo.
 - ✓ Agentes químicos que penetran en la fibra: podemos distinguir dos tipos, los que no reaccionan con la celulosa y los que si lo hacen.

Entre los primeros podemos encontrar:

- ✓ Parafinas cloradas, que al entrar en contacto con la llama desprenden cloro con lo que disminuye la concentración de oxígeno, básico para producir la combustión.

- ✓ Ácido bórico y bórax, que en contacto con la llama funden y forman una espuma metálica.
- ✓ Sales amoniacas, que actúan desprendiendo amoniaco.
- ✓ Wolframio sódico, que actúa debido a su poder ininflamable. [5]

2.1.4.4 Conductividad Térmica de los textiles

La conductividad térmica es la capacidad de conducir calor y se expresa en vatios por Kelvin metro.

Esta propiedad puede determinar que un tejido adquiera características de abrigar más. La sensación de confort está en relación con la temperatura del cuerpo y la del medio externo:

- ✓ En climas templados (18-30°C) es conveniente usar prendas con fibras que sean permeables térmicamente, para que nuestro calor corporal (37°C aprox.) se disipe.
- ✓ En climas rigurosos (menores de 16°C y mayores a 40°C), más bien se requiere la utilización de fibras no conductoras de calor. Así nuestra temperatura corporal nos brindara una sensación más cómoda que el medio externo.

Tabla 3: Conductividad térmica de los textiles

Fibra	W/(K*m)
Algodón	0.07
Lana	0.055
Seda	0.05
Poliamida	0.25
Poliéster	0.14
Polietileno	0.12
Polipropileno	0.34
Cloruro de polivinilo	0.16

Fuente: [15]

Límites de Inflammabilidad

En una mezcla de gases, como las que componen los gases de incendio, existen una serie de moléculas diferentes entre sí sometidas a la acción del calor, este calor como forma

primaria de energía transfiere movimiento a estas moléculas, además del que poseen por ellas mismas. [18]

En este estado, las moléculas de gas más ligeras se mueven con mayor rapidez que las más pesadas, provocándose choques entre ellas que hacen que la energía interna del gas aumente, tanto por parte de las moléculas ligeras como de las pesadas. A medida que este calor aumenta las moléculas incrementan su movimiento aumentando paulatinamente el número de choques entre ellas y por consiguiente su nivel energético.

El progreso de esta situación nos conduce a un estadio, en el cual la energía acumulada por el gas es superior a la energía que cohesiona las moléculas, y estas acaban por romperse por efecto de los choques, es decir, se desintegran. Si existe oxígeno suficiente en los alrededores, el combustible activado junto con él oxígeno se inflamarán. El aporte de oxígeno al combustible (oxidación) genera una reacción que desprende calor (exotérmica) gracias a la energía (calor) aportada por el mecanismo antes descrito.

Podemos decir pues, que la inflamabilidad de un gas es una consecuencia mecánica favorecida por una fuente de energía que es el calor, pero pueden existir otras fuentes de origen distinto como pueden ser ondas de choque, o la combinación de ondas de choque y calor.

Llegados a este punto, debemos hacer una reflexión acerca de lo expuesto, de tal forma que seamos capaces de comprender el significado de la influencia de la presencia de oxígeno en la ignición de los gases. [18]

2.1.4.5 Límite Inferior de Inflamabilidad: En efecto, la sola disgregación de las moléculas no es suficiente para que la inflamación se produzca, es necesario además que el número de moléculas que se disgregan sea el suficiente para que, con el también imprescindible oxígeno del aire, comience la reacción de combustión.

El número mínimo de moléculas de combustible que se precisa para que esta ignición se produzca, constituye la concentración de gas de incendio mínima necesaria para que este se inflame en una reacción de combustión con el oxígeno, y al valor de esta concentración con respecto al volumen total de gases en un recinto se le denomina como el Límite Inferior de Inflamabilidad (L.I.I.) el cual se mide como porcentaje en volumen. [18]

Para efectuar una aproximación sobre un caso real, consideraremos una habitación que podría ser la cocina de cualquier casa, si nosotros abrimos la espita del gas y a la vez en el otro extremo de la estancia alguien encendiese un mechero, no ocurriría ningún efecto sobre el gas que fuga de la cocina, sin embargo, si dejamos que la espita del gas siga

vertiendo moléculas en el recinto y mantenemos la llama encendida al cabo de un cierto tiempo se produciría la inflamación del gas.

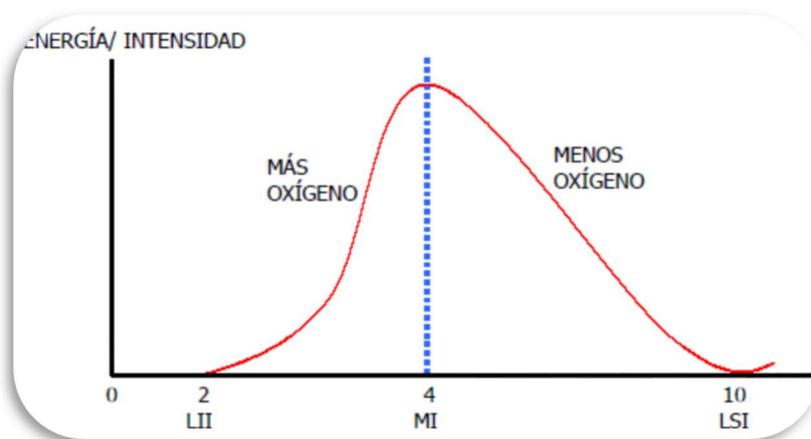
Este hecho es debido a que, si, por ejemplo, estamos hablando de gas propano, será necesario que en el recinto la concentración de este alcance el 2% del volumen total para comenzar la ignición, a este porcentaje es a lo que se denomina L.I.I. por debajo de este nunca obtendremos inflamación en condiciones normales. [18]

2.1.4.6 Limite Superior de Inflamabilidad: Si seguimos con la experiencia anterior, pero esta vez dejamos que la cocina se llene de gas propano, sin que exista una llama o fuente de ignición presente, observaríamos que pasado un cierto tiempo, cuando intentásemos encender la llama, curiosamente no se produciría ningún tipo de efecto, esto ocurrirá cuando la concentración de gas supere el valor del 10% del volumen total, y será como consecuencia de que la cantidad de oxígeno presente en el recinto no sea suficiente para reaccionar con la cantidad de gas existente.

A esta concentración de gas sobre la cual no es posible que exista combustión, se le denomina Límite Superior de Inflamabilidad (L.S.I.).

Si representásemos de forma gráfica la curva del efecto del incendio sobre la concentración de combustible, obtendríamos algo similar a lo representado en la siguiente figura: [18]

Ilustración 2: Limite de inflamabilidad para gases



Fuente: [18]

2.1.4.7 Fuentes de Ignición:

Las fuentes de ignición son muy importantes en el proceso de incendio, ya que, dependiendo de la fuente, el efecto alcanzara una mayor o menos magnitud. Así podemos citar tres clases de fuentes de ignición:

- ✓ **Fuentes de ignición Abiertas:** son aquellas que permanecen activas en presencia de una fuga de gas o de una mezcla de gases, como puede ser el caso del propio foco del incendio durante la evolución del mismo.
- ✓ **Fuentes de Ignición Ocultas:** son aquellas que permaneciendo constantemente activas, no actúan directamente sobre la capa de gases, este puede ser el caso de un quemador de gas que permanece dentro de su hornacina, como consecuencia permanece un poco al margen de la concentración de gases alrededor del receptáculo. Por lo general este tipo de fuente retrasará la ignición de la mezcla y en consecuencia cuando esta se inflama se producirá un efecto más o menos grande dependiendo del punto del rango de inflamabilidad donde se encuentre en ese momento la concentración de gases.
- ✓ **Fuentes de Ignición Intermitentes:** son aquellas que se activan de forma esporádica, como puede ser la puesta en marcha de una nevera, o el zumbador de un timbre, al igual que en el caso anterior el tipo de efecto a que dan lugar será función de la concentración de gases en el momento en que esta se active. [18]

2.2 Fundamentación Teórica

2.2.1 Mechero de Bunsen

El mechero bunsen es una clase de encendedor que se puede utilizar en diferentes tipos de laboratorios para calentar, fundir, esterilizar y/o evaporar sustancias o reactivos químicos. El funcionamiento del mechero se da mediante el proceso de combustión aire-gas, por lo que se lo considera una fuente de calor aceptable para procesos de investigación en los laboratorios. [6]

Ilustración 3: Esquema de un mechero de Bunsen



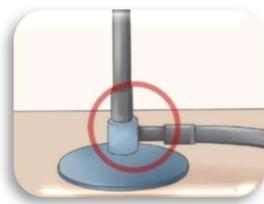
Fuente: [6]

Durante el funcionamiento del mechero de bunsen se generan el proceso de combustión, es decir, los compuestos que contienen carbono e hidrogeno y a veces oxigeno arden consumiendo oxígeno y produciendo dióxido de carbono y agua.

Las partes constitutivas del mechero bunsen son:

Barril: Esta parte del mechero es un tubo que se encuentra enroscado en la base. Este elemento posee unos agujeros pequeños a los que se les denomina orificios de entrada de aire, estos agujeros están ubicados en la parte inferior, los cuales cumplen la función de permitir la entrada de aire al cilindro. En el instante que el mechero entra en funcionamiento, el gas expulsa el aire que se encuentra en el interior del cilindro a medida que este atraviesa las aberturas de aire. La mezcla de gas y de aire provoca que se produzca una llama en el extremo superior del barril.

Ilustración 4: Barril del mechero

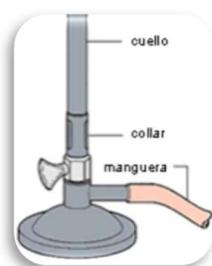


Fuente: [7]

Cuello: El cuello de un mechero de bunsen se localiza rodeando los agujeros de aire que hay en el fondo del barril. La función del collar es disminuir o aumentar la cantidad de aire que ingresa al cilindro, esto se puede dar gracias a un mecanismo de tornillo.

La acción normal o típica son tres vueltas completas dadas en sentido contrario al reloj a fin de tomar la mayor cantidad de aire posible girar en sentido horario para disminuir o cerrar la entrada de aire.

Ilustración 5: Cuello de un mechero



Fuente: [8]

Válvula de flujo de gas: La válvula de flujo se encuentra conectada a la base del mechero, de forma directa en la parte inferior de los tornillos del barril. La función de la válvula de flujo de gas es posibilitar la entrada de gas al cilindro, se ajusta de una forma similar al collar, es decir girando tres vueltas en sentido contrario al reloj a fin de abrir el gas de manera completa, luego se gira en sentido contrario para disminuir el gas o para encender el quemador completamente.

Ilustración 6: Esquema de la válvula de flujo de gas de un mechero

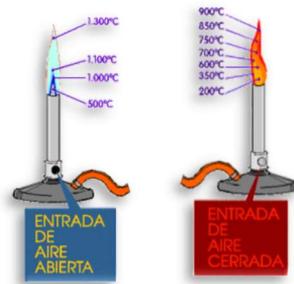


Fuente: [8]

Tubo de entrada de aire:

En el mechero el tubo de entrada de aire se encuentra conectado a la base del mismo y llega hasta la válvula de flujo de gas. La geometría del tubo de entrada de aire es ondulada y se reduce en el extremo. Esto sucede para que exista un ajuste hermético junto a la tubería de gas para que se una al tubo de entrada, esto es necesario para asegurar de que no existan fugas de gas en el funcionamiento del mechero.

Ilustración 7: Tubo de entrada de aire de un mechero



Fuente: [9]

Base: La geometría de un mechero Bunsen posee una forma hexagonal, con un ancho de diámetro aproximado de 2,5 cm. La base está constituida por dos sujetadores metálicos (uno a cada lado) que cumplen la función de unir la parte superior de la válvula del flujo de gas y a la parte inferior del tubo de admisión de gas.

Ilustración 8: Base de un mechero



Fuente: [9]

Clases de Llama del Mechero de Bunsen: Existen distintos tipos de llama en un quemador Bunsen, dependiendo del flujo de aire ambiental entrante en la válvula de admisión (no confundir con la válvula del combustible).

Ilustración 9: Tipos de llama de un mechero



Fuente: [12]

1. Válvula de aire cerrada (llama segura)
2. Válvula Medio abierta
3. Válvula abierta al 90%
4. Válvula abierta por completo (llama azul crepitante). [12]

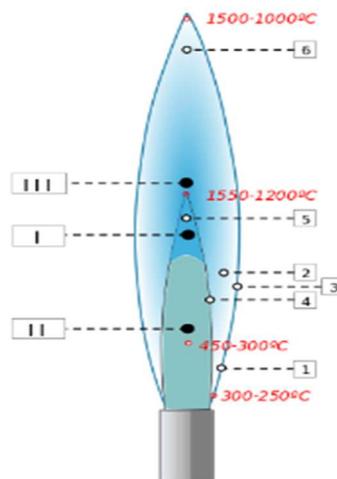
Dependiendo del tipo de combustión que se genere durante el funcionamiento del mechero, se pueden dar dos tipos de llama, las cuales son:

Llama Luminosa: Este tipo de llama tiene la característica de emitir una luz de color anaranjado debido a la presencia de partículas incandescentes de carbono. Esta llama es producida por un proceso de combustión incompleta.

Llama no Luminosa: Este tipo de llama donde no existe presencia de partículas incandescentes de carbono, se aprecian dos zonas claramente separadas por un cono azul pálido. Este tipo de llama es producida por el proceso de combustión completa. [11]

Zonas de la Llama:

Ilustración 10: Zonas de una llama del mechero



Fuente: [10]

I) Cono interior de la llama: En esta sección de la llama no hay combustión, por tener una temperatura demasiado baja, pero si contiene gas sin arder, con aproximadamente un 62% de aire.

II) Manguito de llama: formado por gas en combustión y aire.

III) Punta luminosa: Esta parte de la llama aparece cuando los orificios de aire están parcialmente cerrados.

A su vez, se localizan una serie de puntos específicos con propiedades determinadas:

Zonas de reacción:

1) Base de la llama: En esta sección la temperatura es relativamente baja, por estar en contacto con corrientes de aire exteriores. Se utiliza para investigar la presencia de sustancias volátiles que puedan colorear la llama, detectándose en esta zona las que se volatilizan con temperaturas más bajas.

2) Zona de fusión: Esta es la zona de mayor temperatura, y está situada a poco más de un tercio de la altura de la llama y en el centro del manguito (la Zona II). Sirve para investigar sustancias respecto a su fusibilidad y volatilidad.

3) Zona oxidante inferior: Esta zona está situada en el límite exterior de la Zona de fusión, se usa para la oxidación de sustancias disueltas en flujo vítreo.

4) Zona reductora inferior: Está situada en el límite exterior de la Zona II; presenta un poder reductor moderado, siendo utilizada para reducciones sobre carbón vegetal o con flujo vítreo.

5) Llama reductor superior: es la punta luminosa del cono interior de la llama, y se produce disminuyendo gradualmente el acceso de aire. No contiene oxígeno libre, siendo rica en carbono libre incandescente, lo que permite utilizar esta zona para reducir óxidos en forma de incrustaciones.

6) Llama oxidante superior: es la punta de la zona no luminosa de la llama, actúa más eficazmente cuando los orificios de entrada de aire están completamente abiertos y se utiliza para pruebas de oxidación, para desprender productos volátiles, y para aquellos procesos oxidantes que no requieren temperaturas excesivamente elevadas. [11]

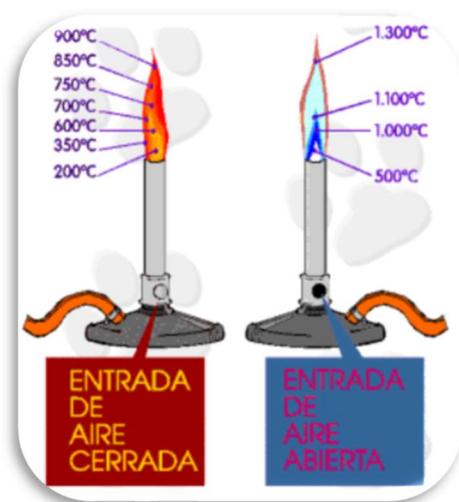
Fusibilidad: El color de la llama del mechero nos permite determinar el rango de temperatura aproximado al que funden numerosas sustancias. Aunque la máxima temperatura teórica de la llama es de unos 2300°C, en la práctica la temperatura máxima de la combustión en condiciones óptimas del gas natural de aire es de 1820°C, obteniéndose normalmente temperaturas inferiores (de entre 1500 y 1000°C) condicionadas por diversas pérdidas. Para poder determinar un rango de temperaturas efectivas de cada zona de la llama, se suele analizar la luz emitida por un alambre de platino cuando entra en incandescencia en el interior de la llama, a continuación, les muestro una tabla de los rangos aproximados de las temperaturas en el mechero: [12]

Tabla 4: Rango aproximado de temperatura del mechero

COLOR	TEMPERATURA
Rojo Incipiente	525°C
Rojo Oscuro	700°C
Rojo Cereza	950°C
Rojo Amarillento	1100°C
Rojo Blanco Azul	1300°C
Rojo Blanco Brillante	1500°C

Fuente: [12]

Ilustración 11: Rango de temperatura de llama según la válvula de aire



Fuente: [12]

2.2.2 Proceso de combustión

Se entiende por proceso de combustión a la reacción exotérmica de una sustancia reductora, a esta sustancia se le conoce como combustible, con otra sustancia oxidante, denominada comburente. Este proceso genera un aumento de temperatura y en la mayoría de los casos una emisión de luz. [30]

El proceso de combustión se realiza en fase gaseosa, de tal manera que la combustión de un sólido o de un líquido va precedida de la información de gases procedentes de la vaporización o del pirólisis de parte del combustible. Lo más frecuente es que los

combustibles líquidos se vaporicen y que los sólidos experimenten una destilación pirolítica. La pirólisis es la descomposición de una sustancia en otras más sencillas por acción del calor. [30]

Para que el proceso de combustión se lleve a cabo deben existir tres factores, ya que si uno de ellos no está presente durante el proceso la combustión no será posible, estos componentes son:

- ✓ Combustible
- ✓ Comburente
- ✓ Energía de activación (calor)

El proceso de combustión inicia calentando el combustible por encima de su temperatura de ignición. Por el calor los enlaces químicos del combustible se rompen.

El proceso de combustión puede ser de dos tipos:

- ✓ **Deflagración:** Es el proceso en el cual el frente de llama se desplaza a una velocidad constante y del orden del decímetro de segundo. Este fenómeno se da por el calentamiento en forma de conducción-convección de la mezcla fresca y las reacciones en cadena que hacen avanzar el proceso.
- ✓ **Detonación:** Tras una etapa inicial lenta, se produce una propagación a una velocidad muy elevada, del orden del kilómetro por segundo. La onda de presión calienta la mezcla fresca por compresión, propagándose además fuera de la mezcla con efectos destructores. Este tipo se produce en especies explosivas. [30]

Aplicaciones del Proceso de Combustión

- ✓ Calefacción de Habitáculos (hogueras, estufas, calderas)
- ✓ producción de electricidad (centrales térmicas),
- ✓ propulsión (motores alternativos, turbinas de gas),
- ✓ proceso de materiales (reducción de óxidos, fundición, cocción),
- ✓ eliminación de residuos (incineración de basura),
- ✓ producción de frío (frigoríficos de absorción),
- ✓ control de incendios (barreras cortafuegos, materiales ignífugos),
- ✓ iluminación (hasta finales del siglo XIX era el único método de luz artificial) [30]

Los combustibles comerciales se pueden clasificar en:

Naturales o primarios:

- ✓ **Sólidos:** Carbón, madera y otros tipos de biomasa, aunque pueden incluirse muchos metales (son demasiado caros y solo se usan para destello térmico o luminoso).
- ✓ **Líquidos:** Petróleo y sus derivados (gasolina, gasóleo y fuelóleo).
- ✓ **Gaseosos:** Gas natural y gases licuados del petróleo (GLP).

Artificiales o secundarios:

- ✓ **Sólidos:** Coque (destilado de la hulla), carbón vegetal (destilado de madera a unos 250°C), aglomerado de hulla (ladrillos de aglomerado de menudos de hulla con brea), biomasa residual (basura y desagües humanos, estiércol, etc.).
- ✓ **Líquidos:** Alcoholes (destilados de la biomasa), aceites de nafta y benzol (destilados del petróleo).
- ✓ **Gaseosos:** Destilados de la madera, destilados de la hulla, destilados de las naftas del petróleo. [30]

En toda combustión existe un elemento que arde (combustible) y otro que produce la combustión (comburente), generalmente oxígeno en forma de O₂ gaseoso. [30]

Los tipos más frecuentes de combustible son las materias orgánicas que contienen carbono e hidrógeno. [12]

Ilustración 12: Triángulo de fuego



Fuente: [12]

Combustible: Cuando se produce una combustión en fase gaseosa produce una llama visible, mientras que la combustión heterogénea produce una incandescencia (Estado de un cuerpo, generalmente metálico, cuando se enrojece o blanquea por la acción del calor). [30]

Comburente: El oxígeno es el comburente más frecuente en las combustiones. Nuestra fuente de oxígeno es el aire, del cual forma parte en un 21%, aproximadamente, por tanto,

si utilizamos aire para la combustión es necesario un volumen del orden de cinco veces mayor al de oxígeno necesario. En caso de utilizar sólo oxígeno el proceso se denomina oxi-combustión. En niveles altos de O₂ el grado de inflamabilidad de materiales y gases aumenta, con concentraciones del 24%. [30]

2.2.3 Materiales que se utilizan en el interior de las carrocerías.

Los materiales que se utilizan en el interior de las carrocerías deben ser ligeras, no inflamables, con una buena resistencia al impacto, etc., estos requerimientos son importantes para aligerar peso, evitamos la conductividad térmica. En la mayor parte de automotores o carrocerías se tiende a ocupar materiales como elastómeros, fibras, materiales termoplásticos, tejidos, etc. [21]

Elastómeros: Los elastómeros son un tipo de materiales muy utilizados en la industria carrocera ya que poseen un comportamiento elástico. Este tipo de materiales tienen la capacidad de soportar grandes deformaciones, y pueden recuperar su forma inicial una vez que se elimina el esfuerzo aplicado. Estos materiales son muy tenaces, resistentes a los aceites, y poseen una buena flexibilidad a bajas temperaturas. De hecho, todos los elastómeros tienen una temperatura de transición vítrea inferiores a la temperatura ambiente. [21]

La Temperatura de transición vítrea (T_g) es la temperatura en la cual los polímeros se reblandecen. Pasan de un estado duro-rígido a un estado más gomoso-elástico-flexible.

Los elastómeros se empezaron a utilizar a finales del siglo XIX, en aplicaciones como los neumáticos de los automóviles. Hace unos años atrás su aplicación creció y se utiliza por ejemplo para cierres herméticos, adhesivos y partes flexibles.

Los poliuretanos (PU): son materiales utilizados como base para la fabricación de esponja, ya sea esta flexible o rígida, que son utilizados para la fabricación de los asientos de las carrocerías, poseen una excelente resistencia a la abrasión y al desgarramiento, estos materiales también poseen la característica de ser buenos aislantes térmicos [28]. Este tipo de polímero se los puede encontrar en forma duras que son aptas para recubrimientos y resistentes a los disolventes, o en forma de cauchos sintéticos que son resistentes a la abrasión y espumas flexibles.

Propiedades de los Poliuretanos:

- ✓ Son materiales que permanecen flexibles entre 40 y 80°C
- ✓ Soportan elongaciones de rotura de entre 400 y 800%
- ✓ Alto poder amortiguador
- ✓ Poseen una buena resistencia al agua, y a los productos químicos.
- ✓ Presentan una mala resistencia a la radiación UV (ultravioleta). [28]

Aplicaciones de los Poliuretanos:

- ✓ **Espumas Flexibles:** empleadas en asientos, reposabrazos y reposacabezas.
- ✓ **Espumas semirrígidas:** como el panel de control, puertas o alfombras.
- ✓ **Sistemas de piel integral:** como reposabrazos, reposacabezas, volantes. [28]

Una de las ventajas del poliuretano en la industria carrocera es que, este material resulta ser muy ligero, mejora la relación peso y potencia del vehículo.

Las ventajas que nos presenta el poliuretano en la industria carrocera son:

- ✓ Produce una reducción del exceso de ruido, lo que genera confort y seguridad para el conductor y sus ocupantes.
- ✓ Este material es muy rentable en su fabricación, ya que es fácil de moldear y se desecha menos material.
- ✓ El poliuretano se emplea en volante, paneles de mandos, puertas, carrocería, salpicaderos, y mejora la seguridad pasiva en cuanto a impactos laterales y frontales. [28]

Ilustración 13: Ilustración de Poliuretanos



Fuente: Autor

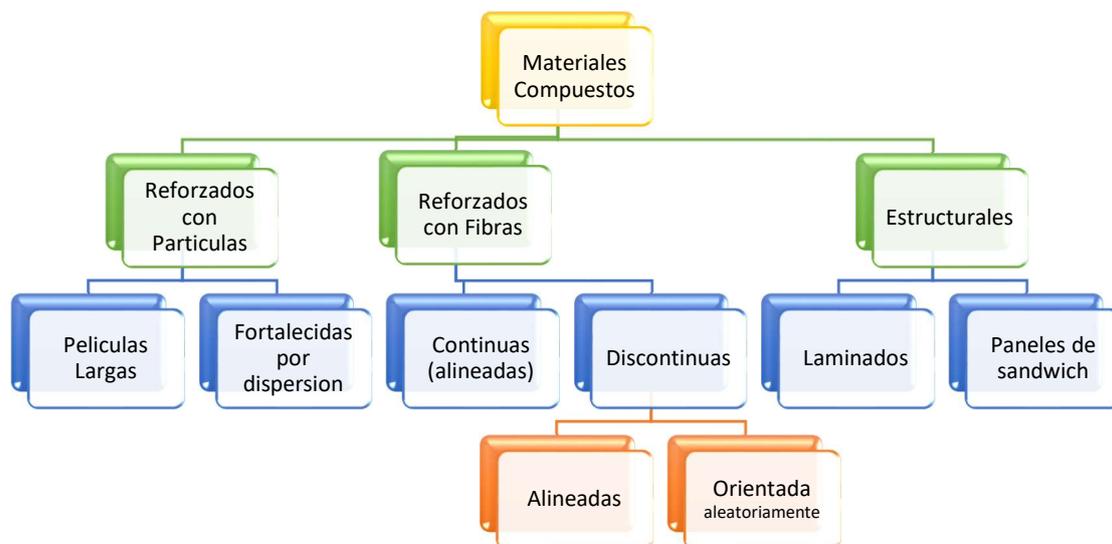
Materiales compuestos:

Estos materiales están formados por la unión de 2 materiales monofásicos de diferentes naturalezas o composiciones, esta unión se realiza para obtener un nuevo material mejorado tanto en sus propiedades como en sus características de aplicación. [25]

Los materiales compuestos en ocasiones resultan poseer mejores propiedades que las aleaciones metálicas, ya que estos materiales son más livianos, poseen una mayor resistencia y rigidez, la principal ventaja de estos materiales es que resisten muy bien a la corrosión. [23]

Los materiales compuestos constan de dos partes constitutivas diferentes a nivel atómico, estas partes son la matriz (material aglutinante) y refuerzo que pueden ser las fibras o laminas. [23]

Ilustración 14: Clasificación de los materiales Compuestos



Fuente: [22]

A continuación, se presenta una tabla del crecimiento de los materiales compuestos en comparación con materiales usados tradicionalmente:

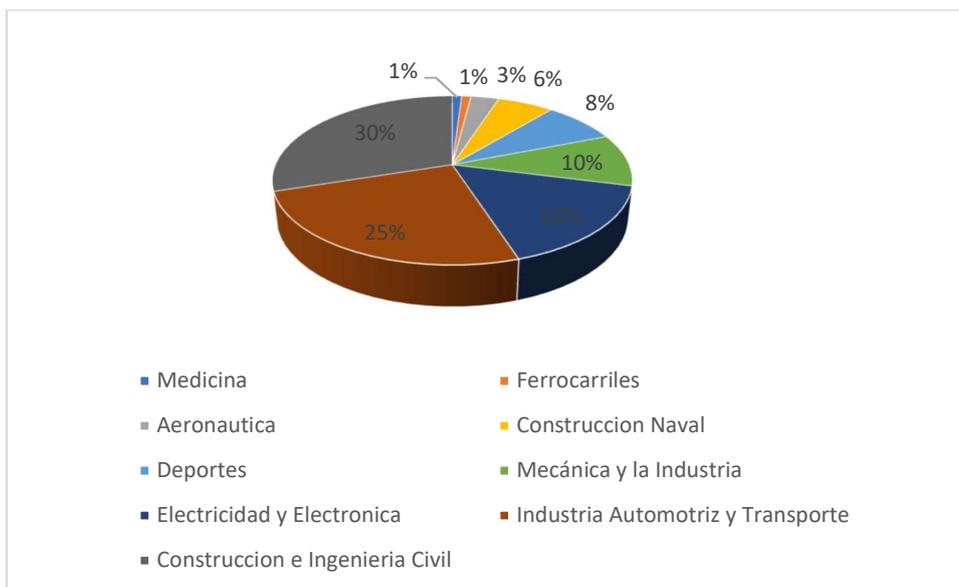
Tabla 5: Crecimiento de los materiales compuestos

Año	Compuestos	Plásticos	Aluminio	Acero
1985	100	100	100	100
1990	150	135	112	107
1995	160	179	118	104
2000	190	216	141	115

Fuente: [22]

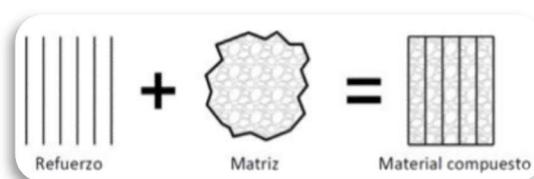
El uso de los materiales compuestos es muy diverso, en la siguiente figura se puede observar los campos de aplicación de los mismos:

Ilustración 15: Aplicaciones de materiales compuestos



Fuente: [22]

Ilustración 16: Esquema de un material compuesto



Fuente: [22]

Según las investigaciones realizadas este tipo de materiales poseen ventajas como desventajas en su utilización, las cuales las ponemos en conocimiento a continuación:

Ventajas:

- ✓ Ligereza en peso
- ✓ Posibilidad de añadir o disminuir capas para obtener una resistencia y rigidez óptima para un determinado uso
- ✓ Alta resistencia a la corrosión

Desventajas

- ✓ Peligros para la salud en los procesos de fabricación
- ✓ Reducción de la ductilidad de los materiales
- ✓ El peligro de fuego puede ser mayor en ciertos materiales [22]

Constituyentes de los Materiales Compuestos

Tabla 6: Tipo de fibras y matrices

Fibras	Matrices
Vidrio	Epoxi
Carbono	Poliéster
Aramida	Vinilester
Polietileno	Resina Fenólica
Boro	Polipropileno
Carburo de silicio	Poliamida
	Policarbonato

Fuente: [23]

Fibra de Vidrio: se utiliza en los parachoques de los buses y en el revestimiento del mismo, este material es un filamento continuo o discontinuo obtenido mediante estiramiento del vidrio fundido, se emplea como aislante térmico, acústico y para otros usos. Este refuerzo es el más utilizado en la fabricación de materiales compuestos

Propiedades:

- ✓ Bajo Coste
- ✓ Resistente a la corrosión

- ✓ Alta adherencia fibra-matriz
- ✓ Aislante térmico
- ✓ Permeabilidad dieléctrica [25]

Ilustración 17: Aplicación fibra vidrio



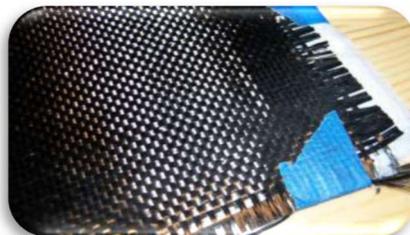
Fuente: Autor

Fibra de Carbono: es una fibra sintética constituida por finos filamentos de 5–10 μm de diámetro y compuesto principalmente por carbono. Se trata de una fibra sintética porque se fabrica a partir del poli acrilonitrilo. Tiene propiedades mecánicas similares al acero y es tan ligera como la madera o el plástico. Por su dureza tiene mayor resistencia al impacto que el acero. Esta fibra es la que posee mejores propiedades mecánicas y con baja densidad

Propiedades:

- Gran estabilidad dimensional asociada a un coeficiente de dilatación muy bajo
- Conductividad térmica elevada
- Buena resistencia a la fatiga
- Puede favorecer a la corrosión galvánica [22]

Ilustración 18: Fibra de carbono



Fuente: Autor

Fibra de Aramida: es una fibra orgánica sintética resistente y termoestable, fabricada por hilado de un polímero. La aramida es una poliamida aromática llamada poliparafenileno tereftalamida con una estructura química perfectamente regular cuyos anillos aromáticos dan como resultado las moléculas del polímero con unas propiedades de una cadena razonablemente rígida. Las fibras son fabricadas por diferentes procesos de hilado y extrusión.

Propiedades:

- ✓ Alta resistencia a la tracción gracias a su alto grado de cristalinidad
- ✓ Alto módulo de elasticidad y una baja elongación a la rotura
- ✓ Gran tenacidad, no son frágiles.
- ✓ Alta resistencia al impacto.
- ✓ Alta capacidad de absorción de energía [22]

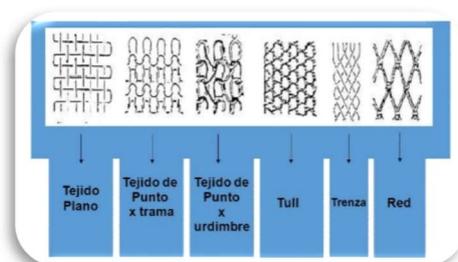
Ilustración 19: Laminas de fibra de aramida



Fuente: [22]

Tejidos: Es un material resultante de tejer hilos, filamentos o fibras para obtención de una tela, este tipo de materiales son muy utilizados en la industria carrocería para el recubrimiento de los interiores de los vehículos o tapizado de los asientos. Una de las principales características de estos materiales es que son anisotrópicos (capacidad de expandirse o contraerse en sus direcciones). [25]

Ilustración 20: Tipos de tejidos



Fuente: [25]

Según la información recopilada de la empresa CONSTRUCCIONES VALENCIA la cual se dedica a la fabricación de asientos para buses interprovinciales o de circulación dentro de la ciudad o bus tipo, furgonetas, el principal tejido que utiliza para tapizar el asiento de bus interprovincial es el tejido PRANNA POLIÉSTER FLEXIBLE.

Ilustración 21: Propiedades de la Pranna Poliéster

PRODUCT LINES / Línea de productos	
CATEGORY / categoría	Contract & Home / Institucional y Residencial
SEGMENT / SEGMEN TO	General Purpose / Propósito General
SUBSEGMENT / Subsegmento	Upholstery / Tapicería
GENERAL / GENERAL	
TOTAL WEIGHT / peso TOTAL g/m2 - ASTM D-751	620 ± 65
WIDTH / ancho - m - ASTM D-751	Min. 140
GAUGE / calibre - mm - DIN 53353	1,15± 0,16
EMBOSSING/ grabado	Delfín
SUBSTRATE/BASE	
TYPE / TIPO	Polyester / poliéster
DESCRIPTION / descripción	Hi-Loff
WEIGHT / peso glm2	130
MISCELLANEOUS / varios	
ANTI-FUNGAL / ANTIBACTERIAL	Passes / Pasa
ANTI-STATIC / antiestático (ASTM D-257)	Passes / Pasa
TOPCOAT/ laca	Passes / Pasa
FLAME RETARDANC Y / RETARDANCIA AL FUEGO	
FMVSS 302	Passes / Pasa
IMO A.652(16)3.2and8.3	Passes / Pasa
CALIFORNIA TECH. BULLETIN 117 - Section E	Passes / Pasa
BIFMA X5.7 - Fabric Class - Class A	Passes / Pasa
BIFMA X5.7 - Fabric Screening - Class I	Passes / Pasa
UFAC Fabric - Class I	Passes / Pasa
MFP A 260 - Cover Fabric - Class I	Passes / Pasa
ABRASIÓN / abrasión - ASTM D-4157	
WYZENBEEK - #8 COTTON DUCK	75.000 Cycles / Ciclos No Appreciable wear / no apreciable desgaste
ACCELERATED LIGHT AGING / solidez A LA LUZ	
AATCC TM 16E / NTC 1479	Cal≥7 1.000 hours = Passes / Pasa
CROCKING / solidez AL ROCE - CFFA 7 / FED ST. 191A M 5651	
WET/DRY humedo / seco	Excellent / excelente
COLD CRACK / RESISTENCIA A BAJAS TEMPERATURAS	
ROLLER METHOD	Passes / Pasa -23 °C

Fuente: [25]

Este tipo de tejido de poliéster es de naturaleza artificial y posee una buena durabilidad, resistencia, las principales características de este tipo de fibra son las siguientes:

- ✓ Buena resistencia al desgaste y abrasión

- ✓ Secado rápido
- ✓ No se arruga
- ✓ No se encoge [25]

Ilustración 22: Pranna Poliéster



Fuente: Autor

Clasificación de las Fibras Textiles: Este tipo de fibras se clasifican en dos grupos:

Fibras Naturales: Estas fibras se elaboran a través del procesamiento de materias primas naturales como son: vegetales, animales o minerales, las materias primas deben cumplir un proceso de fabricación como el lavado de las impurezas, desmenuado, teñido, estos procesos se deben realizar ya que por estar en contacto con el medio ambiente podrían tener sustancias o impurezas que podrían afectar en su producto final.

Ilustración 23: Ilustración de un tejido natural



Fuente: [25]

Existen una variedad de fibras naturales, las cuales las detallamos en la siguiente tabla:

Tabla 7: Clasificación de fibras naturales

FIBRAS NATURALES		
Animal	Vegetal	Mineral (inorgánicas)
Lana	Fruta: Coco, Algodón	Asbesto
Pelos: (conejo, cabra)	Tallo: Yute, Lino	Fibra de Vidrio
Seda: (gusano de seda)	Hojas: abacá, Esparto	Fibra de cerámica

Fuente: [25]

Fibras Sintéticas: Este tipo de fibras surgen de la experimentación, ya que son creadas químicamente. Estas fibras se pueden utilizar en la fabricación de textiles, las propiedades de este tipo de fibras dependen de su composición química y su tipo de orientación molecular.

La ventaja de la utilización de las fibras sintéticas son que poseen buena resistencia, dureza e impermeabilidad.

Ilustración 24: Ilustración de fibras sintéticas



Fuente: [21]

Termoplásticos: Son polímeros que se caracterizan especialmente porque al instante de aplicarles calor pueden llegar a ablandarse para ser moldeados y darles diferentes formas, una de las principales características de estos materiales es que el proceso de ablandamiento y endurecimiento se puede realizar varias veces sin que el material altere sus propiedades. [29]

Estos materiales están formados por largas cadenas procedentes de unir moléculas pequeñas o monómeros y típicamente se comportan de una manera plástica y dúctil.

Son polímeros solubles en algunos disolventes orgánicos. Para que un polímero tenga aplicación como termoplástico debe tener una temperatura de transición vítrea T_g (es un punto intermedio de temperatura entre el estado fundido y el estado rígido del material por lo que el polímero disminuye su densidad, dureza y rigidez), o una temperatura de fusión T_m (es la temperatura a la cual se encuentra el equilibrio de fases sólido-líquido, es decir, la materia pasa de estado sólido a estado líquido, se funde.), superior a la temperatura ambiente. [29]

Propiedades químicas de los Termoplásticos:

- ✓ Pueden derretirse antes de pasar a un estado gaseoso
- ✓ Permiten una deformación plástica cuando son calentados

- ✓ Buena resistencia a la fluencia

Poliamida (PA): La poliamida es también conocida como Nylon, estos polímeros son semicristalinos. Una poliamida es un tipo de polímero que posee enlaces de tipo amida. Las poliamidas se consiguen en la naturaleza, ya sea en la lana o la seda, y también pueden ser sintéticas, como el Nylon o el Kevlar. Se designan con las siglas PA. [26]

Propiedades:

- ✓ Resistencia a la tracción entre 400 – 600Kg/cm²
- ✓ Bajo peso específico
- ✓ Resistente al desgaste
- ✓ Resistencia a temperaturas de trabajo de hasta 1200°C
- ✓ Buena resistencia química salvo a ácidos concentrados.
- ✓ Resistente a la fatiga
- ✓ Alta tenacidad

Aplicaciones:

- ✓ Elaboración de tejidos (Nylon), forro para piso de la carrocería
- ✓ Elaboración de piezas mecánicas
- ✓ Ruedas dentadas
- ✓ Piñones
- ✓ Rodillos y cintas transportadoras
- ✓ Cojinetes
- ✓ Rejillas
- ✓ Radiadores

Ilustración 25: Aplicación de la poliamida



Fuente: Autor

Polycarbonato (PC): Material termoplástico que se encuentra constituido principalmente de moléculas de Bisfenol-A, (BPA) y fosgeno. Los policarbonatos resultan fáciles de moldear y termo formar por lo que su aplicación resulta común dentro de la manufactura moderna. Este material posee varias aplicaciones dentro de la industria como en la manufactura, ya que posee unas buenas propiedades mecánicas.

Una de las industrias que apuesta a la utilización de este material es la industria carrocera, ya que se está empezando la utilización de este material para la construcción de ventanillas, faros, los techos transparentes. [26]

Características:

- ✓ Densidad 1.20g/cm³.
- ✓ Rango de temperatura de uso -100°C a +135°C
- ✓ Punto de fusión aproximado 250°

Tabla 8: Propiedades de los policarbonatos

Eléctricas	Mecánicas	Físicas	Térmicas	Ópticas	Acústicas
Constante dieléctrica a 1 MHz 2.9	Alargamiento a la rotura 100-150%	Absorción de agua en 24h 0.35%	Calor específico 1200 J/(K*Kg)	Transmisión luminosa total de luz (3mm): 87%, ISO 489	Aislamiento acústico (4mm): 27 dB
Factor de disipación a 1 MHz 0.01	Coefficiente de fricción 0.31	Densidad 1.20g/cm ³	Conductividad térmica a 23°C: 0.19-0.22 W/(m*K)		
Resistencia dieléctrica 15 – 67 kV/mm	Resistencia a la tracción 55-75 MPa	Índice de oxígeno limite 5-27%	Temperatura máxima de utilización 115-130°C		
	Relación de Poisson 0.37	Inflamabilidad V0-V2	Temperatura mínima de utilización -135°C		
	Limite elástico 65 MPa	Baja resistencia a rayos ultra-violetas			

Fuente: [26]

Inflamabilidad V0: En el test de inflamabilidad vertical, por lo general el fuego debe comenzar a auto extinguirse antes de los 5 segundos (los valores individuales no deben superar los 10 segundos). Si el material goteara, no deberá incendiar los tejidos; la postcombustión debe terminar a los 30 segundos

Inflamabilidad V2: En el test de inflamabilidad vertical, por lo general el fuego debe comenzar a auto extinguirse a los 25 segundos (los valores individuales no deben superar los 30 segundos). Al gotear el material, se pueden incendiar los tejidos que se encuentren debajo. Sin embargo, la postcombustión no debe durar más de 60 segundos. [27]

Tabla 9: Aplicaciones de los policarbonatos

Aplicaciones	
Eléctrico y Electrónica	Celulares, computadoras, fusibles, enchufes
Medios Ópticos	Cd's, DVD's
Automotor	Cubiertas de espejos, luces traseras, direccionales
Seguridad	Cascos, gafas de sol, cubiertas de brújulas, luces de barcos
Botellas y Empacados	Biberones, botellas de agua y leche, recipientes para microondas
Cuidado de la Salud	Incubadoras plásticas, tubo respirador
Vidriado y Lamina	Escudos de policía, láminas de esmaltado.
Transporte	Señales de tráfico, motos de nieve, cajas de fusibles, tableros de control
Ingeniería Mecánica	Filtros, válvulas, componentes para los neumáticos, pulsadores.

Fuente: [27]

Ilustración 26: Aplicación de un policarbonato en una carrocería



Fuente: [27]

Polietileno (PE): Este material es el más utilizado dentro de los termoplásticos. Es un material cristalino que se obtiene de la polimerización del etileno. Dentro del polietileno tenemos dos clases, el polietileno de baja densidad y el polietileno de alta densidad.

Polietileno de Baja densidad (PE bd): Este tipo de polietileno es un polímero de cadena ramificada que se obtiene de la polimerización del etileno a altas presiones por el mecanismo de radicales libres.

Polietileno de Alta Densidad (PE ad): Este polímero posee una estructura lineal y muy pocas ramificaciones, se obtiene de la polimerización del etileno a presiones relativamente bajas utilizando catalizadores. [26]

Aplicaciones:

- ✓ Baterías
- ✓ Paragolpes
- ✓ Revestimientos de interiores

Ilustración 27: Aplicación de un polietileno



Fuente: [26]

Polipropileno (PP): Es un polímero que según sus aplicaciones se los puede utilizar como plástico o como fibra. Es un material que resiste muy bien a la tracción y la abrasión, es un buen aislante.

Como plástico se utiliza para hacer cosas como envases para alimentos, esto es posible ya que este polímero no se funde hasta los 160°C. Como fibra, este polímero se puede usar para hacer alfombras, Una de las ventajas de realizar alfombras de polipropileno es que este material a diferencia del nylon, no absorbe el agua. [26]

Aplicaciones:

- ✓ Autopartes
- ✓ Muebles
- ✓ Juguetes
- ✓ Fondo de alfombras

Ilustración 28: Botonera de polipropileno



Fuente: [26]

Policloruro de Vinilo (PVC): Este polímero resulta de una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Sus componentes provienen del petróleo bruto (43%) y de la sal (57%). Este material es el que posee menos dependencia del petróleo. En este momento sólo el 4% del consumo total del petróleo se utiliza para fabricar materiales plásticos y de ellos, únicamente una octava parte corresponde al PVC. Se obtiene por polimerización del cloruro de vinilo, cuya fabricación se realiza a partir de cloro y etileno. Es un material ligero y químicamente inerte. Es un material termoplástico, es decir, bajo la acción del calor (140 a 205°C) se reblandece pudiendo moldearse fácilmente; cuando se enfría recupera la consistencia inicial conservando la nueva forma. [26]

El PVC es un material resistente a la humedad y además se lo puede utilizar en la interperie, es un material estable y resistente a la mayoría de los ácidos. Lo negativo de este material es que cuando se descompone emite un humo que contiene cloruro de hidrogeno, lo que es un agente cancerígeno.

Aplicaciones:

- ✓ Pisos de autocares
- ✓ Botas de agua
- ✓ Revestimientos de cables eléctricos
- ✓ Tapicería
- ✓ Tableros de mando

Propiedades

- ✓ Resistente al fuego
- ✓ Buena resistencia al desgaste
- ✓ Impermeable
- ✓ Propiedad antideslizante

Ilustración 29: Aplicación de un PVC en un revestimiento de cables



Fuente: [26]

Ilustración 30: Propiedades del vinilo para piso

PRUEBAS	MÉTODOS	RESULTADOS	
Peso - g/m ²	ASTM D-751	1360 ± 100	
Ancho - m	DIN 53353	2.00 ± 0.16	
Calibre -mm	ASTM D-751	Min. 1.40	
Soporte		Textil de poliéster	
Color		Según estándar	
Resistencia a la tensión - kgf	ASTM D-751	Urdimbre: 79	Trama: 79
Elongación - %	ASTM D-751	Urdimbre: 77	Trama: 79
Resistencia al rasgado - kgf	Fed. St. 191 A M 5136	Urdimbre: 15	Trama: 16
Resistencia al despegue - kgf/pulg	ASTM D-751	Urdimbre: 4.0	Trama: 4.5
Solidez al roce - Escala grises	Fed. St. 191 A M 5651	Seco: Buena(5)	Húmedo: Buena (5)
Retardancia al fuego	FMVSS 302	Pasa	
Solidez a la luz UV	NTC 1479	A 1000 horas: Pasa	
Resistencia Abrasión Taber Piedra H-22, 1000 g, 5000 ciclos	ASTM D-3389	Visual: desgaste ligero Pérdida de peso: <0.1g	

Fuente: [26]

CAPITULO III

Diseño del Proyecto

3.1 Selección de Alternativas

3.1.1 Ensayos de Inflamabilidad

Los ensayos de inflamabilidad nos permiten conocer la reacción al fuego de un material, nos permite prever su comportamiento ante un incendio, como se iniciará, evolucionará y se propagará la combustión de un material determinado.

Para evaluar la reacción al fuego de materiales y clasificarlos según sus prestaciones se deben determinar sus niveles de inflamabilidad.

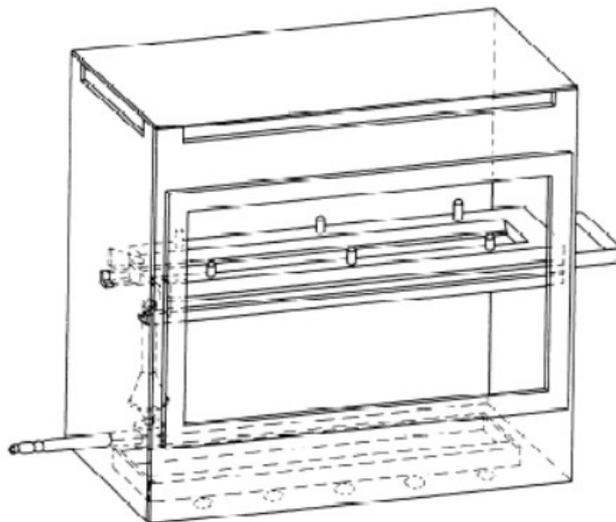
3.1.1.1 Tipos de ensayo para determinar el índice de inflamabilidad de materiales.

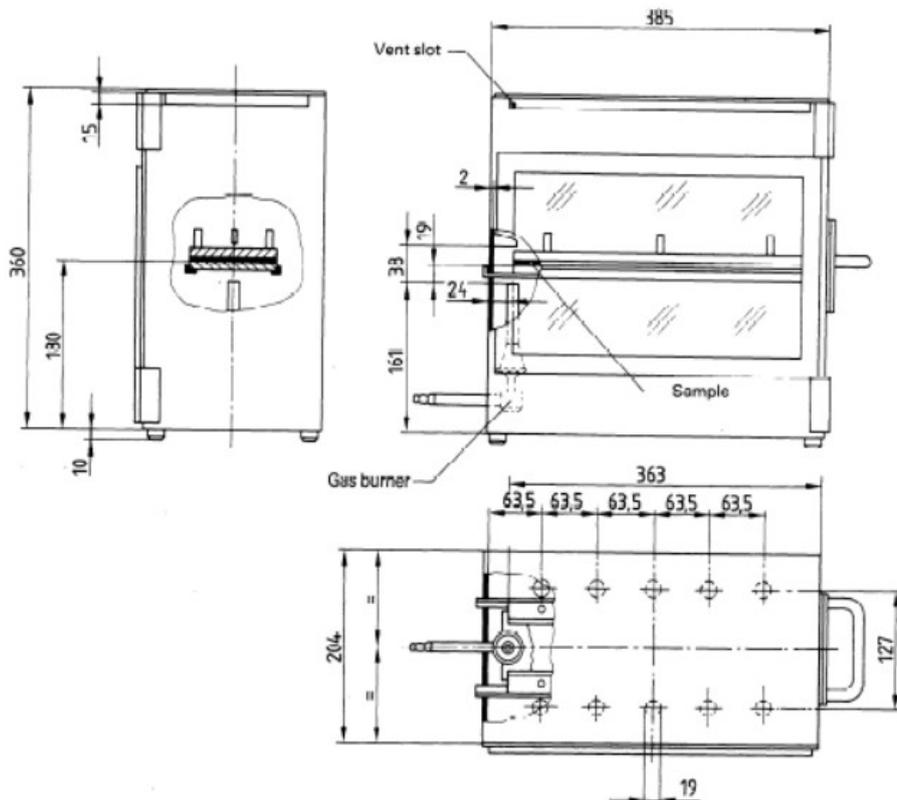
Ensayo de Índice de Combustión Horizontal de los Materiales

Este ensayo se utiliza para determinar la velocidad de combustión horizontal de los materiales utilizados en el interior de los vehículos de carretera, camiones, autobuses, vehículos de turismo, etc., después de ser expuesta a una llama.

La norma internacional que rige para este ensayo de inflamabilidad es la ISO 3795 o ASTM D5132.

Ilustración 31: Equipo de inflamabilidad horizontal



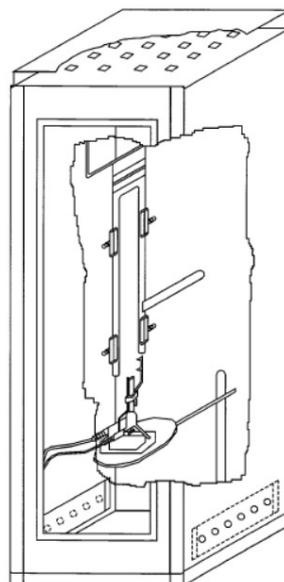


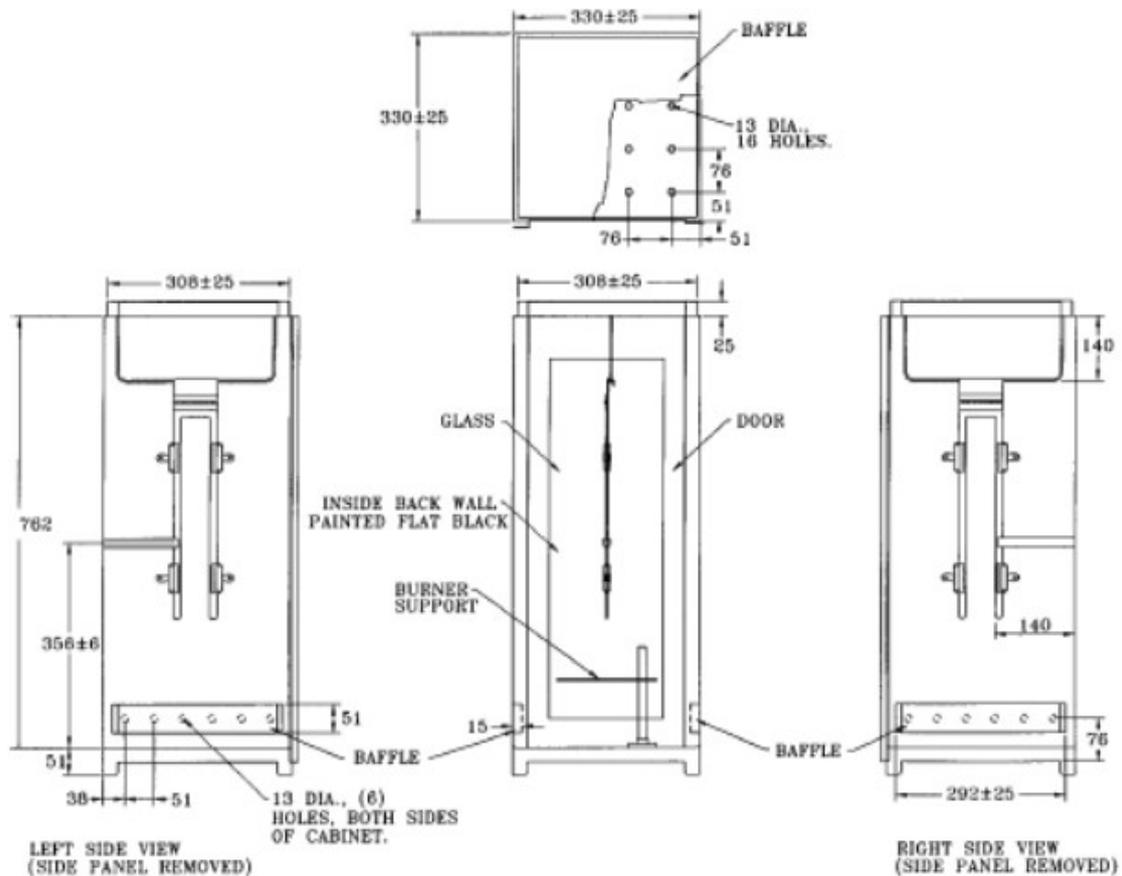
Fuente: [20]

Ensayo de Índice de Combustión Vertical de los Materiales

Este ensayo se utiliza para medir la propagación de llama vertical en textiles utilizados en el interior de las carrocerías. En esta prueba se coloca las probetas en orientación vertical a una llama para determinar la velocidad de propagación de la misma.

Ilustración 32: Equipo de inflamabilidad vertical





Fuente: [12]

Para este proyecto técnico se utilizará el ensayo de inflamabilidad vertical ya que se desea realizar una comparación de datos con el ensayo de inflamabilidad horizontal, ya que esto es un tema de investigación del DIDE de la Universidad Técnica de Ambato, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica carrera de Ingeniería Mecánica.

Para realizar el diseño de la cámara de combustión nos guiaremos en las especificaciones técnicas, parámetros de construcción, variables y demás consideraciones de la NORMA ASTM D 6413-99.

Debido a que esta norma posee limitada información de los parámetros de diseño para la construcción de la cámara de combustión, nos apoyaremos en la especificación FMVSS 302 (The Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 302) ya que esto nos proporcionará más información para realizar el diseño de la cámara de combustión, esta especificación nos sugiere el tipo de material a utilizar, espesor del material, dimensiones y tolerancias de construcción.

3.2 Modelo Operativo

Antes de proceder a realizar el diseño y la construcción de la cámara de combustión es necesario conocer como es el funcionamiento del equipo.

El equipo a realizarse va a estar diseñado para poder medir la inflamabilidad de los materiales que se utilizan en el interior de las carrocerías, el ensayo consiste básicamente en colocar en el interior de la cámara un determinado material, cabe recalcar que para realizar el ensayo la temperatura debe ser de 10°C a 30°C, él debe poseer un precalentamiento de 2 minutos, teniendo en cuenta estos parámetros ya cuando el material se encuentre en el interior de la cámara se procederá a la aplicación de una llama con un tiempo pre-establecido, esto va a provocar que la llama aplicada y el material tengan un contacto entre ellos.

De esta forma mediante la observación podremos determinar si dicho material es inflamable, se auto-extingue, o no es inflamable, en el caso que el material sea inflamable se podrá medir la velocidad de combustión.

Con la obtención de estos datos podremos decidir si dicho material es o no el adecuado para la utilización en el interior de las carrocerías.

Los principales componentes que va a estar conformada la cámara según la NORMA ASTM D 6413-99 y la FMVSS 302 (The Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 302) serán los siguientes:

- Cámara de combustión de acero inoxidable
- Ventana de observación de vidrio resistente a la llama
- Porta muestras
- Mechero de Bunsen o quemador
- Cronometro
- Válvula reguladora de gas
- Cilindro de gas

Todos estos componentes forman parte de la estructura del equipo para realizar el ensayo de inflamabilidad vertical. Cada uno de estos componentes deben cumplir una función determinada dentro del equipo a realizarse, el cual debe ser diseñado adecuadamente para evitar cualquier tipo de contratiempo en la construcción o ensamble del mismo.

3.2.1 Cámara de Combustión Vertical

Este banco de pruebas va a estar elaborado en un material de acero inoxidable AISI 304, la carcasa en general va a tener las medidas consideradas en la norma ASTM D6413. En la parte frontal contará con una ventanilla de vidrio resistente al fuego que nos permitirá observar lo que sucede dentro de la cámara de combustión.

La parte superior de la cámara contará con 16 agujeros de 13mm de diámetro que cumplirá la función de ventilación, también contará con 4 soportes en la parte inferior de la misma que servirán para que el banco de pruebas descansa y no se encuentre en contacto directo entre la carcasa y la superficie donde esta estará ubicada, todos estos parámetros son tomados de la norma ASTM D6413.

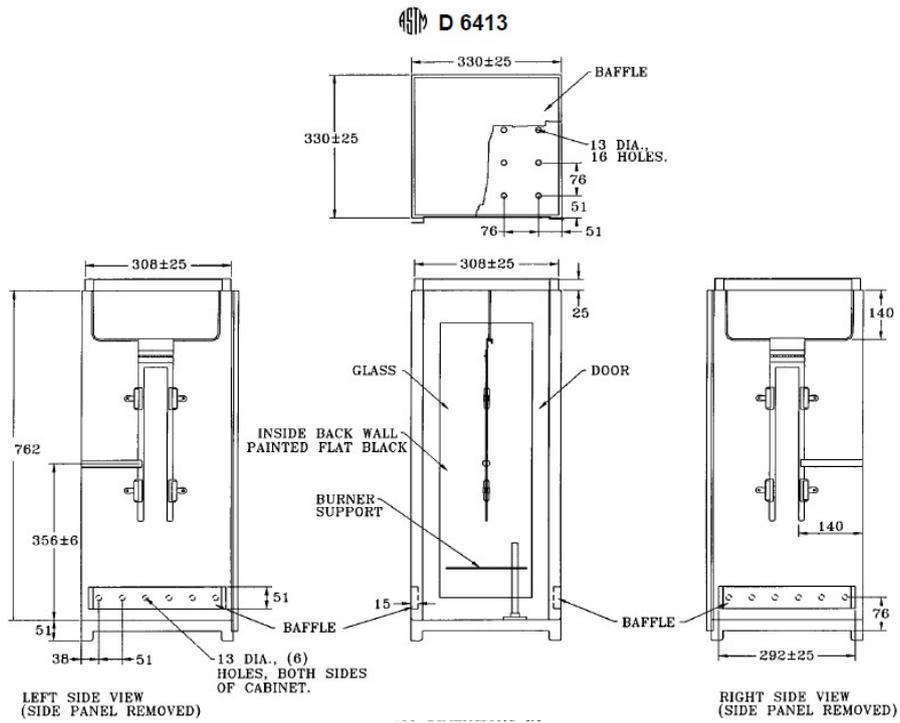
Cabe recalcar que el porta muestras se introducirá o se sacará por la parte frontal de la cámara ya que posee una ventanilla panorámica, a uno de los lados de la cámara contará con un agujero por el cual se podrá introducir el tubo de gas.

Ilustración 33: Cámara de combustión Vertical



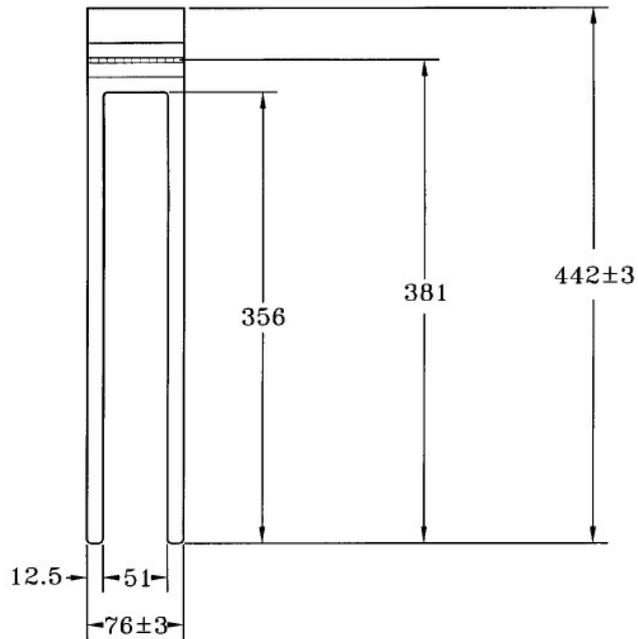
Fuente: [26]

Ilustración 34: Especificaciones de construcción según norma ASTM D6413



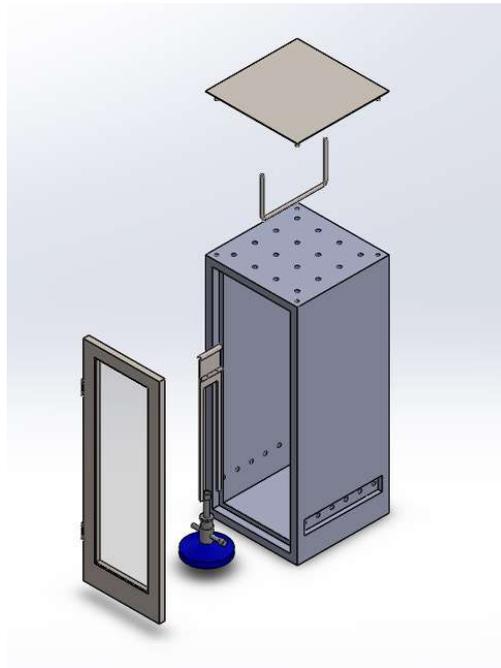
Fuente: [20]

Ilustración 35: Detalle de construcción de porta-muestra según norma ASTM D6413



Fuente: [20]

Ilustración 36: Banco de pruebas inflamabilidad vertical



Fuente: Autor

3.2.2 Diseño de la cámara de combustión vertical

3.2.2.1 Selección del material

Para realizar la selección del material nos guiaremos en la norma ASTM D6413, que nos recomienda la utilización de un material con una buena resistencia a temperaturas de trabajo y de la misma manera un material que posea una buena resistencia a la corrosión.

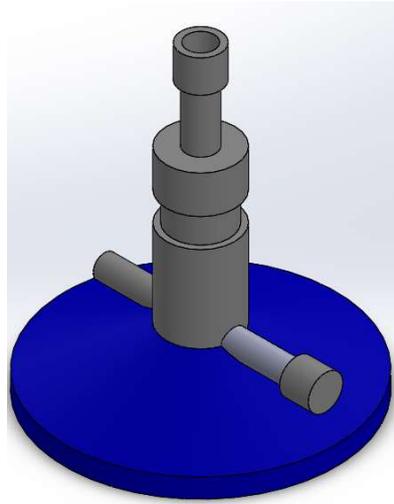
De acuerdo a nuestro mercado de materiales que cumplan con estas características se seleccionara el acero inoxidable AISI 304, ya que es un metal que se lo puede encontrar con mucha facilidad y posee las características deseadas para el ensayo.

La plancha a utilizarse tendrá en espesor de 2mm y será obtenida del distribuidor DIPAC.

3.2.2.2 Mechero de Bunsen

El mechero de bunsen va hacer el dispositivo que nos proporcione la respectiva llama para realizar la práctica, cabe recalcar que este dispositivo debe encontrarse ubicado en el centro del banco de pruebas, también la longitud total de la flama de dicho mechero debe ser de 38mm desde la boquilla y poseer un diámetro de 9,5mm.

Ilustración 37: Quemador bunsen



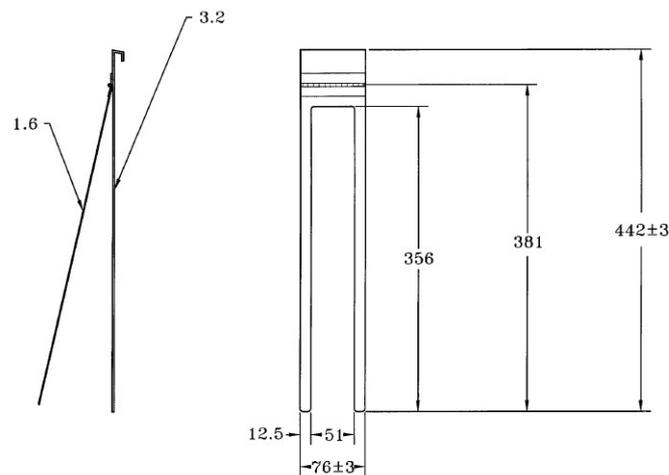
Fuente: Autor

3.2.2.3 Porta Muestras

Para este ensayo el porta muestras es construido en acero inoxidable resistente a la corrosión en forma de U con un espesor de 2mm.

El porta muestras posee una bisagra de 10mm de diámetro que servirá como soporte en la parte superior de la cámara, también posee un porta muestras adicional para sujeción de la probeta.

Ilustración 38: Dimensiones de porta muestras (mm)



Autor: [20]

3.2.2.4 Probetas

Ilustración 39: Configuración y medidas de la probeta (mm)



Fuente: Autor

La probeta tiene la geometría y las dimensiones que se muestran, el espesor de la probeta no debe sobrepasar de los 13 mm como nos indica la norma ASTM D6413.

Los materiales a ensayar se en la práctica son:

- ✓ Prana de Poliester
- ✓ Poliuretano Flexible
- ✓ Poliestireno (forro del piso de la carrocería)

3.2.3 Cálculos Térmicos

Para realizar los cálculos térmicos nos guiaremos en la información o datos que nos proporciona la norma ASTM D 6413-99 o en la especificación FMVSS 302 (The Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 302).

Debo indicar que para realizar el cálculo el equipo de ensayo va a estar sometido a condiciones ambientales normales y construido por una capa de acero inoxidable.

Para iniciar los cálculos térmicos de la cámara de combustión de inflamabilidad vertical nos vamos a guiar en la norma internacional ASTM D6413, también debemos tomar en cuenta los valores que nos brindara el mechero de bunsen y el tipo de combustible que vamos a utilizar para la presente práctica.

3.2.3.1 GLP Y METANO

Siguiendo con las especificaciones proporcionadas por la norma internacional ASTM D6413, nos dice que debemos realizar este tipo de ensayo con metano, debido a que en nuestro medio no se puede conseguir o es muy difícil poder utilizar este tipo de gas, se utilizará GLP que posee un poder calorífico similar al que posee el gas Metano, las propiedades físico-químicas de este tipo de gases se especifican a continuación:

- ✓ El poder calorífico superior del metano 99% puro como especifica la norma es de 9603.5 Kcal/m³, y el poder calorífico inferior es de 8638 Kcal/m³, estos valores se obtuvieron interpolando entre metano al 100% y 98% como se indica a continuación:

% metano	DR del GN	PCS Kcal / m ³	PCI Kcal / m ³	PCS - PCI Kcal / m ³
100	0.554	9530	8570	960
98	0.563	9677	8706	970

- ✓ Ahora realizaremos la conversión de unidades de estos valores para comprobarlos con los del GLP o gas doméstico que se utilizó en el ensayo.

Poder calorífico superior del metano al 99% puro es 9603,5 Kcal/m³:

1 MJ/Kg= 238.8 Kcal/Kg Factores de conversión ver en los anexos

1 MJ/m³ = 37.26 KJ/m³

$$\frac{9603.5 \text{ Kcal}}{\text{m}^3} * \frac{1 \text{ MJ Kg}}{238.8 \text{ Kcal Kg}} = 40.21 \text{ MJ/m}^3$$

Poder calorífico inferior del metano al 99% puro es 8638 Kcal/m³

$$\frac{8638 \text{ Kcal}}{\text{m}^3} * \frac{1 \text{ MJ Kg}}{238.8 \text{ Kcal Kg}} = 36.17 \text{ MJ/m}^3$$

- ✓ El poder calorífico del gas doméstico es:

$$\frac{8801.36 \text{ Kcal}}{\text{m}^3} * \frac{1 \text{ MJ Kg}}{238.8 \text{ Kcal Kg}} = 36.856 \text{ MJ/ m}^3$$

Ahora vamos a realizar un cálculo del porcentaje de error que podemos tener al utilizar los valores del poder calorífico superior e inferior del gas metano:

- ✓ Porcentaje de error del poder calorífico superior, tomando como referencia que el poder calorífico del metano 40.21 MJ/m³ es el 100% y debemos calcular el porcentaje de error del poder calorífico del gas doméstico teniendo como poder calorífico del 36.856 MJ/ m³:

$$\frac{40.21 \text{ MJ/m}^3}{36.856 \text{ MJ/m}^3} = \frac{100\%}{X} = 91.65 - 100 = \mathbf{8.34\%}$$

- ✓ Porcentaje de error del poder calorífico inferior, tomando como referencia que el poder calorífico del metano 36.17 MJ/m³ es el 100% y debemos calcular el porcentaje de error del poder calorífico del gas doméstico teniendo como poder calorífico 36.856 MJ/ m³:

$$\frac{36.17 \text{ MJ/m}^3}{36.856 \text{ MJ/m}^3} = \frac{100\%}{X} = 101.89 - 100 = \mathbf{1.89\%}$$

Con estos antecedentes debo mencionar que el poder calorífico del GLP se encuentra dentro del rango del poder calorífico del metano, y poseemos un porcentaje de error relativamente bajo para poder trabajar con el gas doméstico, por lo cual este gas si es apto para realizar los ensayos, ya que el gas metano es muy difícil de encontrar en nuestro país.

En la siguiente tabla se muestra las principales propiedades del gas domestico y del metano.

Ilustración 40: Propiedades del GLP y del metano (unidades métricas)

	PROPANO	BUTANO	MEZCLA
Fórmula	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	
Punto inicial de ebullición (°C)	-42	-1	-42
Gravedad específica del líquido (kg/litro)	0,504	0,582	0,519
Peso por metro cúbico de líquido (Kg.)	504	582	519
Calor específico del líquido (kj/kg)	1,464	1,276	1,426
Metros cúbicos de vapor por litro	0,271	0,235	0,264
Metros cúbicos de vapor por kilogramo	0,539	0,410	0,513
Gravedad específica de vapor (aire = 1,0)	1,50	2,01	1,60
Temperatura de ignición en aire	439-549	482-538	482-519
Temperatura máxima de llama en aire °C	1980	2008	2000
Límites de flamabilidad en aire, % de vapor en mezcla de gas -aire			
a) Bajo	2,15	1,55	1,55
b) Alto	9,60	8,60	9,60
Calor latente de vaporización en el punto de ebullición (kj/kg)	428	388	426

Fuente: [36]

Combustible	unidad	MJ	kWh	BTU	kcal
Combustóleo domestico	l	41.68	11.58	39,518.95	9,958.78
	gal	157.79	43.83	149,595.24	37,698.00
	bbl	6,627.25	1,840.92	6,283,000.00	1,583,316.00
Combustóleo empresas eléctricas USA	l	41.71	11.59	39,544.11	9,965.12
	gal	157.89	43.86	149,690.48	37,722.00
	bbl	6,631.46	1,842.09	6,287,000.00	1,584,324.00
Gas natural doméstico	m ³	36.84	10.23	34,926.02	8,801.36
	ft ³	1.04	0.29	989.00	249.23
Gas natural empresas eléctricas USA	m ³	38.18	10.61	36,197.34	9,121.73
	ft ³	1.08	0.30	1,025.00	258.30
Diesel doméstico	l	38.69	10.75	36,675.95	9,242.34
	gal	146.44	40.68	138,833.33	34,986.00
	bbl	6,150.48	1,708.48	5,831,000.00	1,469,412.00
Diesel empresas eléctricas USA	l	38.65	10.73	36,638.22	9,232.83
	gal	146.29	40.64	138,690.48	34,950.00
	bbl	6,114.15	1,706.73	5,825,000.00	1,467,900.00
Carbón doméstico	kg	18.50	5.14	17,539.00	4,419.83
	lb	8.39	2.33	7,955.64	2,004.82
Carbón importado en Petacalco (1% de S)	kg	26.28	7.30	24,912.24	6,277.88
	lb	11.92	3.31	11,300.12	2,847.63
Uranio enriquecido	g	4,017.70	1,116.04	3,809,000.00	959,868.00
Vapor geotérmico Cerro prieto	ton	2,780.10	772.31	2,635,812.81	664,165.89
Vapor geotérmico Los Azufres	ton	2,764.90	768.09	2,621,401.69	660,534.61

Fuente: [33]

Características	Valor
Fórmula	CH ₄
Peso molecular	16,042
Punto de ebullición a 760mm Hg	-161,5°C
Punto de congelación a 760mm Hg	-182,5°C
Presión critica	474 kgcm ²
Volumen especif.a 15,5°C y 760mmHg	1,47L.g ⁻¹
Poder calorífico (stc)	38,130 KJ/kg
Vol.aire/vol.comb. en combustión	9,53
Indice de octanos	130
Kg de O ₂ /kg de CH ₄ en comb.	3,98
Temperatura de ignición	65 °C
Relación CO ₂ /CH ₄ en peso para comb.	2,74

Fuente: [34]

<i>Componente</i>	<i>Nomenclatura(%)</i>	<i>Composición</i>	<i>Estado Natural</i>
Metano	(CH ₄)	95,08	gas
Etano	(C ₂ H ₆)	2,14	gas
Propano	(C ₃ H ₈)	0,29	gas licuable
Butano	(C ₄ H ₁₀)	0,11	gas licuable
Pentano	(C ₅ H ₁₂)	0,04	líquido
Hexano	(C ₆ H ₁₄)	0,01	líquido
Nitrógeno	(N ₂)	1,94	gas
Gas carbónico	(CO ₂)	0,39	gas
Impurezas: helio, oxígeno, vapor de agua, H ₂ S			
Densidad relativa : 0,65			
Poder calorífico : 9,032 kcal/m ³			
Cp (presión Cte) : 8,57 cal/mol.°C			
Cv (volumen Cte) : 6,56 cal/mol. °C			

Fuente: [35]

% metano	DR del GN	PCS Kcal / m ³	PCI Kcal / m ³	PCS - PCI Kcal / m ³
100	0.554	9530	8570	960
98	0.563	9677	8706	970
97	0.568	9750	8775	975
96	0.573	9823	8843	980
95	0.578	9897	8911	986
94	0.583	9970	8979	991
93	0.588	10043	9047	996
92	0.592	10116	9116	1001
91	0.597	10190	9184	1006
90	0.602	10263	9252	1011
89	0.607	10336	9320	1016
88	0.612	10410	9388	1021
87	0.617	10483	9457	1026
86	0.621	10556	9525	1031
85	0.626	10630	9593	1037

Fuente: [31]

3.2.3.2 Calculo del Flujo de calor generada por la llama

Para este primer parámetro de cálculo nos basaremos en la teoría de transferencia de calor que nos dice lo siguiente, el valor de la emisibilidad de un cuerpo dependerá si este es gris o negro, para tener un valor lo más alto posible. Para nuestro estudio vamos asumir que nuestra llama es de color gris o negra por lo que tendrá el valor máximo de emisibilidad que es de 1.

Para este cálculo nos guiaremos en la siguiente ecuación:

$$E = \varepsilon * \sigma * T_{llama}^4 \quad \text{Ec 1. Fuente: [38]}$$

Donde:

E= Flujo de calor de la llama

ε = Emisibilidad

σ = Constante de STEFAN-BOLTZMANN

T_{llama} = Temperatura máxima de llama en el aire del GLP

Datos:

$$\varepsilon = 1$$

$$\sigma = 5.670373 \cdot 10^{-8}$$

$$T_{llama} = 1980 - 2008$$

$$E = (1) (5.670373 \cdot 10^{-8}) (2008)^4$$

$$E = 921863.16 \text{ W/m}^2$$

Ahora de la llama debemos calcular el calor útil que esta nos proporciona, para realizar este cálculo necesitaremos el valor del área de la forma de la llama, teniendo en cuenta la geometría de la misma nos asumiremos un valor de 0.005m^2 .

$$Q_{llama} = E \cdot A \quad \text{Ec 2 Fuente: [37]}$$

$$Q_{llama} = 921863.16 \text{ W/m}^2 (0.06\text{m}^2)$$

$$Q_{llama} = 55311.78 \text{ W}$$

$$Q_{llama} = 55.311.78 \text{ W}$$

$$Q_{llama} = 55.3\text{KW}$$

3.2.3.3 Calculo del calor útil de la muestra

En este cálculo nos vamos a centrar a calcular la energía que debe ser recogida por la muestra para poder iniciar el proceso de combustión, este valor calculado nos servirá como dato para poder ensayar cualquier material, ya que este valor se considerará constante.

En este caso debemos considerar la temperatura de ignición más alta de los materiales para poder realizar la práctica, con estos parámetros ya definidos podremos aplicar la fórmula de transferencia de calor siguiente:

$$Q_u = \frac{m \cdot c_p \cdot (t_1 - t_2)}{t} \quad \text{Ec 3 Fuente: [37]}$$

Los datos necesarios para el siguiente calculo fueron tomados del programa SolidWorks:

Ilustración 41: Probeta de muestra



Fuente: Autor

Tabla 10: Aplicaciones de los policarbonatos

Material	Pranna de Poliester
Dimensiones	330mm * 75mm * 3mm
Masa	12.62 gramos o 0.01262Kg
Area	6030 mm ²
Calor Especifico	1350 J / K Kg
Temperatura Ambiente	20°C = 293°F
Temperatura de ignicion	295°C = 568°F
Tiempo de aplicaci3n	15 seg

Fuente: Autor

Tabla 11: Propiedades t3rmicas del poli3ster

Calor Especifico (JK ⁻¹ Kg ⁻¹)	1200-1350
Coefficiente de Expansion Termica (x10 ⁻⁶ K ⁻¹)	20-80
Conductibilidad Termica a 23°C (Wm ⁻¹ K ⁻¹)	0.15-0.4
Temperatura de Deflecci3n en caliente -0.45MPa (°C)	115
Temperatura de Deflecci3n en caliente -1.8MPa (°C)	80
Temperatura Maxima de utilizacion (°C)	115-170
Temperatura minima de utilizacion (°C)	-40 a -60

Fuente: [27]

$$Q_u = \frac{(0.01262) (1350) (568 - 293)}{15}$$

$$Q_u = 312.345 \text{ J / s}$$

$$Q_u = 0.312 \frac{\text{KJ}}{\text{s}}$$

$$Q_u = 0.312 \text{ KW}$$

3.2.3.4 Calor requerido para combustión de la muestra

En esta etapa de diseño nos vamos a centrar específicamente a determinar el calor que va a necesitar la probeta para que inicie su combustión, como ya se conoce que en todo diseño se debe tener en cuenta un factor de servicio, y en esta situación no es diferente, para realizar este cálculo se va a tomar un factor de servicio F_s de 1.5 para evitar cualquier inconveniente de diseño.

Teniendo en cuenta esta situación el calor lo calcularemos de la siguiente manera:

$$Q_{\text{requerido}} = Q_u * F_s$$

Ec 4 Fuente: [37]

$$Q_{\text{requerido}} = (0.312) * (1.5)$$

$$Q_{\text{requerido}} = 0.468 \frac{\text{KJ}}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{requerido}} = 0.468 \text{ KW}$$

3.2.3.5 Gasto de Combustible

Continuando con el proceso de cálculos y diseño térmico se debe tener muy en cuenta el gasto de combustible que vamos a tener para poder dar el inicio de llama a la probeta.

Para realizar este cálculo tomaremos el valor mínimo del poder calorífico del combustible que en este caso será del GLP (13.20KWh/Kg).

A continuación, vamos a realizar el cálculo del gasto de combustible con la ayuda de la siguiente expresión matemática:

$$\dot{m} = \frac{Q_{\text{requerido}}}{\text{Poder Calorífico}}$$

Ec 5 Fuente: [37]

$$\dot{m} = \frac{0.468}{13.20}$$

$$\dot{m} = 0.0355 \text{ Kg/h}$$

3.2.3.6 Cálculo del coeficiente de convección

Para realizar el cálculo del coeficiente de convección del banco de pruebas vamos a tener en cuenta dos parámetros que nos facilitaran el entendimiento, estos son los siguientes:

- ✓ Condiciones de estado estable
- ✓ Efecto de radiación despreciable.

T_s = Temperatura de la superficie

T_∞ = Temperatura de película

$$T_v = \frac{t_s + t_\infty}{2}$$

Ec 6 Fuente: [37]

Datos:

$$T_s = 23^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = 18^\circ\text{C}$$

$$T_f = 20.5^\circ\text{C} = 293.5^\circ\text{K}$$

Para poder realizar este cálculo nos basaremos en la tabla de las propiedades de los gases a presión que tenemos disponible en el anexo 2.

Para este caso trabajaremos con la temperatura de película antes calculada, puesto que en la tabla no existen valores para nuestra temperatura calculada procederemos a realizar una interpolación para nuestra temperatura.

$$T_f = 20.5^\circ\text{C} = 293.5^\circ\text{K}$$

$$Pr = 0.7086 \text{ (número de Prant)}$$

$$\alpha = 21.64 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\rho = 1.1917 \text{ Kg/ m}^3 \text{ (densidad)}$$

$$C_p = 1.007 \text{ KJ/Kg K}$$

$$\mu = 181.35 \cdot 10^{-7} \text{ Ns/m}^2$$

$$\nu = 15.31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \text{ (Viscosidad cinemática)}$$

$$k = 25.78 \text{ W/m }^\circ\text{K}$$

$$\beta = \frac{1}{t_f} = 3.40 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1} \text{ (coeficiente de expansión térmica)}$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2 \text{ (gravedad)}$$

Número de Grashof

$$Gr = \frac{g\beta (t_s - T_\infty)}{\nu^2} L^3 \quad \text{Ec 7 Fuente: [37]}$$

$$Gr = \frac{(9.8)(3.40 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1})(23 -)}{15.31 \cdot 10^{-6}} (0.33)^3$$

$$Gr = 393.36$$

Número de Rayleigh

$$Ra = Gr * Pr \quad \text{Ec 8 Fuente: [37]}$$

$$Ra = 393.36 * 0.7086$$

$$Ra = 278.73 \text{ Fluido laminar}$$

Número de Nusselt

$$Nu = 0.68 + \frac{0.670 Ra^{\frac{1}{4}}}{(1 + (\frac{0.492}{Pr})^{\frac{9}{16}})^{\frac{4}{9}}} \quad \text{Ec 9 Fuente: [37]}$$

$$Nu_L = 2.96$$

Coefficiente de convección interno

$$h = \text{coeficiente de convección (W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K)}$$

$$k = \text{Coeficiente de conducción del aire (W/m } ^\circ\text{K)}$$

$$h = \frac{Nu * k}{L} \quad \text{Ec 10 Fuente: [37]}$$

$$h = \frac{2.96 (19.51 \cdot 10^{-3})}{0.33}$$

$$h = 0.17 \text{ W/m}^2\text{ } ^\circ\text{K}$$

3.2.3.7 Calculo del coeficiente de convección interno

Para realizar este cálculo tomaremos en cuenta la siguiente consideración, “la temperatura del banco de pruebas en la parte superior es igual a la temperatura ambiente”, con esta consideración procedemos a revisar los datos.

$$T_s = 35^\circ\text{C} = 308^\circ\text{K}$$

$$T_\infty = 18^\circ\text{C} = 291^\circ\text{K}$$

$$L = \frac{A_s}{\text{perimetro}} \quad \text{Ec 11 Longitud característica Fuente: [37]}$$

$$L = \frac{(0.33 \cdot 0.2)}{(0.33 + 0.2 + 0.33 + 0.2)}$$

$$L = 0.062\text{m}$$

$$T_f = \frac{t_s + t_\infty}{2}$$

$$T_f = \frac{35 + 18}{2}$$

$$T_f = 26.5^\circ\text{C} = 299^\circ\text{K}$$

De igual manera para realizar este cálculo debemos interpolar los valores de la tabla de las propiedades de los gases que se encuentra en el anexo 2.

$$Pr = 0.707 \text{ (número de Prant)}$$

$$\alpha = 22.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\rho = 1.1614 \text{ Kg/ m}^3 \text{ (densidad)}$$

$$C_p = 1.007 \text{ KJ/Kg K}$$

$$\mu = 184.6 \cdot 10^{-7} \text{ Ns/m}^2$$

$$\nu = 15.89 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \text{ (Viscosidad cinemática)}$$

$$k = 26.3 \text{ W/m }^\circ\text{K}$$

$$\beta = \frac{1}{t_f} = 3.3 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{K}^{-1} \text{ (coeficiente de expansión térmica)}$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2 \text{ (gravedad)}$$

Número de Grashof

$$Gr = \frac{g\beta (t_s - T_\infty)}{\nu^2} L^3 \quad \text{Ec 7 Fuente: [37]}$$

$$Gr = \frac{(9.8)(3.3 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{K}^{-1})(35 - 18)}{15.89 \cdot 10^{-6}} (0.062)^3$$

$$Gr = 8.25$$

Número de Rayleigh

$$Ra = Gr * Pr$$

$$Ra = 393.36 * 0.707$$

Ec 8 Fuente: [37]

$$Ra = 5.83$$

Número de Nusselt

$$Nu = 0.68 + \frac{0.670 Ra^{\frac{1}{4}}}{(1 + (\frac{0.492}{Pr})^{\frac{9}{16}})^{\frac{4}{9}}}$$

Ec 9 Fuente: [37]

$$Nu_L = 1.48$$

3.2.3.8 Coeficiente de convección externo

h = coeficiente de convección ($W/m^2 \text{ } ^\circ K$)

k = Coeficiente de conducción del aire ($W/m \text{ } ^\circ K$)

$$h = \frac{Nu * k}{L}$$

Ec 10 Fuente: [37]

$$h = \frac{1.48 (26.3 * 10^{-3})}{0.062}$$

$$h = 0.60 \text{ W/m}^2\text{ } ^\circ K$$

3.2.4 Proceso de construcción

Para la construcción de la cabina de inflamabilidad se utilizó acero inoxidable, ya que posee propiedades anticorrosivas, y a continuación se muestra los criterios ponderados para la selección del material.

Para realizar esta ponderación vamos a tomar como referencia 3 valores para realizar la ponderación de la mejor opción de material:

- ✓ 0 significa que es la peor opción o no cumple con las especificaciones necesarias
- ✓ 0.5 significa que cumple con algunas especificaciones
- ✓ 1 significa que cumple exactamente con las propiedades o especificaciones necesarias.

Los criterios de ponderación que hemos seleccionado para determinar la mejor opción de material son:

- ✓ Disponibilidad de mercado

- ✓ Resistencia a la corrosión
- ✓ Costo
- ✓ Resistencia a la temperatura
- ✓ Soldabilidad
- ✓ Maquinabilidad

Bajo estos criterios procedemos a realizar la respectiva ponderación.

Tabla 12: Parámetros de los criterios ponderados

CRITERIOS PONDERADOS								
CRITERIO	Disponibilidad de mercado	Resistente a la corrosión	Costo	Resistente a la temperatura	Soldabilidad	Maquinabilidad	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
Disponibilidad de mercado		1	1	0,5	0,5	0,5	4,5	0,180
Resistente a la corrosión	1		0,5	1	0,5	0,5	4,5	0,180
Costo	0,5	1		0,5	0,5	1	4,5	0,180
Resistente a la temperatura	0,5	1	0,5		0,5	0,5	4	0,160
Soldabilidad	0,5	0,5	0,5	0,5		0,5	3,5	0,140
Maquinabilidad	0,5	1	0,5	0,5	0,5		4	0,160
						SUMA	25	1

Fuente: Autor

Tabla 13: Criterio disponibilidad de mercado

DISPONIBILIDAD DEL MERCADO						
PESO	304	316	420	430	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
304		0,5	1	1	3,5	0,29
316	0,5		0,5	1	3	0,25
420	1	0,5		0,5	3	0,25
430	0,5	0,5	0,5		2,5	0,21
				SUMA	12	1

Fuente: Autor

Tabla 14: Criterio resistencia a la corrosión

RESISTENTE A LA CORROSION						
PESO	304	316	420	430	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
304		1	0,5	0,5	3	0,25
316	0,5		1	0,5	3	0,25
420	1	0,5		0,5	3	0,25
430	0,5	1	0,5		3	0,25
				SUMA	12	1

Fuente: Autor

Tabla 15: Criterio de costos

COSTO						
PESO	304	316	420	430	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
304		0,5	1	1	3,5	0,29
316	1		0,5	0,5	3	0,25
420	0,5	0,5		0,5	2,5	0,21
430	1	0,5	0,5		3	0,25
				SUMA	12	1

Fuente: Autor

Tabla 16: Criterio resistencia a la temperatura

RESISTENTE A LA TEMPERATURA						
PESO	304	316	420	430	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
304		0,5	0,5	0,5	2,5	0,21
316	1		0,5	1	3,5	0,29
420	1	0,5		0,5	3	0,25
430	1	0,5	0,5		3	0,25
				SUMA	12	1

Fuente: Autor

Tabla 17: Criterio de soldabilidad

SOLDABILIDAD						
PESO	304	316	420	430	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
304		0,5	1	1	3,5	0,29
316	1		0,5	0,5	3	0,25
420	0,5	0,5		0,5	2,5	0,21
430	1	0,5	0,5		3	0,25
				SUMA	12	1

Fuente: Autor

Tabla 18: Criterio de maquinabilidad

MAQUINABILIDAD						
PESO	304	316	420	430	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
304		0,5	0,5	1	3	0,25
316	0,5		0,5	0,5	2,5	0,21
420	0,5	0,5		1	3	0,25
430	1	0,5	1		3,5	0,29
				SUMA	12	1

Fuente: Autor

Tabla 19: Ponderación final y selección de material

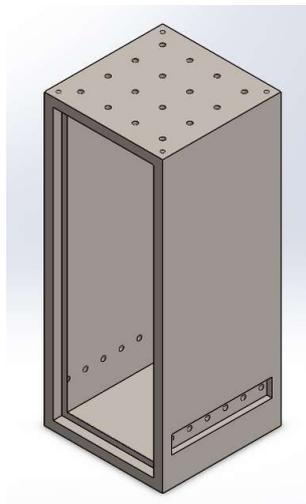
CRITERIOS PONDERADOS								
CRITERIO	Disponibilidad de mercado	Resistente a la corrosión	Costo	Resistente a la temperatura	Soldabilidad	Maquinabilidad	$\Sigma+1$	PONDERACIÓN
304	0,0525	0,045	0,05	0,034	0,04	0,04	0,262	1
316	0,045	0,045	0,045	0,046	0,035	0,0336	0,25	2
420	0,045	0,045	0,037	0,04	0,029	0,04	0,236	4
430	0,0375	0,045	0,045	0,04	0,035	0,046	0,249	3

Fuente: Autor

Una vez realizada la ponderación de los diferentes materiales existentes en el mercado podemos observar que la mejor opción para realizar la cámara de combustión vertical es el acero inoxidable AISI 304, ya que este se acopla de mejor manera a las necesidades especificadas en la norma.

Bajo estos criterios se debe citar que la construcción del banco de pruebas se realizó en la empresa ECUAMATRIZ Cia Ltda y en la empresa CONSTRUCCIONES VALENCIA.

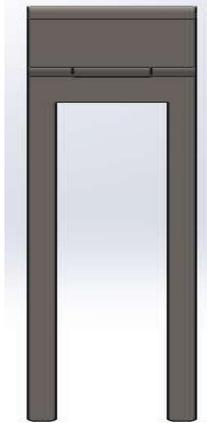
Ilustración 42: Construcción de la cabina principal



Fuente: Autor

A continuación, procedimos a realizar la construcción del porta muestras como se indica a continuación.

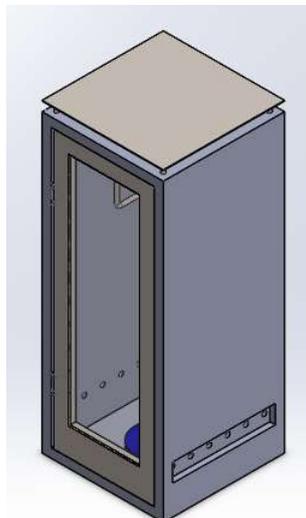
Ilustración 43: Construcción del porta muestras



Fuente: Autor

Ensamblaje final del banco de pruebas

Ilustración 44: Ensamblaje final de la cabina





Fuente: Autor

3.2.5 Ensayos de inflamabilidad vertical

3.2.5.1 Procedimiento del ensayo

Para la determinación de la inflamabilidad de los materiales utilizados en el interior de las carrocerías vamos a proceder a ensayar 6 diferentes materiales, las cuales utilizaremos 10 muestras por cada tipo de material, en total serán 60 probetas a ensayarse.

Las probetas deberán ser ubicadas tal y como nos recomienda la norma para que puedan ser medidas los valores de índice de inflamabilidad de cada tipo de material.

La probeta debe ser ubicada de forma vertical en el porta muestras asegurándose de que no exista pandeo del porta muestras.

Después de que la probeta se encuentre correctamente ubicada procederemos a encender el quemador bunsen, regulando la llama a una altura de 38mm y teniendo cerrada la entrada de aire al mechero.

De acuerdo a la especificación de la norma, debemos dejar por lo menos 1 minuto prendido el quemador para que la llama se venga a estabilizar y tratar de que sea uniforme en los instantes de la ejecución de la prueba.

Una vez estabilizada la llama se procederá a introducir la porta muestras con la probeta.

Después de introducir la probeta se deberá mantenerla encendida por un lapso de 12 segundos, pasado ese tiempo se deberá cortar inmediatamente el paso de gas.

La medición concluye cuando hayan transcurrido los 12 segundos expuesta la probeta en la máquina.

En el caso de que la muestra no continúe combustionándose después de haber cortado el suministro de gas se deberá medir la distancia quemada en la probeta.

Por último, una vez realizado el ensayo se deberá esperar que la temperatura de la cámara descienda hasta un valor menor de 30°C para poder empezar el siguiente ensayo.

3.2.5.2 Parámetros para el ensayo de inflamabilidad

Norma: ASTM D6413

Equipo Utilizado:

- ✓ Banco de pruebas para ensayo de inflamabilidad
- ✓ Cronómetro
- ✓ Flexómetro
- ✓ Gafas
- ✓ Guantes
- ✓ Mascarilla
- ✓ Mandil
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ GLP
- ✓ Probetas
- ✓ Balanza

3.2.5.3 Condiciones de ensayo:

- ✓ **Temperatura ambiente:** 20 – 23°C
- ✓ **Material de probeta:**
 - ❖ Pranna Poliéster
 - ❖ Expandible
 - ❖ Material a base de vinilo para piso
 - ❖ Poliuretano flexible
 - ❖ Poliuretano rígido

❖ Fibra de vidrio

- ✓ **Numero de probetas:** 60
- ✓ **Poder calorífico del combustible:** 38MJ/m³ (GLP)
- ✓ **Altura de llama:** 38mm
- ✓ **Tiempo de prueba:** 12 segundos ± 2
- ✓ **Tiempo de estabilización de la llama:** 1 minuto
- ✓ **Distancia Quemador – Probeta:** 19mm

3.2.5.4 Ejecución de ensayo

Vinilo para recubrimiento del piso:

Es un material a base de vinilo que se utiliza para la colocación en el piso de las carrocerías.

En la norma ASTM D6413 nos establece las medidas y espesores para realizar el ensayo.

Si el material a ensayar no llega al primer punto de medición que es de 38mm, se debe realizar mediciones antes de ese punto.

Si el material no llega a combustionarse llegamos a la conclusión que es un material auto extingible.

Ilustración 45: Vinilo para piso



Fuente: Autor

Material a base de Poliéster, Pranna Poliéster:

Este material es un tejido a base de poliéster utilizado para el forro de los asientos de las carrocerías.

En la norma ASTM D6413 nos establece las medidas y espesores adecuadas para realizar el ensayo. Si el material a ensayar no llega al primer punto de medición que es de 38mm, se debe realizar mediciones antes de ese punto. Si el material no llega a combustionarse llegamos a la conclusión que es un material auto extingüible.

Ilustración 46: Pranna Poliéster



Fuente: Autor

Material a base de Poliuretano, Esponja Flexible

Este es un material utilizado para la fabricación de esponjas, las cuales sirven como base para los asientos de las carrocerías. En la norma ASTM D6413 nos establece las medidas y espesores para realizar el ensayo. Si el material a ensayar no llega al primer punto de medición que es de 38mm, se debe realizar mediciones antes de ese punto. Si el material no llega a combustionarse llegamos a la conclusión que es un material auto extingüible.

Ilustración 47: Esponja flexible



Fuente: Autor

Material a base de Poliuretano, Esponja Rígida

Este es un material utilizado para la fabricación de esponjas, las cuales sirven como base para los apoya brazos de los asientos de las carrocerías. En la norma ASTM D6413 nos establece las medidas y espesores para realizar el ensayo. Si el material a ensayar no llega al primer punto de medición que es de 38mm, se debe realizar mediciones antes de ese punto. Si el material no llega a combustionarse llegamos a la conclusión que es un material auto extingible.

Ilustración 48: Esponja rígida



Fuente: Autor

Material de forro de asiento, Expandible

Este es un material utilizado para forrar la esponja que se utiliza como asiento en las carrocerías. En la norma ASTM D6413 nos establece las medidas y espesores para realizar el ensayo. Si el material a ensayar no llega al primer punto de medición que es de 38mm, se debe realizar mediciones antes de ese punto. Si el material no llega a combustionares llegamos a la conclusión que es un material auto extingible.

Ilustración 49: Expandible



Fuente: Autor

Material Fibra de Vidrio

Este es un material compuesto utilizado para la fabricación de auto partes de diferentes zonas de la carrocería. En la norma ASTM D6413 nos establece las medidas y espesores para realizar el ensayo. Si el material a ensayar no llega al primer punto de medición que es de 38mm, se debe realizar mediciones antes de ese punto. Si el material no llega a combustiones llegamos a la conclusión que es un material auto extinguido.

Ilustración 50: Material de fibra de vidrio



Fuente: Autor

3.2.6 Análisis de Resultados

Para realizar el análisis de resultados de la prueba en las probetas ensayadas y el cálculo del índice de inflamabilidad de los materiales textiles utilizados en el interior de las carrocerías, nos vamos a guiar en la especificación FMVSS 302 (The Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 302).

Esta especificación nos proporciona una expresión matemática para calcular el índice de inflamabilidad, la cual es la siguiente:

$$B = 60 \times \left(\frac{D}{T}\right)$$

Donde:

B= Índice de inflamabilidad (mm/min)

D= Longitud Quemada (mm)

T= Tiempo (seg)

3.2.6.1 Determinación del índice de inflamabilidad

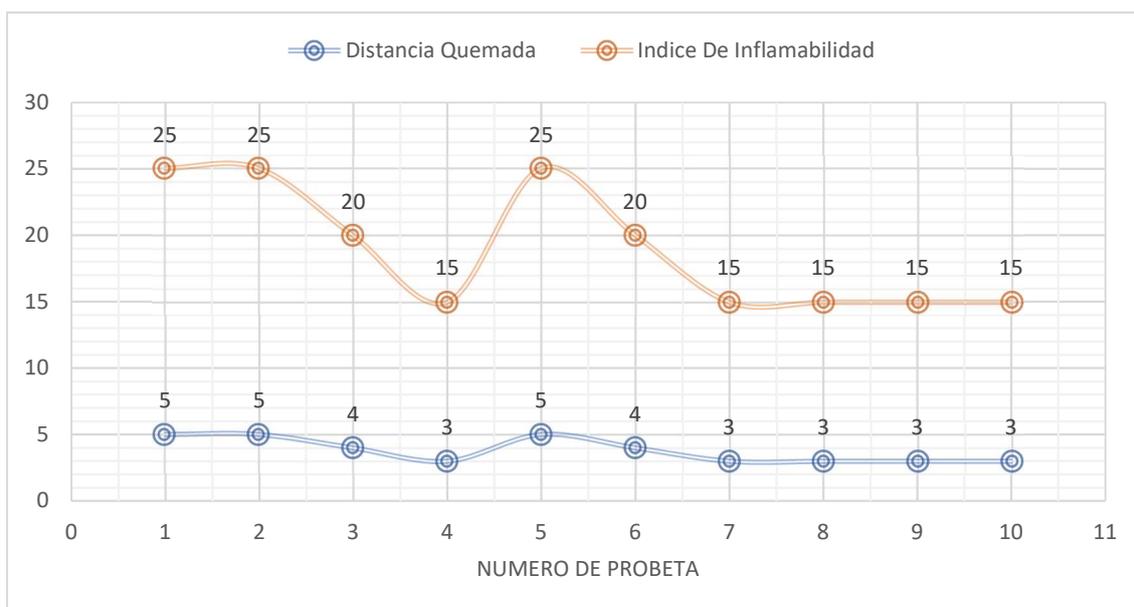
Vinilo para piso

Tabla 20: Índice de inflamabilidad del vinilo

VINILO PARA PISO			
No	Distancia(mm)	Tiempo(s)	B(mm/min)
Probeta 1	5	12	25
Probeta 2	5	12	25
Probeta 3	4	12	20
Probeta 4	3	12	15
Probeta 5	5	12	25
Probeta 6	4	12	20
Probeta 7	3	12	15
Probeta 8	3	12	15
Probeta 9	3	12	15
Probeta 10	3	12	15
TOTAL			190
Índice de Inflamabilidad			19

Fuente: Autor

Ilustración 51: Grafico de resultados del vinilo



Fuente: Autor

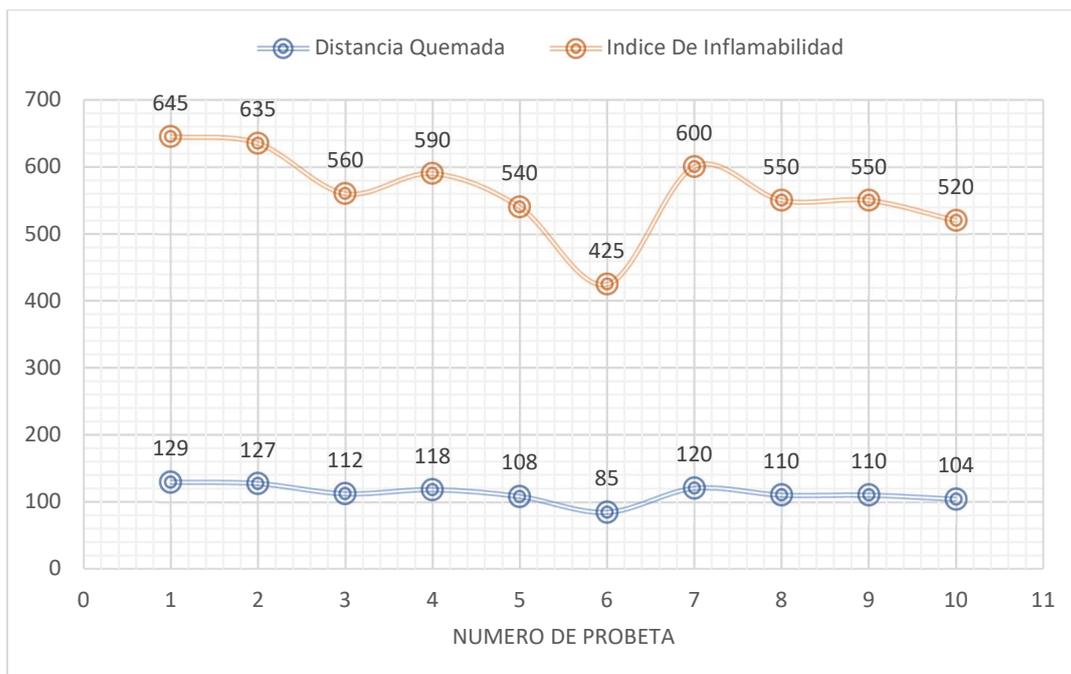
Pranna Poliéster

Tabla 21: Índice de Inflamabilidad de la pranna

PRANNA POLIESTER			
No	Distancia(mm)	Tiempo(s)	B(mm/min)
Probeta 1	129	12	645
Probeta 2	127	12	635
Probeta 3	112	12	560
Probeta 4	118	12	590
Probeta 5	108	12	540
Probeta 6	85	12	425
Probeta 7	120	12	600
Probeta 8	110	12	550
Probeta 9	110	12	550
Probeta 10	104	12	520
TOTAL			5615
Índice de Inflamabilidad			561,5

Fuente: Autor

Ilustración 52: Grafico de resultados de la pranna



Fuente: Autor

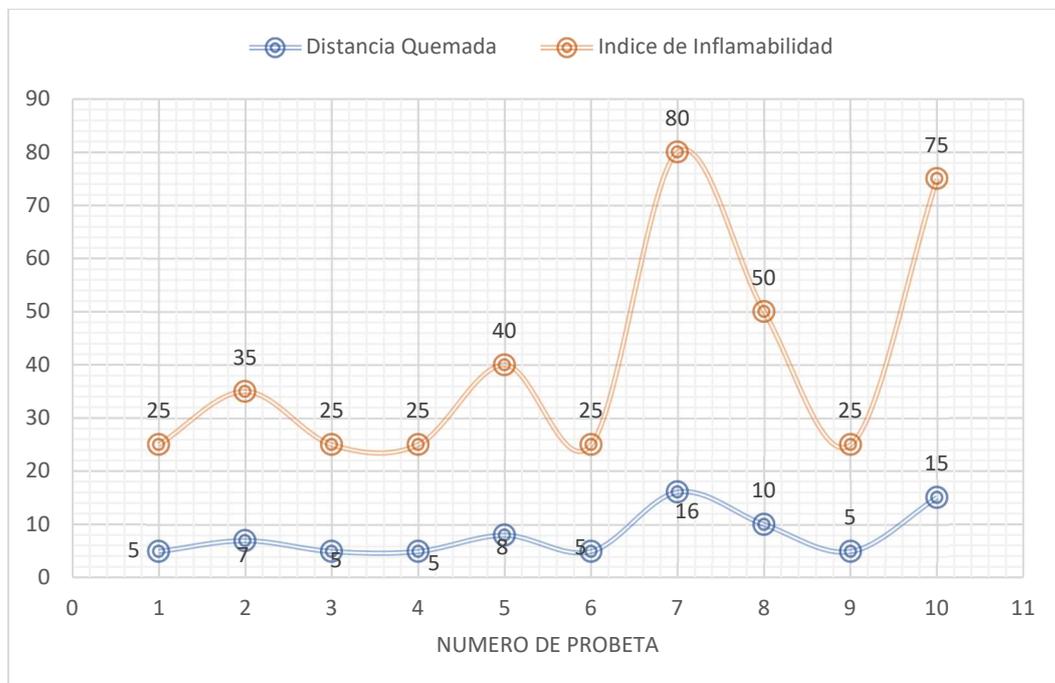
Poliuretano, Esponja Flexible

Tabla 22: Índice de inflamabilidad de la esponja flexible

Poliuretano, Esponja Flexible			
No	Distancia(mm)	Tiempo(s)	B(mm/min)
Probeta 1	5	12	25
Probeta 2	7	12	35
Probeta 3	5	12	25
Probeta 4	5	12	25
Probeta 5	8	12	40
Probeta 6	5	12	25
Probeta 7	16	12	80
Probeta 8	10	12	50
Probeta 9	5	12	25
Probeta 10	15	12	75
TOTAL			405
Índice de Inflamabilidad			40,5

Fuente: Autor

Ilustración 53: Grafico de resultados de la esponja flexible



Fuente: Autor

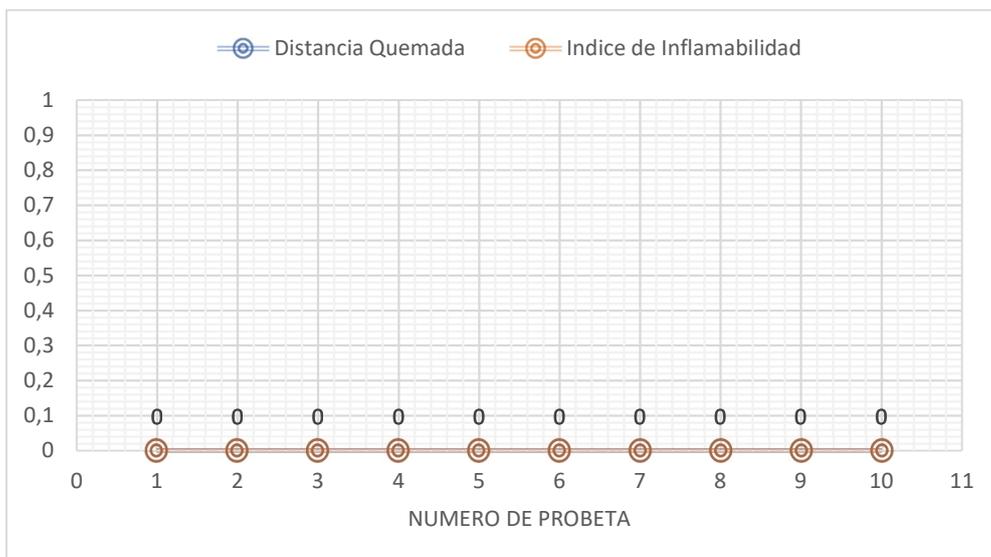
Poliuretano, Esponja Rígida

Tabla 23: Índice de inflamabilidad de la esponja rígida

Poliuretano, Esponja Rígida			
No	Distancia(mm)	Tiempo(s)	B(mm/min)
Probeta 1	0	12	0
Probeta 2	0	12	0
Probeta 3	0	12	0
Probeta 4	0	12	0
Probeta 5	0	12	0
Probeta 6	0	12	0
Probeta 7	0	12	0
Probeta 8	0	12	0
Probeta 9	0	12	0
Probeta 10	0	12	0
TOTAL			0
Índice de Inflamabilidad			0

Fuente: Autor

Ilustración 54: Grafico de resultados de la Esponja Rígida



Fuente: Autor

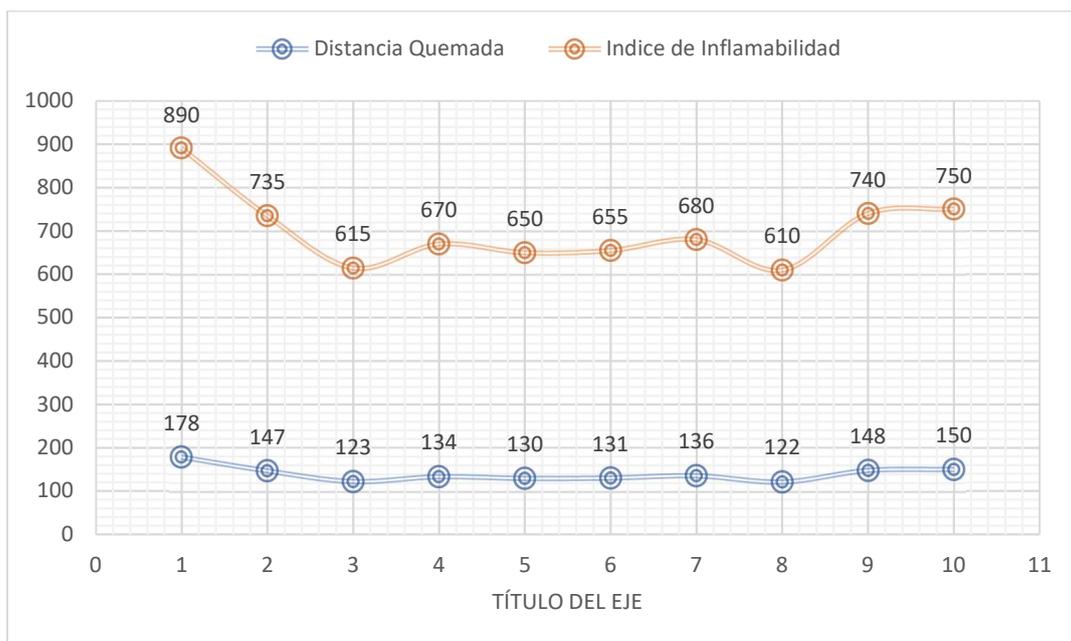
Material de Forro de asiento, Expandible

Tabla 24: Índice de inflamabilidad del Expandible

Forro de asiento, Expandible			
No	Distancia(mm)	Tiempo(s)	B(mm/min)
Probeta 1	178	12	890
Probeta 2	147	12	735
Probeta 3	123	12	615
Probeta 4	134	12	670
Probeta 5	130	12	650
Probeta 6	131	12	655
Probeta 7	136	12	680
Probeta 8	122	12	610
Probeta 9	148	12	740
Probeta 10	150	12	750
TOTAL			6995
Índice de Inflamabilidad			699,5

Fuente: Autor

Ilustración 55: Grafico de resultados del expandible



Fuente: Autor

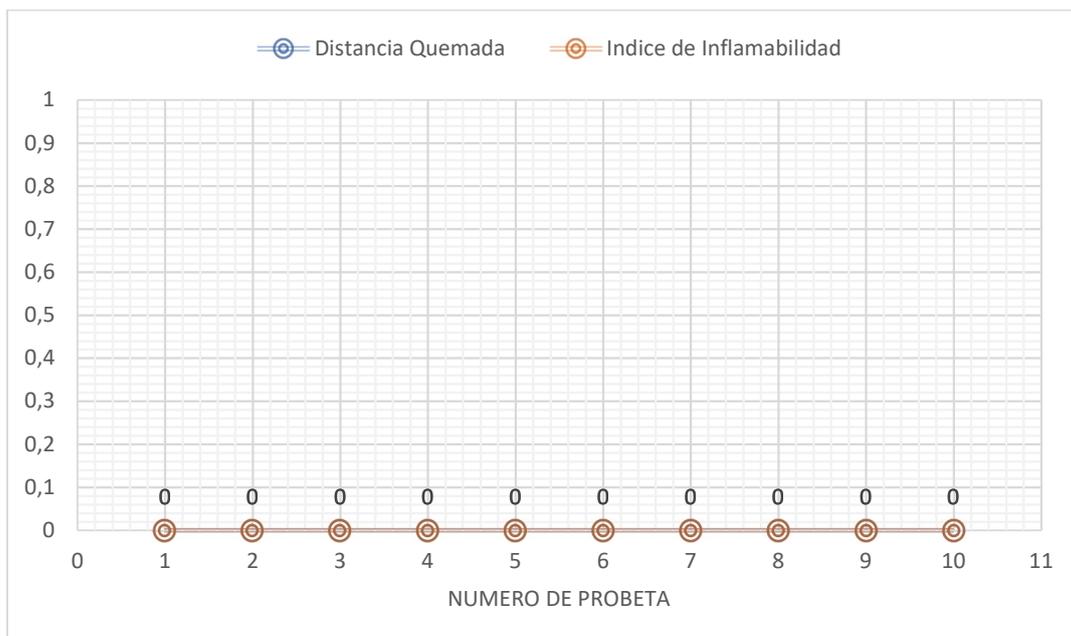
Fibra de Vidrio

Tabla 25: Índice de inflamabilidad de la fibra de vidrio

Fibra de Vidrio			
No	Distancia(mm)	Tiempo(s)	B(mm/min)
Probeta 1	0	12	0
Probeta 2	0	12	0
Probeta 3	0	12	0
Probeta 4	0	12	0
Probeta 5	0	12	0
Probeta 6	0	12	0
Probeta 7	0	12	0
Probeta 8	0	12	0
Probeta 9	0	12	0
Probeta 10	0	12	0
TOTAL			0
Índice de Inflamabilidad			0

Fuente: Autor

Ilustración 56: Grafico de resultados de la fibra de vidrio



Fuente: Autor

3.2.6.2 Determinación de diferencia de pesos de las probetas

Después de haber realizado la prueba de inflamabilidad a los diferentes tipos de materiales, procedemos a realizar una tabla de los resultados del peso antes de haber realizado la prueba y el peso después de haberla sometido al fuego a las probetas.

Tabla 26: Pranna Poliéster

Numero de Probeta	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Diferencia De Pesos (g)	Pérdida de peso (%)
1	9,1	8,8	0,3	3,29
2	9,1	8,8	0,3	3,29
3	9,1	8,9	0,2	2,19
4	9,3	8,8	0,5	5,37
5	9,3	8,9	0,4	4,3
6	9,2	9	0,2	2,17
7	9,2	8,9	0,3	3,26
8	9,2	9	0,2	2,17
9	8,8	8,3	0,5	5,68
10	8,9	8,3	0,6	6,74
PROMEDIO				3,846

Fuente: Autor

Tabla 27: Diferencia de pesos del vinilo para piso

Numero de Probeta	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Diferencia De Pesos (g)	Pérdida de peso (%)
1	34,1	33,9	0,2	0,58
2	32,7	32,4	0,3	0,91
3	33,3	33	0,3	0,9
4	33,5	33,3	0,2	0,59
5	33,5	33,3	0,2	0,59
6	33,8	33,7	0,1	0,3
7	34,3	34,1	0,2	0,58
8	33,3	33,2	0,1	0,3
9	33,5	33,4	0,1	0,29
10	33,2	33	0,2	0,6
PROMEDIO				0,564

Fuente: Autor

Tabla 28: Diferencia de pesos del expandible

Numero de Probeta	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Diferencia De Pesos (g)	Pérdida de peso (%)
1	15,1	14,4	0,7	4,63
2	14,6	13,9	0,7	4,79
3	15,1	14,6	0,5	3,31
4	14,8	14	0,8	5,4
5	14,6	13,8	0,8	5,47
6	14,6	14,1	0,5	3,42
7	14,8	14,4	0,4	2,7
8	14,8	14,3	0,5	3,37
9	14,7	14,2	0,5	3,4
10	14,7	14,2	0,5	3,4
PROMEDIO				3,989

Fuente: Autor

Tabla 29: Diferencia de pesos de la esponja flexible

Numero de Probeta	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Diferencia De Pesos (g)	Pérdida de peso (%)
1	19	18,6	0,4	2,1
2	27,4	27	0,4	1,46
3	23,9	23,7	0,2	0,83
4	28,8	28,6	0,2	0,7
5	27,3	27,1	0,2	0,73
6	21,1	20,8	0,3	1,42
7	23,8	23,3	0,5	2,1
8	15,6	15,3	0,3	1,92
9	16,9	16,7	0,2	1,18
10	18,3	17,9	0,4	2,18
				1,462

Fuente: Autor

Tabla 30: Diferencia de pesos de la esponja rígida

Numero de Probeta	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Diferencia De Pesos (g)	Pérdida de peso (%)
1	14,2	14	0,2	1,4
2	18,4	18,2	0,2	1,08
3	14,5	14,4	0,1	0,689
4	15,4	15,2	0,2	1,29
5	16,8	16,6	0,2	1,19
6	14,7	14,6	0,1	0,68
7	17,4	17,2	0,2	1,15
8	13,7	13,6	0,1	0,729
9	16,1	15,8	0,3	1,86
10	16,2	16	0,2	1,23
				1,1298

Fuente: Autor

Tabla 31: Diferencia de pesos de la fibra de vidrio

Numero de Probeta	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Diferencia De Pesos (g)	Pérdida de peso (%)
1	68,3	68,1	0,2	0,3
2	73,6	73,5	0,1	0,14
3	68,2	68,1	0,1	0,15
4	80,6	80,4	0,2	0,25
5	74,1	73,9	0,2	0,27
6	73,5	73,4	0,1	0,14
7	82,3	82,2	0,1	0,12
8	77	76,9	0,1	0,13
9	73,3	73,2	0,1	0,13
10	73,1	72,9	0,2	0,27
				0,19

Fuente: Autor

3.2.6.3 Cálculo del Índice de Carbonización

Para realizar el cálculo del índice de carbonización vamos a utilizar el volumen quemado en cada muestra después de haberlas expuesto a la flama por un tiempo de 12 segundos.

El índice de carbonización se calcula con la ayuda de la siguiente expresión matemática:

$$\text{INDICE DE CARNONIZACION (INC\%)} = \frac{L.max * A.max * E.quemado}{V.inicial} * 100$$

Tabla 32: Índice de carbonización del vinilo para piso

Numero de Probeta	Dimensiones de la probeta(mm)	Volumen(mm3)	Largo Máximo de Carbonización (L) (mm)	Ancho Máximo de Carbonización (a) (mm)	Espesor Carbonizado (e) (mm)	Índice de Carbonización (%)
1	300x75x2	45000	5	30	2	0,666666667
2	300x75x2	45000	5	27	2	0,6
3	300x75x2	45000	4	30	2	0,533333333
4	300x75x2	45000	3	27	2	0,36
5	300x75x2	45000	5	23	2	0,511111111
6	300x75x2	45000	4	30	2	0,533333333
7	300x75x2	45000	3	26	2	0,346666667
8	300x75x2	45000	3	24	2	0,32
9	300x75x2	45000	3	27	2	0,36
10	300x75x2	45000	3	26	2	0,346666667
PROMEDIO						0,457777778

Fuente: Autor

Tabla 33: Índice de carbonización de la Pranna poliéster

Numero de Probeta	Dimensiones de la probeta	Volumen(mm3)	Largo Máximo de Carbonización (L) (mm)	Ancho Máximo de Carbonización (a) (mm)	Espesor Carbonizado (e) (mm)	Índice de Carbonización (%)
1	300x75x4	90000	129	26	4	14,90666667
2	300x75x4	90000	127	24	4	13,54666667
3	300x75x4	90000	112	31	4	15,43111111
4	300x75x4	90000	118	30	4	15,73333333
5	300x75x4	90000	108	30	4	14,4
6	300x75x4	90000	85	40	4	15,11111111
7	300x75x4	90000	120	32	4	17,06666667
8	300x75x4	90000	110	35	4	17,11111111
9	300x75x4	90000	110	26	4	12,71111111
10	300x75x4	90000	104	30	4	13,86666667
PROMEDIO						14,98844444

Fuente: Autor

Tabla 34: Índice de carbonización del expandible

Numero de Probeta	Dimensiones de la probeta	Volumen(mm3)	Largo Máximo de Carbonización (L) (mm)	Ancho Máximo de Carbonización (a) (mm)	Espesor Carbonizado (e) (mm)	Índice de Carbonización (%)
1	300x75x1	22500	141	28	1	17,54666667
2	300x75x1	22500	147	15	1	9,8
3	300x75x1	22500	123	13	1	7,106666667
4	300x75x1	22500	134	13	1	7,742222222
5	300x75x1	22500	130	26	1	15,02222222
6	300x75x1	22500	131	15	1	8,733333333
7	300x75x1	22500	136	15	1	9,066666667
8	300x75x1	22500	122	23	1	12,47111111
9	300x75x1	22500	148	28	1	18,41777778
10	300x75x1	22500	150	13	1	8,666666667
PROMEDIO						11,45733333

Fuente: Autor

Tabla 35: Índice de carbonización de la esponja flexible

Numero de Probeta	Dimensiones de la probeta	Volumen(mm3)	Largo Máximo de Carbonización (L) (mm)	Ancho Máximo de Carbonización (a) (mm)	Espesor Carbonizado (e) (mm)	Índice de Carbonización (%)
1	300x75x13	292500	5	36	13	0,8
2	300x75x13	292500	7	36	13	1,12
3	300x75x13	292500	5	27	13	0,6
4	300x75x13	292500	5	30	13	0,666666667
5	300x75x13	292500	8	43	13	1,528888889
6	300x75x13	292500	5	30	13	0,666666667
7	300x75x13	292500	16	30	13	2,133333333
8	300x75x13	292500	10	37	13	1,644444444
9	300x75x13	292500	5	35	13	0,777777778
10	300x75x13	292500	15	45	13	3
PROMEDIO						1,293777778

Fuente: Autor

Tabla 36: Índice de carbonización de la esponja rígida

Numero de Probeta	Dimensiones de la probeta	Volumen(mm3)	Largo Máximo de Carbonización (L) (mm)	Ancho Máximo de Carbonización (a) (mm)	Espesor Carbonizado (e) (mm)	Índice de Carbonización (%)
1	300x75x13	292500	0	47	0	0
2	300x75x13	292500	0	40	0	0
3	300x75x13	292500	0	50	0	0
4	300x75x13	292500	0	40	0	0
5	300x75x13	292500	0	48	0	0
6	300x75x13	292500	0	48	0	0
7	300x75x13	292500	0	50	0	0
8	300x75x13	292500	0	35	0	0
9	300x75x13	292500	0	45	0	0
10	300x75x13	292500	0	32	0	0
PROMEDIO						0

Fuente: Autor

Tabla 37: Índice de carbonización de la fibra de vidrio

Numero de Probeta	Dimensiones de la probeta	Volumen(mm3)	Largo Máximo de Carbonización (L) (mm)	Ancho Máximo de Carbonización (a) (mm)	Espesor Carbonizado (e) (mm)	Índice de Carbonización (%)
1	250x75x2	45000	0	0	0	0
2	250x75x2	45000	0	0	0	0
3	250x75x2	45000	0	0	0	0
4	250x75x2	45000	0	0	0	0
5	250x75x2	45000	0	0	0	0
6	250x75x2	45000	0	0	0	0
7	250x75x2	45000	0	0	0	0
8	250x75x2	45000	0	0	0	0
9	250x75x2	45000	0	0	0	0
10	250x75x2	45000	0	0	0	0
PROMEDIO						0

Fuente: Autor

Tabla 38: Resultados totales obtenidos

Material	Índice de Inflamabilidad B (mm/min)	Densidad (kg/m³)	Tiempo (s)	Peso perdido (%)	Índice de Carbonización (%)
Pranna Poliéster	561.5	1.38	12	3.846	14.98
Vinilo de Piso Expandible	19	1.36	12	0.564	0.457
Esponja Flexible	699.5	1.29	12	3.989	11.45
Esponja Rígida	40.5	72.51	12	1.462	1.29
Fibra de Vidrio	0	53.81	12	1.129	0
	0	2400	12	0.19	0

Fuente: Autor

Para realizar el cálculo de la densidad de los poliuretanos debemos tomar en cuenta de la siguiente recomendación, como guía de cálculo vamos a citar el siguiente ejemplo:

- Calcula el volumen de la pieza de espuma multiplicando la longitud por el ancho por la altura. Por ejemplo, si el trozo de espuma mide 4 pies (1,21 m) por 3 pies (0,91 m) por 2 pies (0,61 m), se obtendría un volumen de 24 pies cúbicos (0,67 metros cúbicos).
- Determina el peso de la espuma en libras o kilogramos, colocándola en la balanza.
- Divide el peso de la espuma por el volumen de la misma para calcular su densidad. Por ejemplo, si la espuma pesaba 48 libras (21,77 kg) y tenía un volumen de 24 pies cúbicos (0,67 metros cúbicos), la densidad sería de 2 libras por pie cúbico (0,90 kg por metro cúbico).

Calculo de la densidad para nuestras probetas de poliuretano para la esponja flexible:

Longitud=300mm, Ancho=75mm, espesor= 13mm, peso= 22.21gr

Volumen= LxAxE= (300) *(75) *(13) = 292500mm³

Peso= 22.21gr

$$P = \frac{m}{v} = \frac{22.21}{292500} = 72.51 \text{ Kg/m}^3$$

Calculo de la densidad para nuestras probetas de poliuretano para la esponja rígida:

Longitud=300mm, Ancho=75mm, espesor= 13mm, peso= 15.74gr

Volumen= LxAxE= (300) *(75) *(13) = 292500mm³

Peso= 15.74gr

$$P = \frac{m}{v} = \frac{15.74}{292500} = 53.81 \text{ Kg/m}^3$$

3.2.6.4 Probetas antes y después de ser ensayadas

Ilustración 57: Probetas antes y después de la prueba



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor



Fuente: Autor

3.3 Presupuesto

3.3.1 Costo de materiales y accesorios mecánicos

Tabla 39: Costo de materiales

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Mecánica 		
ITEMS	DESCRIPCION	COSTO (USD)
Plancha	Acero Inoxidable AISI 304	305.00
Mechero de Bunsen	Con regulador y llave	60.00
Vidrio	Vidrio templado	45.00
Válvula	Válvula reguladora de presión	18.00
Manguera	Manguera flexible para gas	1.50
Abrazaderas	Abrazaderas para la manguera	2.00
Cilindro de GLP	Bombona	60.00
Lija	Lija para limpiar las superficies	3.00
Disco de corte	Disco para cortar la lámina de acero inoxidable	10.00
Brocas	Juego de brocas	15.00
Silicona	Silicona	3.20
Hoja de sierra	Hoja de sierra	1.50
TOTAL		524.20

Fuente: Autor

La construcción de la máquina se demoró un tiempo estimado de 15 días.

3.3.2 Costo de Mano de obra

Tabla 40: Mano de obra

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Mecánica 		
TRABAJADOR	COSTO/DIA	COSTO (USD)
Maestro mecánico	20	300
Alquiler Taller	50	50
Corte y doblado de acero inoxidable	30	30
Soldadura	50	50
TOTAL		430

Fuente: Autor

3.3.3 Costo de accesorios e imprevistos

Tabla 41: Costos varios

 <p>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</p> <p>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</p> <p>Carrera de Ingeniería Mecánica</p> 		
ITEM		COSTO (USD)
Material de escritorio		50
Transporte		60
Imprevistos		100
Pruebas de funcionamiento		50
Internet		50
Materiales para probetas		30
TOTAL		340

Fuente: Autor

3.3.4 Costo Total

Tabla 42: Costos total del equipo

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Mecánica 		
ITEM		COSTO (USD)
Material y accesorios mecánicos		524.20
Mano de obra		430
Imprevistos		340
TOTAL		1294.20

Fuente: Autor

3.4 Especificaciones Técnicas del equipo

Tabla 43: Especificaciones técnicas del equipo

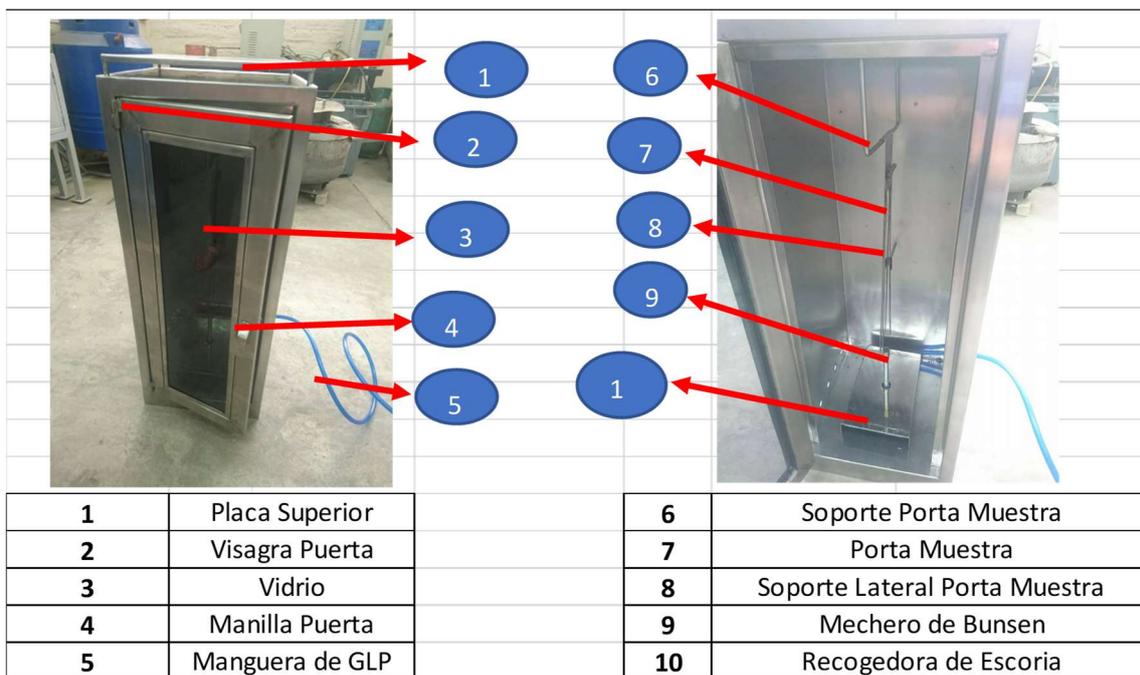
	<p align="center">UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO Facultad de Ingenieria Civil y Mecanica Carrera de Ingenieria Mecanica</p>	
FICHA TECNICA		
Nombre del Equipo:	Banco de Inflamabilidad Vertical	
Area:	Laboratorios FICM	
ESPECIFICACIONES TECNICAS		
Fabricante:	Alvaro Fabricio Cabrera Valencia	
Material:	Acero Inoxidable	
Modelo:	Inflamabilidad Vertical	
Codigo:		
Año:	2018	
DIMENSIONES		
Alto:	760mm	
Ancho:	330mm	
Profundidad:	330mm	
Peso:	30Kg	
Color:		
COMPONENTES ADICIONALES		
Mechero de Bunsen		
Manguera de gas		
Cilindro de GLP		
Abrazaderas		
Pirometro		
Flexometro		
Cronometro		
Equipos de seguridad		

Fuente: Autor

3.5 Manual de operación y mantenimiento del equipo

3.5.1 Manual de Operación

Para el funcionamiento del equipo debemos tener en cuenta que el espacio para realizar la prueba debe estar libre de todo material inflamable o de objetos extraños que puedan afectar al funcionamiento del equipo.





INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN



Elaborado por:

Alvaro Cabrera

Revisado por:

Ing. Christian Perez

PROCESO:

Prueba de Inflamabilidad Vertical

CÓDIGO DEL PRODUCTO

ACTIVIDAD	TAREA	IMAGEN DE LA TAREA / EQUIPO	VERIFICACIÓN	PLÁN DE REACCIÓN
Verificar los elementos de seguridad	Verificar que se dispone del EPP adecuado para manipular el equipo		Verificar el correcto uso de los EPP	No realizar la prueba sin los EPP necesarios
	Verificar que no existan otros elementos mecanicos que afecten en el funcionamiento del equipo		Realizar una inspeccion de toda la maquina.	Retirar todos los elementos innecesarios
Preparar el elemento a Quemar	Preparar el espacio de trabajo siguiendo las normas de seguridad e higiene.		Realizar una inspección del equipo y que no existan elementos mecanicos innecesarios.	Limpiar el espacio para realizar la prueba de inflamabilidad
	Verificar que el mechero y el recoge escoria se encuentren perfectamente ubicados.		Colocar de forma correcta el recoge escorias	No iniciar el proceso si se encuentra mal ubicado los componentes
	Inspeccionar que la muestra se encuentre correctamente sujeta al porta muestras		Verificar la sujecion de la muestra	No iniciar la prueba
	Encender el mechero y dejar estabilizar la llama durante 1 minuto		Verificar el tiempo de estabilizacion	No iniciar la prueba
	Medir la longitud de la llama y la distancia del portamuestras al quemador, como nos indica las norma ASTM D6413		Revisar los requerimientos de la norma ASTM D6413	Verificar la longitud de llama y distancia del quemador
	Colocar de manera manual y adecuada la muestra a ensayarse en el portamuestras		Verificar la correcta ubicación de la muestra	Volver a colocar la muestra

Realización de la prueba de Inflamabilidad	Colocar el porta muestras en los soportes de una manera adecuada		Mover el portamuestras para verificar que posea estabilidad y no se mueva durante la prueba	Volver a colocar la muestra de una manera adecuada
	Cerrar la puerta de la cabina de una manera adecuada para q no exista fugas de calor		Revisar que la puerta se cierre correctamente	No iniciar la prueba
	Sacar el portamuestras una vez finalizada la prueba, utilizando los instrumentos de seguridad		Utilizar los instrumentos de seguridad	Evitar sacar el portamuestras y cerrar la valvula de gas
	Dejar enfriar la muestra y tomar las medidas obtenidas en la prueba		Comprobar las dimensiones deseadas.	Volver a realizar la prueba
	Colocar una nueva muestra despues que la temperatura de la cabina haya descendido menos de 30°C		Verificar la temperatura de la camara	Esperar hasta que la temperatura de la camara sea menos a 30°C
Limpieza	Limpiar toda la camara una vez terminadas las pruebas		Revisar que la cabina se encuentre limpia	Volver a limpiar la cabina

3.5.2 Manual de Mantenimiento

	Plan de mantenimiento	
DATOS TECNICOS		
Nombre:	Cabina de pruebas de Inflamabilidad Vertical	
Código:		
Producto final:	Combustion de materiales	
Dimensiones genera	760x330x330mm	
Especificaciones:	La cabina de pruebas de inflamabilidad vertical se realizo para poder elaborar el procedimiento y determinar el indice de inflamabilidad de los materiales textiles utilizados en el interior de las carrocerias	
Fotografía:		



Nombre:	Cabina de pruebas de Inflamabilidad Vertical
Código:	
Producto final:	Combustion de materiales



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5



- 6
- 7
- 8
- 9
- 1

1	Placa Superior		6	Soporte Porta Muestra
2	Visagra Puerta		7	Porta Muestra
3	Vidrio		8	Soporte Lateral Porta Muestra
4	Manilla Puerta		9	Mechero de Bunsen
5	Manguera de GLP		10	Recogedora de Escoria

Plan de Mantenimiento

Nombre:	Cabina de pruebas de inflamabilidad vertical	Código:	
Producto final:	Combustion de materiales		
Descripción del mantenimiento:			
Antes de iniciar:	Finalizada la operación		
Limpiar con una brocha o franela el polvo o suciedad del banco de pruebas	Limpie el banco de pruebas despues de haberlo utilizado.		
Verificar que el mechero se encuentre en perfecto funcionamiento	Verifique el correcto estado de los componentes.		
Comprobar el apriete de las abrazaderas del mechero y el cilindro de GLP	Verificar que no se quede restos de GLP en la maguera despues de haberlo utilizado		
Verificar que el vidrio se encuentre en perfecto estado, sin quebraduras	Verificar que la valvula del GLP y del mechero se encuentren bien cerradas		
Verifique el correcto estado de los componentes y verificar que la valvula del GLP se encuentre correctamente colocada	Comprobar que las vinchas de sujecion se encuentren en buen estado		

Plan de mantenimiento preventivo

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Cambio de manguera	Trimestral	1												2												3												4											
Cambio de abrazaderas	Trimestral	1												2												3												4											
Cambio de vidrio	Semestral	1																								2																							
Cambio visagras	Semestral	1																								2																							
Cambio de mechero	Anual	1																																															
Cambio de valvulas	Anual	1																																															

Trimestral ■
Semestral ■
Anual ■

MATRIZ AMFE BANCO DE PRUEBAS DE INFLAMABILIDAD VERTICAL

Sección: Laboratorio FICM			Realizado por: Alvaro Cabrera				# hoja: 1				
Equipo: Banco de Inflamabilidad Vertical			Fecha: 05/03/2018				Nombre ficha:				
# falla	Componente	Función	Falla Funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	MPR	
01	Mechero Bunsen	Generar llama	No generar llama	Fuga de gas	Mala manipulación	Inadecuada llama de trabajo	6	5	5	150	Revisar el estado del mechero después de cada prueba
02	Valvula de gas	Regulacion de flujo de gas	Variacion de flujo	Fuga de gas	Mala manipulación	Rosca aislasa	6	6	5	180	Cambiar por una nueva
03	Manguera de gas	Transporte de flujo de gas	Deficiente sujeción	Fuga de gas	Manguera en mal estado o mala manipulacion	Mal funcionamiento	6	7	8	336	Cambio de manguera
04	Porta muestra	Sujecion de probetas	Deficiente sujeción	Caída de la probeta	Quemadura del porta muestras	Deficiente sujeción	4	5	5	100	Cambio de porta muestras
05	Pinzas de sujeción	Sujetar la probeta con el porta muestras	No sujeta	Deficiente Sujecion	Pinzas en mal estado	Sujecion Deficiente	4	5	6	120	Cambio de pinzas
06	Visagra de puerta	Abrir y cerrar la puerta	Inmovilizar la puerta	Desgaste de las guías	Exceso de friccion de los componentes	Aflojamiento de la puerta	6	7	5	210	Cambio de visagras o lubricar visagras
07	Vidrio	Visualizacion de la prueba	Agrietamiento del vidrio	Temperaturas de trabajo muy altas	El vidrio no posee las propiedades especificadas	Roptura del vidrio	8	8	5	320	Cambiar por vidrio templado
08	Seguro de puerta	Sujetar la puerta con la cabina	Cierre de la puerta inadecuado	Puerta semi abierta	Deficiente sujeción	Escape de gases	6	6	4	144	Cambio de seguro

Valores de F, G y D					
Frecuencia (1-10)		Gravedad (1-10)		Detección (1-10)	
Imposible	1-2	Insignificante	1-2	Muy elevada	1-2
Remoto	3-4	Moderado	3-4	Elevada	3-4
Ocasional	5-6	Importante	5-6	Moderada	5-6
Frecuente	7-8	Crítico	7-8	Escasa	7-8
Muy Frecuente	9-10	Catastrófico	9-10	Muy escasa	9-10

CAPÍTULO IV

Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones:

- El diseño y la construcción del banco de pruebas de inflamabilidad vertical, permitió determinar los parámetros de diseño del equipo, las condiciones de uso como el calor útil de la llama, el calor que se necesitara para poder combustionar la muestra y el flujo de calor que nos genera la llama del GLP durante su funcionamiento.
- La norma ASTM D6413 nos dice que el mechero de bunsen debía tener un diámetro de 10mm en la boquilla y una longitud de llama de 38mm para cumplir sus requerimientos de funcionamiento.
- El equipo fue construido en un material de acero inoxidable de 2mm de espesor para evitar la corrosión y poder mantener el calor adentro de la cámara, el vidrio posee un espesor de 6mm capaz de soportar el calor generado durante la prueba.
- Durante la aplicación de la prueba de inflamabilidad se pudo observar que el material compuesto fibra de vidrio mezclado con resina presenta un excelente comportamiento frente al fuego, (su hoja técnica menciona que es auto extingible, ANEXO 13) ya que este tipo de material no se combustiona por lo que es muy adecuado para la aplicación en la industria carrocera.
- Determinamos que las esponjas rígidas y flexibles que son utilizadas en los asientos de las carrocerías poseen un índice de inflamabilidad muy bajo, casi llegando a cero, por lo que es un material que no pone en riesgo la vida de los ocupantes de una carrocería en caso de incendio de la misma.
- Se conoció que el material para piso a base de vilo es auto extingible y posee un índice de inflamabilidad bajo, ya que cuando se retiró la probeta del banco de pruebas, se apagó la llama de la muestra y la longitud de quemado del mismo fue casi cero.
- Se determinó que el índice de inflamabilidad de la Pranna poliéster y el expandible que se utiliza como forro de los asientos de las carrocerías es un material inflamable ya que paso la primera línea de medición y en los 12 segundos de aplicación a la llama alcanzo un límite de inflamabilidad promedio de 561.5 mm/min.

- Se concluyó que el material expandible y Pranna poliéster son materiales que no se aprueban en el procedimiento de índice de inflamabilidad vertical, puesto que estos dos materiales poseen un índice de inflamabilidad superior a 250 mm/min que es el límite máximo que establece la norma NTE INEN 1323.
- Se determinó un procedimiento de operación y de mantenimiento del equipo para facilitar el uso del mismo cuando se vayan a realizar pruebas de inflamabilidad vertical a los materiales.

4.2 Recomendaciones

- Se debe aplicar el procedimiento de operación del equipo para evitar averías en el mismo o mal funcionamiento, y poder obtener valores acordes a lo que nos indica la norma ASTM D56413.
- Se recomienda a los fabricantes de carrocerías para uso de personas utilizar el cálculo del índice de inflamabilidad vertical a los materiales utilizados en el interior de las carrocerías para poder garantizar la seguridad de las personas ocupantes dentro de la carrocería en caso de existir un incendio.
- Utilizar todos los equipos de protección personal necesarios para realizar las pruebas de inflamabilidad, ya que se va a estar expuesto al fuego y a altas temperaturas.
- Se debe utilizar una mascarilla de protección contra los gases de combustión, ya que al retirar la muestra del fuego estamos expuestos a los gases de combustión ocasionados por la aplicación de la prueba.
- Se recomienda la utilización de las pruebas de inflamabilidad de todos los materiales utilizados en el interior de las carrocerías para poder determinar si estos son los adecuados o no en la construcción de las carrocerías para el uso de los seres humanos.
- Colocar el mechero y las muestras siguiendo todas las recomendaciones de la norma ASTM D6413, ya que se deben obtener valores exactos para el cálculo del índice de inflamabilidad vertical

BIBLIOGRAFÍA

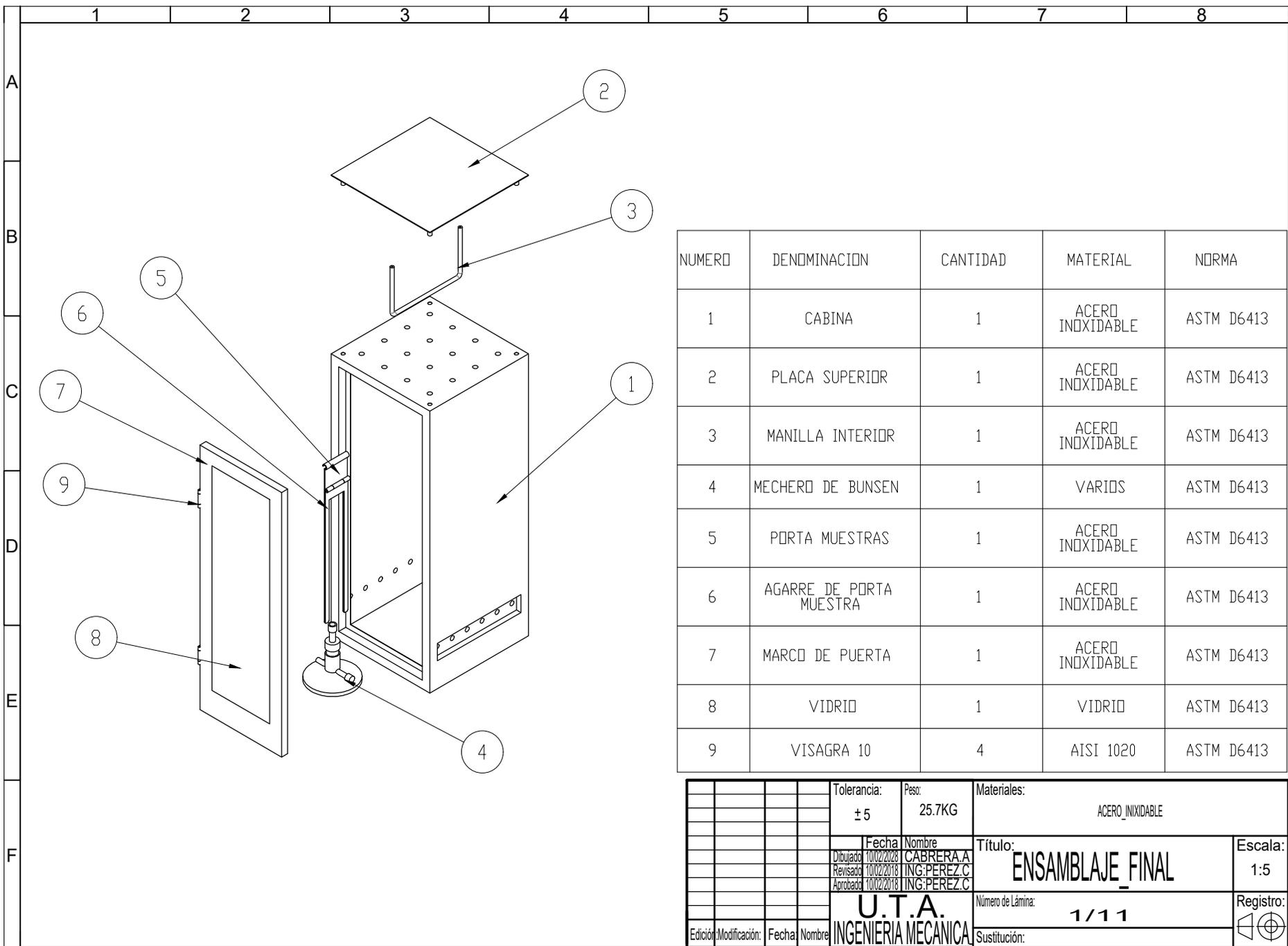
1. Jeanne M, Stellman, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Ginebra 1998 Segunda Edición. Disponible Online: <http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/proteccioncivil/normatividad/Enciclopedia%20de%20salud%20y%20seguridad%20en%20el%20trabajo.pdf>
2. Programa Arce. Desarrollo didáctico integral en la práctica de la tecnología textil. Disponible en: http://www.fashionlaboratory.org/images/practicasp1_gc_es_Identificacion_de_fibras_textiles_mediante_analisis_pirognostico.pdf
3. Carrera-Gallissà, E. *Caracterización de tejidos. Principales ensayos físicos para evaluar la calidad de los tejidos textiles*. Universidad Politécnica de Catalunya. 1ª edición julio 2015. Terrassa. 238 pp
4. Jinlian Hu. Fabric Testing. Flammability testing of fabrics. Editorial Woodhead Publishing Limited, 2008
5. Lockuan. E. La industria textil y su control de calidad. “Ennoblecimiento textil” Primera edición. Octubre de 2012.
6. Zambrano. A. Uso de mechero Bunsen y manejo de vidrio. Corporación Universitaria de la Costa de Barranquilla. Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, 2010
7. Ararat. C. Mecher de Bunsen y Estudio de la Llama. Universidad Francisco de Paula, Santander Cúcuta. 2012
8. Zepeda, A. (2013). Mechero Bunsen. Agosto, 14,2017, de TP laboratorios químicos Sitio web: <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/mechero-bunsen.html>
9. Contreras, C. (2014). Instrumentos de laboratorio. Agosto, 14, 2017, de Anónima Sitio web: <http://instrumentosdelaboratorio.org/mechero-bunsen-2>
10. Guillote, C. (2010). Sobre el mechero de Bunsen y el descubrimiento de elementos químicos. Agosto, 14,2017, de Anónima Sitio web: <https://animalderuta.com/2010/11/24/sobre-el-mechero-bunsen-y-el-descubrimiento-de-elementos-quimicos/>

11. Carrillo, A. Universidad Nacional Mayor De San Marcos del Perú. Facultad de Química E Ingeniería Química. “Mechero de Bunsen y Estudio de la Llama – Materia, Energía y sus cambios”.
12. Barreno, M. Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ingeniería Industrial. “Mechero de Bunsen y sus Características”. 2012
13. Luna, C.J. Identificación de fibras textiles mediante análisis pirométrico. Publicado: 13 de agosto de 2016.
14. Kay, M. Villa y John F. Krasny. Small-scale Vertical Flammability Testing for Fabrics. National Institute of Standards and Technology. Gaithersburg, Maryland, USA. 1990.
15. Lockuán, Eduardo. “La industria textil y su control de calidad”, Fibras Textiles. Primera edición, marzo 2013
16. Government of Canada. Guía industrial sobre la inflamabilidad de los productos textiles en Canadá (Industry Guide to Flammability of Textile Products in Canada). Diciembre 2016
17. Yang, Charles. Quingliang, H. Lyon, R. Yuan, H. “Investigation of the flammability of different textile fabrics using micro-scale combustion calorimetry” The University of Georgia, Athens, Usa. Diciembre 2009.
18. Basset, J. “Flashover”. Desarrollo y Control. Primera Edición. 2013
19. Gila Ckua, Marina, (2005), Tesis Doctoral Resinas Epoxi Sililadas Retardantes a la llama. Síntesis, Caracterización y Propiedades, Universidad de Tarragona, España.
20. Gómez, T. Navarro, M, García, J.L. “Elementos amovibles y fijos no estructurales” Tercera edición. España, 2016
21. Islas, J, A. “Estudio de aleación de Aluminio reforzada con materiales compuestos para reducción de peso en la Industria Automotriz”, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, División de estudios de Postgrados, San Nicolás de Garza, junio 2013.
22. Espinoza, G. Hidalgo, J. “Caracterización de Materiales Compuestos para la aplicación en la carrocería del vehículo monoplace tipo formula SAE”. Universidad Politécnica Salesiana, Sede Matriz Cuenca. Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz. Marzo 2016

23. Barbero, E. García, Shirley. Sánchez, S. “Introducción a los materiales Compuestos”. Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Mecánica de medios Continuos y Teoría de Estructuras. Master en Mecánica Estructural Avanzada. Madrid 2010/2011
24. International Standard ISO 3795. “Road vehicles, and tractors and machinery for agricultura and forestry – Determination of burning behaviour of interior materials. Second edition 1989
25. Castro, F. “análisis del material compuesto de fibra de vidrio con matriz polimérica utilizado en la fabricación del interior de carrocerías metalmecánicas para determinar sus
26. Propiedades mecánicas”. Tesis para la Obtención del título de Ingeniero Mecánico. Universidad Técnica De Ambato, Facultad De Ingeniería Civil y Mecánica. 2017
27. García, J, L. “Elementos metálicos y sintéticos”. Transporte y mantenimiento de vehículos. Carrocería. Quinta Edición.
28. Murrplastik. Grados de protección e inflamabilidad. Materiales y propiedades. Polígono Industrial Rebullón. España
29. Santamaria. D. “Fabricación de laminas impermeables a partir de caucho reciclado utilizando espuma de poliuretano”. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Química. Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniera Química. Quito, 2013.
30. Meré. J. “Estudio del procesado de un polímero termoplástico basado en Almidón de patata amigable con el medio ambiente”. Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de ciencia e ingeniería de materiales e ingeniería química. Proyecto de fin de carrera de Ingeniería mecánica. Madrid, diciembre 2009.
31. Martínez, I. “Termodinámica Básica y Aplicada” Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid. Editorial Dossat S.A. Madrid 1992
32. Código del Gas Licuado de Petróleo. NFPA 58 – Edición 2004.
33. Ramirez Cruz, R. “Análisis del ciclo de vida aplicado a Plantas termoeléctricas convencionales y de ciclo combinado”. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. 2014 (pagina35).
34. Hernandez, L. “Tecnologías para el aprovechamiento del gas producido por la digestión anaeróbica de la materia orgánica”. Agronomía Colombiana, Volumen VIII, pag 76-90. (pag77).

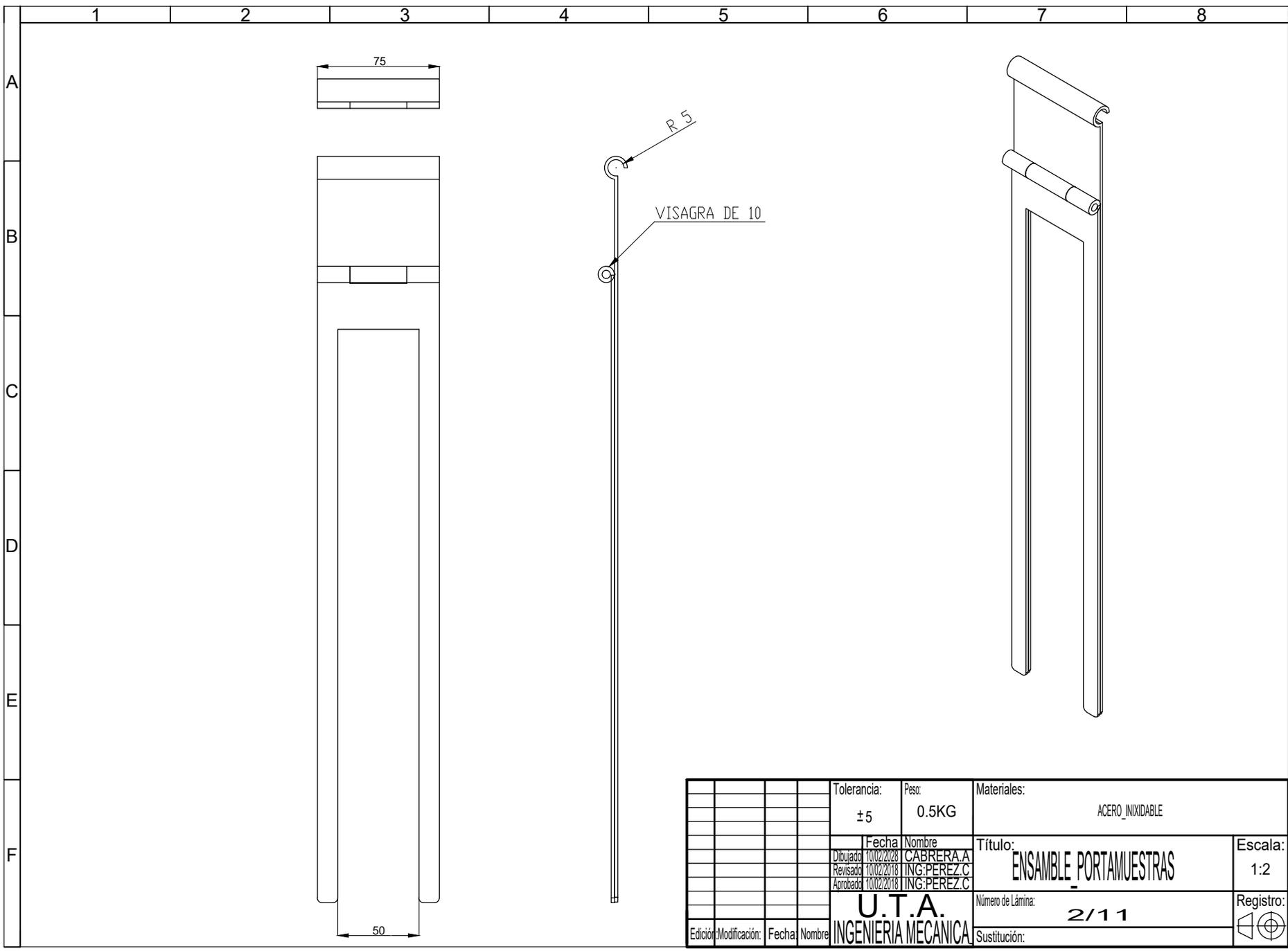
35. Viloche, J. "Foro Regional Gas Natural- Propiedades y Usos- Proyectos Presentes y futuros". Facultad de Ingenieria. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. (pag 13)
36. Monge Talavera, M "Proyecto de instalación de una planta envasadora de gas licuado de petróleo en la ciudad de Arequipa" 2014. (pag 2).
37. Ramos Gozalez, J.C "Formulas, Tablas y Figuras de Transferencia de calor". Universidad de Navarra". Escuela superior de ingenieros. 2007.
38. Pinilla, C. "Leyes de la Radiacion" Departamento de Ingenieria Cartografica.

PLANOS

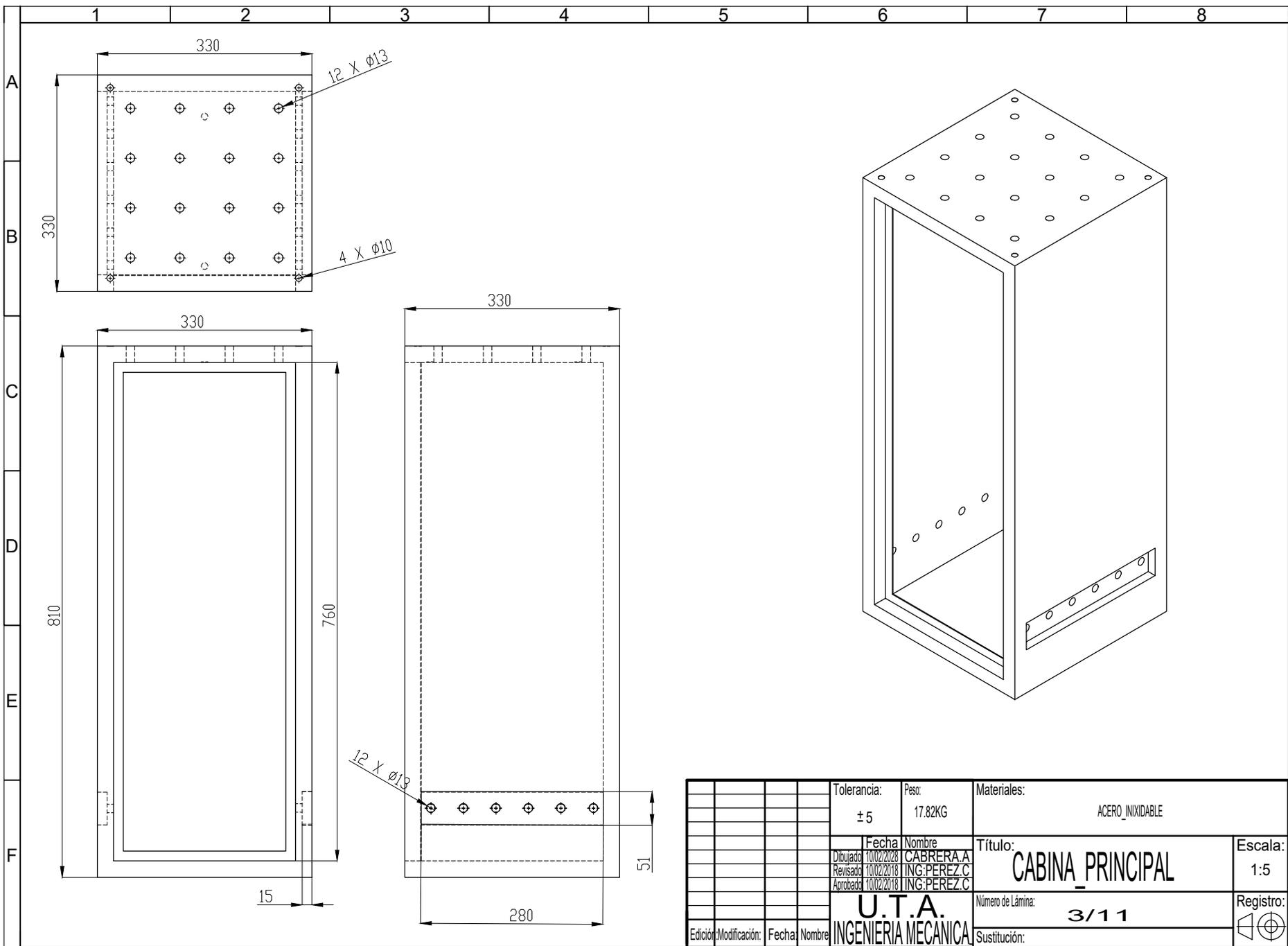


NUMERO	DENOMINACION	CANTIDAD	MATERIAL	NORMA
1	CABINA	1	ACERO INOXIDABLE	ASTM D6413
2	PLACA SUPERIOR	1	ACERO INOXIDABLE	ASTM D6413
3	MANILLA INTERIOR	1	ACERO INOXIDABLE	ASTM D6413
4	MECHERO DE BUNSEN	1	VARIOS	ASTM D6413
5	PORTA MUESTRAS	1	ACERO INOXIDABLE	ASTM D6413
6	AGARRE DE PORTA MUESTRA	1	ACERO INOXIDABLE	ASTM D6413
7	MARCO DE PUERTA	1	ACERO INOXIDABLE	ASTM D6413
8	VIDRIO	1	VIDRIO	ASTM D6413
9	VISAGRA 10	4	AISI 1020	ASTM D6413

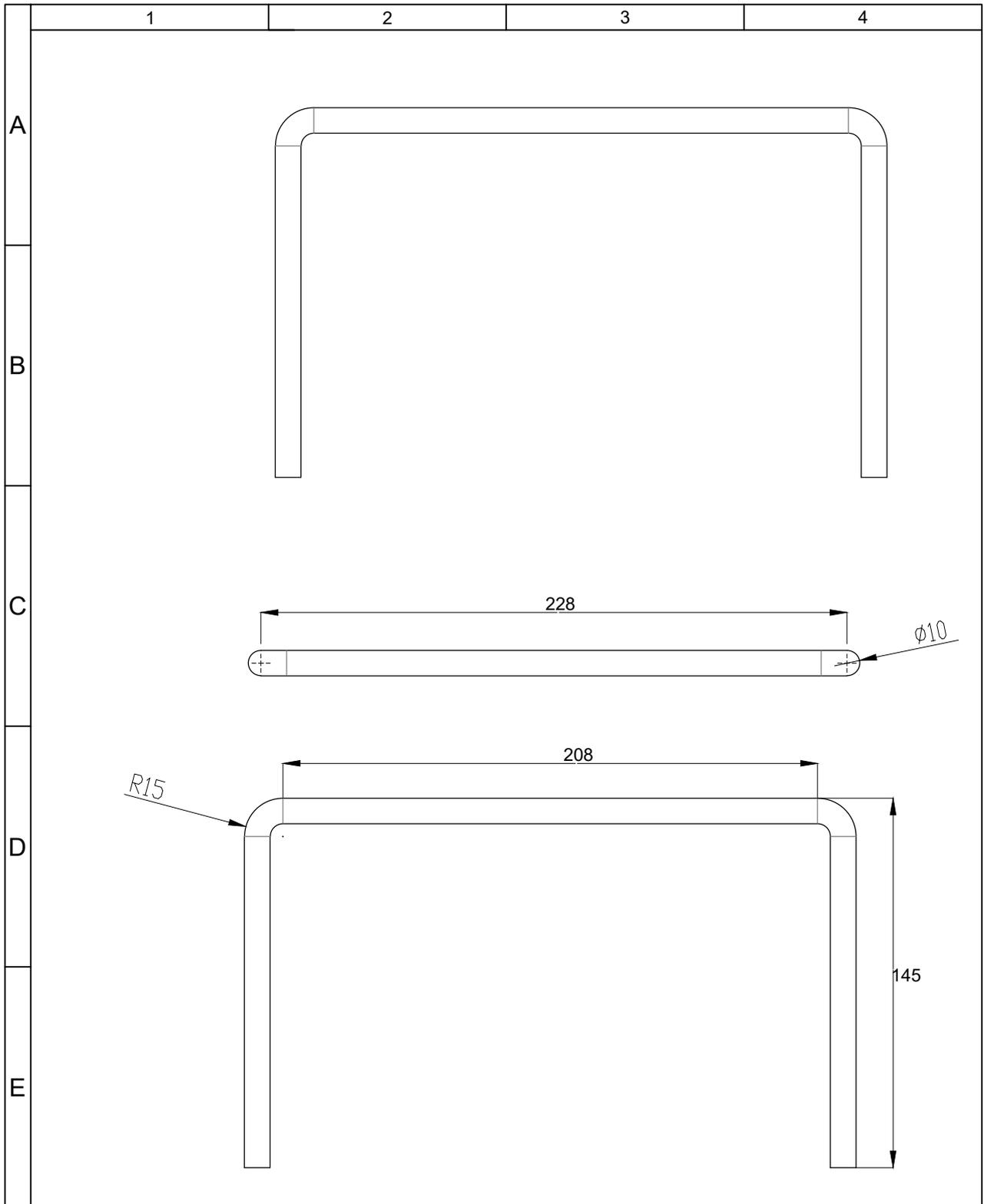
Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
± 5	25.7KG	ACERO_INOXIDABLE	
Fecha	Nombre	Título:	Escala:
Dibujado: 10/02/2018	CABRERA.A	ENSAMBLAJE_FINAL	1:5
Revisado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
Aprobado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
U.T.A.		Número de Lámina:	Registro:
INGENIERIA MECANICA		1/11	
Edición/Modificación:	Fecha/Nombre	Sustitución:	



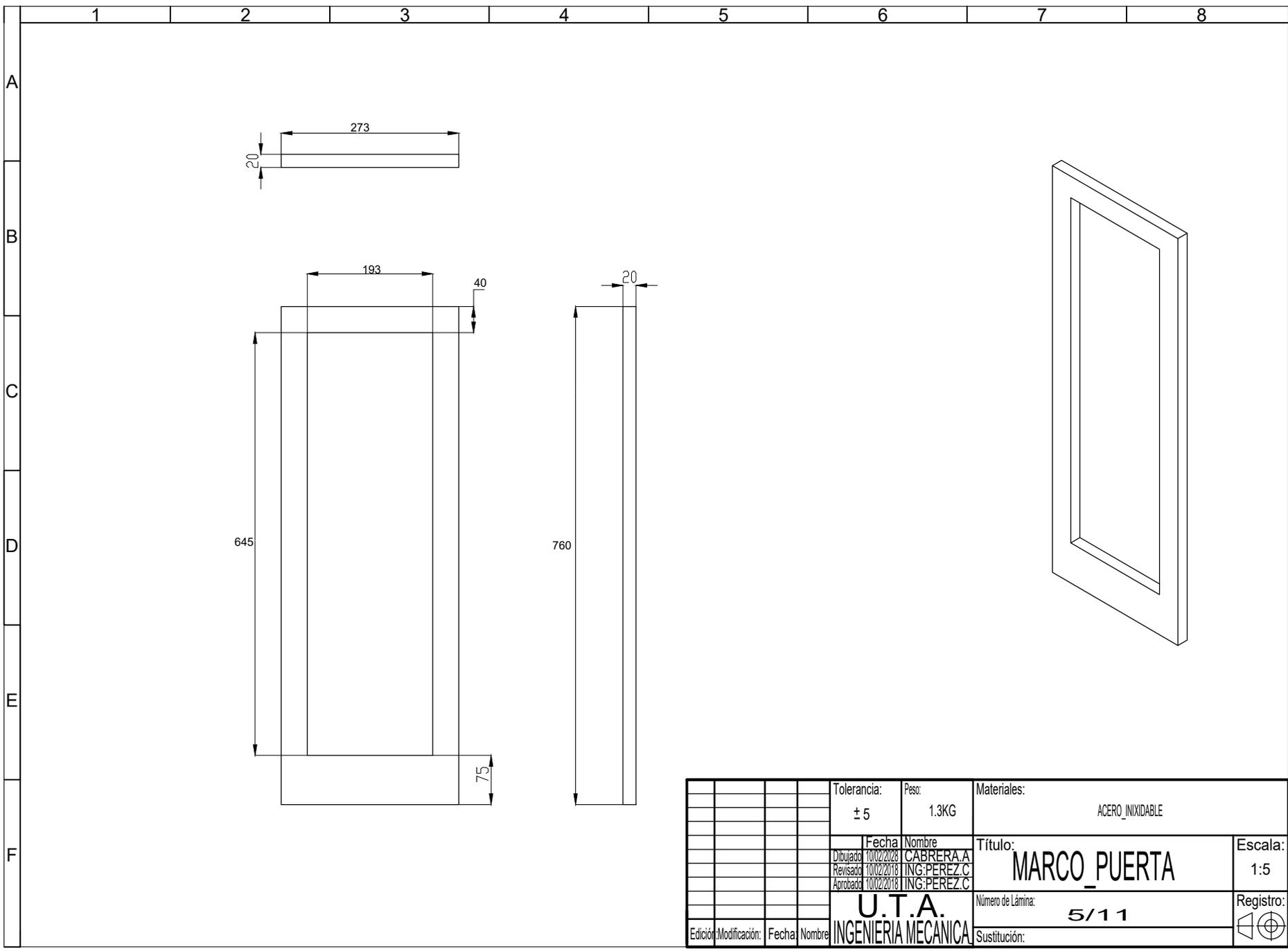
					Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
					±5	0.5KG	ACERO_INOXIDABLE	
					Fecha	Nombre	Título:	Escala:
					Dibujado	10/02/2018	CABRERA.A	ENSAMBLE PORTAMUESTRAS
					Revisado	10/02/2018	ING:PEREZ.C	
					Aprobado	10/02/2018	ING:PEREZ.C	
							Número de Lámina:	Registro:
							2/11	1:2
					Edición/Modificación:	Fecha/Nombre	Sustitución:	
							U.T.A. INGENIERIA MECANICA	



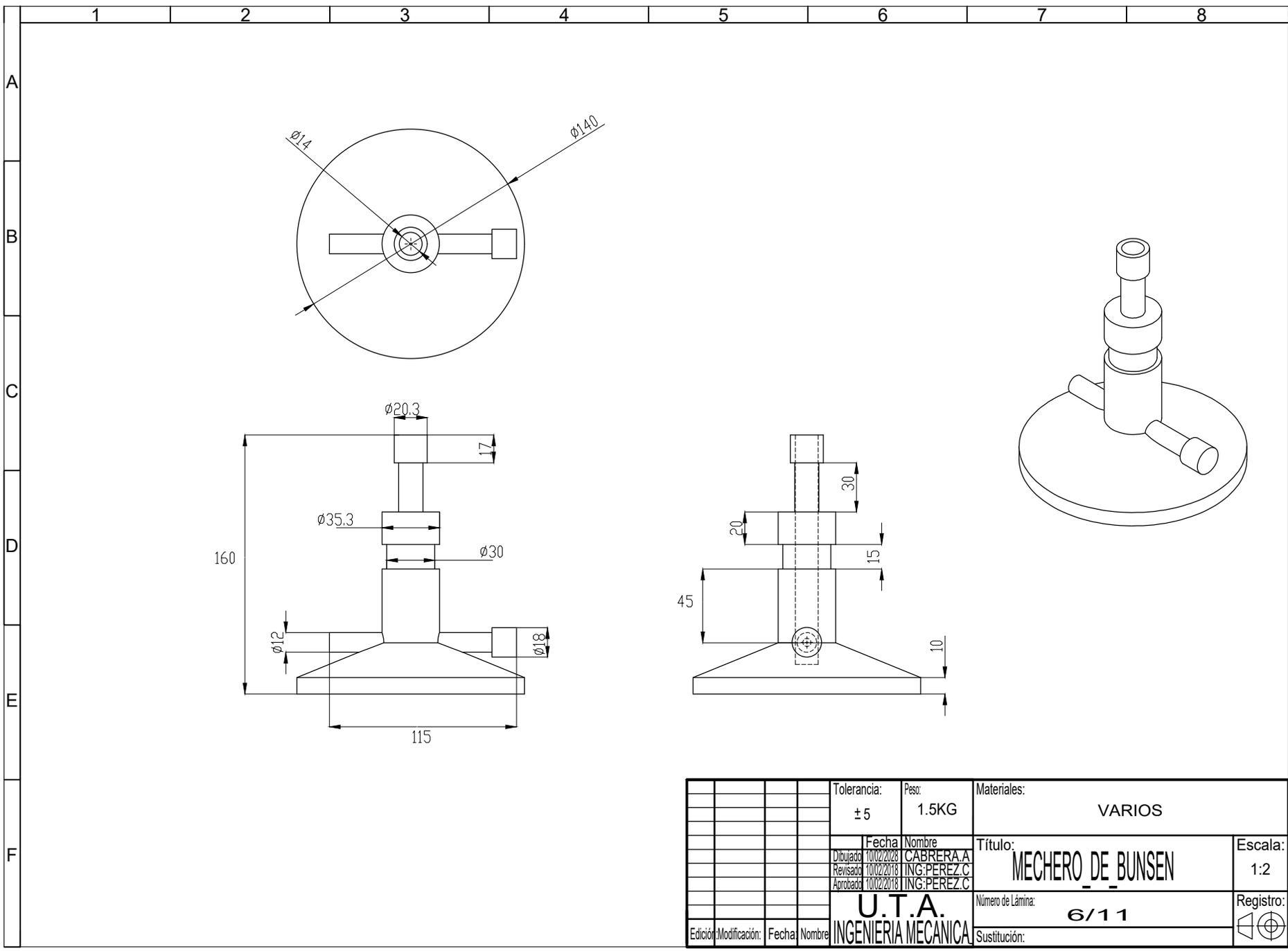
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				± 5	17.82KG	ACERO INOXIDABLE	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA A	CABINA PRINCIPAL	1:5
				Revisado: 10/02/2018	ING. PEREZ C		Registro:
				Aprobado: 10/02/2018	ING. PEREZ C		Número de Lámina:
				U.T.A.		3/11	Registro:
Edición/Modificación:	Fecha:	Nombre:		INGENIERIA MECANICA		Sustitución:	



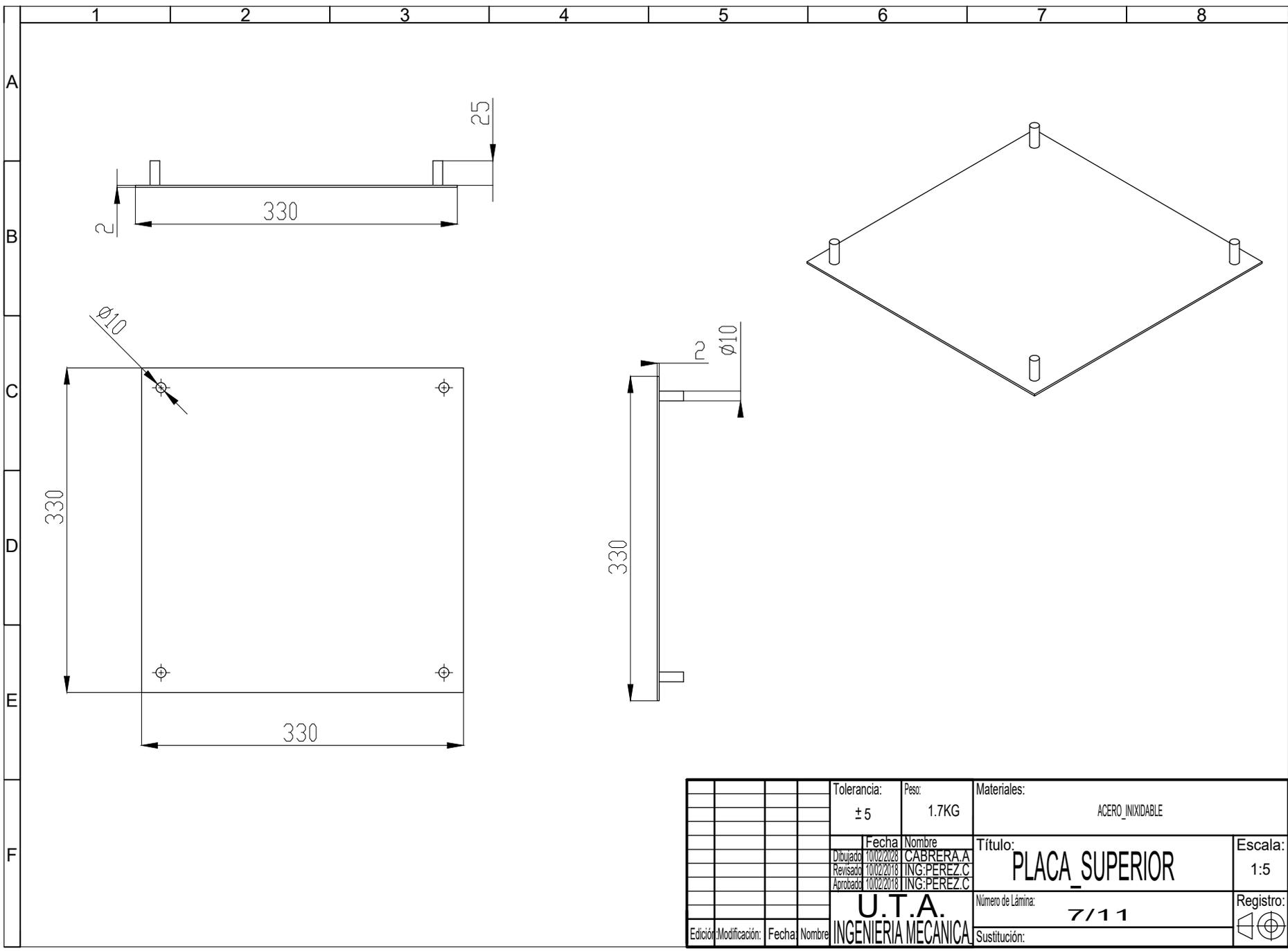
				Tolerancia: ± 5	Peso: 0.3KG	Material: ACERO_INOXIDABLE	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 10/02/2018	CABRERA.A	MANILLA_INTERIOR	1:2
				Revisó: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				Aprobó: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		No. Lámina: 4/11	Registro:
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(sustitución)	



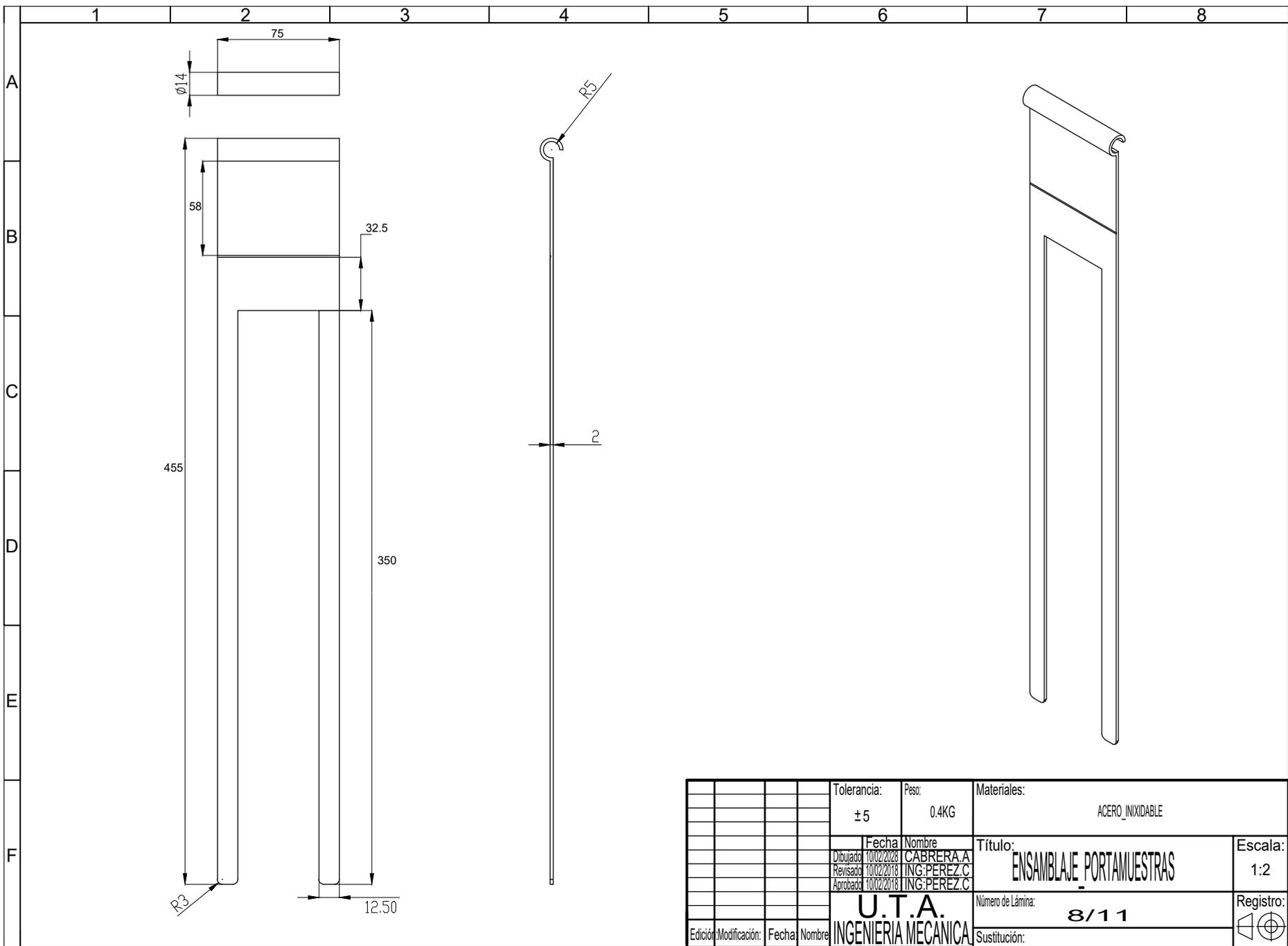
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				± 5	1.3KG	ACERO_INOXIDABLE	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA.A	MARCO_PUERTA	1:5
				Revisado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				Aprobado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número de Lámina:	Registro:
Edición/Modificación:	Fecha:	Nombre:				5/11	
						Sustitución:	



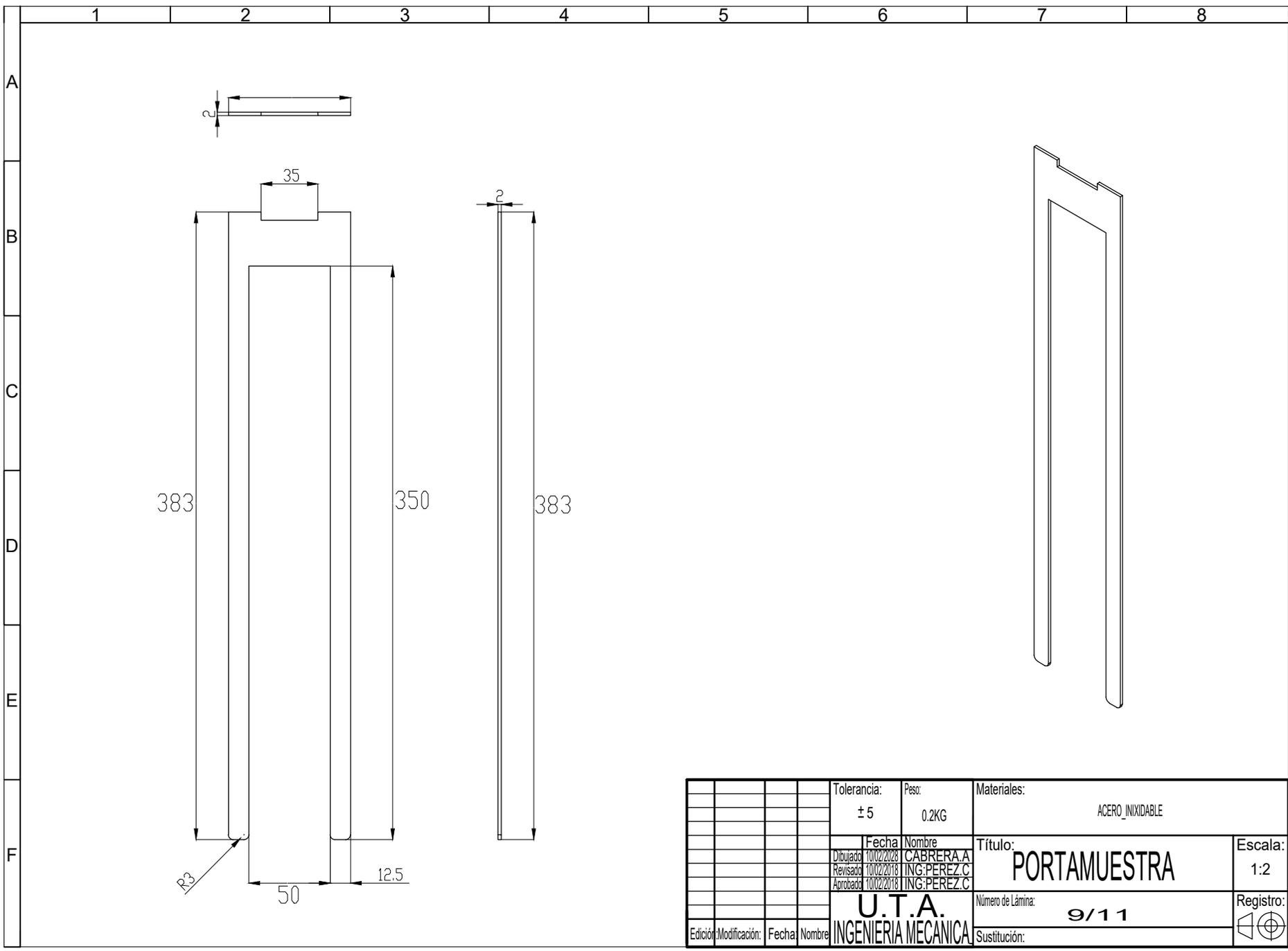
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				± 5	1.5KG	VARIOS	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA A	MECHERO DE BUNSEN	1:2
				Revisado: 10/02/2018	ING. PEREZ C		
				Aprobado: 10/02/2018	ING. PEREZ C		
				U.T.A.		Número de Lámina:	Registro:
				INGENIERIA MECANICA		6/11	□ ⊕
Edición/Modificación:	Fecha:	Nombre:				Sustitución:	



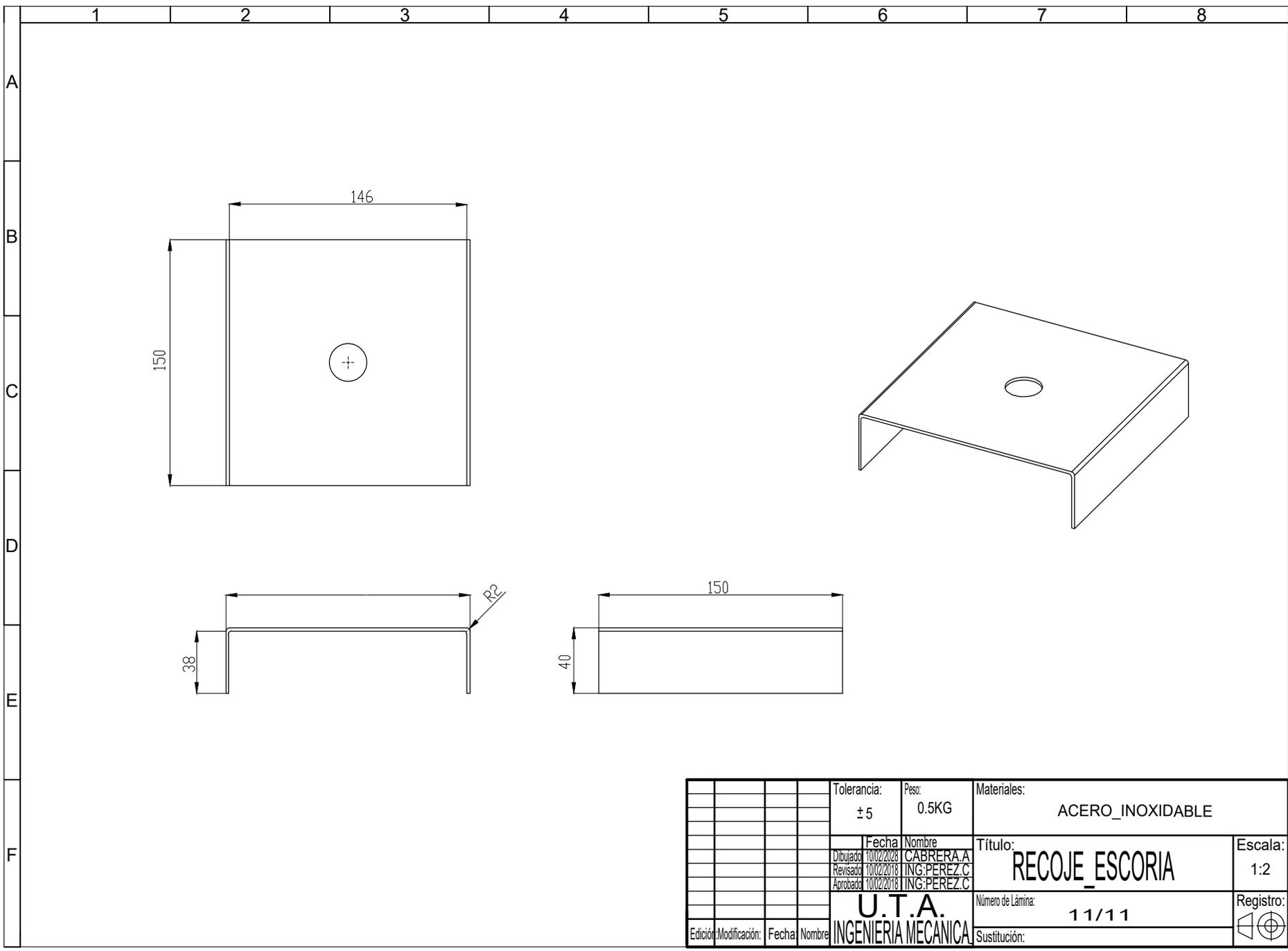
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				± 5	1.7KG	ACERO_INOXIDABLE	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA.A	PLACA_SUPERIOR	1:5
				Revisado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				Aprobado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				U.T.A.		Número de Lámina:	Registro:
				INGENIERIA MECANICA		7/11	☐ ⊕
Edición/Modificación:	Fecha:	Nombre:				Sustitución:	



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				± 5	0.4KG	ACERO_INOXIDABLE	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA.A	ENSAMBLAJE PORTAMUESTRAS	1:2
				Revisado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				Aprobado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número de Lámina:	Registro:
Edición/Modificación:	Fecha:	Nombre:				8/11	
						Sustitución:	



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				± 5	0.2KG	ACERO_INOXIDABLE	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA.A	PORTAMUESTRA	1:2
				Revisado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				Aprobado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				U.T.A.		Número de Lámina:	Registro:
				INGENIERIA MECANICA		9/11	☐ ⊕
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			Sustitución:	



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				± 5	0.5KG	ACERO_INOXIDABLE	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujado: 10/02/2018	CABRERA.A	RECOJE_ESCORIA	1:2
				Revisado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				Aprobado: 10/02/2018	ING:PEREZ.C		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		Número de Lámina:	Registro:
Edición/Modificación:	Fecha:	Nombre:				11/11	
						Sustitución:	

ANEXOS

ANEXO 1 Hoja Técnica del Material

Norma: AISI 304

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	JIS	SUS 304	ESPEORES	desde 0.40-1.5mm	
	ASTM	304		DIMENSIONES	1220 x 2440mm (estándar)
	DIN	4301			1220 x otros largos (especial)

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)									
C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros	
0,08	1	2	0,04	0,03	8 - 10,5	18 - 20	XX	XX	

PROPIEDADES MECÁNICAS						
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)	
Kg/mm ²	Psi	Kg/mm ²	Psi		ROCKWELL B	VICKERS
49	69500	18	25500	40	81,7	160

Norma: AISI 201

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	JIS	SUS 201	ESPEORES	desde 0.70-3mm	
	ASTM	201		DIMENSIONES	1220 x 2440mm (estándar)
	DIN	XXX			1220 x otros largos (especial)

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)									
C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros	
0.15	1	5.5 - 7.5	0.06	0.03	3.5 - 5.5	16 - 18	DIN	N: 0.25 Max	

PROPIEDADES MECÁNICAS						
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)	
Kg/mm ²	Psi	Kg/mm ²	Psi		ROCKWELL B	VICKERS
65	93000	25	35800	40	92	205

Norma: AISI 430

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	JIS	SUS430	ESPEORES	Acabado 2B: 0.4; 0.6; 0.7; 1; 1.5mm	
	ASTM	430		DIMENSIONES	Acabado N4: 0.4; 0.6; 0.7; 1; 1.5mm
	DIN	4016			1220 x 2440mm (estándar)
				1220 x otros largos (especial)	

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)									
C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros	
0,12	0,75	1	0,04	0,03	0,6	16 - 18	XX	XX	

PROPIEDADES MECÁNICAS						
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)	
Kg/mm ²	Psi	Kg/mm ²	Psi		ROCKWELL B	VICKERS
46	65800	22	30000	40	78	150

TECNOLOGIAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL GAS PRODUCIDO POR LA DIGESTION ANAEROBICA DE LA MATERIA ORGANICA

Technologies for the utilization of gas derived from anaerobic digestion of organic matter

Luis Alfredo Hernández A.¹

RESUMEN

El aprovechamiento energético del gas metano, compuesto principal del biogás, subproducto gaseoso producido de la fermentación anaeróbica de la materia orgánica, en forma sólida o soluble, constituye un factor importante que complementa las bondades tecnológicas para la implantación y desarrollo de sistemas de tratamiento de residuos orgánicos mediante la digestión anaeróbica.

El presente artículo muestra las bondades técnicas y operativas en la implementación de tecnologías para el aprovechamiento energético del biogás en motores de combustión, lámparas para alumbrado, quemadores domésticos e industriales y calderas.

Palabras claves: Biogás, energía de residuos orgánicos, digestión anaeróbica, energético.

SUMMARY

Energetic use of methane gas, main component of biogas, by product gas of anaerobic fermentation of organic material both solid or soluble forms. It's a more important factor that helps to implantation of technologies for the development of sistem for trataments of organic wastes from anaerobic digestions.

The present article shows the technical operative advantages in the improvement of technologies for energetics use of biogas for combustion engines, lamps of lightening, domestic and industrial fires and boilers.

Key words: Biogas, energy from organic wastes, anaerobic, digestion, energy.

INTRODUCCION.

El gas producido en el proceso de descomposición anaeróbica, más conocido como biogás, representa la materia orgánica en proporciones que varían entre 10 y 40%, dependiendo de las formas y sistemas de control a los cuales esté sujeta su estabilización, ya sea en condiciones naturales o activadas por el hombre.

Este gas, compuesto principalmente por metano y bióxido de carbono, almacena una considerable cantidad de energía que puede ser aprovechada mediante la combustión en diferentes procesos como motores de combustión, lámparas de iluminación, quemadores domésticos e industriales, calderas y en sistemas de refrigeración, mediante tecnologías apropiadas que, además, aliviarían efectos ambientales adversos que el biogás puede producir cuando es descargado a la atmósfera sin una depuración adecuada.

Aunque el desarrollo investigativo y la transferencia de tecnología no han tenido una alta resonancia a nivel nacional e internacional, se pretende, con el presente trabajo despertar el interés en estos sectores hacia la implementación de sistemas anaeróbicos con recuperación de biogás en la solución de pro-

¹ Profesor Asociado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.

blemas derivados de altas producciones de materiales orgánicos, principalmente en los sectores de tratamiento de aguas residuales domésticas, agroindustriales, de vertimientos sólidos y líquidos de mataderos o plantas de sacrificio de animales, de las basuras de plazas de mercado y de la descomposición del material orgánico en los rellenos sanitarios.

APROVECHAMIENTO DEL BIOGAS EN MOTORES DE COMBUSTIÓN

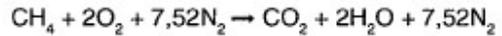
El metano, principal componente del biogás (CH_4 , CO_2 y SH_2), producido de la digestión anaeróbica de residuos orgánicos, como cualquier hidrocarburo gaseoso, se puede utilizar eficientemente como combustible en motores de combustión interna.

Un biogás con un contenido de metano entre 55 y 65%, al entrar en combustión, produce una llama azul y puede tener un poder calorífico entre 22.000 a 26.000 KJ.m^{-3} .

Para tener idea del comportamiento termodinámico del biogás en el proceso de combustión interna, es conveniente, como punto

de referencia, conocer el comportamiento del metano o gas natural como combustible, tal como se puede apreciar en el cuadro 1.

La estequiometría de la combustión del metano se plantea en la siguiente reacción:



De esta forma, la relación en peso de aire/combustible será:

$$(\text{2O}_2 + 7,52\text{N}_2)/(\text{CH}_4) = (64 + 210,5)/16,04 = 17,1 \text{ Kg de aire por cada kg de metano quemado.}$$

Si se tiene en cuenta que la relación de compresión del metano o gas natural está del orden de 8/1, siendo similar a la de otros combustibles gaseosos y gasolinas y además el óptimo índice de octanos (similar al de una gasolina etílica), su relación aire/combustible en peso (la relación de compresión para la gasolina es de 7,5/1), la posibilidad de compresión por encima de la establecida para motores de combustión del ciclo Otto (130 P.S.I. a c.s.t.p.) permite predecir un buen comportamiento del biogás y, específicamente, el metano como combustible en

CUADRO 1. Características físico-químicas y energéticas del metano.

Características	Valor
Fórmula	CH_4
Peso molecular	16,042
Punto de ebullición a 760mm Hg	-161,5°C
Punto de congelación a 760mm Hg	-182,5°C
Presión crítica	474 kgcm^{-2}
Volumen especif.a 15,5°C y 760mmHg	1,47L.g ⁻¹
Poder calorífico (stc)	38,130 KJ/kg
Vol.aire/vol.comb. en combustión	9,53
Índice de octanos	130
Kg de O_2 /kg de CH_4 en comb.	3,98
Temperatura de ignición	65 °C
Relación CO_2/CH_4 en peso para comb.	2,74



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Análisis de ciclo de vida aplicado a Plantas
termoeléctricas convencionales y de ciclo combinado

T E S I S

Que para obtener el título de:
Ingeniero Mecánico.

P R E S E N T A :
Roberto Ramírez Cruz

Directora de tesis: Dra. Cecilia Martín del Campo Márquez



CIUDAD UNIVERSITARIA

MÉXICO, D.F. 2014

%O : Porcentaje de oxígeno en peso por kilogramo de combustible.

%S : Porcentaje de azufre en peso por kilogramo de combustible.

%O/8 : Porcentaje de hidrógeno en peso que se encuentra combinado con el oxígeno del mismo combustible dando "agua de combinación".

(H-%O) : Porcentaje de "hidrógeno disponible" en peso realmente disponible para que se oxide con el oxígeno del aire, dando "agua de formación".

Tabla 3.6.3.3. Poder calorífico de los combustibles.²⁵

Combustible	unidad	MJ	kWh	BTU	kcal
Combustóleo domestico	l	41.68	11.58	39,518.95	9,958.78
	gal	157.79	43.83	149,595.24	37,698.00
	bbl	6,627.25	1,840.92	6,283,000.00	1,583,316.00
Combustóleo empresas eléctricas USA	l	41.71	11.59	39,544.11	9,965.12
	gal	157.89	43.86	149,690.48	37,722.00
	bbl	6,631.46	1,842.09	6,287,000.00	1,584,324.00
Gas natural doméstico	m3	36.84	10.23	34,926.02	8,801.36
	ft3	1.04	0.29	989.00	249.23
Gas natural empresas eléctricas USA	m3	38.18	10.61	36,197.34	9,121.73
	ft3	1.08	0.30	1,025.00	258.30
Diesel doméstico	l	38.69	10.75	36,675.95	9,242.34
	gal	146.44	40.68	138,833.33	34,986.00
	bbl	6,150.48	1,708.48	5,831,000.00	1,469,412.00
Diesel empresas eléctricas USA	l	38.65	10.73	36,638.22	9,232.83
	gal	146.29	40.64	138,690.48	34,950.00
	bbl	6,114.15	1,706.73	5,825,000.00	1,467,900.00
Carbón doméstico	kg	18.50	5.14	17,539.00	4,419.83
	lb	8.39	2.33	7,955.64	2,004.82
Carbón importado en Petacalco (1% de S)	kg	26.28	7.30	24,912.24	6,277.88
	lb	11.92	3.31	11,300.12	2,847.63
Uranio enriquecido	g	4,017.70	1,116.04	3,809,000.00	959,868.00
Vapor geotérmico Cerro prieto	ton	2,780.10	772.31	2,635,812.81	664,165.89
Vapor geotérmico Los Azufres	ton	2,764.90	768.09	2,621,401.69	660,534.61

²⁵ Fuente: COPAR, Generación 2011.

ANEXO 3 Propiedades de la fibra de vidrio

FIBRAS DE VIDRIO

Fibra mineral elaborada a partir de sílice, cal, alúmina y magnesia. A estas materias se les añaden óxidos diversos y se trituran finamente consiguiendo una masa homogénea, que más tarde se introducen en un horno a 1.550 °C.

El vidrio fundido se extruye y estira, aplicándole un ensimaje y consiguiendo así el filamento.

Existen cinco grupos:

- **Tipo E:** es el tipo de fibra más empleado, se caracteriza por sus propiedades dieléctricas, representa el 90% de refuerzo para composites.
- **Tipo R:** se caracteriza porque tiene muy buenas prestaciones mecánicas, demandándose en los sectores de aviación, espacial y armamento.
- **Tipo D:** su principal característica es su excelente poder dieléctrico, de ello su aplicación en radares, ventanas electromagnéticas...
- **Tipo AR:** posee un alto contenido en óxido de zirconio, el cual le confiere una buena resistencia a los álcalis.
- **Tipo C:** se caracteriza por su alta resistencia a agentes químicos.

FIBRAS TIPO E

1. DEFINICIÓN

Fibra inorgánica compuesta de 53-54% SiO₂, 14-15.5% Al₂O₃, 20-24% CaO, MgO y 6.5-9% B₂O₃, y escaso contenido en álcalis. Este tipo de fibra posee buenas propiedades dieléctricas, además de sus excelentes propiedades frente al fuego. El vidrio tipo E tiene un peso específico de 2.6 g/cm³

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (filamentos sin acabados)

Mecánicas

- Tenacidad (N/tex): 1.30
- Fuerza a la tracción (MPa): 3400
- Elongación hasta rotura (%): 4.5

Térmicas

- Conductividad Térmica (W/m °K): 1
- Resistencia termomecánica: 100% después de 100 h a 200 °C.

Eléctricas

- Resistividad (ohm x cm): 1014 - 1015
- Factor de disipación dieléctrica: 0.0010 - 0.0018 a 106 Hz

Químicas

- Absorción de humedad a 20 °C y 60% de humedad relativa (%): 0.1
- Resistencia a los disolventes: alta
- Resistencia a la intemperie y los rayos UV: alta
- Resistencia a microorganismos: alta

3. APLICACIONES

- Construcción: tejidos para decoración en locales públicos, aislante...

- Automoción: composites para componentes de vehículos...
- Deporte: composites para utensilios o aparatos para la práctica de deportes, como esquís, canoas, pértigas...
- Usos industriales: para todo tipo de composites para usos industriales, como piezas plásticas reforzadas con este tipo de fibra, componentes para ordenadores...

4. MARCAS COMERCIALES

- ADVANTEX
- CAM EL YAF
- CENTRAL GLASS FIBER E
- HERCUFLEX
- DANYANG ZHONGYA
- EVANITE
- GLASSEIDEN GMBH
- NIPPON ELECTRIC GLASS FIBER
- NITOBO ASCO
- S-2
- STARSTRAIN, THERMOFLOW
- THERMO E-GLASS
- TUFROV
- TURBOFIL
- VETROTEX

FIBRAS TIPO AR

1. DEFINICIÓN

La fibra de vidrio tipo AR es una fibra de alto contenido en óxido de zirconio. Este tipo de fibra posee muy buenas propiedades de resistencia a compuestos alcalinos. Tiene un peso específico de 2.68 - 2.7g/cm³

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Mecánicas

- Fuerza a la tracción (MPa): 3.000 - 3.500
- Elongación hasta rotura (%): 4.3

Químicas

- Absorción de humedad a 20 °C y 60% de humedad relativa (%): 0.1
- Resistencia a los disolventes: alta
- Resistencia a la intemperie y los rayos UV: alta
- Resistencia a microorganismos: alta

3. APLICACIONES

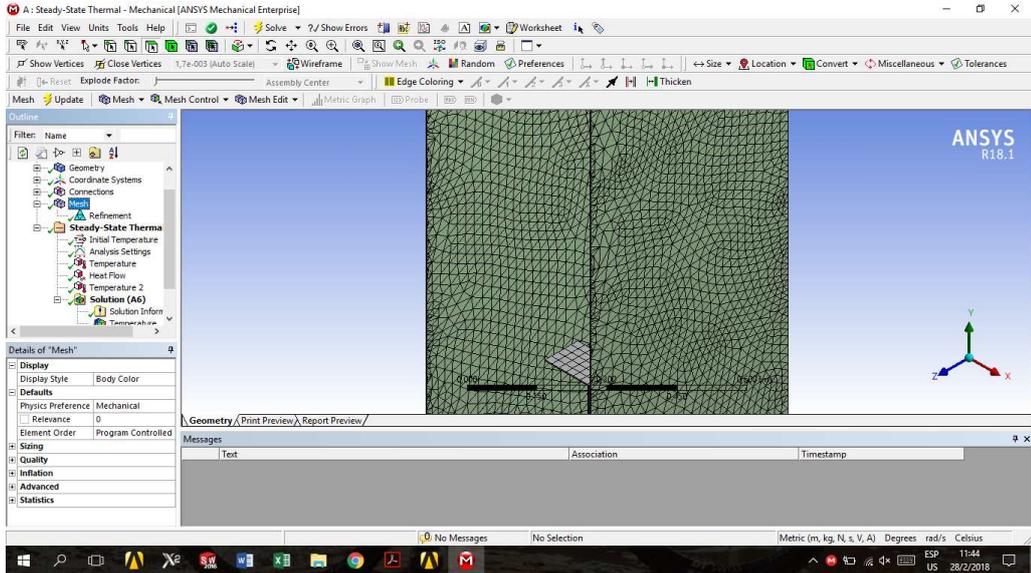
- Usos industriales: se utiliza como fibra de refuerzo en morteros a base de cemento, sustitución de amianto en tejados, paneles de fachadas, piezas de recubrimiento, de decoración...

4. MARCAS COMERCIALES

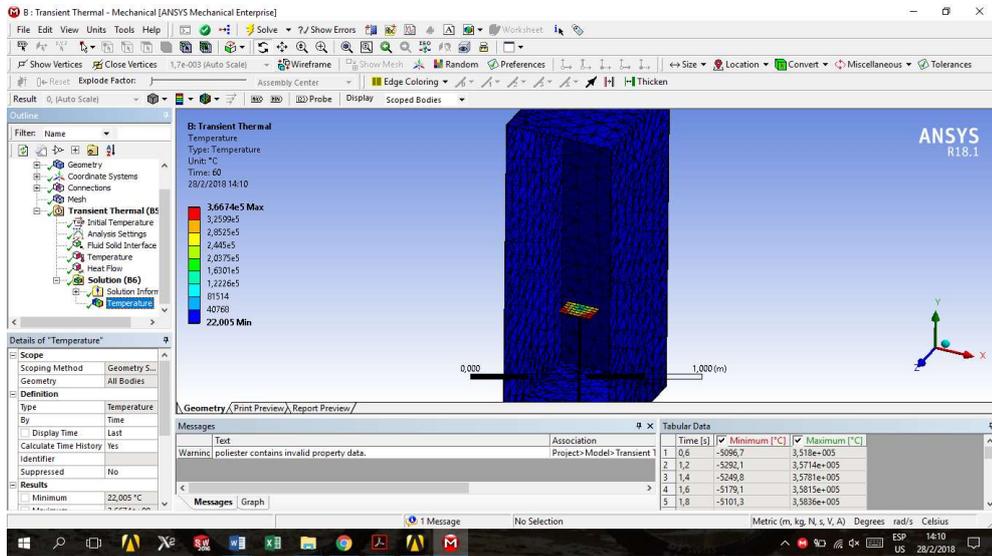
- CEM-FIL
- NIPPON ELECTRIC

ANEXO 4 Simulación en ANSYS

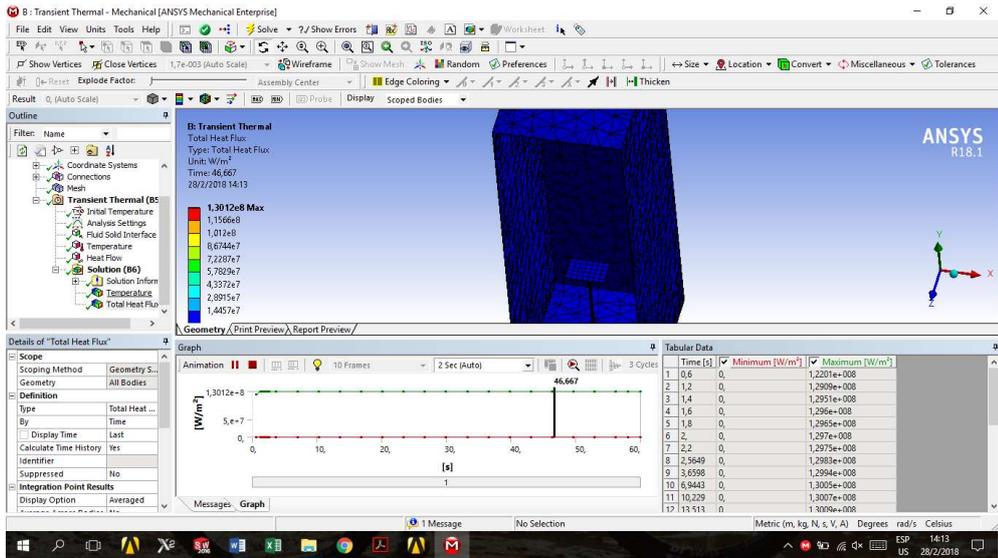
Se realiza el mallado respectivo para hacer el análisis de transferencia de calor en estado transitorio. A continuación, se muestra el mallado refinado en estado 2



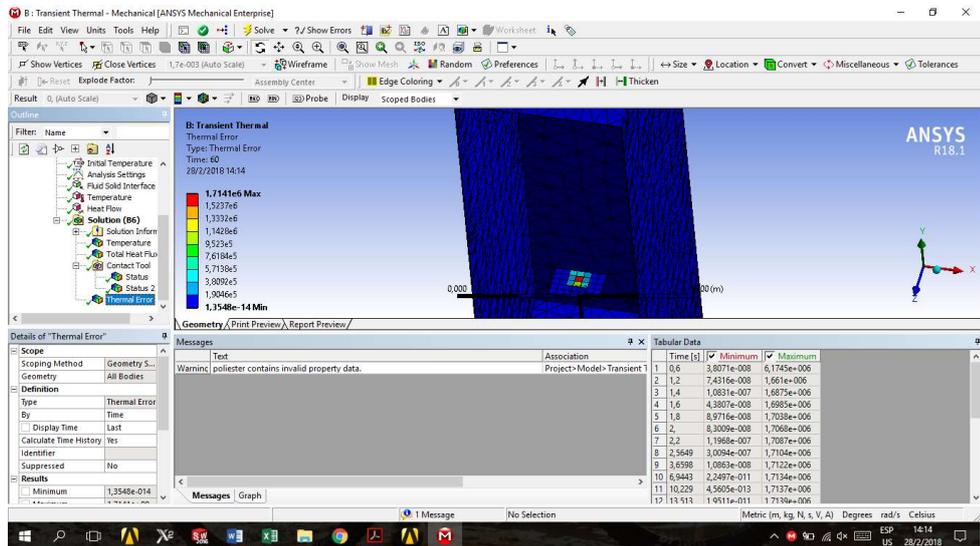
A continuación se muestra el estado de temperatura en la probeta y la cámara, el análisis está hecho en 2 minutos



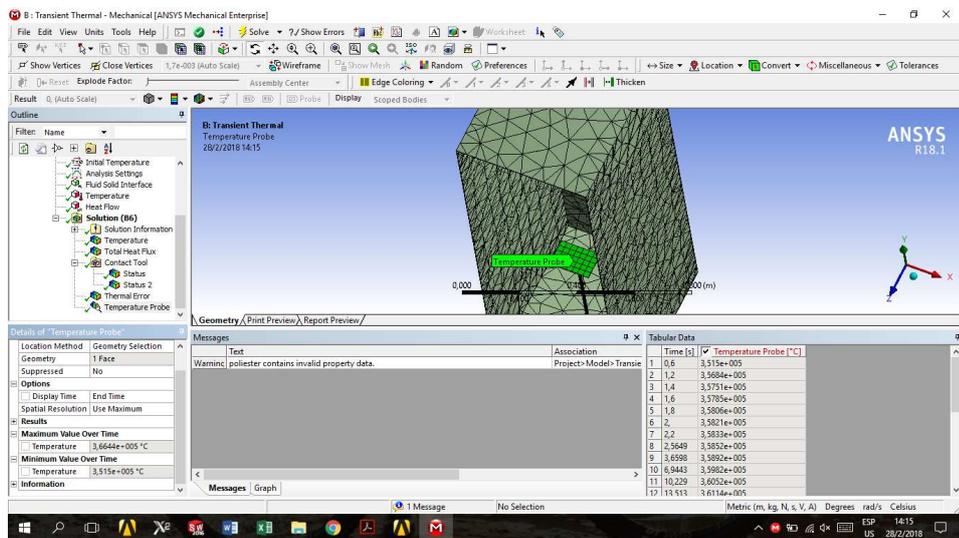
En la siguiente grafica se muestra el flujo de calor expuesto la probeta



A continuación tenemos el error de temperatura



Temperatura de la probeta



ANEXO 5 Norma ASTM D6413



Designation: D 6413 – 99

TESTEX Textile Instrument Ltd

Offers a wide range of textile testing equipment with european quality and chinese price, kindly contact us for more information.

Web : www.textileinstruments.net

Email: sales@textileinstruments.net

Standard Test Method for Flame Resistance of Textiles (Vertical Test)¹

This standard is issued under the fixed designation D 6413; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

1. Scope

1.1 This test method is used to measure the vertical flame resistance of textiles.

1.1.1 As a part of the measure of flame resistance, after-flame and afterglow characteristics are evaluated.

1.2 This standard shall be used to measure and describe the response of materials, products, or assemblies to heat and flame under controlled laboratory conditions and shall not be used to describe or appraise the fire hazard or fire risk of materials, products, or assemblies under actual fire conditions.

1.3 The values stated in either SI units or other units are to be regarded separately. The values stated in each system are not exact equivalents; therefore, each system shall be used independently without combining values.

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

D 123 Terminology Relating to Textiles²

D 1776 Practice for Conditioning Textiles for Testing²

D 4391 Terminology Relating to Burning Behavior of Textiles³

3. Terminology

3.1 *Definitions*—For definitions of terms relating to the combustion of textiles, see Terminology D 4391. For definitions of other textile terms used in this test method, refer to Terminology D 123.

3.2 *Definitions of Terms Specific to This Standard:*

3.2.1 *afterflame, n*—persistent flaming of a material after the ignition source has been removed.

3.2.2 *after-flame time, n*—the length of time for which a material continues to flame after the ignition source has been removed.

3.2.3 *afterglow, n*—glow in a material after the removal of an external ignition source or after the cessation (natural or

induced) of flaming of the material.

3.2.4 *afterglow time, n*—the time afterglow continues after the removal of the ignition source and the cessation of flaming.

3.2.5 *char length, n*—in measuring flame resistance of textiles, the distance from the fabric edge, which is directly exposed to the flame to the furthest point of visible fabric damage after a specified tearing force has been applied.

3.2.6 *charring, n*—the formation of carbonaceous residue as the result of pyrolysis or incomplete combustion.

3.2.7 *flame, n*—as related to ignition of textiles, a controlled hot, luminous zone of gas or matter in gaseous suspension, or both, of constant size and shape that is undergoing combustion as evidenced by a low-intensity heat flux of less than 1 kw, such as candle flame or match flame.

3.2.8 *flame application time, n*—the time interval for which the ignition flame is applied to a material.

3.2.9 *flame resistance, n*—the property of a material whereby flaming combustion is prevented, terminated, or inhibited following application of a flaming or nonflaming source of ignition, with or without subsequent removal of the ignition source.

3.2.10 *glow, n*—visible, flameless combustion of the solid phase of a material.

3.2.11 *ignition, n*—the initiation of combustion.

3.2.12 *melting, n*—a liquification of material under the influence of heat.

3.2.13 *smoldering, n*—the combustion of a solid material without accompaniment of flame but generally with the production of smoke.

4. Summary of Test Method

4.1 A specimen is positioned vertically above a controlled flame and exposed for a specified period of time. The flame then is removed, and afterflame time and afterglow time are measured.

4.2 Char length is measured under a specified force.

4.3 Any evidence of melting or dripping is noted.

5. Significance and Use

5.1 This test method determines the response of textiles to a standard ignition source, deriving measurement values for afterflame time, afterglow time, and char length.

5.2 The vertical flame resistance, as determined by this test method, only relates to a specified flame exposure and application time.

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D-13 Textiles and is the direct responsibility of Subcommittee D13.52 on Flammability. Current edition approved April 10, 1999. Published August 1999.

² *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 07.01.

³ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 07.02.

5.3 This test method maintains the specimen in a static, draft-free, vertical position and does not involve movement except that resulting from the exposure.

5.4 Test Method D 6413 has been adopted from Federal Test Standard No. 191A method 5903.1, which has been used for many years in acceptance testing. The between-laboratory precision of this test method has not been established. Refer to Section 14 for single-laboratory precision.

5.4.1 If there are differences or practical significance between reported test results for two laboratories (or more), comparative tests should be performed to determine if there is a statistical bias between them, using competent statistical assistance. As a minimum, the test samples used should be as homogeneous as possible, that are drawn from the material from which the disparate test results are obtained, and that are assigned randomly in equal numbers to each laboratory for

testing. Other materials with established test values may be used for this purpose. The test results from the two laboratories should be compared using a statistical test for unpaired data, at a probability level chosen prior to the testing series. If a bias is found, either its cause must be found and corrected, or future test results must be adjusted in consideration on the known bias.

6. Apparatus

6.1 *Test Cabinet and Accessories*, fabricated in accordance with the requirements specified in Figs. 1-5. Galvanized sheet metal or other suitable metal can be used. The entire inside back wall of the cabinet shall be painted black to facilitate the viewing of the test specimen and pilot flame.

6.1.1 The test cabinet shall be set up in a laboratory hood or with comparable equipment so that combustion gases can be

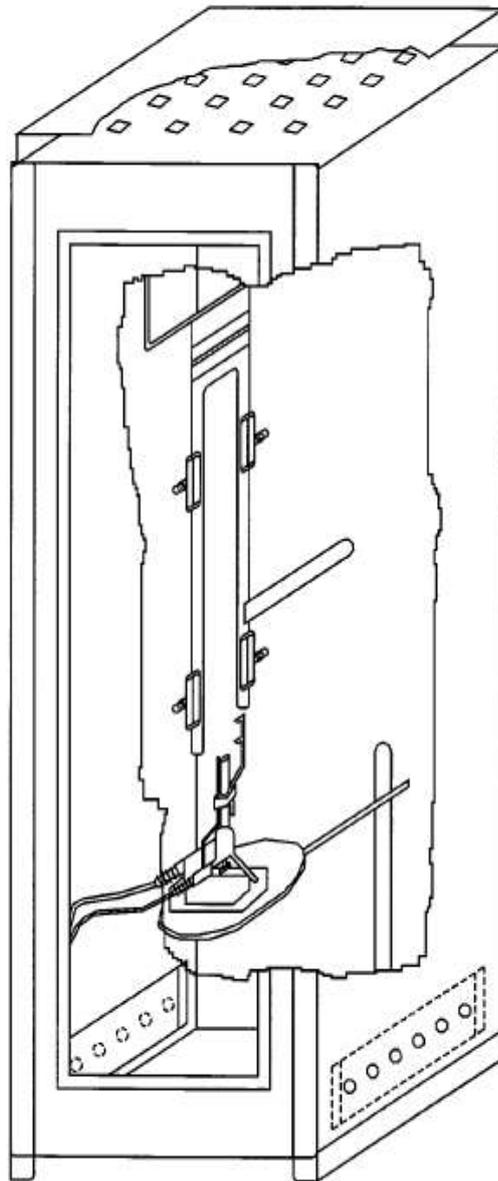
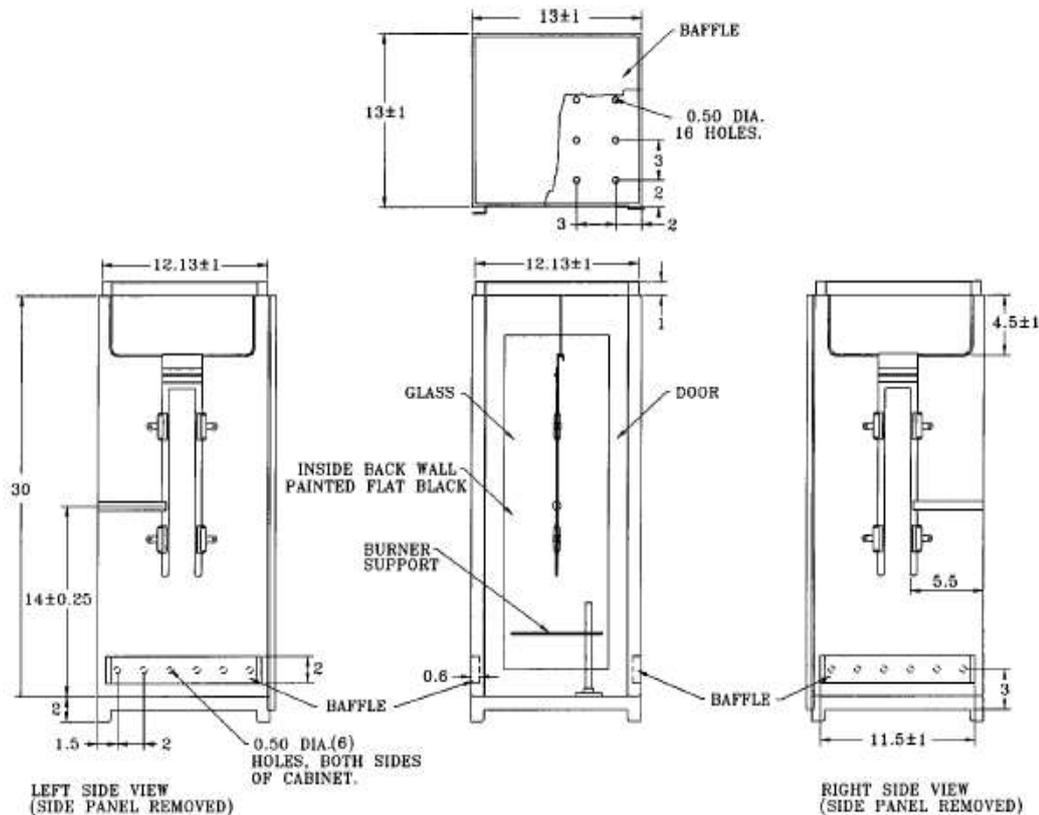


FIG. 1 Test Apparatus

D 6413



ALL DIMENSIONS IN INCHES
 FIG. 2 b Test Apparatus Construction Details (continued)

to determine char length. The metal hooks shall consist of 1-mm (0.04-in.) diameter steel wire, 76 mm (3 in.) long. The hook is formed by bending the wire to 45° angle forming a hook 3 mm (0.5 in.) from one end. This hook is used for puncturing the fabric.

6.11 *Flame Impingement Timer*, a timer and electrical gas solenoid used to control the interval, which gas is supplied to the burner.

7. Hazards

7.1 Normal precautions applicable to pressurized flammable gases, open flames, hot flames, hot surfaces, burning fabrics and combustion, off gases and solid residue shall be employed.

7.2 Conduct the tests in a hood to contain the gases evolved during testing and for exhaust of the gases after each test.

8. Preparation of Apparatus

8.1 Adjust gas pressure to 17.2 ± 1.7 kPa (2.50 ± 0.25 lbf/in.²) and ignite pilot flame. Adjust the pilot flame to a height of approximately 3 mm (0.12 in.) when measured from its lowest point. Be sure that the tip does not alter shape of the test flame during the 12s exposure time.

8.1.1 Adjust the burner flame using the needle valve in the base of the burner to achieve a flame height of 38 mm (1.50 in.). This height is achieved by fully closing the air opening on the burner tube base and fully opening the solenoid valve.

NOTE 1—Tape may be used to close off the air openings on the burner.

8.1.2 Position the burner so that the middle of the lower edge of the specimen holder is centered 19 mm (0.75 in.) above the burner.

NOTE 2—It may be necessary to turn off nearby lights to make sure of the accuracy of intersect of the midpoint of the flame with the mounting clamp.

8.2 Adjust the timer to provide a 12 ± 0.2 -s flame to the specimen.

NOTE 3—Using a hand-held timer or stopwatch, verify the flame time.

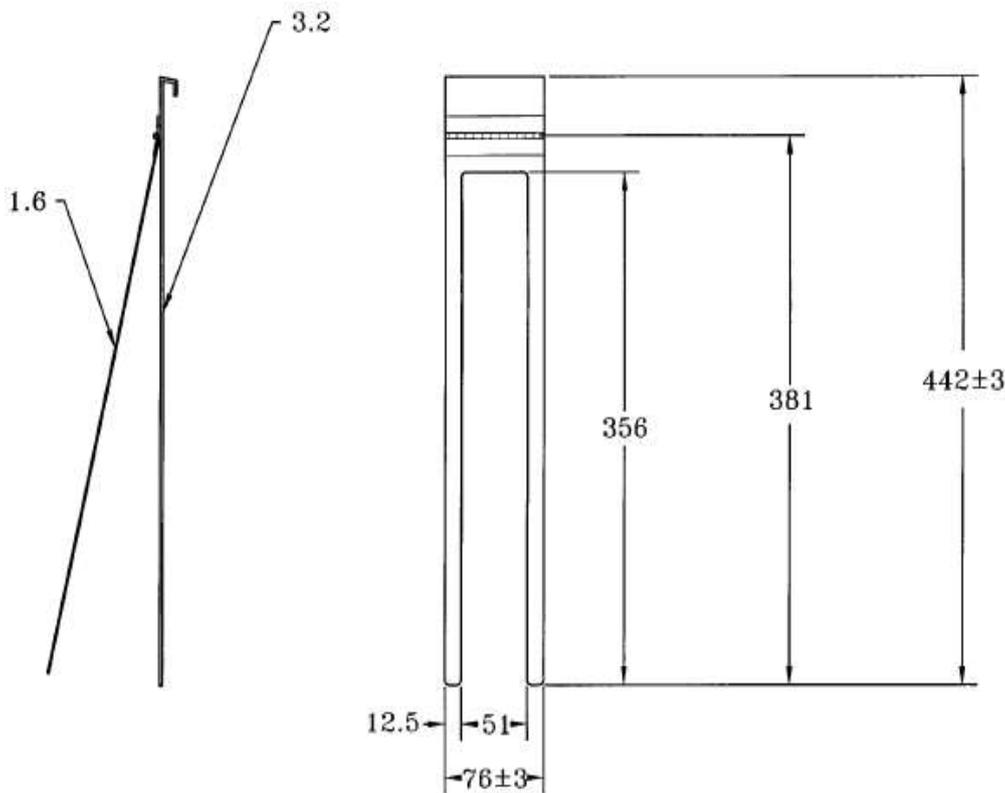
8.2.1 Do this by measuring the interval between the opening and closing of the solenoid with an accurate laboratory timer or stopwatch.

9. Sampling

9.1 *Primary Sampling Unit*—Consider rolls of fabric or fabric components of fabricated assemblies to be the primary sampling unit, as applicable.

9.2 *Laboratory Sampling Unit*—As a laboratory sampling unit take from rolls at least one full-width piece of fabric that is 1 m (1 yd) long along the selvage (machine direction), after removing first a 1-m (1-yd) length. For fabric components of fabricated assemblies the entire assembly may be used.

9.3 *Test Specimens*—From each laboratory sampling unit, cut five lengthwise and five widthwise test specimens 76 mm (3.0 in.) by 300 mm (12 in.). For woven fabrics, the long dimensions are cut parallel to the warp yarns for lengthwise



ALL DIMENSIONS IN mm.

FIG. 3 a Specimen Holder Construction Details

tests and parallel to the filling yarns for widthwise tests. Take lengthwise specimens from different positions across the width of the fabric. Consider the long direction as the direction of the test. Label to maintain specimen identity.

9.3.1 Cut specimens representing a broad distribution diagonally across the width of the laboratory sampling unit. Ensure specimens are free of folds, creases, or wrinkles. Avoid getting oil, water, grease, etc., on the specimens when handling.

9.3.2 If the fabric has a pattern, ensure that the specimens are a representative sampling of the pattern.

10. Conditioning

10.1 Bring the laboratory sampling units or test specimens to moisture equilibrium as directed in Practice D 1776, except no preconditioning is necessary.

10.2 Each specimen to be tested shall be exposed to the test flame within 4 min after removal from the standard atmosphere or placed in a desiccator without desiccant or equivalent after conditioning for storage until testing and transfer to the testing area.

11. Procedure

11.1 Mount and expose each specimen to the flame within 4 min of removal from the conditioning area or storage.

11.2 Clamp the test specimen between the two halves of the holder, with the bottom of the specimen even with the bottom

of the holder. With the holder held vertically, secure the specimen in the holder with a minimum of four clamps. Position two clamps near the top of the holder, one on each side to stabilize the specimen. Similarly, position two clamps at the bottom of the holder, one on each side.

11.3 Turn off the hood ventilation. Insert the specimen holder containing the specimen into the test cabinet and position the burner with the middle of the lower edge of the test specimen centered 19 mm (0.75 in.) above the burner and leveled with the bottom metal prong.

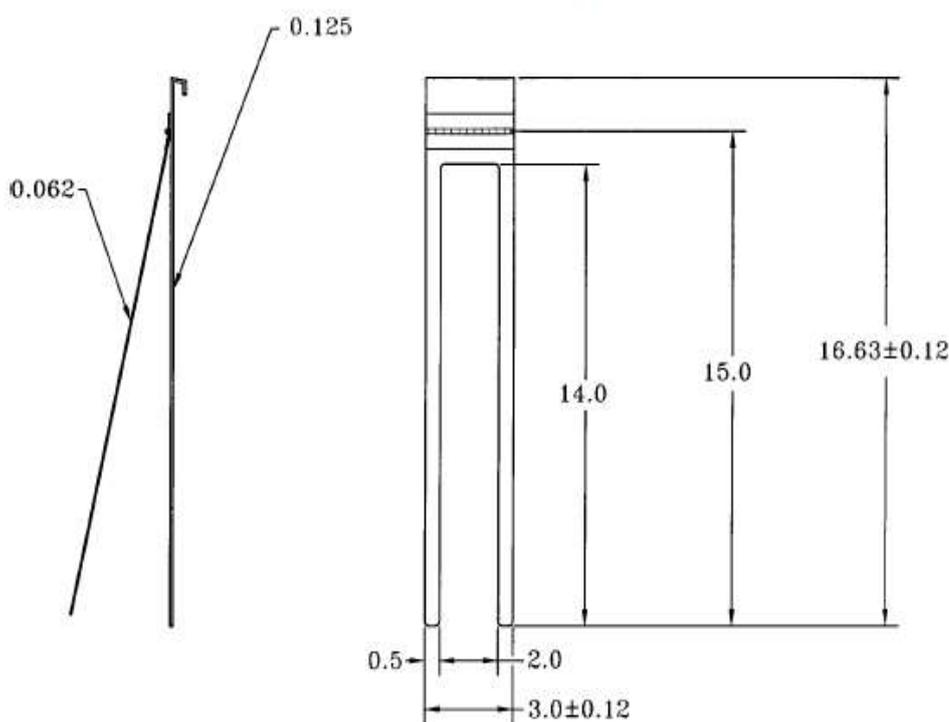
11.4 Start the flame impingement timer and expose the specimen for the 12 ± 0.2 s. Observe the specimen for melting or dripping during the flame exposure. Record any observations. Immediately after the flame is removed, start a stopwatch for measurement of the afterflame and afterglow time.

11.5 Observe how long the specimen continues to flame after the 12 s exposure time. Record the afterflame time to within 0.2 s.

11.6 Observe how long the specimen continues to glow after the afterflame ceases or after removal of the flame if there is no afterflame. Record this afterglow time to the nearest 0.2 s. Do not extinguish the glow because of potential effect on char length.

11.7 Remove the specimen holder from the test cabinet. Turn on the hood ventilation to clear the test cabinet of fumes and smoke. Allow the specimen to cool.

11.8 Measure the char length as shown in Fig. 6.



ALL DIMENSIONS IN inches.

FIG. 3 b Specimen Holder Construction Details (continued)

11.8.1 Make a crease by folding the specimen along a line through the peak of the highest charred area and parallel to the sides of the specimen.

11.8.2 Puncture the specimen with the hook approximately 6 mm (0.25 in.) from the bottom edge and from the side edge of the specimen.

11.8.2.1 Attach a weight of sufficient mass to give a combined mass of the weight with the hook that will result in the appropriate tearing force. See Table 1 to determine the designated total tearing force for fabrics of different basis weights.

11.8.3 Apply the tearing force as follows. Grasp the corner of the specimen on the opposite bottom fabric edge from where the hook and weight are attached. Raise the specimen upward in a smooth continuous motion until the total tearing force is supported by the specimen. Note any fabric tear in the charred area of the specimen. Mark the end of the tear with a line across the width of the specimen and perpendicular to the fold line.

11.8.4 Measure the char length along the undamaged edge of the specimen to the nearest 3 mm (0.12 in.).

12. Calculation

12.1 *Afterflame Time*—Calculate the average afterflame time to the nearest 0.5 s for the lengthwise and widthwise directions for each laboratory sample.

12.2 *Afterglow Time*—Calculate the average afterglow time to the nearest 0.5 s for the lengthwise and widthwise directions for each laboratory sample.

12.3 *Char Length*—Calculate the average char length to the nearest 3 mm (0.12 in.) for the lengthwise and widthwise

directions for each laboratory sample.

13. Report

13.1 State that the samples were tested as directed in Test Method D 6413. Describe the materials or product tested.

13.2 Report the following fabric lengthwise and widthwise information for individual specimens, for the laboratory sampling unit and for the lot as applicable to a material specification or contract order.

13.2.1 Afterflame time.

13.2.2 Afterglow time.

13.2.3 Char length.

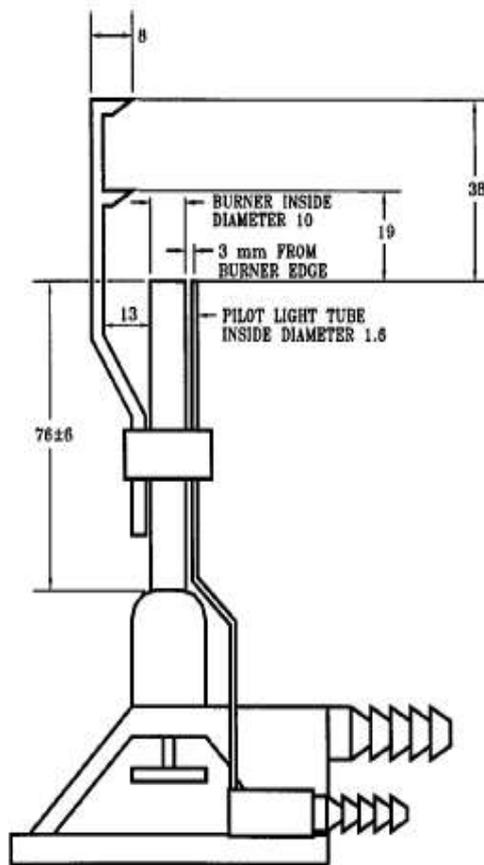
13.2.4 Occurrence of melting or dripping, if any.

14. Precision and Bias

14.1 *Precision*:

14.1.1 *Single Laboratory Study*—Seven flame resistant woven fabrics were tested in one laboratory, using one operator to determine char length, afterflame time, and afterglow time and three values measured on each specimen by the procedure. Ten specimens were taken from each fabric sample, five in the lengthwise (machine) and five in the widthwise (cross-machine) direction. This single-laboratory data set is analyzed and used in writing a temporary precision statement, pending a full interlaboratory study. Until the full study is completed, users of the test method are advised to exercise conventional statistical caution in making any comparisons of the test results.

14.1.2 *Char Length*—Variances for lengthwise and widthwise specimens are similar, ranging in value from 0.043 to 0.632, with an average value of 0.320 in.²(standard deviation



ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS

FIG. 4 a Burner and Flame Height Gage Construction

= 0.566 in.) as determined by analysis of variance. Critical differences, based on this value and a 95 % probability level, may be applied either to lengthwise average comparisons, or to widthwise average comparisons, to determine significance.

14.1.3 *Afterflame*—Variances for lengthwise and widthwise specimens are similar, ranging in value from 0.008 to 0.106 with an average value of 0.053 2 (standard deviation = 0.230) as determined by analysis of variance. Critical differences, based on this value and a 95 % probability level, may be applied either to lengthwise average comparisons, or to widthwise average comparisons, to determine significance.

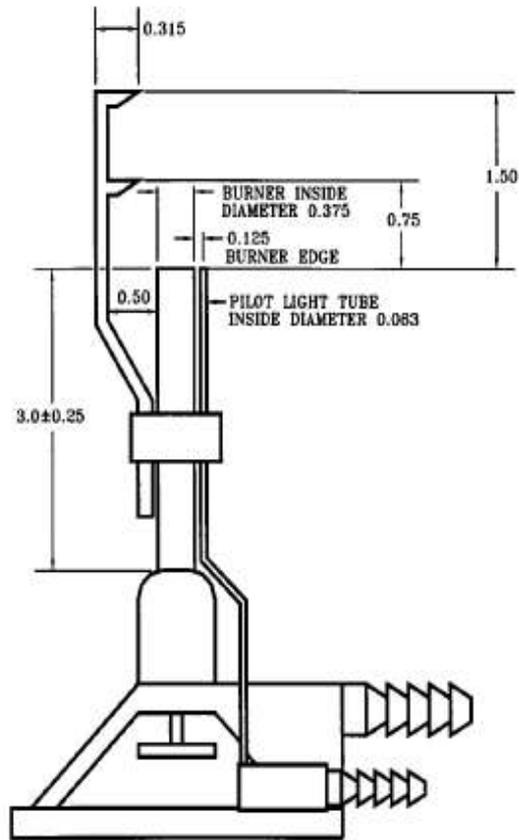
14.1.4 *Afterglow*—Variances for lengthwise and widthwise specimens were more dissimilar, but became similar, when four fabrics, with lengthwise and widthwise variances less than 0.9 and with an average value of 0.278 S^2 (standard deviation = 0.570) were placed in Group 1, and two fabrics, with lengthwise and widthwise variances greater than 1.0 and with an average value of 1.870 S^2 (standard deviation = 1.367) are

placed in Group 2, both as determined by analysis of variance. One fabric could not be placed in either group. A table of critical differences is calculated for each of the two groups, based on each group's variance value and a 95 % probability level. Apply the appropriate group table values, either to lengthwise average comparisons, or to widthwise average comparisons, depending on whether or not the variance values for the averages being compared fall closer to 0.28 or closer to 1.87.

14.2 *Bias*—The procedure of this test method produces a value that can be defined only in terms of a test. There is no independent, referee test method by which bias may be determined. This test method has no known bias. Tables 2-4

15. Keywords

15.1 afterflame; afterglow; char length; flammability; textiles; vertical flame



ALL DIMENSIONS IN INCHES.

FIG. 4 b Burner and Flame Height Gage Construction (continued)

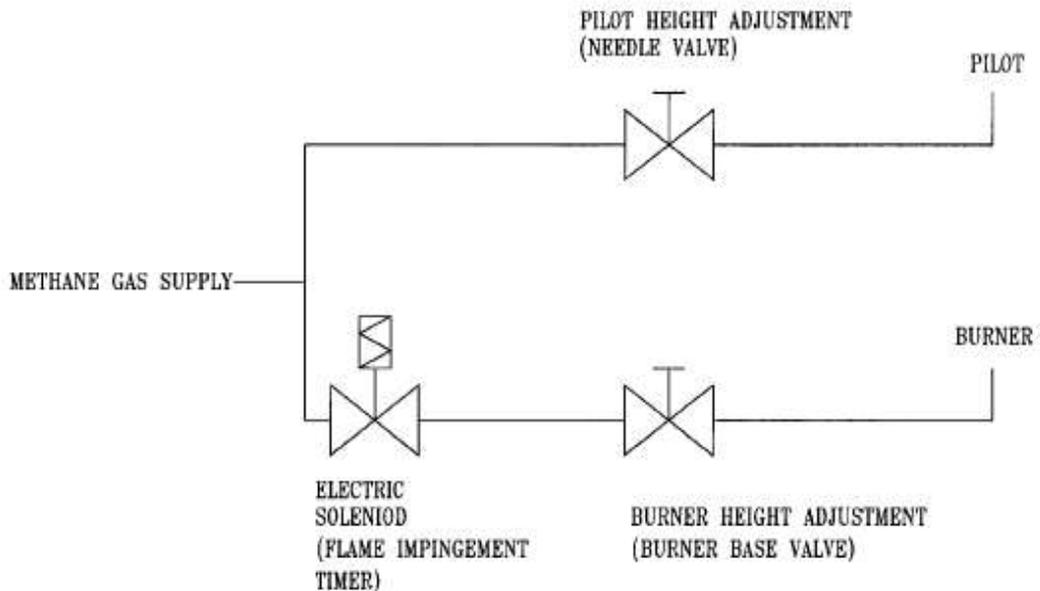
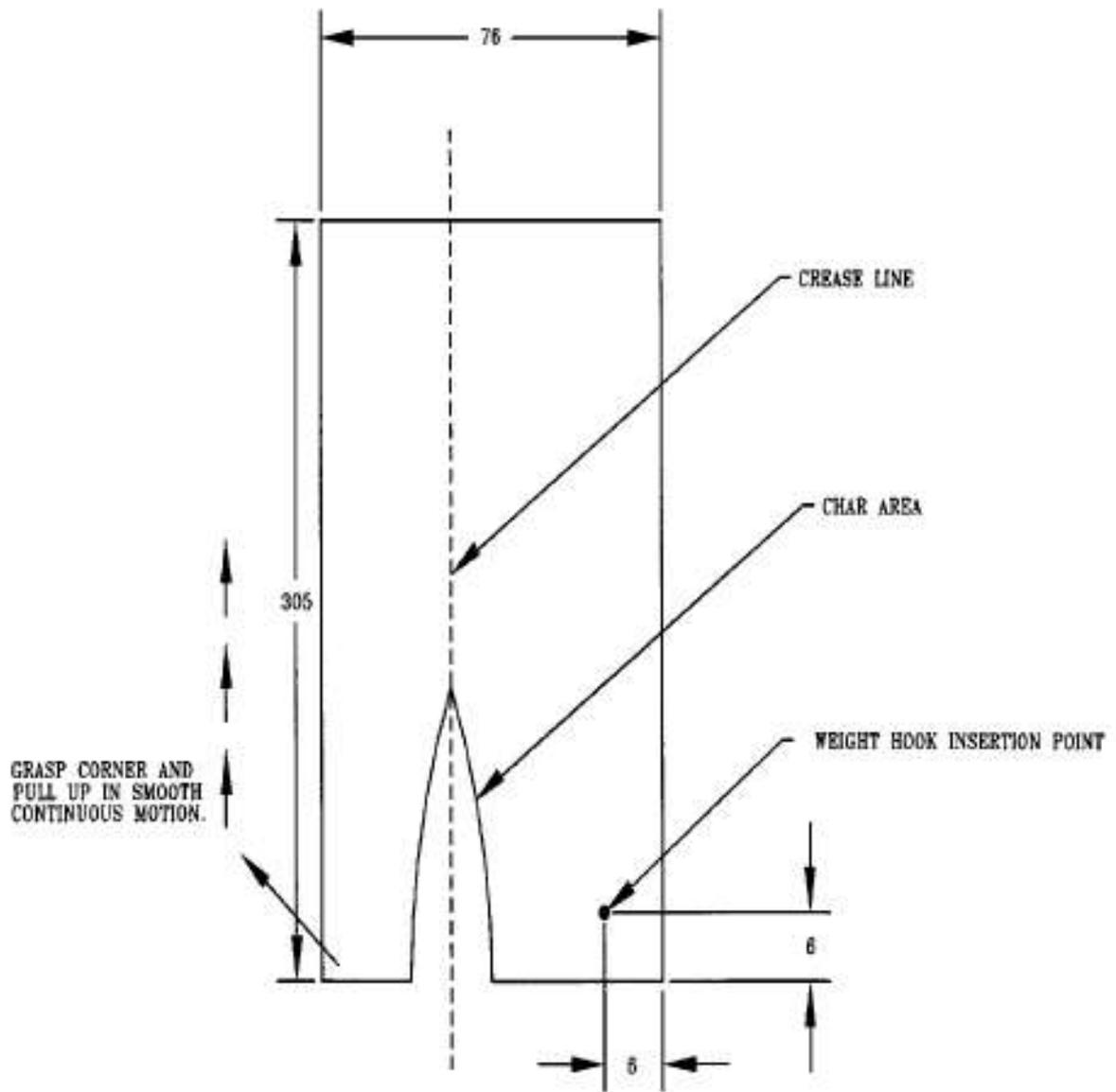


FIG. 5 Schematic of Methane Gas Controls and Adjustments

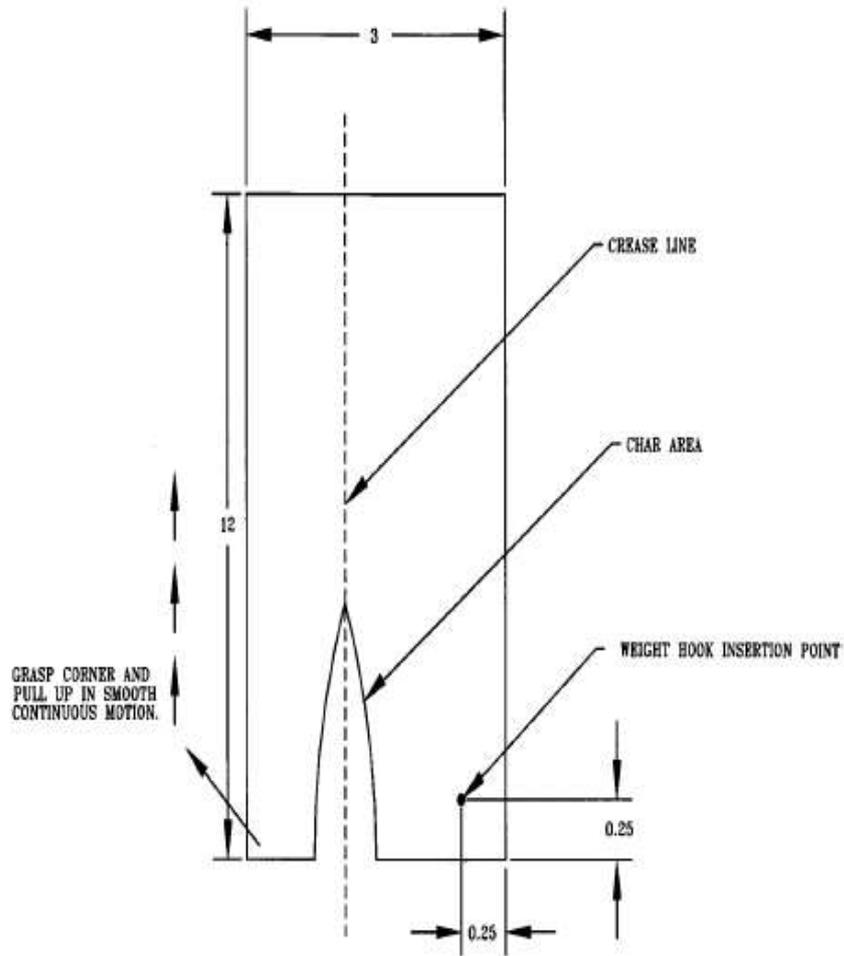
ASTM D 6413



ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS

FIG. 6 a Char Length Measurement

D 6413



ALL DIMENSIONS IN INCHES

FIG. 6 b Char Length Measurement (continued)

TABLE 1 Tearing Force for Char Length Determination

g/m ²	Fabric Basis Weight ^A oz/yd ²	Total Tearing Force	
		g	oz
68 to 203	2.0 to 6.0	100	4.0
over 203 to 508	over 6.0 to 15.0	200	8.0
over 508 to 780	over 15.0 to 23.0	300	12.0
over 780	over 23.0	475	16.0

^AThe Fabric Basis Weight refers to the weight of cloth before the addition of any fire retardant treatment or coating.

TABLE 2 Within-Laboratory Critical Differences

Char Length (in.) (95 % Probability Level)		
N ^A	SE ^B	CD ^C
1	0.57	1.58
3	0.33	0.91
5	0.25	0.71
7	0.21	0.60

^AN - Number of determinations per average.

^BSE - Standard Error for N determinations.

^CCD - 2.8 SE

TABLE 3 Within-Laboratory Critical Differences

Afterflame (s) (95 % Probability Level)		
N ^A	SE ^B	CD ^C
1	0.23	0.64
3	0.13	0.37
5	0.10	0.29
7	0.09	0.24

^AN - Number of determinations per average.

^BSE - Standard Error for N determinations.

^CCD - 2.8 SE

TABLE 4 Within-Laboratory Critical Differences

Afterglow (s) (95 % Probability Level)		
Group 1 (Variance approximately 0.28)		
<i>N</i> ^A	<i>SE</i> ^B	<i>CD</i> ^C
1	0.53	1.48
3	0.30	0.85
5	0.24	0.66
7	0.20	0.56
Group 2 (Variance approximately 1.87)		
<i>N</i>	<i>SE</i>	<i>CD</i>
1	1.37	3.83
3	0.79	2.21
5	0.61	1.71
7	0.52	1.45

^A*N* – Number of determinations per average.

^B*SE* – Standard Error for *N* determinations.

^C*CD* – 2.8 *SE*.

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428.

This standard is copyrighted by ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (<http://www.astm.org>).

ANEXO 6 Atlas Material Testing Solutions



HVFAA

Horizontal Vertical Flame Chamber



Atlas' HVFAA Horizontal Vertical Flame Chamber accurately determines the flammability of cabin compartment materials and electric wire. The chamber is designed to perform Bunsen burner tests in accordance with FAA's *Aircraft Material Fire Test Handbook* DOT/ FAA/AR-00/12, chapters 1.0 - 4.0 (FAR 25.853, 25.855, 25.1359).

HVFAA Capabilities and Details

The Atlas HVFAA Horizontal Vertical Flame Chamber provides the most accurate means for determining the flammability of aircraft cabin and cargo compartment materials, liners and waste stowage compartment materials, and electric wire. The large volume chamber prevents oxygen depletion during tests. Three digital timers with remote control make specimen event timing precise and convenient. To ensure accurate and repeatable tests, an optional burner flame temperature verification kit is available. The HVFAA is the optimal instrument for conducting repeatable FAA flammability tests.

Standard Features:

- ◆ Gas control system
- ◆ Local gas pressure regulator and gauge
- ◆ Gas flow indicator lamps
- ◆ Three digital specimen event timers with remote control
- ◆ Automatic gas shut off during power failure
- ◆ Burner positioning apparatus
- ◆ Sliding tempered glass viewing window
- ◆ Hand access openings with doors for closed window access
- ◆ Interior light
- ◆ Meets or exceeds CE safety requirements

Optional Features:

- ◆ Flame Confirmation Kit (meets requirements of ASTM D5207)
- ◆ High Temperature Exhaust Blower with Variable Speed Control
- ◆ Specimen holder kits:
 - Horizontal Holder - for Horizontal Bunsen Burner Test for Cabin and Cargo Compartment Materials Chapter 3.0, DOT/FAA/AR-00/12
 - Vertical Holder - for Vertical Bunsen Burner Test for Cabin and Cargo Compartment Materials Chapter 1.0, DOT/FAA/AR-00/12
 - 45° Holder - for 45° Bunsen Burner Test for Cabin and Cargo Compartment Materials Chapter 2.0, DOT/FAA/AR-00/12
 - 60° Holder - for 60° Bunsen Burner Test for Electric Wire Chapter 4.0, DOT/FAA/AR-00/12



Advantages:

Conforms to Aviation Fire Test Standards

Meets DOT/FAA/CT-89/15, Aircraft Material Fire Test Handbook (FAR 25.853, 25.855 and 25.1359) & others

Easy Setup and Operation

Sliding/tilting burner mount, remote controlled timers

Flexible Specimen Testing

Four easily interchangeable specimen holders available

Large Volume, Draft-free Test Chamber

Large chamber (>0.5 m³) prevents oxygen depletion, draft-free side air vents

Accurate Gas Control

Precision flowmeter and gas pressure regulator/gauge

Optional Flame Confirmation Kit

Allows accurate verification of test flame height and color

Optional Chamber Exhaust Blower System

Rapidly clears chamber of combustion products between tests

Technical Specifications:

- ◆ Physical dimensions (W x H x D) :
 - Interior: 122cm (48") x 114cm (45") x 51cm (20")
 - Exterior: 122cm (48") x 140cm (55") x 51cm (20")
- ◆ Weights: Bench: 124kg (275lbs) Shipping: 181kg (400lbs)
- ◆ Electrical: 120V, 60Hz, 1.5A or 230V, 50Hz, 0.75A
- ◆ Testing requires customer-supplied technical grade methane (minimum 99% purity) at 20-40 PSI

For additional information, please visit our website at www.atlas-mts.com or send us an email at atlas.info@ametec.com

© 2013 Atlas Material Testing Technology, LLC

All rights reserved. Printed in the USA.

Information is subject to change without notice.

Pak No. 2016 Rev 4.2 6/13 | BV Pak No. 56352872

ANEXO 7 FMVSS 302 The Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 302



FMVSS 302

The Federal Motor Vehicle Safety
Standard No. 302



THE BENCHMARK IN FIRE TESTING



FTT FMVSS 302

The Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 302

The FTT FMVSS 302 is manufactured according to the Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 302. The FMVSS 302 specifies the burn resistance requirements for materials used in the occupant compartments of motor vehicles (i.e. passenger cars, multipurpose passenger vehicles, trucks and buses). This is to reduce the deaths and injuries to motor vehicle occupants caused by vehicle fires, especially those originating in the interior of a vehicle from sources such as matches or cigarettes.

The FTT FMVSS 302 consists of -

- Stainless Steel combustion chamber
- Gas controls and safety flashback device
- Ignition source with fine adjustment valve
- Specimen holder



Combustion Chamber

The combustion chamber is an enclosure constructed from stainless steel, with a heat resistant window at the front for observation.

The test is conducted within the chamber which protects the test specimens from drafts. The interior of the cabinet is 381mm long, 203mm deep and 356mm high. It has a high temperature resistant glass observation window which can be easily removed for cleaning, a thermal warning indicator to warn of hot surfaces, an opening to permit insertion of the specimen holder from the right hand side of the unit, Bursen burner, needle valve to control the gas flow, safety flashback arrester, and specimen support rails. For ventilation, the chamber is elevated 10mm by feet fitted to the base of the chamber. Additionally, the chamber roof is raised by 13mm to allow ventilation.



Gas Controls

Gas flow is controlled by a needle valve outside the chamber to produce flame stability. Connection is made at the top of the flash back arrester, which is a standard 6mm hose barb.



Ignition Source

A choice of Bunsen burner tubes is provided. The tube marked with ISO has a 9.5mm inside diameter and is suitable for the ISO 3795 test. The tube marked with FM has a 10mm inside diameter and is suitable for the FMVSS test. The Bunsen burner tube can be interchanged and cleaned very easily. A needle valve (located externally) is used to adjust the flame height to 38mm. The gas supplied to the burner should have a calorific value of approximately 38MJ/m³. The suggested gas supply is natural gas or a flame temperature equivalent.



Specimen Holders

The test specimen is inserted between two matching U-shaped stainless steel frames 25mm wide and 10mm high. The interior dimension of the FMVSS and the ISO 3795 U-shaped frame is 50mm wide by 330mm long. A specimen that softens and bends at the flaming end so as to cause erratic burning is kept horizontal by supports consisting of thin, heat-resistant wires 0.25mm diameter, spanning the width of the U-shaped frame under the specimen at 25mm intervals.



Results

The burn rate is calculated from the following formula:-

$$B = 60 \times \left(\frac{D}{T} \right)$$

where:

- B = Burn rate (mm/min)
- D = Length the flame travels (mm)
- T = Time for the flame to travel D millimetres (s)

Key Advantages

- Fully compliant to FMVSS 302 and ISO 3795 requirements depending on which sample holder is used.
- Complete and ready to use system.
- Low maintenance requirement.

Technical Specification

Measuring Principle	Horizontal Flammability Test
Operating Temperature	23 ± 5°C, non-condensing environment
Bunsen Burner Tubes Diameter	9.5mm & 10mm supplied
Cabinet Dimensions (interior)	381mm (W) x 203mm (D) x 356mm (H)
System Dimensions	450mm (W) x 205mm (D) x 390mm (H)
Optional sample holders	FMVSS & ISO 3795 (specify at time of order)

Services

Condition	Requirement
Test Room	The FMVSS should be situated in a draught free environment at 23 ± 5°C and a relative humidity of 50 ± 20%.
Gas Supply	A supply of natural gas. In order to obtain flame stability the gas pressure shall be between 10kPa and 50kPa.
Hood	The combustion chamber should be situated under a suitably ventilated hood.

Due to the continuous development policy of FTT technical changes could be made without prior notice.



fire testing technology limited



Charwoods Road
East Grinstead
West Sussex RH19 2HL
United Kingdom
Tel: +44 (0)1342 323600
Fax: +44 (0)1342 323608
email: sales@fire-testing.com
web: www.fire-testing.com

print version 1.1

ANEXO 8 Mecheros de bunsen

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONA Servei de Prevenció de Riscos Laborals	MECHERO DE GAS (BUNSEN)			
	CODIGO	FNS/031	Fecha:	Septiembre de 2012

DESCRIPCIÓN DEL MECHERO DE GAS

El **mechero de gas Bunsen** es un instrumento que se utiliza en los laboratorios para calentar muestras o reactivos. Se recomienda que este tipo de mechero disponga de un dispositivo de seguridad ("corta-gas") que permita interrumpir el suministro de gas en caso de anomalía o mal funcionamiento (después de 20 segundos aproximadamente) y de regulador de gas y aire. Los modelos que disponen de "corta-gas" disponen de un termopar situado cerca de la llama que actúa cerrando la válvula cuando la temperatura está por debajo de cierto valor (ver foto 1).

Cualquier mechero de gas Bunsen debe disponer de **racor normalizado para conexión de conjunto espirometálico de 1/2"**. (ver foto 2)



foto 1



foto 2

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI's) A UTILIZAR

- Guantes de protección térmica en la manipulación de tubos de ensayo, balones, etc. calientes.
- Guantes de protección química en la manipulación de productos químicos.
- Gafas de protección
- Mascarilla de protección respiratoria cuando se trabaje fuera de la vitrina de extracción de gases y en función de los reactivos con los que se trabaje. Consultar previamente la **Ficha de Datos de Seguridad (FDS)** del producto químico a utilizar.
- Además, para la manipulación de productos químicos, utilización de los mecheros, etc. se debe **llevar bata**.



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONA Servei de Prevenció de Riscos Laborals	MECHERO DE GAS (BUNSEN)			
	CODIGO	FNS/031	Fecha:	Septiembre de 2012

ANTES DE UTILIZAR EL MECHERO DE GAS

- 1 Abrir la llave de paso general de gas (tubería color amarillo) del laboratorio.
- 2 Abrir la llave de paso de gas del mechero que se encuentra en la poyata.
- 3 Abrir la llave de paso de gas de color negro (ver foto 3).
- 4 Si el mechero de gas Bunsen tiene dispositivo de seguridad ("corta-gas"), presionar el pulsador de la válvula (ver foto 3).
- 5 Encender el mechero con una cerilla o mechero. Si tiene dispositivo de seguridad ("corta-gas"), mantener presionado el pulsador de la válvula hasta que la llama sea fija.
- 6 Regular la llama y la entrada de aire con el regulador de la parte inferior. No abrir de repente la entrada de aire porque el mechero se puede apagar.

Llama de color azul = correcta combustión del gasaire.

Llama de color amarillo = entrada de aire insuficiente. Regular la entrada de aire.

La llama forma un cono, donde:

- zona superior: T = 1200 - 1300 °C. Punto más azul: **carácter oxidante**
- zona baja y media: T = 500 a 1000 °C. **Carácter reductor.**

Para calentar balones, erlenmeyers o vasos de precipitados se ha de utilizar: soporte, pinzas con nuez, trípode o arco con nuez y/o rejilla (ver foto 4).



foto 3

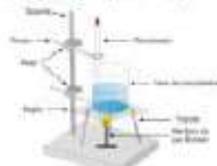


foto 4

DURANTE LA UTILIZACIÓN DEL MECHERO DE GAS

- Utilizar el mechero de gas Bunsen en una zona de trabajo ventilada.
- Durante el calentamiento de tubos de ensayo, sujetarlos por la parte superior con unas pinzas de madera. Calentar por la zona inferior del tubo y agitarlo ligeramente, orientando la salida del tubo en sentido opuesto a la persona que lo manipula, para evitar una posible salpicadura por la proyección del líquido durante la ebullición del mismo.
- Para apagar el mechero, **cerrar su llave negra y la del gas individual** por poyata. Finalmente cerrar la llave general de gas del laboratorio.

En caso de **derrame de producto químico líquido**:

1. Cerrar el mechero y dejarlo enfriar.
2. Secar/recoger la zona afectada mediante una **hoja absorbente**.

En caso de **salpicaduras o quemaduras**, consultar los consejos básicos de primeros auxilios a través del web de prevención (https://www.upc.edu/provincia/accidents/primers_auxils).

Realizar un mantenimiento periódico del mechero, revisando, como mínimo, el orificio del inyector y el tubo de salida de la llama.



Pinzas



Hoja Absorbente

EXTRACTO DEL MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL MECHERO DE GAS (BUNSEN)

1. DESCRIPCIÓN

Los mecheros **BUNSEN** son ampliamente utilizados como fuente de calor en el laboratorio. Su aplicación va desde la incineración de muestras hasta el modelado de tubos de vidrio. Correctamente utilizados ofrecen una gran seguridad y facilidad de uso.

Existen diferentes tipos de mecheros, de características parecidas, pero que en ocasiones se adaptan mejor a una utilización concreta.

Los mecheros con Válvula termo-eléctrica ofrecen una seguridad adicional que consiste en que se corta la entrada de gas en caso de que la llama se apague accidentalmente.



2. TIPOS

Consultar con el proveedor.

3. INSTALACIÓN

- **NO CONECTAR** un mechero de gas sin manoreductor.
- **NO CONECTAR** un mechero de gas directamente a la bombona de butano.
- Antes de conectar el mechero a una instalación de gas asegúrese que esta suministra el gas y la presión adecuada.
- Los elementos de conexión y tubos deben cumplir los requisitos establecidos por la compañía suministradora del gas.
- La instalación de mecheros de gas debe ser realizada por un instalador autorizado. Consultar con la compañía suministradora cualquier duda en la instalación.
- No modificar ninguna pieza (Orificios, pasos, etc.) de los mecheros de gas. En la tabla del apartado 2 se dan las presiones de utilización.

4. OPERACIÓN

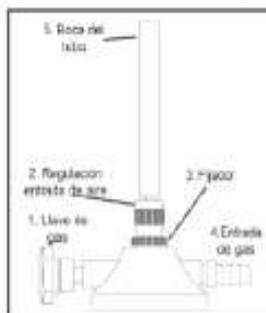
Comprobaciones previas, antes de utilizar el mechero de gas:

- Comprobar que todos los mecheros tienen su llave de regulación de gas cerrada, antes de abrir la llave de paso de la instalación.
- Comprobar que el tubo de entrada de gas está correctamente fijado a la boquilla de entrada de gas.
- Comprobar que las llaves de paso de la instalación están abiertas.

EXTRACTO DEL MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL MECHERO DE GAS (BUNSEN)

4.1 ENCENDIDO DEL MECHERO

- Cerrar totalmente la entrada de aire 2, abrir ligeramente la llave de paso del gas 1 y acercar, lateralmente, una cerilla encendida a la boca del tubo 5.
- Regular la llave de gas 1, hasta obtener una llama con la altura deseada.
- Gradualmente, abrir la entrada de aire 2.
- **NO ABRIR REPENTINAMENTE PORQUE PUEDE APAGARSE EL MECHERO**
- Para obtener mayor temperatura, abrir más la llave de gas 1 y la entrada de aire 2.
- **EL MECHERO SE APAGA AL CERRAR LA LLAVE DE GAS 1**



4.2 AJUSTE DE LA LLAMA

Para obtener una llama con gran poder calorífico debe ajustarse la entrada de aire adecuada a la entrada de gas.

Si el mechero arde con la entrada de aire demasiado cerrada, la combustión es incompleta y la llama presenta un color anaranjado.

Al abrir el paso de aire, girando la pieza 2, la combustión es completa y en la llama se aprecian dos zonas claramente separadas por un cono azul pálido.

En el exterior del cono la combustión es completa, y se obtiene un gran poder calorífico.

En el interior del cono la combustión no es completa y la temperatura es inferior. Una vez regulada la entrada de aire puede fijarse mediante la pieza 4 a controladora.

Comprobación práctica del ajuste de la llama:

Sostener con unas pinzas una cápsula de porcelana encima de la llama:

- Si la cápsula se ennegrece por el humo producido es señal de que la entrada de aire es insuficiente.
- Si se observa el depósito de pequeñas gotitas de agua es señal de que la entrada de aire es correcta.

4.3 ENCENDIDO DE LOS MODELOS CON «CORTA-GAS»

Los mecheros con Válvula termo-eléctrica ofrecen una seguridad adicional que consiste en que se corta la entrada de gas en caso de que la llama se apague accidentalmente.

El temporizador situado cerca de la llama actúa cerrando la válvula cuando la temperatura está por debajo de un cierto valor.

Para encender el mechero:

- Pulsar el botón azul 8.
- Mantener apretado.
- Encender el mechero según lo explicado en 4.1
- Mantener apretado el botón azul durante unos segundos y soltarlo.



4.4 MANTENIMIENTO

Aproximadamente una vez al año, limpiar el orificio del inyector y el tubo de salida de la llama. Revisar el estado de las juntas tóricas de la llave de paso de gas.

ANEXO 9 Informe de Inflamabilidad. Escuela Superior Politécnica del Litoral

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DEL LITORAL
"Ingeniería de la Sociedad del Conocimiento" www.espol.edu.ec

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

FCNM
Facultad de Ciencias
Naturales y Matemáticas

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y AMBIENTALES

DCCA

INFORME TÉCNICO DE:
**PRUEBA DE INFLAMABILIDAD
SEGÚN NORMA ISO 3795**

PARA LA EMPRESA:
INPOLPLAST CIA. LTDA.

FEBRERO DE 2014

GUAYAQUIL-ECUADOR

Guayaquil: Campus "Gustavo Galindo V.", Eje. 30.3 Vía Perimetral, congreso a la Caba. Santa Cecilia • Cañilla: 06-02-3363
Fax: (593-4) 2534429 • Teléfonos: 2330250 - 2330241 - 2333954 - 2334492 - 2334560 / 2354318 - 2334496 - 2334501
Campus "Las Peñas" Milagro 100 y Loja • Fax: (593-4) 2330282 • Teléfonos: 2330493 - 2330271
Quito: Av. 6 de Diciembre N33-33 y Av. Eloy Alfaro, Edif. Torre Blanca, Piso 2 • Cañilla: 17-01-1076 • Teléfonos: (593-2) 2521408 - 2561709 - 2331130 - 2327968 - 2327969



INFORME TÉCNICO DE PRUEBA DE INFLAMABILIDAD EN MUESTRA DE MATERIAL PARA PIEZAS INTERNAS DE CARROCERÍA DE BUSES, SOLICITADO POR INPOLPLAST CIA. LTDA. MEDIANTE CONTRATO DCQA-029-2014.

ANTECEDENTES

Con fecha 07 de febrero del 2014, el representante de la empresa INPOLPLAST CIA. LTDA., mediante contrato de análisis 029-2014 solicita al DCQA-ESPOL realizar la Prueba de Inflamabilidad según Norma ISO 3795 en una muestra de material para piezas interiores de carrocería de buses.

La norma internacional señala la metodología estandarizada que se debe realizar para la "Determinación del comportamiento frente al fuego de los materiales interiores y se aplica a vehículos de carretera, tractores y maquinaria para agricultura y la silvicultura".

De acuerdo a información proporcionada por el solicitante, la muestra de esparija tiene como componentes: SUPRASEC 7507 MDI (Procedencia: Canadá) y RUBIFLEX LU 38723 (Procedencia: Colombia).

Las 5 sub muestras o probetas recibidas, fueron de color blanco, todas de aspecto homogéneo, con dimensiones según lo pide la Norma (menores a 60 mm de ancho por 356 mm de largo y con un espesor no mayor a 13 mm).

PROCEDIMIENTO GENERAL

Según lo indica la norma, la prueba de inflamabilidad se realizó para cada muestra, sobre las sub muestras remitidas, las cuales se prepararon y manipularon de acuerdo a lo señalado en la norma ISO 3795.

Las pruebas se efectuaron dentro de una cámara extractora de gases, en cuyo interior las muestras se colocaron de manera longitudinal en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión.

Para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas LPG.



RESULTADOS

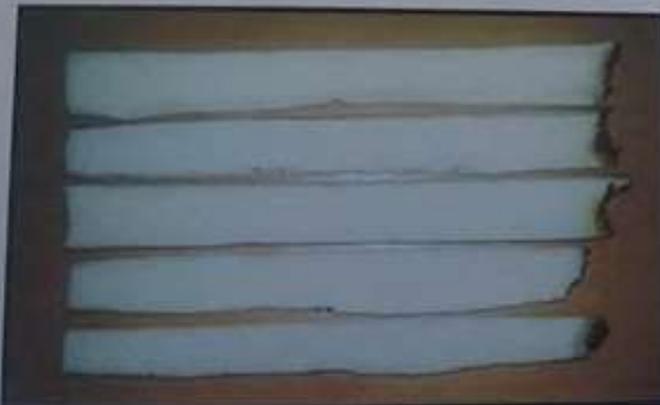
ESPONJA (SUPRASEC 7507 MDI + RUBIFLEX LU 38723)



Conjunto de submuestras antes de la prueba

Distancia quemada (mm)	Tiempo de combustión (s)	Tasa de combustión [B] (mm/mín)
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
Promedio		0.0

Observaciones: La flama no pasa la primera línea de medición, produce goteo y es auto-extinguible



Conjunto de sub muestras después de la prueba



CONCLUSIONES

De acuerdo a lo señalado en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 043:2010, apartado 4.2.12 literal e), podemos indicar que la muestra analizada cumple dicho requisito pues tiene un Índice de llama (tasa de combustión promedio) menor al valor de 250 mm/min, establecido como máximo aceptable por dicho reglamento.

Ing. Oswaldo Valle Sánchez
Director del Departamento de
Ciencias Químicas y Ambientales

Dra. Olga González Sánchez
Jefe del Laboratorio de
Espectrometría DCQA-ESPOL

LCC/



ANEXO 10 Propiedades del poliéster



DATE / FECHA: **JANUARY 14TH 2013 / Enero 14 de 2013**
Rev. 01

COMMERCIAL SPECIFICATION / ESPECIFICACIÓN COMERCIAL

NAME / NOMBRE: **PRANNA.**

PRODUCT LINES / LÍNEA DE PRODUCTOS		
BUSINESS UNIT / UNIDAD DE NEGOCIO	Contract / Institucional y Residencial	
GENERAL / GENERAL		
TOTAL WEIGHT / PESO TOTAL - g/m ² - ASTM D-751	620 ± 80	
WIDTH / ANCHO - m - ASTM D-751	Min. 1.40	
GAUGE / CALIBRE - mm - DIN 53353	1.15 ± 0.16	
SUBSTRATE / BASE		
TYPE / TIPO	Polyester / Poliéster	
WEIGHT / PESO - g/m ²	130	
MISCELLANEOUS / VARIOS		
BACTERIAL RESISTANCE / RESISTENCIA A BACTERIAS (AATCC TM 147)	Passes / Pasa	
MILDEW RESISTANCE / RESISTENCIA A HONGOS (ASTM G21)	No Growth (NG) / Sin Crecimiento	
PROTECTION / PROTECCIÓN		
FLAME RETARDANCY / RETARDANCIA AL FUEGO	Napa	
FMVSS 302	Passes / Pasa	
IMO FTP 2010 Code MSC.307(88), Part 8, 3.1 & 3.2	Passes / Pasa	
CALIFORNIA TECH. BULLETIN 117 - Section E	Passes / Pasa	
UFAC Fabric - Class I	Passes / Pasa	
NFPA 280 - Cover Fabric - Class I	Passes / Pasa	
TENSILE STRENGTH / RESISTENCIA A LA TENSION - ASTM D-751		
Kgf (MIN.)	Warp / Urdimbre	51
	Fill / Trama	26
ELONGATION AT BREAK / ELONGACION A RUPTURA - ASTM D-751		
% (AVE.)	Warp / Urdimbre	67
	Fill / Trama	159
TEAR STRENGTH - TRAPEZOID METHOD / RESISTENCIA AL RASGADO - ASTM D-751		
Kgf (MIN.)	Warp / Urdimbre	6,4
	Fill / Trama	6,6
STITCHING STRENGTH / RESISTENCIA A LA PUNTADA - DIN 54301		
Kgf (MIN.)	Warp / Urdimbre	5,0
	Fill / Trama	3,2
ADHESION / ADHESION - ASTM D-751		
Kgf / pulg (MIN.)	Warp / Urdimbre	1,5
	Fill / Trama	1,5
ABRASION / ABRASION - ASTM D-4157		
WYZENBEEK - #10 COTTON DUCK	75,000 Cycles / Ciclos No Appreciable wear / No apreciable desgaste	
ACCELERATED LIGHT AGING / SOLIDEZ A LA LUZ		
XENOTEST: AATCC TM 16-3/ NTC 1479/ CFFA-2 a1 - Blue Wool / Lana Azul	Calc7 1,000 Hours = Passes / Pasa	
CROCKING / SOLIDEZ AL ROCE - CFFA 7 / AATCC TM 8		
WET/DRY / HUMEDO/SECO	Excellent / Excelente	
COLD CRACK / RESISTENCIA A BAJAS TEMPERATURAS - CFFA 6a		
ROLLER METHOD	Passes / Pasa -23 °C	

Note. The data correspond to minimum results of the statistical analysis. The information included in this specification is subject to change. / Nota: Los datos corresponden a valores mínimos de un análisis estadístico. La información incluida en esta especificación está sujeta a cambios.

THE INDICATED DATA CORRESPONDING TO THE MATERIAL'S PHYSICAL CHARACTERISTICS ARE RESULTS OF TESTS CONDUCTED UNDER STANDARD PROCEDURES AND ARE SUBJECT TO VARIATION. WE THEREFORE RECOMMEND OUR CUSTOMERS TO EVALUATE THE MATERIAL WITH REGARD TO THEIR SPECIFIC REQUIREMENTS AND APPLICATION (S) BEFORE USE IT. FOR ADDITIONAL INFORMATION PLEASE CONTACT YOUR SUPPLIER. / LOS DATOS CORRESPONDIENTES A LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MATERIAL SON LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS BAJO PROCEDIMIENTOS ESTÁNDAR Y ESTÁN SUJETOS A VARIACIÓN. POR ESO RECOMENDAMOS A NUESTROS CLIENTES A EVALUAR EL MATERIAL CON RESPECTO A SUS NECESIDADES Y APLICACIONES ESPECÍFICAS (S) ANTES DE USARLO. PARA OBTENER INFORMACIÓN ADICIONAL, Póngase EN CONTACTO CON SU PROVEEDOR.

THESE TERMS AND ANY CORRESPONDING DATA REFER TO THE TYPICAL PERFORMANCE IN THE SPECIFIC TESTS INDICATED AND SHOULD NOT BE CONSTRUED TO IMPLY THE BEHAVIOR OF THIS OR ANY OTHER MATERIAL UNDER ACTUAL FIRE CONDITIONS. / LOS TÉRMINOS Y CUALQUIER DATO REFERIDO AL FUNCIONAMIENTO TÍPICO DE LAS PRUEBAS QUE SE INDICAN, NO DEBEN SER INTERPRETADOS O ENTENDIDOS COMO EL COMPORTAMIENTO DE ESTE MATERIAL EN CONDICIONES REALES DE INCENDIO.

PROQUINAL S. A. DOES NOT ASSUME ANY RESPONSIBILITY FOR ANY DAMAGES RESULTING FROM INADQUATE USES, DIFFERENT TO THOSE MENTIONED IN THIS SPECIFICATION. / PROQUINAL S. A. NO ASUME NINGUNA RESPONSABILIDAD POR CUALQUIER DAÑO RESULTANTE DE USOS INADECUADOS, DIFERENTES A LOS MENCIONADOS EN LA PRESENTE ESPECIFICACIÓN.

PROQUINAL S. A. DOES NOT GUARANTEE EXACT COLOR MATCHES AS SLIGHT VARIATIONS IN PRODUCTION AND STOCK MAY OCCUR. FOR THIS REASON WE DO NOT RECOMMEND COMBINING MATERIALS OF DIFFERENT FABRICATION LOTS. / PROQUINAL S. A. NO GARANTIZA COLORES EXACTOS, PEQUEÑAS VARIACIONES EN LA PRODUCCIÓN Y LAS EXISTENCIAS PUEDEN OCURRIR. POR ESTA RAZÓN NO SE RECOMIENDA LA COMBINACIÓN DE MATERIALES DE DIFERENTES PEDIDOS.

PROQUINAL S. A. RESERVES THE RIGHT TO MODIFY TECHNICAL SHEETS WITHOUT PREVIOUS WARNING. / PROQUINAL S. A. SE RESERVA EL DERECHO DE CAMBIAR LA ESPECIFICACIÓN SIN PREVIO AVISO.

ANEXO 11 Requisitos de Carrocería de Buses



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1323:2009
Primera revisión

**VEHICULOS AUTOMOTORES. CARROCERIAS DE BUSES.
REQUISITOS.**

Primera Edición

ROAD VEHICLES. BUS BODIES. REQUIREMENTS

First Edition

**Norma Técnica
Ecuatoriana
Voluntaria**

**VEHÍCULOS AUTOMOTORES
CARROCERIAS DE BUSES
REQUISITOS**

**NTE INEN
1323:2009
Primera Revisión
2009-02**

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos generales para el diseño, fabricación y montaje de carrocerías de buses para todas sus modalidades.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a todas las carrocerías de buses, sean importadas o de construcción nacional. (Ver nota 1).

2.2 Esta norma incluye a las carrocerías que son parte de los chasis carrozados importados y carrocerías autoportantes

3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de la presente NTE INEN se adoptan las definiciones establecidas en las NTE INEN ISO 3833 vigente, NTE INEN 1 155 vigente, y las que a continuación se detallan:

3.1.1 *Carga de aceleración brusca* (A_b). Corresponde a la fuerza producida por la aceleración brusca del vehículo.

3.1.2 *Carga de frenado* (F). Corresponde a la fuerza producida por el frenado del vehículo.

3.1.3 *Carga de giro* (G). Corresponde a la fuerza producida por el giro de un vehículo.

3.1.4 *Carga por Resistencia del Aire frontal* (R_{af}). Corresponde a la fuerza del aire actuante sobre un área correspondiente a la proyección del bus en un plano perpendicular a su eje longitudinal.

3.1.5 *Carga muerta* (M). Corresponde al peso total de la carrocería en condiciones operativas, lo que incluye todos los componentes estructurales y no estructurales permanentes; es decir, la carrocería terminada con todos sus accesorios.

3.1.6 *Carga viva* (V). Corresponde a la carga por ocupación y se la considerará como distribuida uniformemente en los respectivos elementos estructurales de la carrocería.

3.1.7 *Carrocería*. Conjunto de estructura, elementos de seguridad y confort que se adiciona al chasis de forma fija, para el transporte de personas.

3.1.8 *Carrocería autoportante*. Aquella que en su diseño conforma el bastidor e incluye en su estructura los anclajes necesarios para el equipo mecánico y eléctrico.

3.1.9 *Bastidor o chasis*. Constituye el soporte de todos los órganos principales del vehículo (motor, transmisión, suspensión sobre la que se apoya, dirección, ruedas, frenos).

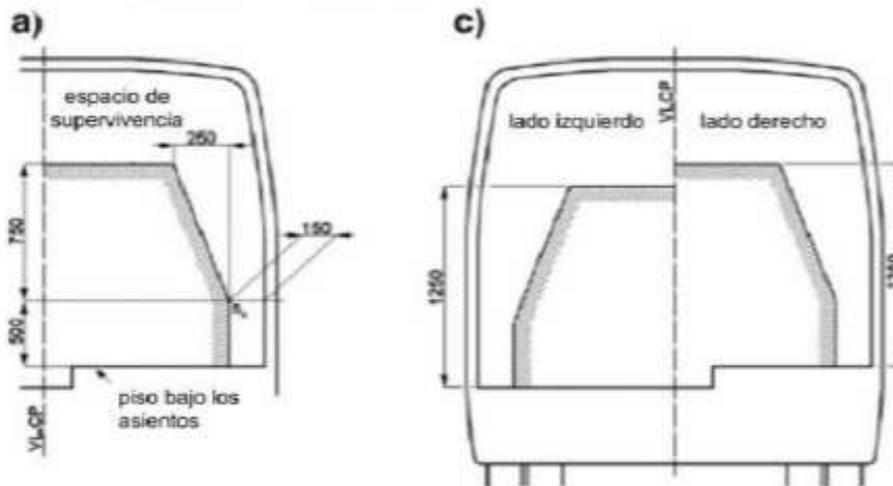
3.1.10 *Espacio de supervivencia*. Es el volumen que se obtiene en el compartimento de ocupantes, desplazando en línea recta el plano vertical y transversal indicado en la figura 1, de manera que se pase el punto S_R de la figura 2 desde el punto S_R del último asiento exterior a través del punto S_R de cada asiento exterior intermedio hasta el punto S_R del primer asiento exterior del ocupante.

NOTA 1.- La definición de buses de acuerdo a la NTE INEN ISO 3833 vigente.

FIGURA 1. Vista transversal del espacio de supervivencia. (Ver nota 2)

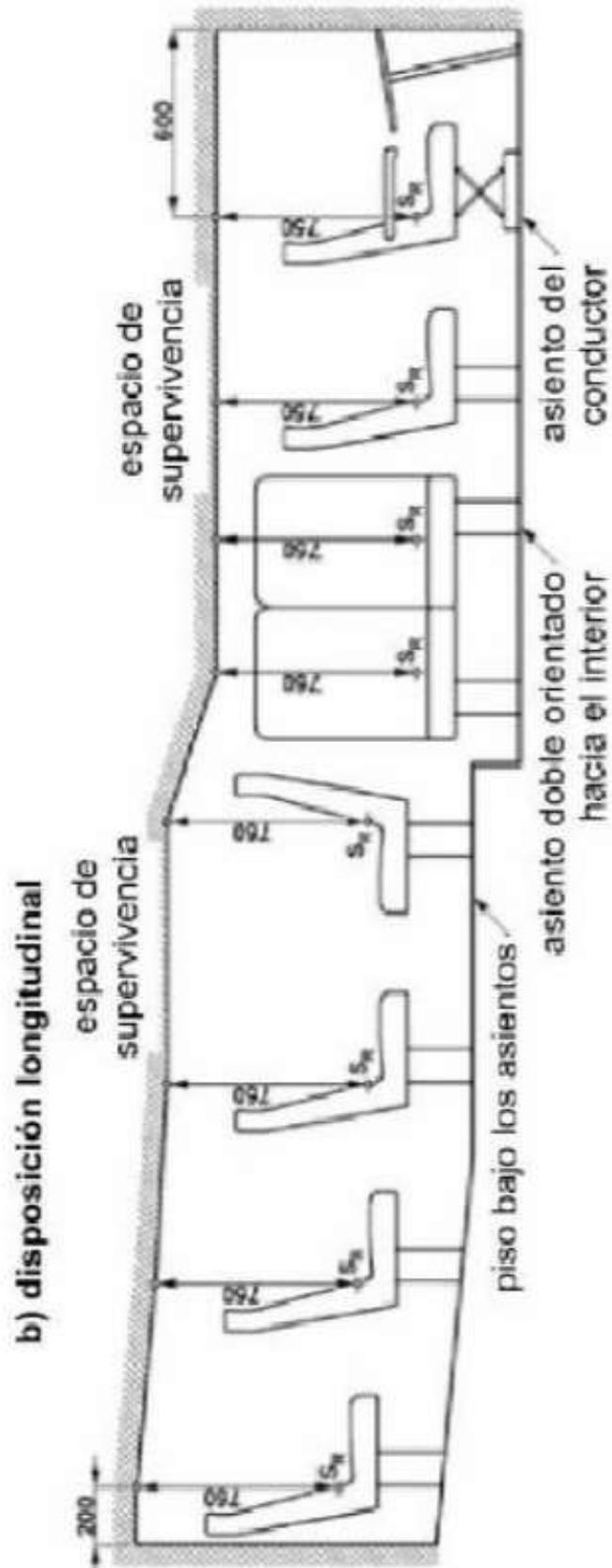
Especificación del espacio de supervivencia

a) y c) disposiciones laterales



NOTA 2. El objetivo de las figuras 1 y 2 es indicar las dimensiones en milímetros del espacio de supervivencia.

FIGURA 2 Vista longitudinal del espacio de supervivencia



3.1.11 Peso máximo admisible para el chasis. Conocida también como capacidad de carga. Es la carga útil máxima emitida para la cual fue diseñado el vehículo. Este valor es proporcionado por el fabricante del chasis.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Consideraciones de diseño de la carrocería. Se debe considerar lo siguiente:

4.1.1 Las especificaciones del chasis, lo cual incluye:

- Tipo de Servicio de la carrocería.
- Peso bruto vehicular (PBV).
- Capacidad de carga de los ejes.
- Peso del chasis en vacío o tara, total y por ejes.
- Relación peso/potencia.

4.1.2 La estabilidad, lo cual incluye:

- Distribución de masa
- Altura del centro de gravedad
- Dimensiones de la carrocería
- Rigidez de suspensión.
- Capacidad de inclinación (rolido).

4.1.3 El confort, lo cual incluye:

- Aislamiento acústico y térmico.
- Ventilación.
- Hermeticidad.
- Ergonomía.

4.1.4 El mantenimiento, lo cual incluye:

- Accesibilidad a los elementos del vehículo.

4.1.5 La seguridad, lo cual incluye:

- Seguridad activa y pasiva.

4.1.6 Método de anclaje y montaje, lo cual incluye:

- Disposiciones y recomendaciones del fabricante del chasis (manual de carrozado).

4.1.7 Estructura, lo cual incluye:

- Materiales metálicos y no metálicos.
- Uniones y juntas.
- Tratamientos de materiales.
- Geometría.
- Resistencia estructural.

(Continúa)

5. REQUISITOS

5.1 Estructura de las carrocerías de buses

5.1.1 Cargas de Diseño. Para el análisis cuasi estático de la estructura de la carrocería se aplicarán las cargas especificadas en el presente numeral.

5.1.1.1 Cargas vivas. Se determinarán de acuerdo con la tabla 1.

TABLA 1. Cargas vivas de diseño.

TIPO DE SERVICIO (ver nota 3)	MASA DE UN OCUPANTE (kg)	MASA MÍNIMA DE EQUIPAJE DE MANO POR PASAJERO (kg)	MASA MÍNIMA DE EQUIPAJE A TRANSPORTARSE EN BODEGAS PORTA EQUIPAJES (kg) (ver nota 4)	ESPACIO NECESARIO POR PASAJERO DE PIE (m ²)
Urbano	70	-	-	0,16
Urbano (escolar e institucional)	70	-	-	Sin pasajeros de pie
Interurbano (Intraprovincial)	70	5	100 x Vol	0,16
Larga Distancia (Interprovincial y turismo)	70	5	100 x Vol	Sin pasajeros de pie

5.1.1.2 Carga de Giro (G). Debe calcularse en función de la fuerza centrífuga que se genera al ingresar el vehículo en una curva de determinado radio de giro y a cierta velocidad. Esta fuerza centrífuga deberá ser inferior a la fuerza de vuelco, calculada sobre la base del peso total del bus a plena carga y su centro de gravedad. La velocidad crítica deberá ser considerada de al menos 90 km/h y el radio de giro se establece en función de la tabla 2.

TABLA 2.- Velocidades, radios mínimos y peraltes en carretera. (Ver Nota 5)

Velocidad (del vehículo) (km/h)	Radio de curvatura de la carretera (m)	Peralte (%)
80	250	8
85	300	
90	350	
95	400	
100	450	
105	500	
110	550	
115	600	
120	700	
125	800	
130	900	6,97
135	1050	6,25
140	1250	5,49
145	1475	4,84
150	1725	4,29

NOTA 3.- De acuerdo a la NTE INEN ISO 3833 vigente y al Reglamento de la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre vigente.

NOTA 4.- Vol.- Volumen de las bodegas portaequipajes en m³

NOTA 5.- Tabla determinada al documento Norma 3.1-IC

(Continúa)

5.1.1.3 Carga de frenado (F). Se asume una desaceleración mayor o igual a 4 m/s^2 (ver Nota 6).

5.1.1.4 Carga de aceleración brusca (A_b). Se calcula con el mismo criterio de la carga de frenado pero en sentido contrario.

5.1.1.5 Carga por resistencia del aire frontal (R_{af}). Se la aplicará como la fuerza del aire actuante sobre un área correspondiente a la proyección del bus en un plano perpendicular a su eje longitudinal. Se utilizará la siguiente fórmula:

$$R_{af} = (1/2) \times (C_x) \times \rho \times A_f \times V^2$$

Donde:

R_{af} = Carga por resistencia Aerodinámica, en (N).

ρ = Densidad del aire, en (kg/m^3).

V = Velocidad del aire, en (m/s). (Como mínimo 25 m/s).

A_f = Área correspondiente a la proyección del bus en un plano perpendicular a su eje longitudinal, en (m^2).

C_x = Coeficiente de resistencia frontal del aire. (Como mínimo 0.7)

5.1.2 Combinaciones de cargas básicas. Las estructuras de las carrocerías deben ser diseñadas de tal manera que resistan los esfuerzos determinados en base al menos a las siguientes combinaciones de cargas básicas:

5.1.2.1 Según método ASD (Allowable strength design)

- 1: M
- 2: M + V
- 3: M + V + G
- 4: M + V + F
- 5: M + V + F + R_{af}
- 6: M + V + R_{af}
- 7: M + V + A_b
- 8: M + V + A_b + R_{af}

5.1.2.2 Según método LRFD (Load resistance factor design)

- 1: 1,4M+V
- 2: 1,2M + 1,6V + 0,5G
- 3: 1,2M + 0,5V + 1,6G
- 4: 1,2M + 1,6F + 0,8 R_{af}
- 5: 1,2M + 0,5 V+ 0,5F+ 1,3 R_{af}
- 6: 1,2M +1,5 A_b +0,5V
- 7: 0,9M – 1,3 R_{af}
- 8: 0,9M + 1,3 R_{af}

5.1.3 Factores. Los factores a utilizarse según el método ASD o LRFD serán los indicados en: Specification for Structural Steel Buildings (AISC) y North American Specification for the design of Cold Formed Steel-Structural Members (AISI).

5.1.4 Las cargas combinadas, según los dos métodos (ASD y LRFD), deben alcanzar una deformación elástica de todos los componentes de la estructura de la carrocería iguales o menores a 1/240 veces su longitud.

NOTA 6. De acuerdo con el Ensayo del Tipo 0 con motor embragado para vehículos clase N de la DIRECTIVA 98/12/CE DE LA COMISIÓN EUROPEA, Anexo 2, Ensayos de frenado y rendimiento de los dispositivos de frenado.

(Continúa)

5.1.5 Resistencia de la estructura. Las estructuras de carrocerías deberán cumplir las siguientes condiciones:

5.1.5.1 Debe resistir una carga estática sobre el techo, equivalente al cincuenta por ciento (50%) del peso máximo admisible para el chasis, distribuido uniformemente a lo largo del mismo, sin experimentar deformaciones en ningún punto, que superen los setenta milímetros (70 mm).

5.1.5.2 Durante el ensayo de resistencia de la estructura o ni una vez finalizado el mismo, la estructura de la carrocería debe resistir para que el espacio de supervivencia no resulte invadido según el alcance del documento Regulation 66. Uniform Provisions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles with Regard to the Strength of their Superstructure de las Naciones Unidas. (Ver Nota 7)

5.1.6 Materiales de la estructura. Deben ser perfiles estructurales protegidos contra la corrosión que cumplan con las NTE INEN correspondientes vigentes. (Ver nota 8).

5.1.7 Soldadura de carrocerías. Las carrocerías de buses deben soldarse de acuerdo con las normas vigentes AWS D8.8 para componentes de acero y/o AWS D8.14 para componentes de aluminio.

5.1.7.1 El proceso y procedimiento de soldadura será calificado de acuerdo con las normas vigentes AWS D1.3 para acero, AWS D1.2 para aluminio y AWS D1.6 para acero inoxidable.

5.1.8 Manuales. El fabricante de carrocerías debe disponer y aplicar la información indicada en los manuales de fabricación y montaje de carrocerías provistos por el fabricante de chasis. Para ello el fabricante de chasis debe entregar obligatoriamente dichos manuales específicos para cada modelo de chasis.

5.2 Unión chasis-carrocería. Las uniones entre el chasis y la carrocería se realizarán siguiendo exclusivamente las recomendaciones del fabricante del chasis para bus de transporte de pasajeros, indicadas en su manual de fabricación y montaje de carrocerías de buses.

5.3 Documentos técnicos. El proveedor de carrocerías debe disponer de memorias de cálculo estructural, listado de materiales, planos de construcción dimensionales, eléctricos, y neumáticos; para cada modelo de carrocería y chasis. El formato de los planos debe cumplir con el CPE INEN 03 Código de Dibujo Técnico-Mecánico.

5.4 Vidrios de seguridad. Los vidrios deben cumplir con la NTE INEN 1669 vigente y con el RTE INEN 034 Elementos de Seguridad en vehículos automotores vigente.

5.5 Elementos de seguridad. Las carrocerías de buses deben cumplir con el RTE INEN 034 Elementos de Seguridad en vehículos automotores vigente.

5.6 Los dispositivos de alumbrado, espejos retrovisores y señalización luminosa deben cumplir con la NTE INEN 1 155 vigente y con el RTE INEN 034 Elementos de Seguridad en vehículos automotores vigente.

5.7 Otros Requisitos

5.7.1 Superficies de pisos y áreas de entrada y salida. Deben ser de material antideslizante.

5.7.2 Equipo e instalación eléctrica. Deben cumplir con lo indicado en el numeral 7.5.2 y 7.5.3 de la Directiva Europea 2001/85 CE (ver anexo A).

5.7.3 Pintura. Debe cumplir con las NTE INEN correspondientes vigentes (ver nota 8).

NOTA 7. Mientras no exista un documento normativo INEN equivalente

NOTA 8. En el caso de no existir Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN se deben utilizar las normas o reglamentos equivalentes de reconocido prestigio, tales como: ASTM, DIN, JIS, ANSI.

(Continúa)

5.7.4 Aislamiento térmico y acústico. Debe cumplir con lo indicado en el numeral 7.5.1 de la Directiva Europea 2001/85 CE (ver Anexo A).

5.7.5 Flamabilidad de materiales. Retardante al fuego con un índice de llama no menor de 150 bajo la norma ASTM E 162 o un máximo de 250 mm/min según la norma ISO 3795.

5.7.6 Sujeción de Parabrisas. Debe cumplir con lo dispuesto en el documento normativo FMVSS 212 vigente.

5.7.7 Los materiales del piso, la perfilera de las ventanas y de las puertas deben cumplir con las NTE INEN vigentes (ver Nota 8).

5.7.8 Los sistemas eléctricos y neumáticos deben estar ocultos (ver Anexo A).

5.7.9 Salidas de emergencia. El número mínimo de salidas de emergencia será de acuerdo a la tabla 3.

TABLA 3. Número mínimo de salidas de emergencia

Número de pasajeros	Número total mínimo de salidas de emergencia
17-30	4
31-45	5
46-60	6
61-75	7
76-90	8
Mayor a 90	9

6. ENSAYOS

6.1 Los ensayos serán los indicados en la presente norma.

6.2 Métodos de ensayo de resistencia de la estructura.

La estructura del bus se ensayará por cualquiera de los métodos de ensayo contemplados en el numeral 6 del documento Regulation 66. Uniform Provisions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles with Regard to the Strength of their Superstructure, de las Naciones Unidas.

7. ROTULADO

7.1 Las carrocerías deben disponer de una placa inalterable de identificación, con fines de rastreo, de fácil acceso, visible, legible y debe disponer de al menos la siguiente información:

- Nombre de la empresa fabricante de la carrocería.
- Número de certificado de evaluación de la conformidad de la estructura (NCE).
- Capacidad de pasajeros.
- Fecha de la fabricación (de finalización) (MM/AAAA).
- Número de producción (seis dígitos alfanuméricos).
- Número de chasis (VIN)
- País de origen de la carrocería.

Tamaño mínimo de la placa: 148,5 mm de largo
105 mm de ancho (formato A6).

7.2 El fabricante será responsable de marcar el número de producción indeleblemente en al menos dos lugares de la carrocería.

(Continúa)

ANEXO A

Texto de los numerales 7.5.1, 7.5.2 y 7.5.3 de la Directiva 2001/85/CE.

7.5.1 Compartimento del motor

7.5.1.1 En el compartimento del motor no se utilizará ningún material de isonorización inflamable o susceptible de impregnarse de combustible o lubricante, salvo que dicho material esté recubierto de un revestimiento impermeable.

7.5.1.2 Se adoptarán las debidas precauciones, ya sea configurando de forma adecuada el compartimento del motor, ya sea disponiendo orificios de drenaje, para evitar en la medida de lo posible que pueda acumularse combustible o aceite lubricante en alguna parte del compartimento del motor.

7.5.1.3 Entre el compartimento del motor o cualquier otra fuente de calor (como un dispositivo destinado a absorber la energía liberada cuando un vehículo desciende por una larga pendiente, por ejemplo un ralentizador, o un dispositivo utilizado como calefactor del habitáculo, exceptuando sin embargo, los que funcionan por circulación de agua caliente) y el resto del vehículo, deberá colocarse una pantalla de separación resistente al calor. Todas las mordazas, juntas, etc. utilizadas en unión con dicha pantalla de separación deberán ser resistentes al fuego.

7.5.1.4 Podrá instalarse en el compartimento de viajeros un dispositivo calefactor que funcione por un método distinto del de circulación de agua caliente, siempre que este rodeado de material que resista las temperaturas que produzca el dispositivo, no emita gases tóxicos y esté situado de forma que los viajeros no puedan entrar en contacto con una superficie caliente.

7.5.2 Equipo e instalación eléctricos

7.5.2.1 Todos los cables deben estar bien aislados y todos los cables y material eléctrico deben resistir las condiciones de temperatura y humedad a las que están expuestos. En cuanto al compartimento del motor, se prestará especial atención a su resistencia a la temperatura ambiente y a los efectos de todos los posibles productos contaminantes.

7.5.2.2 Ninguno de los cables utilizados en los circuitos eléctricos deben transmitir una corriente de intensidad superior a la admisible para el cable en cuestión. Habida cuenta de su forma de montaje y de la temperatura ambiente máxima.

7.5.2.3 Cada circuito eléctrico que alimente un elemento del sistema distinto del motor de arranque, el circuito de encendido (encendido por chispa), las bujías de incandescencia, el dispositivo de parada del motor, el circuito de carga y la conexión a tierra de la batería, deben estar provisto de un fusible o de un disyuntor. No obstante, podrán ir protegidos por un fusible o un disyuntor comunes, siempre que su potencia nominal no sobrepase los 16 A.

7.5.2.4 Todos los cables deben ir bien protegidos y firmemente fijados, de manera que no puedan ser dañados por cortes, abrasiones o roces.

7.5.2.5 Cuando la tensión eficaz supere los 100 voltios en uno o más de los circuitos eléctricos de un vehículo, se conectará un conmutador manual de aislamiento, capaz de desconectar dichos circuitos de la alimentación eléctrica principal, a todos los polos que no vayan conectados eléctricamente a tierra, situándolo en el interior del vehículo de modo que el conductor pueda acceder fácilmente a él, todo ello, siempre que dicho conmutador de aislamiento no pueda desconectar ninguno de los circuitos eléctricos que alimentan las luces exteriores obligatorias del vehículo. No obstante esto no será aplicable cuando se trate de circuitos de encendido de alta tensión o de circuitos autónomos incorporados a un elemento de equipo en el vehículo.

7.5.2.6 Todos los cables eléctricos deben estar colocados de tal forma que ninguna parte de los mismos pueda entrar en contacto con ningún tubo de carga de combustible ni con ninguna parte del sistema de escape, ni pueda estar sometida a calor excesivo, a menos que vayan provistos de aislamiento y protección especial, por ejemplo en el caso de una válvula de escape solenoide.

7.5.3 Baterías

7.5.3.1 Todas las baterías deben estar sólidamente fijadas y fácilmente accesibles.

7.5.3.2 El compartimento de las baterías estará separado del habitáculo destinado a los viajeros y del habitáculo del conductor y contará con ventilación por aire del exterior.

7.5.3.3 Los polos de la batería irán provistos de protección contra el riesgo de cortocircuito.

APENDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

- Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 03:1989
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1155:2008
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1669:1990
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3833:2008
- Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE 034:2008
- Reglamento a la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre.
- ASTM E 162 Standard Test Method for Surface Flammability of Materials Using a Radiant Heat Energy Source.
- AWS D1.2 Structural Welding Code- Aluminium.
- AWS D1.3 Structural Welding Code- Sheet Steel.
- AWS D1.6 Structural Welding Code- Stainless Steel.
- AWS D8.8M. Specification for Automotive weld quality-Arc Welding of Steel.
- AWS D8.14M/D8.14. Specification for automotive and light truck components weld quality aluminium arc welding.
- Directiva Europea: Directiva 98/12/CE de la Comisión del 27 de enero de 1998 por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 71/320/CEE del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los dispositivos de frenado de determinadas categorías de vehículos a motor y sus remolques.
- Directiva Europea: Directiva 2001/85/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 20 de noviembre del 2001, relativa a las disposiciones especiales aplicables a los vehículos utilizados para el transporte de viajeros con más de ocho plazas además del asiento del conductor, y por la que se modifican las Directivas 70/156/CEE y 97/27/CE.
- FMVSS 212. Federal Motors Vehicles Safety Standard 212. Windshield Mounting.
- ISO 3795. Road Vehicles, and tractors and machinery for agriculture and forestry. Determination of burning behaviour of interior materials.
- Norma 3.1-IC: *Trazado*. O.M. de 27 de diciembre de 1999. Boletín Oficial del Estado, número 28, de 2 de febrero de 2000. MINISTERIO DE FOMENTO (2000) Madrid.
- Regulation 66. Uniform Provisions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles with Regard to the Strength of their Superstructure
- Specification for Structural Steel Buildings. American Institute Steel Construction.
- North American Specification for the design of Cold Formed Steel-Structural Members. American Iron and Steel Institute.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Regulation 36. Uniform Provisions Concerning the Approval of Large Passenger Vehicles with Regard to their General Construction.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 1323 Primera Revisión	TÍTULO: VEHÍCULOS AUTOMOTORES, CARROCERIAS DE BUSES. REQUISITOS	Código: MC 01.01-401
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2007-06	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1985-07-05 Oficialización con el Carácter de Obligatoria Por Acuerdo No. 545 de 1985-07-31 publicado en el Registro Oficial No. 260(s) de 1985-08-29 Fecha de iniciación del estudio: 2007-06	
Fechas de consulta pública: de _____ a _____		
Subcomité Técnico: Carrocerías de buses		
Fecha de iniciación: 2008-04-22		Fecha de aprobación: 2008-07-15
Integrantes del Subcomité Técnico:		
NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:	
Ing. Alexis Ortiz, (Presidente) Ing. Christian Villacrés Ing. Santiago Mena Sr. Luis A. Mosquera T. Sr. Pedro Santos Sr. Raúl Ruiz Dueñas Sr. Johnny Lowndes Ing. Ángel Portilla Sr. Carlos Jácome Sr. Iván Paredes Ing. Lenin Jimenez Sr. Medardo Cepeda Sr. Ricardo Medina Ing. James Casteline Arq. Vinicio Manzano Sr. Luis Patricio Pérez Sr. Robert Velasco Sr. Jorge Enrique Salgado. Sr. Carlos Laniano Sr. Raúl Morales Ing. Pedro Cabrera Sbte. Luis Palacios Sr. Jorge Ledesma Sr. Bladimir Pico Ing. Luigi M. Lertora Velarde Sr. Rubén Román Sr. Francisco Borja Sr. Moisés Flores Ing. Jorge Álvarez Sr. Vicente Chávez Sr. Carlos Carchi Ing. Jorge Cevallos Sr. Carlos Pillapa Ing. José Sánchez López	CIMEPI IBIMCO CIMEPI IMETAM C.A COOPERATIVA ARTESANAL DE PRODUCCIÓN DE CARROCERIAS METALICAS TUNGURAHUA-IMPEDSA. ARTESANOS SIKA ECUATORIANA SA AUTEK S.A. EPN-CCICEV SERMAN CINAE I. MUNICIPIO DE LOJA- UMTTT-L CEPEDA CIA LTDA AEADE METROVIA DIRECCIÓN NACIONAL DE TRÁNSITO METÁLICAS PAPER'S ESPE LA CASA DEL PARABRISAS Y VIDRIERIA J.S ALUVID VENTANAS CHARLIE AUTOGLASS- CRISETSA UMT-CUENCA DIRECCION NACIONAL DE TRANSITO Y TRANSPORTE TERRESTRE ATTE PICOSA-CANFAC CIMEG-COLEGIO DE ING. MEC. DEL GUAYAS DINA-VOLKSWAGEN COVIAL FAIRIS C.A. CORPAIRE CÁMARA DE TRANSPORTE – TRANSPORTES SAN CRISTOBAL GLASSUIT LOJA D.N.T. CARROCERIAS PILLAPA STARMOTORS	

Ing. Marco Grijalva
Ing. Víctor Paredes

Ing. Elizabeth Guamán
Sr. Francisco Velasco
Lcda. Piedad Aguilar
Ing. Geovany Novillo A

Sr. Clemente Ponce
Sr. Víctor Jiménez
Ing. Flavio Cotacachi

Ing. Patricio Lara
Sr. Marco García

Ing. Pablo Viteri
Ing. Álvaro Meza
Srta. Myriam Salgado
Ing. Santiago Benavides
Ing. John A. Quintana I.
Ing. Diego Dávila
Dr. Freddy Sánchez
Ing. Santiago Vargas
Ing. Carlos Landires

Ing. Galo Espín
Ing. Ángel Tierra

Sr. Julio Llerena
Ing. Santiago Montero
Ing. José Miranda
Ing. Santiago Moya
Sra. América Núñez
Ing. Antonio Chamorro
Sr. Marcelo Valencia r
Tlgo. Daniel Mosquera
Ing. Juan Revelo
Sr. Damián Llerena
Ing. Hugo Paredes, (Secretario Técnico)

GM OBB
MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS
PÚBLICAS
CCICEV
MOVIMIENTO JUSTICIA VIAL
CANFAC
ESPOCH- FACULTAD INGENIERIA.
MECÁNICA-
AEADE
COVIAL
CONSEJO NACIONAL DE TRANSITO Y
TRANSPORTE TERRESTRE
CCICEV
ATTE ASOCIACIÓN TRANSPORTE
TURÍSTICO DEL ECUADOR
NEOHYUNDAI
CARROCERIAS PATRICIO CEPEDA
LA CASA DEL PARABRISAS
CIMEPI
CIMEG
ANETA
POLISAN
VARMA S.A.
COLEGIO DE INGENIEROS MECANICOS DEL
GUAYAS-CIMEG
CRILAMIT S.A.
ESPOCH-FACULTAD DE INGENIERIA
MECANICA
CARROCERIAS JC LLERENA
SIKA
MIRAL
PICOSA
CARROCERIAS CUENCA
EMSAT
DINA S.A.
IMETAM
ROOFTEC ECUADOR S.A.
CARROCERIAS JC LLERENA
INEN

Otros trámites: Esta NTE INEN 1323:2009 (Primera revisión), remplace a la NTE INEN 1323:1985.

♦¹⁰ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución Ministerial y oficializada mediante Resolución No. 14158 de 2014-04-21, publicado en el Registro Oficial No. 239 del 2014-05-06.

El Directorio del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2008-11-28

Oficializada como: Obligatoria
Registro Oficial No. 519 de 2009-02-02

Por Resolución No. 142-2009 de 2009-01-29

ANEXO 12 Carrocerías del centro del país



DIRECCIÓN DE REGULACIÓN DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL
Listado de fabricantes o ensambladores nacionales de vehículos de categoría M2 y M3



Comunicado: Sr. (es) fabricantes o ensambladores nacionales de vehículos de categoría M2 y M3.

Con fecha 27 de octubre de 2016 el Directorio de la Agencia Nacional de Tránsito resolvió aprobar la Resolución 097-DIR-2016-ANT "REGLAMENTO DEL PROCEDIMIENTO GENERAL DE HOMOLOGACIÓN VEHICULAR Y DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN, CONTROL, SEGURIDAD Y CERTIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS", por lo que a partir de esa fecha se deberá proceder según lo establece la mencionada resolución disponible para su descarga en el portal web de la Agencia Nacional de Tránsito (www.ant.gob.ec).

A partir de la aprobación de la resolución *ibídem*, se deberá dar estricto cumplimiento a lo detallado en la RTE INEN 034 vigente que dicta en su DISPOSICIÓN TRANSITORIA TERCERA:

"Los vehículos automotores de las categorías M2 y M3 no deberán cumplir las disposiciones del presente reglamento para los siguientes elementos:

- 4.2.1 Asientos y sus anclajes
- 4.3.3 Frenos
- 4.12 Cinturones de seguridad

Para dichos elementos el cumplimiento se podrá verificar a través de la presentación de una declaración emitida por el fabricante nacional, y para los vehículos automotores importados este documento será debidamente legalizado en el país de origen (apostillado o consularizado según sea el caso) y, vendrá acompañado del conocimiento del embarque (bill of lading-B/L), documento que evidencia la fecha de embarque, hasta que existan organismos de evaluación de la conformidad en el país.

Las empresas que presenten auto declaración deberán acompañarla con un certificado de un sistema de gestión de calidad implementado. Este certificado se debe presentar a partir del 01 de mayo de 2017."



Comunicado: Sr. (es) fabricantes o ensambladores nacionales de vehículos de categoría M2 y M3.

Con fecha 27 de octubre de 2016 el Directorio de la Agencia Nacional de Tránsito resolvió aprobar la Resolución 097-DIR-2016-ANT "REGLAMENTO DEL PROCEDIMIENTO GENERAL DE HOMOLOGACIÓN VEHICULAR Y DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN, CONTROL, SEGURIDAD Y CERTIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS", por lo que a partir de esa fecha se deberá proceder según lo establece la mencionada resolución disponible para su descarga en el portal web de la Agencia Nacional de Tránsito (www.ant.gob.ec).

A partir de la aprobación de la resolución ibídem, se deberá dar estricto cumplimiento a lo detallado en la RTE INEN 034 vigente que dicta en su DISPOSICIÓN TRANSITORIA TERCERA:

"Los vehículos automotores de las categorías M2 y M3 no deberán cumplir las disposiciones del presente reglamento para los siguientes elementos:

4.2.1 Asientos y sus anclajes

4.3.3 Frenos

4.12 Cinturones de seguridad

Para dichos elementos el cumplimiento se podrá verificar a través de la presentación de una declaración emitida por el fabricante nacional, y para los vehículos automotores importados este documento será debidamente legalizado en el país de origen (apostillado o consularizado según sea el caso) y, vendrá acompañado del conocimiento del embarque (bill of landing-B/L), documento que evidencia la fecha de embarque, hasta que existan organismos de evaluación de la conformidad en el país.

Las empresas que presenten auto declaración deberán acompañarla con un certificado de un sistema de gestión de calidad implementado. Este certificado se debe presentar a partir del 01 de mayo de 2017."

LISTADO DE ACTIVOS: Empresas y Modelos autorizados por la ANT, con Certificado de Homologación Vigente

REPRESENTANTE DE LA MARCA PERSONA NATURAL O JURIDICA **	MARCA DE CARROCERIA**	CIUDAD	DETALLES DE MODELO HOMOLOGADO				NUMERO DE ASIENTOS (Incluyendo chofer y auxiliar)	POSEE BAÑO	NO POSEE BAÑO	
			MODELO UNIDAD	MARCA CHASIS	MODELO CHASIS	TIPO				SERVICIO DE TRANSPORTE AMBIENTE o MODALIDAD
CAR BUSS YAULEMA	CARRBUSS YAULEMA	RIOBAMBA	CARBUSS 1	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	43 sentados	SP	
			CARBUSS 1	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
			CARBUSS 900	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados		NP
			VICTORIA	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	33 sentados / 11 parados		NP
			VICTORIA	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	TURISMO	33 sentados		NP
CARROCIERIAS AMBATOUIR	AMBATOUIR	QUITO	TOUR M-7	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	35 sentados		NP
			TOUR-BESC7	HINO	AKBJRSA	BUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	46 sentados		NP
			TOUR-INTRA	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	43 sentados / 37 parados		NP
CARROCIERIAL ALME	ALME	AMBATO	ALEX 03	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	43 sentados	SP	
			ALEX 03	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	43 sentados	SP	
			ALEX 03	HINO	AKBJRSA	BUS	TURISMO	43 sentados	SP	
			ALEX 03	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados		NP
			ALEX 03	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	46 sentados		NP
			ALEX 03	HINO	AKBJRSA	BUS	TURISMO	46 sentados		NP
CARROCIERIAS ALTAMIRANO	ALTAMIRANO	AMBATO	ALCA INT	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	43 sentados	SP	
			ALCA INT	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
			ALCA INTERPARROQUIAL	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	41 sentados / 39 parados		NP
			JAGUARTOURS	HINO	AKBJRSA	BUS	TURISMO	43 sentados	SP	
			FLIPPER OCEANICO	HINO	AKBJRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	41 sentados / 39 parados		NP
			ALCA HINO	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	35 sentados		NP
			MINIAGUAR	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	35 sentados / 15 parados		NP
CARROCIERIAS AUSTRAL	AUSTRAL	CUENCA	AUSTRO 1000	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados	SP	
			AUSTRO 1000	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados		NP
CARROCIERIAS BUSCARS	BUSCARS	GUAYAQUIL	NEO URBAN	HINO	AKBJRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	38 sentados / 30 parados		NP
			NEO URBAN	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	38 sentados / 42 parados		NP
			NEO URBAN	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	38 sentados / 42 parados		NP
			NEO URBAN	YUTONG	ZK6118HGGA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	36 sentados / 44 parados		NP
			MINI INTRA	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	30 sentados / 20 parados		NP
			MINI URBAN	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	24 sentados / 26 parados		NP
CARROCIERIAS CMA-CENTAUR0	CMA	LATACUNGA	ANTAWA 21.3300 MD	Ver Nota 1		BUS	INTERPROVINCIAL	41 sentados	SP	
			E17	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados		NP
CARROCIERIAS COPSA	COPSA	AMBATO	E17	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	47 sentados / 10 parados		NP
			E17	HINO	AKBJRSA	BUS	TURISMO	47 sentados		NP
			ESCALADE	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados		NP
CARROCIERIAS DARWIN CEPEDA R. SOCIEDAD INDUSTRIAL	DARWIN CEPEDA	GUAYAQUIL	ESCALADE	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados		NP
			ESCALADE	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	47 sentados / 20 parados		NP
CARROCIERIAS DEL VALLE CADELVA	CADELVA	QUITO	LEOPARD	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
CARROCIERIAS FIALLOS	FIALLOS	AMBATO	D' LA CRUZ	HINO	AKBJRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	39 sentados / 41 parados		NP
			DE LA CRUZ URBANO	HINO	AKBJRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	34 sentados / 45 parados		NP
			D' LA CRUZ ESCOLAR	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	34 sentados		NP
			D' LA CRUZ INTRAPROVINCIAL	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	31 sentados / 15 parados		NP
CARROCIERIAS IMCE	IMCE	AMBATO	SILVER CITY	HINO	AKBJRSA	BUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	45 sentados / 39 parados		NP
			SILVER CITY	HINO	AKBJRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	41 sentados / 39 parados		NP
			SILVER LARGE	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados		NP
			SILVER LARGE	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	46 sentados / 20 parados		NP
			SILVER ESCOLAR	HINO	AKBJRSA	BUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	45 sentados		NP
			SILVER MINI	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	34 sentados / 13 parados		NP
			MINI SILVER CITY	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	URBANO 1 PUERTA LADO DERECHO	27 sentados / 23 parados		NP
			MINI SILVER CITY	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	25 sentados / 25 parados		NP
			SILVER MINI 0.2	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	34 sentados		NP
			SILVER LARGE	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados	SP	
			SILVER CITY	CHEVROLET	MT1345	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	41 sentados / 32 parados		NP
			MINI SILVER CITY	AGRALE	MA9	MINIBUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	25 sentados / 25 parados		NP
CARROCIERIAS IMPA	IMPA	AMBATO	FELINO	HINO	AKBJRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	34 sentados / 40 parados		NP
			FELINO	HINO	AKBJRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	39 sentados / 40 parados		NP
			TIGER	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	28 sentados / 30 parados		NP
			FELINO	VOLKSWAGEN	17.210 OD	BUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	45 sentados / 43 parados		NP
			FELINO	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	36 sentados / 43 parados		NP

CARROCERIAS IMPEDSA	IMPEDSA	AMBATO	POWERFUL PLUS	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados		NP
			POWERFUL PLUS	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	46 sentados / 22 parados		NP
			POWERFUL PLUS	HINO	AKB/JRSA	BUS	TURISMO	46 sentados		NP
			SPECTRUM 2	HINO	AKB/JRSA	BUS	URBANO 4 PUERTAS LADO DERECHO	33 sentados / 40 parados		NP
			URBAN POWERFUL	HINO	AKB/JRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	39 sentados / 31 parados		NP
			SENTINEL PRO	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	33 sentados / 10 parados		NP
CARROCERIAS INMAY	INMAY	CUENCA	CITIMAX G10	HINO	AKB/JRSA	BUS	URBANO 4 PUERTAS LADO DERECHO	30 sentados / 50 parados		NP
			CITIMAX G10	HINO	AKB/JRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	37 sentados / 44 parados		NP
CARROCERIAS LOS ANDES	LOS ANDES	AMBATO	SBELTO CITY URBAN	HINO	AKB/JRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	41 sentados / 35 parados		NP
			SBELTO	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	44 sentados / 24 parados		NP
			SBELTO JADE	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	URBANO 1 PUERTA LADO DERECHO	28 sentados / 26 parados		NP
CARROCERIAS MAN BUS	MANBUSS	AMBATO	MAN BUSS LARGO	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados	SP	
			MAN BUSS LARGO	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
			POLURBAN	HINO	AKB/JRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	41 sentados / 39 parados		NP
			POLURBAN 2	HINO	AKB/JRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	33 sentados / 47 parados		NP
CARROCERIAS METALICAS LEMAN'S	LEMAN'S	AMBATO	LEMAN'S 4P	HINO	AKB/JRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	40 sentados / 40 parados		NP
CARROCERIAS METALICAS MAYORGA	MAYORGA	RIOBAMBA	FUTION	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados		NP
			FUTION	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA LADO DERECHO	47 sentados / 23 parados		NP
			FUTION URBAN	HINO	AKB/JRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	41 sentados / 35 parados		NP
CARROCERIAS METALICAS MONCAYO	MONCAYO	SANTO DOMINGO	SAFIRO	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados	SP	
			SAFIRO	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
			SAFIRO	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA LADO DERECHO	45 sentados / 27 parados		NP
			SAFIRO	HINO	AKB/JRSA	BUS	TURISMO	42 sentados	SP	
			SAFIRO	HINO	AKB/JRSA	BUS	TURISMO	45 sentados		NP
			ZAFIRO	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	INTERPROVINCIAL	32 sentados		NP
			SAFIRO ESCOLAR	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	32 sentados		NP
			SAFIRO	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	INTERPROVINCIAL	43 sentados	SP	
			SAFIRO	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados		NP
CARROCERIAS METALICAS SANTA GEMA	SANTA GEMA	TOSAHUA	ANGELO	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	41, 43 sentados	SP	
			ANGELO	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
CARROCERIAS MODELO	MODELO	SANTO DOMINGO	VIP 4	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
			VIP 4	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	45 sentados / 24 parados		NP
			VIP 4	HINO	AKB/JRSA	BUS	TURISMO	45 sentados		NP
			ABEL URBAN	HINO	AKB/JRSA	BUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	42 sentados / 38 parados		NP
			MINIURBAN ABEL	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	24 sentados / 26 parados		NP
			ABEL URBAN	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	40 sentados / 45 parados		NP
CARROCERIAS OLIMPICA	OLIMPICA CIA. LTDA.	CUENCA	NOVA OLIMPICA 3-60	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA LADO DERECHO	41 sentados / 27 parados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-60	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA LADO DERECHO	45 sentados / 27 parados		NP
			NOVA CRUZERO 3-60 XLT	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	47 sentados / 25 parados		NP
			NOVA OLIMPICA 3-60 XLT	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-60 XLT	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTRAREGIONAL	44 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-60 XLT	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	44 sentados / 33 parados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-60 XLT	HINO	AKB/JRSA	BUS	TURISMO	44 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-60 STD	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	41 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-60 STD	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTRAREGIONAL	41 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-60 STD	HINO	AKB/JRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	41 sentados / 25 parados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-60 STD	HINO	AKB/JRSA	BUS	TURISMO	41 sentados	SP	
			NOVA ECOLOGICO 3-30 3P	HINO	AKB/JRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	40 sentados / 25 parados		NP
			NOVA ECOLOGICO 3-30 2P	HINO	AKB/JRSA	BUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	45 sentados / 35 parados		NP
			NOVA OLIMPICA 3-23 XLT	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	INTERPROVINCIAL	35 sentados	NP	
			NOVA OLIMPICA 3-23 XLT	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	INTRAREGIONAL	35 sentados	NP	
			NOVA OLIMPICA 3-23 XLT	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	35 sentados / 15 parados	NP	
			NOVA OLIMPICA 3-23 XLT	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	TURISMO	35 sentados	NP	
			NOVA ECOLOGICO FC 3-15 2P	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	31 sentados / 29 parados	NP	
			NOVA OLIMPICA 3-65	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	45 sentados / 27 parados	NP	
			NOVA ECOLOGICO 3-30 3P	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	41 sentados / 49 parados	NP	
			NOVA ECOLOGICO VW 3-30 4P	VOLKSWAGEN	17.210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	35 sentados / 32 parados		NP
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	INTERPROVINCIAL	42, 44, 48 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	INTERPROVINCIAL	45, 49, 53 sentados		NP
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	INTRAREGIONAL	42, 44, 48 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	INTRAREGIONAL	45, 49, 53 sentados		NP
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	45, 49, 53 sentados / 34, 37 parados		NP
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	TURISMO	42, 44, 48 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	TURISMO	45, 49, 53 sentados		NP
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	INTERPROVINCIAL	42, 44, 48 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	INTERPROVINCIAL	45, 49, 53 sentados		NP
NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	INTRAREGIONAL	42, 44, 48 sentados	SP				
NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	INTRAREGIONAL	45, 49, 53 sentados		NP			

			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	45, 49, 53 sentados / 34, 37 parados		
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	TURISMO	42, 44, 48 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	TURISMO	45, 49, 53 sentados		NP
			NOVA OLIMPICA 2-90 XLT	HYUNDAI	HD 78 BARE CHASIS	MICROBUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	26 sentados		NP
			NOVA OLIMPICA 2-90 XLT	HYUNDAI	HD 78 BARE CHASIS	MICROBUS	TURISMO	20 sentados		NP
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	AGRALE	MA17	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	AGRALE	MA17	BUS	INTRAREGIONAL	44 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	AGRALE	MA17	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	44 sentados / 25 parados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	AGRALE	MA17	BUS	TURISMO	44 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	VOLVO	B270F 4X2	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	VOLVO	B270F 4X2	BUS	INTRAREGIONAL	44 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	VOLVO	B270F 4X2	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	45 sentados / 25 parados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	VOLVO	B270F 4X2	BUS	TURISMO	45 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	CHEVROLET	MT1345	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	CHEVROLET	MT1345	BUS	INTRAREGIONAL	44 sentados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	CHEVROLET	MT1345	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	45 sentados / 25 parados	SP	
			NOVA OLIMPICA 3-65 XLT	CHEVROLET	MT1345	BUS	TURISMO	45 sentados	SP	
CARROCERIAS OLIMPICA QUITO	OLIMPICA QUITO	SANTO DOMINGO	GR MINIBUS URBANO 2P	VOLKSWAGEN	9.150 OD	MINIBUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	27 sentados / 30 parados		NP
CARROCERIAS PEREZ	PEREZ	AMBATO	ALFA BUSS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	43 sentados	SP	
			ALFA BUSS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados		NP
			ALFA BUSS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados	SP	
CARROCERIAS RODRIGUEZ	RODRIGUEZ	GUAYAQUIL	INTRA CITY RD	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	46 sentados / 26 parados		NP
			CAPOLI IX TREE	HINO	AKBJRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	40 sentados / 30 parados		NP
			CAPOLI IX TREE	HINO	AKBJRSA	BUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	41 sentados / 29 parados		NP
CARROCERIAS SANTA CRUZ	SANTACRUZ	AMBATO	CAPOLI 1B	HINO	AKBJRSA	BUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	45 sentados / 25 parados		NP
			CAPOLI	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	43 sentados		NP
			SANFER 1	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
			STRONG SCHOOL	HINO	FC9JK52	MINIBUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	34 sentados		NP
CARROCERIAS SILVA	SILVA	QUITO	SOLBUSS NG7	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
CARROCERIAS SOLIS	SOLIS	AMBATO								
CARROCERIAS VASQUEZ	VASQUEZ	QUITO	URBAN FULL	HINO	AKBJRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	37 sentados / 43 parados		NP
CARROCERIAS YALLEMA JR.	YALLEMA JR.	RIOBAMBA	HUNTER JR.	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados	SP	
			HUNTER JR.	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados		NP
CEPEDA CIA. LTDA.	CEPEDA	AMBATO	SILVER	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL 2 PUERTAS	42 sentados		NP
			SILVER PLUS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados		NP
			SILVER PLUS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL	47 sentados / 17 parados		NP
			SILVER PLUS	HINO	AKBJRSA	BUS	TURISMO	47 sentados		NP
			SILVER PLUS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAREGIONAL	47 sentados		NP
			SILVER PLUS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAREGIONAL	44 sentados	SP	
			SILVER PLUS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados	SP	
			SILVER PLUS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	44 sentados / 17 parados	SP	
			SILVER PLUS	HINO	AKBJRSA	BUS	TURISMO	44 sentados	SP	
			SILVER PLUS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAREGIONAL	42 sentados	SP	
			SILVER PLUS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados	SP	
			SILVER PLUS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	42 sentados / 17 parados	SP	
			SILVER PLUS	HINO	AKBJRSA	BUS	TURISMO	42 sentados	SP	
			CEPEDA CS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	41, 42, 43, 44, 45 sentados	SP	
			CEPEDA CS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45, 46, 47 sentados		NP
			CEPEDA CS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAREGIONAL	41, 42, 43, 44, 45 sentados	SP	
			CEPEDA CS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAREGIONAL	45, 46, 47 sentados		NP
			CEPEDA CS	HINO	AKBJRSA	BUS	TURISMO	41, 42, 43, 44, 45 sentados	SP	
			CEPEDA CS	HINO	AKBJRSA	BUS	TURISMO	45, 46, 47 sentados		NP
			CEPEDA CS	HINO	AKBJRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	47 sentados / 17 parados		NP
			SILVER CITY	HINO	AKBJRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	39 sentados / 41 parados		NP
			SILVER CITY	HINO	AKBJRSA	BUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	43 sentados / 17 parados		NP
			SILVER PLUS	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	INTERPROVINCIAL	45, 46 sentados	SP	
			SILVER PLUS	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	INTERPROVINCIAL	49, 50 sentados		NP
			SILVER PLUS	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	TURISMO	45, 46 sentados	SP	
			SILVER PLUS	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	TURISMO	49, 50 sentados		NP
			SILVER PLUS	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	INTRAREGIONAL	45, 46 sentados	SP	
			SILVER PLUS	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	INTRAREGIONAL	49, 50 sentados		NP
			CEPEDA C6	SCANIA	K 360	BUS	INTERPROVINCIAL	44, 48, 49 sentados	SP	
			CEPEDA C6	SCANIA	K 360	BUS	INTERPROVINCIAL	51, 50 sentados		NP
			CEPEDA C6	SCANIA	K 360	BUS	INTRAREGIONAL	44, 48, 49 sentados	SP	
			CEPEDA C6	SCANIA	K 360	BUS	INTRAREGIONAL	51, 50 sentados		NP
CEPEDA C6	SCANIA	K 360	BUS	TURISMO	44, 48, 49 sentados	SP				
CEPEDA C6	SCANIA	K 360	BUS	TURISMO	51, 50 sentados		NP			
CEPEDA CS	AGRALE	MA17	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados		NP			
CEPEDA CS	AGRALE	MA17	BUS	INTRAREGIONAL	47 sentados		NP			
CEPEDA CS	AGRALE	MA17	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	47 sentados / 17 parados		NP			
CEPEDA CS	AGRALE	MA17	BUS	TURISMO	47 sentados		NP			
CEPEDA CS	CHEVROLET	MT1345	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados	SP				
CEPEDA CS	CHEVROLET	MT1345	BUS	INTRAREGIONAL	44 sentados	SP				

CORPMEGABUSS CIA. LTDA.	CORPMEGABUSS	RIOBAMBA	CEPEDA CS	CHEVROLET	MT1345	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	44 sentados / 17 parados	SP	
			CEPEDA CS	CHEVROLET	MT1345	BUS	TURISMO	44 sentados	SP	
			CRUCERO	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	43 sentados	SP	
			CRUCERO	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados	NP	
			CRUCERO	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	43 sentados	SP	
			CRUCERO	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	46 sentados	NP	
			MEGABUSS 3 SUPEX 700	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados	SP	
			MEGABUSS 3 SUPEX 700	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados	NP	
			MEGABUSS 3 SUPEX 700	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	42 sentados	SP	
			MEGABUSS 3 SUPEX 700	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	46 sentados	NP	
			MEGABUSS 700 MB1	MERCEDES BENZ	OS00 R 1830	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados	SP	
			MEGABUSS 700 MB1	MERCEDES BENZ	OS00 R 1830	BUS	TURISMO	44 sentados	SP	
MEGABUSS 700 MB2	MERCEDES BENZ	OS00 R 1836	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados	SP				
MEGABUSS 700 MB2	MERCEDES BENZ	OS00 R 1836	BUS	TURISMO	45 sentados	SP				
ECUACAR	ECUACAR	QUITO	ECLACAR 1	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados	SP	
			JAIRBUS	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	44 sentados / 28 parados	NP	
			JAHIRBUS V3	VOLKSWAGEN	17.210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	43 sentados / 34 parados	NP	
			MINI ECUACAR	VOLKSWAGEN	9.150 OD	MINIBUS	URBANO 1 PUERTA LADO DERECHO	24 sentados / 16 parados	NP	
			MINI ECUACAR 2	VOLKSWAGEN	10.150 OD	MINIBUS	URBANO 1 PUERTA LADO DERECHO	24 sentados / 16 parados	NP	
EUROCARROCERIAS	EUROCARROCERIAS	RIOBAMBA	EUROSEUZ 02	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	45 sentados / 15 parados	NP	
			EUROMAXX	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados	NP	
			EUROFAX X2	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	32 sentados / 15 parados	NP	
			EUROFAXX	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	TURISMO	30 sentados	NP	
FABICAR	FABICAR	QUITO	OLYMPUS - F	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	44 sentados / 32 parados	NP	
			G7	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	34 sentados	NP	
IBIMCO	IBIMCO	AMBATO	OPTIMUS G7 PLUS	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados	SP	
			OPTIMUS 550	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	BUS INTERPROVINCIAL	45 sentados	NP	
			OPTIMUS 550	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	45 sentados	NP	
			OPTIMUS G7	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados	NP	
ICEDCA	ICEDCA	GUAYAQUIL	FENIX	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados	NP	
			FENIX	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados	NP	
			FENIX	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	39 sentados / 52 parados	NP	
IMETAM	IMETAM	QUITO	VIP CITY	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	44 sentados / 35 parados	NP	
			VIP CITY TRES PUERTAS VERSION 2	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	35 sentados / 45 parados	NP	
JACOME CRUZ LUIS ANTONIO	JACOME	AMBATO	LUXURY	VOLKSWAGEN	17.210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	40 sentados / 50 parados	NP	
			LUXURY 4P	VOLKSWAGEN	17.210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	35 sentados / 55 parados	NP	
METALICA SANABRIA	SANABRIA	AMBATO	NUEVO HORIZONTE	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	34 sentados / 12 parados	NP	
			NUEVO HORIZONTE	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	TURISMO	34 sentados	NP	
METALICAS PAPER'S	PAPER'S	AMBATO	URBAN 7 TURISMO	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	TURISMO	30 sentados	NP	
METALICAS PILLAPA	METALICAS PILLAPA	PELILEO	SHADDAI BUS	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	44 sentados / 26 parados	NP	
			ALFA 700	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados	NP	
			ALFA 700	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAREGIONAL	47 sentados	NP	
			ALFA 700	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	47 sentados / 20 parados	NP	
			ALFA 700	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	47 sentados	NP	
			ALFA MINI	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	27, 29, 31 sentados / 18 parados	NP	
			ALFA MINI	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	23 sentados / 25 parados	NP	
			ALFA	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	INTERPROVINCIAL	32 sentados	NP	
			ALFA	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	INTRAREGIONAL	32 sentados	NP	
			ALFA	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	32 sentados / 10 parados	NP	
			ALFA	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	TURISMO	32 sentados	NP	
			MIRAL - AUTOBUSES	MIRAL	AMBATO	QUANTUM	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS
QUANTUM	HINO	AKBIRSA				BUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	45 sentados / 35 parados 46 sentados / 34 parados	NP	
QUANTUM 4P	HINO	AKBIRSA				BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	37 sentados / 42 parados	NP	
IMS9	HINO	AKBIRSA				BUS	INTERPROVINCIAL	41 sentados	SP	
IMS9	HINO	AKBIRSA				BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados	SP	
IMS9	HINO	AKBIRSA				BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados	NP	
IMS9	HINO	AKBIRSA				BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados	NP	
IMS9	SCANIA	K360 B 4X2				BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados	SP	
EVONY (2 PUERTAS)	HINO	FC9K5Z				MINIBUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	24 sentados / 11 parados	NP	
INFINITI	MERCEDES BENZ	OS00 RS 1836				BUS	INTERPROVINCIAL	42, 44, 48 sentados	SP	
INFINITI	MERCEDES BENZ	OS00 RS 1836				BUS	INTERPROVINCIAL	50 sentados	NP	
QUANTUM	INTERNATIONAL	4700 FE				BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	41 sentados / 43 parados	NP	
EVONY	INTERNATIONAL	3100 MIDI				MINIBUS	URBANO 1 PUERTA LADO DERECHO	37 sentados / 47 parados	NP	
EVONY	VOLKSWAGEN	9.150 OD				MINIBUS	URBANO 1 PUERTA LADO DERECHO	33 sentados / 24 parados	NP	
EVONY	VOLKSWAGEN	9.150 OD				MINIBUS	URBANO 1 PUERTA LADO DERECHO	33 sentados / 25 parados	NP	
ORELLANA SOLIS FREDDY VLADIMIR	INDUSTRIAS METALICAS ORELLANA	QUITO	IMO URBAN 3P	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	39 sentados / 41 parados	NP	
			IMO URBAN 4P	VOLKSWAGEN	17.210 OD	BUS	URBANO 4 PUERTAS LADO DERECHO	37 sentados / 47 parados	NP	

PARECO CIA. LTDA.	PAREGO	AMBATO	INNOVATION IV	HINO	AKBUSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	33 sentados / 47 parados		NP
PATRICIO CEPEDA CIA. LTDA.	PATRICIO CEPEDA	AMBATO	INNOVATION IV	HINO	AKBUSA	BUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	43 sentados / 37 parados		NP
			SILVER	HINO	AKBUSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	45 sentados / 23 parados		
			SILVER GLASS PC 1.4	HINO	AKBUSA	BUS	INTRAREGIONAL	46 sentados		NP
			SILVER GLASS PC 1.4	HINO	AKBUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados		NP
			SILVER GLASS PC 1.4	HINO	AKBUSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	46 sentados / 20 parados		NP
			SILVER GLASS PC 1.4	HINO	AKBUSA	BUS	TURISMO	46 sentados		NP
			SILVER PLUS	HINO	AKBUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados	SP	
			SILVER PLUS	HINO	AKBUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados		NP
			SILVER PLUS	HINO	AKBUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	41 sentados	SP	
			SILVER PC 1.3	HINO	AKBUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	40, 41, 42, 43, 44 sentados		SP
			SILVER PC 1.3	HINO	AKBUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	42, 44, 45, 46 sentados		NP
			SILVER PC 1.3	HINO	AKBUSA	BUS	TURISMO	40, 41, 42, 43, 44 sentados	SP	
			SILVER PC 1.3	HINO	AKBUSA	BUS	TURISMO	42, 44, 45, 46 sentados		NP
			SILVER GLASS	HINO	AKBUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados		NP
			SILVER GLASS PC 1.4	HINO	AKBUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	48 sentados		SP
			SILVER GLASS PC 1.4 DOS PUERTAS	HINO	AKBUSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	44 sentados / 20 parados		NP
			SILVER PC 1.4	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	INTERPROVINCIAL	31 sentados		NP
			SILVER CITY PC 1.4	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	24 sentados / 23 parados		NP
SILVER ESCOLAR FC PC 1.4	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	33 sentados		NP			
PICOSA	PICOSA	AMBATO	ARI URBAN	HINO	AKBUSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	37 sentados / 33 parados		NP
			ARI URBAN	HINO	AKBUSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	41 sentados / 29 parados		NP
			ARI URBAN	HINO	AKBUSA	BUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	43 sentados / 27 parados		NP
			ARI URBAN	HINO	AKBUSA	BUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	39 sentados / 31 parados		NP
			ARI INTERCITY VERSION 03	HINO	AKBUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados	SP	
			ARI INTERCITY VERSION 02	HINO	AKBUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados		NP
			ARI INTRAPROVINCIAL	HINO	AKBUSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	47 sentados / 13 parados		NP
			ARI URBAN 2P	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	23 sentados / 17 parados		NP
			ARI URBAN 2P VERSION 02	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	23 sentados / 17 parados		NP
			ARI URBAN 2P VERSION 03	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	24 sentados / 16 parados		NP
			ARY INTERCITY	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	INTERPROVINCIAL	49 sentados	SP	
			ARY INTERCITY	MERCEDES BENZ	OF 1730	BUS	INTERPROVINCIAL	51 sentados		NP
			ARI INTRAPROVINCIAL	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	51 sentados / 19 sentados		NP
			ARI URBAN 3P	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	44 sentados / 36 sentados		NP
			ARI URBAN	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	37 sentados / 43 parados		NP
			ARI URBAN 3P VERSION 02	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	33 sentados / 47 parados		NP
			ARI INTERCITY	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	INTERPROVINCIAL	42, 44 sentados	SP	
			ARI INTERCITY	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados		NP
QUILLUPANGUI MOROCHO DARWIN PATRICIO	METALBUSS	QUITO	METAL URBAN	HINO	AKBUSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	37 sentados / 45 parados		NP
REINOSO QUSHPE WASHINGTON GERMANICO	REINOSO	QUITO	GR URBAN	HINO	AKBUSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	37 sentados / 47 parados		NP
			GR URBAN	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	37 sentados / 52 parados		NP
RODRIGUES PEDROTTI ELIZABETE	PEDROTTI	QUITO	CONCIERTO V	HINO	AKBUSA	BUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	43 sentados		NP
			COCIERTO 6	HINO	FC9K5Z	MINIBUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	34 sentados		NP
SANCHEZ ALVARADO FAUSTO WILFRIDO	ALVARADO	RIOBAMBA	ALVARADO FZ I CENTAURO	HINO	AKBUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	43 sentados	SP	
			ALVARADO FZ I CENTAURO	HINO	AKBUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados		NP
			ALVARADO FZ I CENTAURO	HINO	AKBUSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	46 sentados / 25 parados		NP
			ALVARADO FZ I CENTAURO	HINO	AKBUSA	BUS	TURISMO	43 sentados	SP	
			ALVARADO FZ I CENTAURO	HINO	AKBUSA	BUS	TURISMO	46 sentados		NP
			ALVARADO FZ I CENTAURO	HINO	AKBUSA	BUS	TURISMO	43 sentados		NP
SONIBUSS MRG	SONIBUSS MRG	SONIBUSS MRG	FYDEBUSS YUTONG ZK6107HA	YUTONG	ZK6107HA	BUS	INTERPROVINCIAL	43 sentados		NP
			FYDEBUSS YUTONG ZK6107HA	YUTONG	ZK6107HA	BUS	INTRAREGIONAL	43 sentados		NP
			FYDEBUSS YUTONG ZK6107HA	YUTONG	ZK6107HA	BUS	TURISMO	43 sentados		NP
			FYDEBUSS YUTONG ZK6129HE	YUTONG	ZK6129HE EXTENDIDO	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados	SP	
			FYDEBUSS YUTONG ZK6129HE	YUTONG	ZK6129HE EXTENDIDO	BUS	INTRAREGIONAL	45 sentados	SP	
			FYDEBUSS YUTONG ZK6129HE	YUTONG	ZK6129HE EXTENDIDO	BUS	TURISMO	45 sentados	SP	
			FYDEBUSS YUTONG ZK6129HE	YUTONG	ZK6129HE EXTENDIDO	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados		NP
			FYDEBUSS YUTONG ZK6129HE	YUTONG	ZK6129HE EXTENDIDO	BUS	INTRAREGIONAL	47 sentados		NP
			FYDEBUSS YUTONG ZK6129HE	YUTONG	ZK6129HE EXTENDIDO	BUS	TURISMO	47 sentados		NP
			FYDEBUSS YUTONG ZK6129HE	YUTONG	ZK6129HE EXTENDIDO	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	47 sentados / 15 parados		NP
			SONIBUSS MRG	HINO	AKBUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	43 sentados	SP	
			SONIBUSS MRG	HINO	AKBUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
			SONIBUSS MRG	HINO	AKBUSA	BUS	INTRAREGIONAL	43 sentados	SP	
			SONIBUSS MRG	HINO	AKBUSA	BUS	INTRAREGIONAL	45 sentados		NP
			SONIBUSS MRG	HINO	AKBUSA	BUS	TURISMO	43 sentados	SP	
			SONIBUSS MRG	HINO	AKBUSA	BUS	TURISMO	45 sentados		NP
			SONIBUSS MRG	HINO	AKBUSA	BUS	INTRAPROVINCIAL	45 sentados / 15 parados		NP

DIRECCIÓN DE REGULACIÓN DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL
Listado de fabricantes o ensambladores nacionales de vehículos de categoría M2 y M3

TALLERES R. GUZMAN	R. GUZMAN	CUENCA	NYCOBUSS	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	TURISMO	42, 43 sentados	SP	NP
			NYCOBUSS	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	TURISMO	46 sentados		
			NYCOBUSS	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	INTERPROVINCIAL	42, 43 sentados	SP	NP
			NYCOBUSS	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados	SP	NP
			MRG CRG FIDEBUSS	SCANIA	K 360	BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados	SP	NP
			MRG CRG FIDEBUSS	SCANIA	K 360	BUS	TURISMO	42 sentados	SP	NP
			NYCOBUSS	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	INTERPROVINCIAL	42, 43 sentados	SP	NP
			NYCOBUSS	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados	SP	NP
			NYCOBUSS	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	TURISMO	42, 43 sentados	SP	NP
			NYCOBUSS	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	TURISMO	46 sentados	SP	NP
			FIDEBUSS	MERCEDES BENZ	O500 R 1830	BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados	SP	NP
			FIDEBUSS	MERCEDES BENZ	O500 R 1830	BUS	TURISMO	42 sentados	SP	NP
			FYDEBUSS O-500	MERCEDES BENZ	O 500 RS 1833	BUS	INTRAREGIONAL	44 sentados	SP	NP
			FYDEBUSS O-500	MERCEDES BENZ	O 500 RS 1833	BUS	INTRAREGIONAL	47 sentados	SP	NP
			FYDEBUSS O-500	MERCEDES BENZ	O 500 RS 1833	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados	SP	NP
			FYDEBUSS O-500	MERCEDES BENZ	O 500 RS 1833	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados	SP	NP
			FYDEBUSS O-500	MERCEDES BENZ	O 500 RS 1833	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	47 sentados / 15 parados	SP	NP
			FYDEBUSS O-500	MERCEDES BENZ	O 500 RS 1833	BUS	TURISMO	44 sentados	SP	NP
			FYDEBUSS O-500	MERCEDES BENZ	O 500 RS 1833	BUS	TURISMO	47 sentados	SP	NP
			FYDEBUSS O-500	MERCEDES BENZ	O 500 RS 1836	BUS	INTRAREGIONAL	44 sentados	SP	NP
			FYDEBUSS O-500	MERCEDES BENZ	O 500 RS 1836	BUS	INTRAREGIONAL	46 sentados	SP	NP
			FYDEBUSS O-500	MERCEDES BENZ	O 500 RS 1836	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados	SP	NP
			FYDEBUSS O-500	MERCEDES BENZ	O 500 RS 1836	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados	SP	NP
			FYDEBUSS O-500	MERCEDES BENZ	O 500 RS 1836	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	46 sentados / 15 parados	SP	NP
			FYDEBUSS O-500	MERCEDES BENZ	O 500 RS 1836	BUS	TURISMO	44 sentados	SP	NP
			FYDEBUSS O-500	MERCEDES BENZ	O 500 RS 1836	BUS	TURISMO	46 sentados	SP	NP
			NYCOBUSS	VOLKSWAGEN	17.210 OD	BUS	INTERPROVINCIAL	42, 43 sentados	SP	NP
			NYCOBUSS	VOLKSWAGEN	17.210 OD	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados	SP	NP
NYCOBUSS	VOLKSWAGEN	17.210 OD	BUS	TURISMO	42, 43 sentados	SP	NP			
NYCOBUSS	VOLKSWAGEN	17.210 OD	BUS	TURISMO	46 sentados	SP	NP			
INTERCITY	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	44 sentados / 37 parados	SP	NP			
INTERCITY URBANO	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	33 sentados / 34 parados	SP	NP			
INTERCITY VM4	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	38 sentados / 42 parados 40 sentados / 40 parados 41 sentados / 39 parados 42 sentados / 38 parados	SP	NP			
INTERCITY URBANO	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	35 sentados / 45 parados 36 sentados / 44 parados 39 sentados / 41 parados 40 sentados / 40 parados	SP	NP			
CITY CENTER	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	31, 33 sentados	SP	NP			
CITY CENTER	HINO	FC9JKSZ	MINIBUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	33 sentados / 22 parados	SP	NP			
INTERCITY URBANO	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	37 sentados / 33 parados 38 sentados / 42 parados 39 sentados / 41 parados 40 sentados / 40 parados 41 sentados / 39 parados 42 sentados / 38 parados 43 sentados / 37 parados	SP	NP			
INTERCITY VM5	MERCEDES BENZ	OF 1721	BUS	INTERPROVINCIAL	43 sentados	SP	NP			
INTERCITY URBANO	VOLKSWAGEN	17.210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	39 sentados / 41 parados 44 sentados / 36 parados 40 sentados / 40 parados 43 sentados / 37 parados	SP	NP			
INTERCITY URBANO	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	38 sentados / 28 parados 40 sentados / 28 parados 39 sentados / 28 parados 41 sentados / 28 parados 43 sentados / 38 parados 44 sentados / 28 parados	SP	NP			
INTERCITY VM3	CHEVROLET	MT1345	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	41 sentados / 34 parados	SP	NP			
ZAMORA GUERRERO JOSE VICENTE	ZAMORA	QUITO	ZJ716	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	47 sentados	SP	NP
ZAMORA GUERRERO JOSE VICENTE	ZAMORA	QUITO	ZAMORA G7	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	43 sentados / 37 parados	SP	NP

** Corresponde a la información proporcionada por la Empresa Carrocera, y se publica en el presente listado únicamente para conocimiento de los usuarios.

NOTA 1: Corresponde a una unidad Autoportante, no posee chasis.

*SP: SI POSEE BAÑO; *NP: NO POSEE BAÑO

LISTADO DE INACTIVOS: Empresas y Modelos que fueron autorizados por la ANT, con Certificado de Homologación Caducado										
REPRESENTANTE DE LA MARCA PERSONA NATURAL O JURÍDICA **	MARCA DE CARROCERÍA**	CIUDAD	DETALLES DE MODELO HOMOLOGADO					NÚMERO DE ASIENTOS (Incluyendo chófer y auxiliar)	POSEE BAÑO	NO POSEE BAÑO
			MODELO UNIDAD	MARCA CHASIS	MODELO CHASIS	TIPO	SERVICIO DE TRANSPORTE ÁMBITO o MODALIDAD			
CARROCERÍAS ALTAMIRANO	ALTAMIRANO	AMBATO	ALCA URBANO	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	41 sentados / 39 parados		NP
CARROCERÍAS BUSCARS	BUSCARS	GUAYAQUIL	MINI URBAN	VOLKSWAGEN	9 150 OD	MINI BUS	URBANO 2 PUERTAS	24 sentados / 30 parados		NP
			MINI URBAN	VOLKSWAGEN	10 150 OD	MINI BUS	BUS URBANO 2 PUERTAS	24 sentados / 30 parados		NP
			NEO URBAN	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS	38 sentados / 42 parados		NP
			NEO URBAN	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	URBANO 2 PUERTAS	44 sentados / 46 parados		NP
			NEO URBAN	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	38 sentados / 42 parados		NP
			NEO URBAN	MERCEDES BENZ	1721/59	BUS	URBANO 3 PUERTAS	38 sentados / 42 parados		NP
CARROCERÍAS COPSA	COPSA	AMBATO	FENIX	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
			FENIX	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	45 sentados / 27 parados		NP
CARROCERÍAS IMCE	IMCE	AMBATO	SILVER LARGE	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	43 sentados	SP	
			SILVER LARGE	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
			SILVER LARGE	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	43 sentados	SP	
			SILVER LARGE	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	45 sentados		NP
			SILVER LARGE	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2PUERTAS	43 sentados / 28 parados		NP
			SILVER LARGE	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	45 sentados		NP
			SILVER ESCOLAR	HINO	AKBIRSA	BUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	45 sentados		NP
			SILVER CITY	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	41 sentados / 39 parados		NP
			SILVER MINI	HINO	FC9K5Z	MINI BUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	33 sentados		NP
			ORION 3P	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS	40 sentados / 50 parados		NP
CARROCERÍAS IMPA	IMPA	AMBATO	FELINO	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	40 sentados / 40 parados		NP
			FELINO	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS	40 sentados / 40 parados		NP
			FELINO	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS DERECHA 1 IZQUIERDA*	36 sentados / 40 parados		NP
			AERODYNE 1	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS	40 sentados / 40 parados		NP
			AERODYNE 1	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	40 sentados / 40 parados		NP
			AERO DYNE 2	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	40 sentados / 40 parados		NP
			TIGER	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	40 sentados / 20 parados		NP
			TIGER	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	INTERPROVINCIAL	40 sentados	SP	
			TIGER	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados		NP
			CARROCERÍAS IMPEDSA	IMPEDSA	AMBATO	URBAN POWERFUL	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS
SPECTRUM SCHDOL	HINO	FC9K5Z				MINI BUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	33 sentados		NP
CARROCERÍAS M&L	M&L	AMBATO	MILENIUM I	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS	41 sentados / 49 parados		NP
			MILENIUM IV	VOLKSWAGEN	9 150 OD	MINI BUS	URBANO 2 PUERTAS	22 sentados / 26 parados		NP
			MILENIUM V	VOLKSWAGEN	10 150 OD	MINI BUS	URBANO 2 PUERTAS	22 sentados / 26 parados		NP
CARROCERÍAS METÁLICAS SANTA GEMA	SANTAGEMA	TOSAHUA	PIO II	VOLKSWAGEN	9 150 OD	MINI BUS	URBANO 2 PUERTAS	24 sentados / 32 parados		NP
			PIO II	VOLKSWAGEN	10 150 OD	MINI BUS	URBANO 2 PUERTAS	24 sentados / 32 parados		NP
			PAOLO I	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS	37 sentados / 53 parados		NP
CARROCERÍAS OLÍMPICA	OLÍMPICA CIA. LTDA.	CUENCA	NOVA OLÍMPICA 3-60	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	41 sentados	SP	
			NOVA OLÍMPICA 3-60	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
			NOVA OLÍMPICA 3-60	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	41 sentados	SP	
			NOVA OLÍMPICA 3-60	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	45 sentados		NP
			NOVA ECOLÓGICO 3-30 4P	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 4 PUERTAS DERECHA	32 sentados / 48 parados		NP
			NOVA ECOLÓGICO 3-30 3P	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	40 sentados / 40 parados		NP
			NOVA TURISMO FC 3-23	HINO	FC9K5Z	MINI BUS	TURISMO	29 sentados		NP
			NOVA ECOLÓGICO VW 3-23 2P	VOLKSWAGEN	9 150 OD	MINIBUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	25 sentados / 30 parados		NP
			NOVA ECOLÓGICO VW 3-23 2P	VOLKSWAGEN	10 150 OD	MINIBUS	URBANO 2 PUERTAS LADO DERECHO	25 sentados / 30 parados		NP
			NOVA CRUZERO 3-65	CHEVROLET	LV 150	BUS	INTERPROVINCIAL	43 sentados	SP	
			NOVA CRUZERO 3-65	CHEVROLET	LV 150	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
			NOVA CRUZERO 3-65	CHEVROLET	LV 150	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	45 sentados / 27 parados		NP
			NOVA CRUZERO 3-65	CHEVROLET	LV 150	BUS	TURISMO	43 sentados	SP	
			NOVA CRUZERO 3-65	CHEVROLET	LV 150	BUS	TURISMO	45 sentados		NP
			NOVA OLÍMPICA 3-65	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	INTERPROVINCIAL	43 sentados	SP	
			NOVA OLÍMPICA 3-65	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
			NOVA OLÍMPICA 3-65	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	TURISMO	43 sentados	SP	
			NOVA OLÍMPICA 3-65	INTERNATIONAL	4700 FE	BUS	TURISMO	45 sentados		NP

CARROCERIAS PEREZ	PEREZ	AMBATO	ALFA	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados	SP	
			ALFA	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados		NP
			ALFA	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	44 sentados		NP
			ALFA	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	42 sentados	SP	
			ALFA	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	44 sentados		NP
			OMEGA	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados	SP	
			OMEGA	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados		NP
			OMEGA	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 1 PUERTA	44 sentados		NP
			OMEGA	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	42 sentados	SP	
CARROCERIAS RODRIGUEZ	RODRIGUEZ	GUAYAQUIL	ROBNIBUS	VOLKSWAGEN	17.210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO	40 sentados / 44 parados		NP
			BUSSOL1	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados	SP	
CARROCERIAS SOLIS	SOLIS	AMBATO	BUSSOL1	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados		NP
			BUSSOL2	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados	SP	
			BUSSOL2	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados		NP
			BUSSOL2	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados		NP
CEPEDA CIA. LTDA.	CEPEDA	AMBATO	SILVER PLUS	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	42, 44 sentados	SP	
			SILVER PLUS	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45, 46 sentados		NP
			SILVER PLUS	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	42, 44 sentados	SP	
			SILVER PLUS	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	45, 46 sentados		NP
			SILVER	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados	SP	
			SILVER	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados		NP
			SILVER	HINO	AKBIRSA	BUS	INTRAPROVINCIAL 2 PUERTAS	45 sentados / 27 parados		NP
			SILVER	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	44 sentados	SP	
			SILVER	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	46 sentados		NP
			SILVER CITY	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	39 sentados / 41 parados 41 sentados / 39 parados		NP
			SILVER SC	SCANIA	K 360	BUS	INTERPROVINCIAL	43, 47 sentados	SP	
			SILVER SC	SCANIA	K 360	BUS	INTERPROVINCIAL	51 sentados		NP
			SILVER SC	SCANIA	K 360	BUS	TURISMO	43, 47 sentados	SP	
			SILVER SC	SCANIA	K 360	BUS	TURISMO	51 sentados		NP
CORPMEGABUSS CIA. LTDA.	CORPMEGABUSS	RIOBAMBA	MEGABUSS 3	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	42 sentados	SP	
			MEGABUSS 3	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	44 sentados		NP
			MEGABUSS 3	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	42 sentados	SP	
			MEGABUSS 3	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	44 sentados		NP
			MEGABUSS 3	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	44 sentados		NP
DAVMOTOR CIA. LTDA.	MARIELBUS	AMBATO	CARFIO	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45 sentados		NP
			CARFIO	HINO	AKBIRSA	BUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	46 sentados		NP
			CARFIO	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	41 sentados / 39 parados		NP
			CARFIO	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS	41 sentados / 35 parados		NP
			CARFIO	HINO	FCSJKSZ	MINI BUS	TURISMO	34 sentados		NP
			CARFIO	HINO	FCSJKSZ	MINI BUS	URBANO 2 PUERTAS	28 sentados / 31 parados		NP
IBIMCO	IBIMCO	AMBATO	OPTIMUS MIDI	INTERNATIONAL	3100 MIDI	MINI BUS	URBANO 2 PUERTAS	28 sentados / 31 parados		NP
			FENNIX	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS	37 sentados / 43 parados		NP
ICEDCA	ICEDCA	GUAYAQUIL	FENNIX	VOLKSWAGEN	9.150 OD	MINIBUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	32 sentados		NP
			FENNIX	VOLKSWAGEN	10.150 OD	MINIBUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	32 sentados		NP
			VIP CITY	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	37 sentados / 45 parados		NP
IMETAM	IMETAM	QUITO	VIP CITY	HINO	AKBIRSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	37 sentados / 45 parados		NP
			VIP CITY	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS	37 sentados / 45 parados		NP
			VIP SCHOOL	HINO	FCSJKSZ	MINI BUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	32 sentados		NP
JACOME CRUZ LUIS ANTONIO	JACOME	AMBATO	LUXURY	MERCEDES BENZ	1721/59	BUS	URBANO 3 PUERTAS	40 sentados / 35 parados		NP
			CONCEPTO NEW	VOLKSWAGEN	17 210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS	45 sentados / 45 parados		NP
METALICAS PAPER'S	PAPER'S	AMBATO	KADAR	VOLKSWAGEN	17 230 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS DERECHA 1 IZQUIERDA	41 sentados / 49 parados		NP
			URBAN 7 4P	VOLKSWAGEN	17.210 OD	BUS	URBANO 3 PUERTAS LADO DERECHO 1 PUERTA LADO IZQUIERDO	40 sentados / 50 parados		NP
METALICAS PILLAPA	METALICAS PILLAPA	PELILEO	SHADDAI	HINO	AKBIRSA	BUS	INTERPROVINCIAL	46 sentados		NP
			SHADDAI	HINO	AKBIRSA	BUS	TURISMO	46 sentados		NP

MIRAL - AUTOBUSES	MIRAL	AMBATO	INFINITI	HINO	AKERUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	41, 42, 39 unidades	SP	NP
			INFINITI	HINO	AKERUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	44 unidades		
			QUANTUM	HINO	AKERUSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	41 unidades / 39 unidades		NP
			URBAN PLUS	HINO	AKERUSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	37 unidades / 43 unidades		NP
			E-VOX 3000T	HINO	FCMOSE	MINI BUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	43 unidades / 39 unidades		NP
			INFINITI 400	CHEVROLET	LV 130	BUS	INTERPROVINCIAL	32 unidades		NP
			INFINITI 400	CHEVROLET	LV 130	BUS	INTERPROVINCIAL	44 unidades	SP	
			INFINITI 400	CHEVROLET	LV 130	BUS	INTERPROVINCIAL	46 unidades		SP
			INFINITI 400	CHEVROLET	LV 130	BUS	INTRA-PROVINCIAL 1 PUERTA	49 unidades / 21 unidades		NP
			INFINITI 400	CHEVROLET	LV 130	BUS	TURISMO	44 unidades	SP	
INFINITI 400	CHEVROLET	LV 130	BUS	TURISMO	48 unidades		NP			
INFINITI	SCANIA	K 360	BUS	INTERPROVINCIAL	43, 47 unidades	SP				
QUANTUM	MERCEDES BENZ	T 221/19	BUS	URBANO 3 PUERTAS	41 unidades / 43 unidades		NP			
PARECO CIA. LTDA.	PARECO	AMBATO	INNOVATION	VOLKSWAGEN	17 210 00	BUS	URBANO 3 PUERTAS	41 unidades / 45 unidades		NP
			INNOVATION II	HINO	AKERUSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	39 unidades / 41 unidades		NP
			INNOVATION III	INTERNATIONAL	4700 F2	BUS	URBANO 3 PUERTAS	41 unidades / 45 unidades		NP
PATRÓN CERCOSA CIA. LTDA.	PATRÓN CERCOSA	AMBATO	SILVER	HINO	AKERUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	43, 40 unidades	SP	
			SILVER	HINO	AKERUSA	BUS	INTERPROVINCIAL	45, 42 unidades		NP
			SILVER	HINO	AKERUSA	BUS	INTERPROVINCIAL 3 PUERTAS	42 unidades		NP
			SILVER	HINO	AKERUSA	BUS	INTRA-PROVINCIAL 3 PUERTAS	43 unidades / 21 unidades		NP
			SILVER	HINO	AKERUSA	BUS	TURISMO	43, 40 unidades	SP	
			SILVER	HINO	AKERUSA	BUS	TURISMO	45, 42 unidades	SP	NP
			SILVER URBAN	HINO	AKERUSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	43 unidades / 37 unidades		NP
			SILVER	HINO	FCMOSE	MINI BUS	ESCOLAR / INSTITUCIONAL	38 unidades		NP
PICOSA	PICOSA	AMBATO	ALPHA	HINO	AKERUSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS	39 unidades / 41 unidades		NP
			ARI URBAN	HINO	AKERUSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS DERECHA 1 OQUELLEDA	35 unidades / 35 unidades		NP
			ALPHA	VOLKSWAGEN	17 210 00	BUS	URBANO 3 PUERTAS	37 unidades / 43 unidades		NP
SANABRIA	SANABRIA	AMBATO	AR TURISMO	HINO	FCMOSE	MINI BUS	TURISMO	30 unidades		NP
			PLATINUM	VOLKSWAGEN	17 210 00	BUS	URBANO 3 PUERTAS	43 unidades / 46 unidades		NP
VARMA S.A.	VARMA	AMBATO	INTERCITY (URBANO)	HINO	AKERUSA	BUS	URBANO 3 PUERTAS DERECHA 1 OQUELLEDA	40 unidades / 39 unidades		NP

**): Corresponde a la información proporcionada por la Empresa Carrocera, y se publica en el presente listado únicamente para conocimiento de los usuarios.

*SP: SI POSEE BAÑO. *NP: NO POSEE BAÑO

CONSIDERACIONES

No se permitirá la comercialización de unidades vehiculares nuevas cuyo Certificado de Homologación se encuentre caducado.

Las unidades nuevas fabricadas o ensambladas nacionalmente de categoría M2 y M3 podrán ser matriculadas únicamente si constan en el listado de unidades tanto Aprobadas en el portal de la ANT www.ant.gob.ec.

La Agencia Nacional de Tránsito como ente regulador del transporte es la única institución que establece plazos y requerimientos para el proceso de homologación vehicular, por lo tanto, se informa a las empresas carroceras autorizada que serán parte de un proceso de regularización y control permanente, con la finalidad de viabilizar estos proceso con sujeción estricta a la normativa vigente.

Atentamente,
DIRECCIÓN DE REGULACIÓN DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL
HOMOLOGACIÓN VEHICULAR

ANEXO 13 Hojas técnicas de los materiales ensayados

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



INFORME TÉCNICO DE:

**PRUEBA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL
SEGÚN NORMA ASTM D6413**

PARA:

ALVARO FABRICIO CABRERA VALENCIA

MARZO 2018

AMBATO – ECUADOR

INFORME TÉCNICO DE PRUEBAS DE INFLAMABILIDAD EN MUESTRA DE MATERIAL PARA MUESTRAS INTERNAS DE CARROCERÍA DE BUSES.

ANTECEDENTES

Con fecha 16 de marzo del año 2018 el estudiante de la Universidad Técnica de Ambato carrera de ingeniería mecánica, mediante proyecto de tesis se realizará la Prueba de inflamabilidad vertical según Norma ASTM D6413 en una muestra de material para piezas utilizadas en interiores de carrocería de buses.

La norma internacional señala la metodología estandarizada que se debe realizar para la “Determinación del comportamiento frente al fuego de los materiales interiores y se aplica a vehículos de carretera, tractores y maquinaria para agricultura y la silvicultura”.

De acuerdo a la información proporcionada por el solicitante, la muestra de esponja tiene como componentes: SUPRASEC 7507 MDI (Procedencia: Canadá) y RUBIFLEX LU 38723 (Procedencia: Colombia).

Las 10 sub muestras o probetas recibidas, fueron de color blanco, todas de aspecto homogéneo, con dimensiones según lo pide la norma.

PROCEDIMIENTO GENERAL

Según lo indica la norma, la prueba de inflamabilidad se realizó para cada muestra, sobre las sub muestras remitidas las cuales se prepararon y manipularon de acuerdo a lo señalado en la norma ASTM D6413

Las pruebas se efectuaron dentro de una cámara extractora de gases, en cuyo interior las muestras se colocaron en forma vertical en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión.

Para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas LPG.

RESULTADOS

ESPONJA FLEXIBLE



Poliuretano, Esponja Flexible			
No	Distancia	Tiempo	B
Probeta 1	5	12	25
Probeta 2	7	12	35
Probeta 3	5	12	25
Probeta 4	5	12	25
Probeta 5	8	12	40
Probeta 6	5	12	25
Probeta 7	16	12	80
Probeta 8	10	12	50
Probeta 9	5	12	25
Probeta 10	15	12	75
TOTAL			405
Índice de Inflamabilidad			40,5

OBSERVACIONES: La llama no pasa la primera línea de medición, no produce goteo y es auto-extinguible.



Conjunto de sub muestras después de la prueba

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo señalado en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 043:2010, apartado 4.2.12 literal e), podemos indicar que la muestra analizada cumple dicho requisito pues tiene un índice de llama (tasa de combustión promedio) menor al valor de 250mm/min, establecido como máximo aceptable por dicho reglamento.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



INFORME TÉCNICO DE:

**PRUEBA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL
SEGÚN NORMA ASTM D6413**

PARA:

ALVARO FABRICIO CABRERA VALENCIA

MARZO 2018

AMBATO – ECUADOR

INFORME TÉCNICO DE PRUEBAS DE INFLAMABILIDAD EN MUESTRA DE MATERIAL PARA MUESTRAS INTERNAS DE CARROCERÍA DE BUSES.

ANTECEDENTES

Con fecha 16 de marzo del año 2018 el estudiante de la Universidad Técnica de Ambato carrera de ingeniería mecánica, mediante proyecto de tesis se realizará la Prueba de inflamabilidad vertical según Norma ASTM D6413 en una muestra de material para piezas utilizadas en interiores de carrocería de buses.

La norma internacional señala la metodología estandarizada que se debe realizar para la “Determinación del comportamiento frente al fuego de los materiales interiores y se aplica a vehículos de carretera, tractores y maquinaria para agricultura y la silvicultura”.

De acuerdo a la información proporcionada por el solicitante, la muestra de esponja tiene como componentes: SUPRASEC 7507 MDI (Procedencia: Canadá) y RUBIFLEX LU 38723 (Procedencia: Colombia).

Las 10 sub muestras o probetas recibidas, fueron de color blanco, todas de aspecto homogéneo, con dimensiones según lo pide la norma.

PROCEDIMIENTO GENERAL

Según lo indica la norma, la prueba de inflamabilidad se realizó para cada muestra, sobre las sub muestras remitidas las cuales se prepararon y manipularon de acuerdo a lo señalado en la norma ASTM D6413

Las pruebas se efectuaron dentro de una cámara extractora de gases, en cuyo interior las muestras se colocaron en forma vertical en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión.

Para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas LPG.

RESULTADOS
ESPONJA FLEXIBLE



Poliuretano, Esponja Rígida			
No	Distancia	Tiempo	B
Probeta 1	0	12	0
Probeta 2	0	12	0
Probeta 3	0	12	0
Probeta 4	0	12	0
Probeta 5	0	12	0
Probeta 6	0	12	0
Probeta 7	0	12	0
Probeta 8	0	12	0
Probeta 9	0	12	0
Probeta 10	0	12	0
TOTAL			0
Índice de Inflamabilidad			0

OBSERVACIONES: La llama no pasa la primera línea de medición, no produce goteo y es auto-extinguible.



Conjunto de sub muestras después de la prueba

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo señalado en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 043:2010, apartado 4.2.12 literal e), podemos indicar que la muestra analizada cumple dicho requisito pues tiene un índice de llama (tasa de combustión promedio) menor al valor de 250mm/min, establecido como máximo aceptable por dicho reglamento.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



INFORME TÉCNICO DE:

**PRUEBA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL
SEGÚN NORMA ASTM D6413**

PARA:

ALVARO FABRICIO CABRERA VALENCIA

MARZO 2018

AMBATO – ECUADOR

INFORME TÉCNICO DE PRUEBAS DE INFLAMABILIDAD EN MUESTRA DE MATERIAL PARA MUESTRAS INTERNAS DE CARROCERÍA DE BUSES.

ANTECEDENTES

Con fecha 16 de marzo del año 2018 el estudiante de la Universidad Técnica de Ambato carrera de ingeniería mecánica, mediante proyecto de tesis se realizará la Prueba de inflamabilidad vertical según Norma ASTM D6413 en una muestra de material para piezas utilizadas en interiores de carrocería de buses.

La norma internacional señala la metodología estandarizada que se debe realizar para la “Determinación del comportamiento frente al fuego de los materiales interiores y se aplica a vehículos de carretera, tractores y maquinaria para agricultura y la silvicultura”.

De acuerdo a la información proporcionada por el solicitante, la muestra se llama expandible y se utiliza como forro para los asientos de los buses.

Las 10 sub muestras o probetas recibidas, fueron de color blanco, todas de aspecto homogéneo, con dimensiones según lo pide la norma.

PROCEDIMIENTO GENERAL

Según lo indica la norma, la prueba de inflamabilidad se realizó para cada muestra, sobre las sub muestras remitidas las cuales se prepararon y manipularon de acuerdo a lo señalado en la norma ASTM D6413

Las pruebas se efectuaron dentro de una cámara extractora de gases, en cuyo interior las muestras se colocaron en forma vertical en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión.

Para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas LPG.

RESULTADOS

Expandible



OBSERVACIONES: La probeta no pasa la prueba ya que su índice de inflamabilidad es superior a 250mm/min.

Forro de asiento, Expandible			
No	Distancia	Tiempo	B
Probeta 1	178	12	890
Probeta 2	147	12	735
Probeta 3	123	12	615
Probeta 4	134	12	670
Probeta 5	130	12	650
Probeta 6	131	12	655
Probeta 7	136	12	680
Probeta 8	122	12	610
Probeta 9	148	12	740
Probeta 10	150	12	750
TOTAL			6995
Índice de Inflamabilidad			699,5



Conjunto de sub muestras después de la prueba

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo señalado en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 043:2010, apartado 4.2.12 literal e), podemos indicar que la muestra analizada no cumple dicho requisito pues tiene un índice de llama (tasa de combustión promedio) mayor al valor de 250mm/min, establecido como máximo aceptable por dicho reglamento.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



INFORME TÉCNICO DE:

**PRUEBA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL
SEGÚN NORMA ASTM D6413**

PARA:

ALVARO FABRICIO CABRERA VALENCIA

MARZO 2018

AMBATO – ECUADOR

INFORME TÉCNICO DE PRUEBAS DE INFLAMABILIDAD EN MUESTRA DE MATERIAL PARA MUESTRAS INTERNAS DE CARROCERÍA DE BUSES.

ANTECEDENTES

Con fecha 16 de marzo del año 2018 el estudiante de la Universidad Técnica de Ambato carrera de ingeniería mecánica, mediante proyecto de tesis se realizará la Prueba de inflamabilidad vertical según Norma ASTM D6413 en una muestra de material para piezas utilizadas en interiores de carrocería de buses.

La norma internacional señala la metodología estandarizada que se debe realizar para la “Determinación del comportamiento frente al fuego de los materiales interiores y se aplica a vehículos de carretera, tractores y maquinaria para agricultura y la silvicultura”.

De acuerdo a la información proporcionada por el solicitante, la muestra se llama Pranna poliéster y es un material que se utiliza como forro de los asientos de las carrocerías de buses.

Las 10 sub muestras o probetas recibidas, fueron de color blanco, todas de aspecto homogéneo, con dimensiones según lo pide la norma.

PROCEDIMIENTO GENERAL

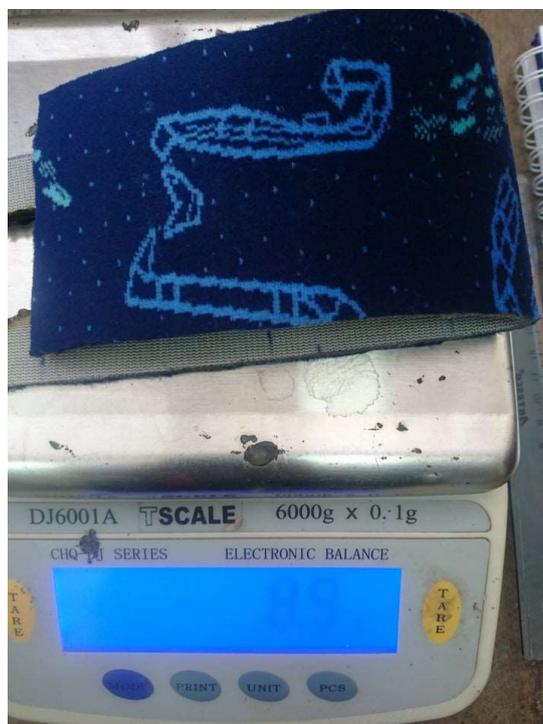
Según lo indica la norma, la prueba de inflamabilidad se realizó para cada muestra, sobre las sub muestras remitidas las cuales se prepararon y manipularon de acuerdo a lo señalado en la norma ASTM D6413

Las pruebas se efectuaron dentro de una cámara extractora de gases, en cuyo interior las muestras se colocaron en forma vertical en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión.

Para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas LPG.

RESULTADOS

Pranna Poliéster



OBSERVACIONES: La probeta no pasa la prueba ya que su índice de inflamabilidad es superior a 250mm/min.

PRANNA POLIESTER			
No	Distancia	Tiempo	B
Probeta 1	129	12	645
Probeta 2	127	12	635
Probeta 3	112	12	560
Probeta 4	118	12	590
Probeta 5	108	12	540
Probeta 6	85	12	425
Probeta 7	120	12	600
Probeta 8	110	12	550
Probeta 9	110	12	550
Probeta 10	104	12	520
TOTAL			5615
Índice de Inflamabilidad			561,5



Conjunto de sub muestras después de la prueba

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo señalado en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 043:2010, apartado 4.2.12 literal e), podemos indicar que la muestra analizada no cumple dicho requisito pues tiene un índice de llama (tasa de combustión promedio) mayor al valor de 250mm/min, establecido como máximo aceptable por dicho reglamento.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



INFORME TÉCNICO DE:

**PRUEBA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL
SEGÚN NORMA ASTM D6413**

PARA:

ALVARO FABRICIO CABRERA VALENCIA

MARZO 2018

AMBATO – ECUADOR

INFORME TÉCNICO DE PRUEBAS DE INFLAMABILIDAD EN MUESTRA DE MATERIAL PARA MUESTRAS INTERNAS DE CARROCERÍA DE BUSES.

ANTECEDENTES

Con fecha 16 de marzo del año 2018 el estudiante de la Universidad Técnica de Ambato carrera de ingeniería mecánica, mediante proyecto de tesis se realizará la Prueba de inflamabilidad vertical según Norma ASTM D6413 en una muestra de material para piezas utilizadas en interiores de carrocería de buses.

La norma internacional señala la metodología estandarizada que se debe realizar para la “Determinación del comportamiento frente al fuego de los materiales interiores y se aplica a vehículos de carretera, tractores y maquinaria para agricultura y la silvicultura”.

De acuerdo a la información proporcionada por el solicitante, la muestra es un material a base de vinilo que se utiliza para colocar el piso de la carrocería.

Las 10 sub muestras o probetas recibidas, fueron de color blanco, todas de aspecto homogéneo, con dimensiones según lo pide la norma.

PROCEDIMIENTO GENERAL

Según lo indica la norma, la prueba de inflamabilidad se realizó para cada muestra, sobre las sub muestras remitidas las cuales se prepararon y manipularon de acuerdo a lo señalado en la norma ASTM D6413

Las pruebas se efectuaron dentro de una cámara extractora de gases, en cuyo interior las muestras se colocaron en forma vertical en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión.

Para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas LPG.

RESULTADOS

Vinilo para Piso



VINILO PARA PISO			
No	Distancia	Tiempo	B
Probeta 1	5	12	25
Probeta 2	5	12	25
Probeta 3	4	12	20
Probeta 4	3	12	15
Probeta 5	5	12	25
Probeta 6	4	12	20
Probeta 7	3	12	15
Probeta 8	3	12	15
Probeta 9	3	12	15
Probeta 10	3	12	15
TOTAL			190
Índice de Inflamabilidad			19

OBSERVACIONES: La llama no pasa la primera línea de medición, no produce goteo y es auto-extinguible.



Conjunto de sub muestras después de la prueba

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo señalado en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 043:2010, apartado 4.2.12 literal e), podemos indicar que la muestra analizada cumple dicho requisito pues tiene un índice de llama (tasa de combustión promedio) menor al valor de 250mm/min, establecido como máximo aceptable por dicho reglamento.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



INFORME TÉCNICO DE:

**PRUEBA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL
SEGÚN NORMA ASTM D6413**

PARA:

ALVARO FABRICIO CABRERA VALENCIA

MARZO 2018

AMBATO – ECUADOR

INFORME TÉCNICO DE PRUEBAS DE INFLAMABILIDAD EN MUESTRA DE MATERIAL PARA MUESTRAS INTERNAS DE CARROCERÍA DE BUSES.

ANTECEDENTES

Con fecha 16 de marzo del año 2018 el estudiante de la Universidad Técnica de Ambato carrera de ingeniería mecánica, mediante proyecto de tesis se realizará la Prueba de inflamabilidad vertical según Norma ASTM D6413 en una muestra de material para piezas utilizadas en interiores de carrocería de buses.

La norma internacional señala la metodología estandarizada que se debe realizar para la “Determinación del comportamiento frente al fuego de los materiales interiores y se aplica a vehículos de carretera, tractores y maquinaria para agricultura y la silvicultura”.

De acuerdo a la información proporcionada por el solicitante, la muestra es un material compuesto a base de fibra de vidrio y resina, que es un material muy utilizado en la fabricación de la carrocería.

Las 10 sub muestras o probetas recibidas, fueron de color blanco, todas de aspecto homogéneo, con dimensiones según lo pide la norma.

PROCEDIMIENTO GENERAL

Según lo indica la norma, la prueba de inflamabilidad se realizó para cada muestra, sobre las sub muestras remitidas las cuales se prepararon y manipularon de acuerdo a lo señalado en la norma ASTM D6413

Las pruebas se efectuaron dentro de una cámara extractora de gases, en cuyo interior las muestras se colocaron en forma vertical en su respectivo soporte dentro de la cámara de combustión.

Para proporcionar la llama se utilizó un mechero bunsen y gas LPG.

RESULTADOS

Fibra de vidrio con resina



Fibra de Vidrio			
No	Distancia	Tiempo	B
Probeta 1	0	12	0
Probeta 2	0	12	0
Probeta 3	0	12	0
Probeta 4	0	12	0
Probeta 5	0	12	0
Probeta 6	0	12	0
Probeta 7	0	12	0
Probeta 8	0	12	0
Probeta 9	0	12	0
Probeta 10	0	12	0
TOTAL			0
Índice de Inflamabilidad			0

OBSERVACIONES: La llama no pasa la primera línea de medición, no produce goteo y es auto-extinguible.



Conjunto de sub muestras después de la prueba

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo señalado en el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 043:2010, apartado 4.2.12 literal e), podemos indicar que la muestra analizada cumple dicho requisito pues tiene un índice de llama (tasa de combustión promedio) menor al valor de 250mm/min, establecido como máximo aceptable por dicho reglamento.

ANEXO 14 Tabla de conversión de unidades

Valor calorífico, contenido térmico:

1 MJ/kg	238,8 kcal/kg	1 Btu/libra	0,5556 cal/gm
1 MJ/kg	430 Btu/libra	1 Btu/libra	2,326 kJ/kg
1 MJ/m ³	26,84 Btu/pie ³	1 Btu/pie ³	37,26 kJ/m ³
1 cal/gm	4,187 kJ/kg	1 Btu/galón imperial	232,1 kJ/m ³
1 kcal/kg	1,80 Btu/libra	1 Btu/galón EE.UU.	278,7 kJ/m ³

ANEXO 15 Especificaciones para la prueba

Disponible en: http://www.utstesters.com/vertical-flammability-chamber-m017a_p87.html

[HOME](#)[PRODUCTS](#)[NEWS](#)[SUPPORT](#)[ABOUT US](#)[CONTACT US](#)

Key Specification

Model	M017
Afterflame counter	0-999.9s, Resolution 0.1s
Smoldering counter	0-999.9s, Resolution 0.1s
Internal chamber temperature range	Room temperature to 99°C
Sample holder	U-shaped External frame: 422 x 89mm x 2mm Internal frame: 356 x 51mm
Sample	300 x 80mm
Sample quantity	Long side parallels to the warp-wise, <u>broadwise</u> , <u>5 pcs</u> for each direction
Chamber material	Imported brushed stainless steel plate
Distance between end of sample and top of burner	17mm
Nozzle pipe orifice	Inner diameter 11mm
Nozzle angle	With vertical line to 25°
Burning flame height	40±2mm
Flame burning time	12s
Burning gas	Natural gas, coal gas or butane
Heavy hammer	54.5g/113.4g/226.8g/340.2g/453.6g
Power supply	1 φ AC 220V 50Hz
Interior test chamber size	329×329×767±2mm(L×W×H)
Dimension (W x D x H)	60 x 40 x 85 cm
Weight	≈35Kg

ANEXO 16 Paper Poliuretano Flexible

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

CARRERA DE INGENIERIA MECANICA

COMPORTAMIENTO DEL POLIURETANO FLEXIBLE AL SER APLICADO A LA PRUEBA DE INFLAMABILIDAD VERTICAL

**BEHAVIOR OF FLEXIBLE POLYURETHANE WHEN APPLIED TO THE VERTICAL
FLAMMABILITY TEST**

Alvaro Fabricio Cabrera Valencia

RESUMEN

El presente estudio se realizó con la finalidad de conocer el comportamiento del poliuretano flexible que se utiliza como esponja en el interior de las carrocerías, para poder determinar su comportamiento se utilizó una cámara de inflamabilidad vertical construida en acero inoxidable AISI 304, todos los datos obtenidos y calculados para determinar los parámetros de índice de inflamabilidad, diferencia de pesos, índice de carbonización etc, se los realizó para determinar si los materiales utilizados en la industria son los adecuados.

Para el cumplimiento de esto se partió por una investigación para conocer cuáles eran los principales materiales textiles que se utilizan en las carrocerías.

A continuación, se procedió a la utilización de la NORMA ASTM D6413 para conocer los requisitos, materiales e insumos necesarios para el diseño y construcción de la cámara de inflamabilidad vertical, con este diseño y siguiendo los lineamientos de la norma se procedió a realizar la prueba de inflamabilidad.

Una vez realizada la prueba de inflamabilidad vertical, procedimos a la determinación de cuáles son los materiales textiles más apropiados para la utilización en el interior de las

carrocerías, para poder garantizar la mayor seguridad posible en caso de presencia de fuego dentro del mismo o en caso de tener un incendio de la carrocería.

ABSTRACT

The present study was carried out with the purpose of knowing the behavior of the flexible polyurethane that is used as a sponge inside the buses, in order to determine its behavior to vertical inflammation chamber constructed in AISI 304 stainless steel is used, all the data obtained and calculated to determine the parameters of inflation, the difference in weights, the carbonization index, etc

For the fulfillment of this it started by an investigation to know which were the main textile materials that are used in the bodywork.

Then, we proceeded to the use of ASTM D6413 Norm, materials and supplies necessary for the design and construction of the vertical chamber, with this design and following the guidelines of the standard of the Norm, the flammability test was done.

Once the vertical inflammation test has been carried out, procedures to establish for the most appropriate textile materials for use inside bodywork, in order to guarantee the greatest possible safety in the event of the presence of fire inside it or in case of having a body fire.

INTRODUCCIÓN

La idea para determinar los parámetros y la utilización de la cámara de inflamabilidad vertical, surge de la necesidad para realizar ensayos y pruebas de inflamabilidad para los materiales utilizados en el interior de los automotores diseñados y equipados para el transporte público urbano, escolar e interprovincial, ya sean estos ensamblados o fabricados en el país, y así poder garantizar la máxima seguridad en caso de un incendio en el interior del medio de transporte.

En nuestro país tenemos varias limitaciones para realizar este tipo de ensayo ya que no se encuentran equipos suficientes disponibles para la realización del ensayo, el único equipo que nos ayuda a realizar este ensayo y nos permite medir el índice de inflamabilidad de

materiales utilizados en el recubrimiento interno de vehículos que se puede encontrar en el país está localizado en la ESPOL (Escuela Superior Politécnica del Litoral), y esta podría ser la principal razón por la cual los fabricantes de asientos, telas, esponjas, etc. Pueden llegar a omitir este tipo de prueba de inflamabilidad de materiales, incumpliendo así las normas y reglamentos técnicos establecidos en nuestro país para la fabricación y construcción de medios de transporte públicos o buses.

Los principales beneficiados con la realización de este proyecto técnico van hacer los compañeros de la universidad Técnica de Ambato de la Carrera de Ingeniería Mecánica, ya que podrán hacer el ensayo de inflamabilidad de los materiales de recubrimiento en el interior de las carrocerías, el diseño y fabricación de este banco de pruebas se realizará gracias a los conocimientos adquiridos y la construcción con la ayuda de un maestro de taller metalmecánico.

El índice de inflamabilidad son denominaciones de los materiales, los cuales nos indican la resistencia al fuego que tienen los mismos y la capacidad que poseen para soportar la exposición al fuego.

El término inflamabilidad nos indica la facilidad de ignición y la velocidad de combustión que poseen los tejidos. La inflamabilidad de los tejidos constituye un peligro en condiciones ordinarias de uso. [1]

Límites de Inflamabilidad

En una mezcla de gases, como las que componen los gases de incendio, existen una serie de moléculas diferentes entre sí sometidas a la acción del calor, este calor como forma primaria de energía transfiere movimiento a estas moléculas, además del que poseen por ellas mismas. [2]

En este estado, las moléculas de gas más ligeras se mueven con mayor rapidez que las más pesadas, provocándose choques entre ellas que hacen que la energía interna del gas aumente, tanto por parte de las moléculas ligeras como de las pesadas. A medida que este calor aumenta las moléculas incrementan su movimiento aumentando paulatinamente el número de choques entre ellas y por consiguiente su nivel energético.

El progreso de esta situación nos conduce a un estadio, en el cual la energía acumulada por el gas es superior a la energía que cohesiona las moléculas, y estas acaban por romperse por efecto de los choques, es decir, se desintegran. Si existe oxígeno suficiente en los alrededores, el combustible activado junto con él oxígeno se inflamará. El aporte

de oxígeno al combustible (oxidación) genera una reacción que desprende calor (exotérmica) gracias a la energía (calor) aportada por el mecanismo antes descrito.

Podemos decir pues, que la inflamabilidad de un gas es una consecuencia mecánica favorecida por una fuente de energía que es el calor, pero pueden existir otras fuentes de origen distinto como pueden ser ondas de choque, o la combinación de ondas de choque y calor.

Llegados a este punto, debemos hacer una reflexión acerca de lo expuesto, de tal forma que seamos capaces de comprender el significado de la influencia de la presencia de oxígeno en la ignición de los gases. [2]

Límite Inferior de Inflamabilidad: En efecto, la sola disgregación de las moléculas no es suficiente para que la inflamación se produzca, es necesario además que el número de moléculas que se disgregan sea el suficiente para que, con el también imprescindible oxígeno del aire, comience la reacción de combustión.

El número mínimo de moléculas de combustible que se precisa para que esta ignición se produzca, constituye la concentración de gas de incendio mínima necesaria para que este se inflame en una reacción de combustión con el oxígeno, y al valor de esta concentración con respecto al volumen total de gases en un recinto se le denomina como el Límite Inferior de Inflamabilidad (L.I.I.) el cual se mide como porcentaje en volumen. [2]

Para efectuar una aproximación sobre un caso real, consideraremos una habitación que podría ser la cocina de cualquier casa, si nosotros abrimos la espita del gas y a la vez en el otro extremo de la estancia alguien encendiese un mechero, no ocurriría ningún efecto sobre el gas que fuga de la cocina, sin embargo, si dejamos que la espita del gas siga vertiendo moléculas en el recinto y mantenemos la llama encendida al cabo de un cierto tiempo se produciría la inflamación del gas.

Este hecho es debido a que, si, por ejemplo, estamos hablando de gas propano, será necesario que en el recinto la concentración de este alcance el 2% del volumen total para comenzar la ignición, a este porcentaje es a lo que se denomina L.I.I. por debajo de este nunca obtendremos inflamación en condiciones normales. [2]

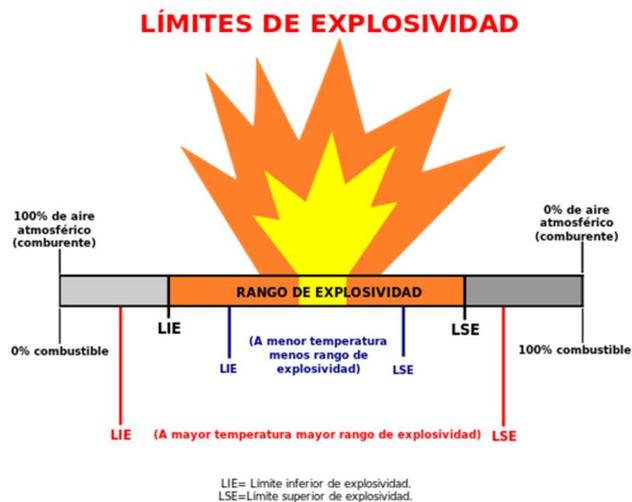
Límite Superior de Inflamabilidad: Si seguimos con la experiencia anterior, pero esta vez dejamos que la cocina se llene de gas propano, sin que exista una llama o fuente de ignición presente, observaríamos que pasado un cierto tiempo, cuando intentásemos encender la llama, curiosamente no se produciría ningún tipo de efecto, esto ocurrirá cuando la concentración de gas supere el valor del 10% del volumen total, y será como

consecuencia de que la cantidad de oxígeno presente en el recinto no sea suficiente para reaccionar con la cantidad de gas existente.

A esta concentración de gas sobre la cual no es posible que exista combustión, se le denomina Límite Superior de Inflamabilidad (L.S.I.).

Si representásemos de forma gráfica la curva del efecto del incendio sobre la concentración de combustible, obtendríamos algo similar a lo representado en la siguiente figura: [2]

Ilustración 1 Limite de inflamabilidad para gases



Fuente: [2]

Fuentes de Ignición:

Las fuentes de ignición son muy importantes en el proceso de incendio, ya que, dependiendo de la fuente, el efecto alcanzara una mayor o menos magnitud. Así podemos citar tres clases de fuentes de ignición:

- ✓ **Fuentes de ignición Abiertas:** son aquellas que permanecen activas en presencia de una fuga de gas o de una mezcla de gases, como puede ser el caso del propio foco del incendio durante la evolución del mismo.
- ✓ **Fuentes de Ignición Ocultas:** son aquellas que permaneciendo constantemente activas, no actúan directamente sobre la capa de gases, este puede ser el caso de un quemador de gas que permanece dentro de su hornacina, como consecuencia permanece un poco al margen de la concentración de gases alrededor del receptáculo. Por lo general este tipo de fuente retrasará la ignición de la mezcla y en consecuencia cuando esta se inflama se producirá un efecto más o menos

grande dependiendo del punto del rango de inflamabilidad donde se encuentre en ese momento la concentración de gases.

- ✓ **Fuentes de Ignición Intermitentes:** son aquellas que se activan de forma esporádica, como puede ser la puesta en marcha de una nevera, o el zumbador de un timbre, al igual que en el caso anterior el tipo de efecto a que dan lugar será función de la concentración de gases en el momento en que esta se active. [2]

Los poliuretanos (PU):

Los poliuretanos de cadenas lineales (PUR) son polímeros que en su cadena principal se componen de segmentos alifáticos o aromáticos, R1 y R2, unidos entre sí por grupos uretano o ésteres carbónicos, donde R1 representa un grupo aromático, alifático o alicíclico que procede del monómero de isocianato y R2 el cual proviene del complejo derivado del componente diol o poliol (**Marín, 2009**).

Los poliuretanos son macromoléculas que se forman principalmente por la reacción de un diol con un diisocianato, siendo el agua el agente de expansión (Carey, 2003).

En la mayoría de los casos el diol es polimérico, y el diisocianato es una mezcla de toluenodisocianatos (TDI) isoméricos (**Irusta, 1999**) o difenilmetil diisocianato (MDI) el cual es utilizado en su gran mayoría como materia prima en la producción de poliuretanos. Estos son generalmente obtenidos por un mecanismo de adición por pasos de la reacción exotérmica de los poliisocianatos y los polioles (**Hernández, et al., 2005**).

Son materiales utilizados como base para la fabricación de esponja, ya sea esta flexible o rígida, que son utilizados para la fabricación de los asientos de las carrocerías, poseen una excelente resistencia a la abrasión y al desgarramiento, estos materiales también poseen la característica de ser buenos aislantes térmicos. Este tipo de polímero se los puede encontrar en forma duras que son aptas para recubrimientos y resistentes a los disolventes, o en forma de cauchos sintéticos que son resistentes a la abrasión y espumas flexibles.

Aplicaciones de los Poliuretanos:

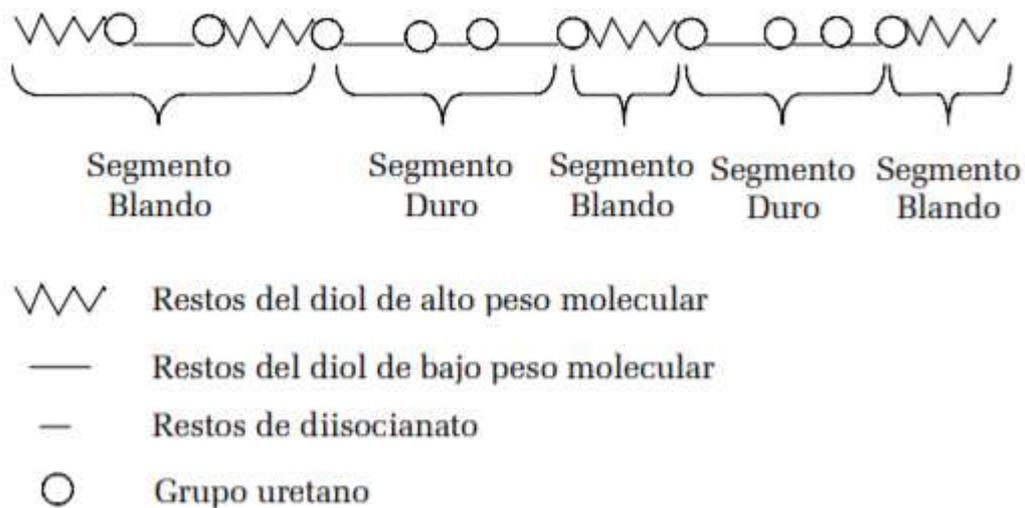
- ✓ **Espumas Flexibles:** empleadas en asientos, reposabrazos y reposacabezas.
- ✓ **Espumas semirrígidas:** como el panel de control, puertas o alfombras.
- ✓ **Sistemas de piel integral:** como reposabrazos, reposacabezas, volantes. [7]

Ilustración 2 Tipos de esponjas



Fuente: Autor

Estructura de un poliuretano



Componentes básicos de los poliuretanos

Los principales componentes empleados en la formulación de la espuma de poliuretano son el isocianato y el polioli, seguido de catalizadores, surfactantes y agentes de espumado físico o agua.

Poliolios: Los polioliolios son compuestos poliméricos con al menos dos grupos con hidrógeno activo, los cuales son componentes esenciales que reaccionan con el isocianato para la formación de poliuretano de cadenas lineales (Marín, 2009). Los polioliolios con peso molecular entre 1000 y 6000 y con funcionalidad entre 1.8 y 3.0 son aquellos que formados de espumas flexibles y elastómeros. Los polioliolios de cadena corta con funcionalidad alta (3 a 12) son aquellos que producen cadenas rígidas con altos niveles de enlaces entrecruzados y son utilizados en la formación de espumas rígidas y de pinturas de alto rendimiento (**Biscaro, 2010**).

Los polioliolios de bajo peso molecular actúan como extendedores de cadena, lo que produce segmentos rígidos debido a la alta concentración de grupos uretano en cadenas pequeñas provenientes del polioliol, lo que aumenta las propiedades mecánicas del material.

Generalmente los dioles con alto peso molecular con un hidroxilo al final de la cadena corta son conocidos como polioles, los cuales son la base real para la formación de los poliuretanos segmentados comerciales. Estos polioles son generalmente poliéteres o poliésteres (**Mari, 2009**)

Además de los polioles anteriormente clasificados, existen también los polioles provenientes de fibras vegetales, como la celulosa, pues al conformar en su estructura grupos hidroxilos, la hacen un poliol natural.

Isocianatos: Los isocianatos poseen un grupo NCO con una elevada reactividad química que reacciona con compuestos que disponen de hidrógeno activo, como polioles, extensores de cadena, incluso el agua, entre otros. Todos los isocianatos usados comercialmente poseen como mínimo dos grupos funcionales como el TDI y el MDI (**Martínez, 2001**).

Los isocianatos regularmente, pre-polimerizados (pre-iniciado), con un contenido de grupos NCO pueden variar desde el 18 al 35% en funcionalidad. Algunos son de color café, muy viscosos (3000-5000 cps), y otros son casi transparentes y fluidos (Vilar, 2004).

Catalizadores: Los catalizadores son aquellos que permiten el control selectivo de las reacciones del isocianato, ya que en la producción de espumas de poliuretano se presenta la reacción de crecimiento de la cadena o gelación (isocianato + hidroxilos) y la reacción de espumado (isocianato + agua), en las que se producen uretano y urea posteriormente (**Trujillo, 2007**).

Los catalizadores además de provocar la reacción, puede modificar el orden de reactividad de los reactivos. En la síntesis de poliuretanos se utilizan dos tipos de catalizadores: las aminas terciaria como el 1,4-diazabicyclo-[2.2.2]-octano (DABCO) y compuestos órgano metálicos como el DBTDL y de otros metales como el Hg, Zn, Fe y Co (**Arán, 2000**).

Surfactantes: Este tipo de compuesto reduce la tensión superficial, emulsifica los ingredientes incompatibles, inicia la nucleación de las burbujas durante el mezclado, estabilizando sus paredes durante la espumación y reduce el efecto antiespumante de los sólidos agregados (rellenos) o formados. Evitando en las espumas de poliuretano el agrietamiento, densificación, y colapso del material (**Trujillo, 2007**).

Cámara de Combustión Vertical

Con la ayuda de esta cámara se va a realizar la prueba para poder determinar los parámetros antes mencionados, el banco de prueba es elaborado en un material de acero

inoxidable AISI 304, la carcasa en general va a tener las medidas consideradas en la norma ASTM D6413. En la parte frontal contará con una ventanilla de vidrio resistente al fuego que nos permitirá observar lo que sucede dentro de la cámara de combustión.

La parte superior de la cámara contará con 16 agujeros de 13mm de diámetro que cumplirá la función de ventilación, también contará con 4 soportes en la parte inferior de la misma que servirán para que el banco de pruebas descansa y no se encuentre en contacto directo entre la carcasa y la superficie donde esta estará ubicada, todos estos parámetros son tomados de la norma ASTM D6413.

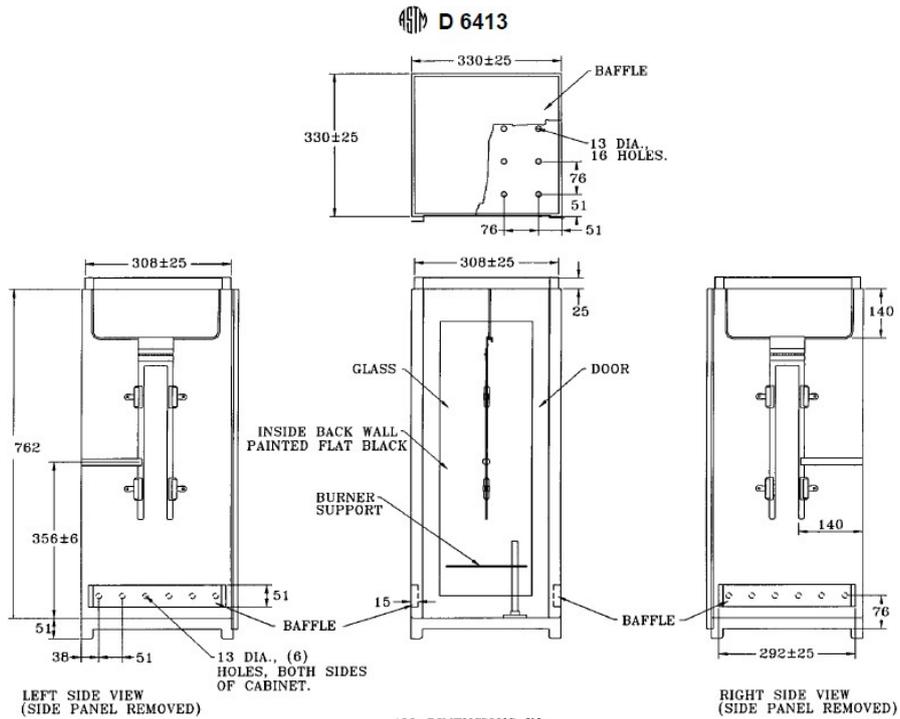
Cabe recalcar que el porta muestras se introducirá o se sacará por la parte frontal de la cámara ya que posee una ventanilla panorámica, a uno de los lados de la cámara contará con un agujero por el cual se podrá introducir el tubo de gas. [10]

Ilustración 3 cámara de combustión Vertical



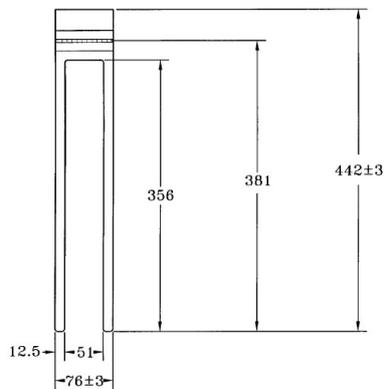
Fuente: [6]

Ilustración 4 Especificaciones de construcción según norma ASTM D6413



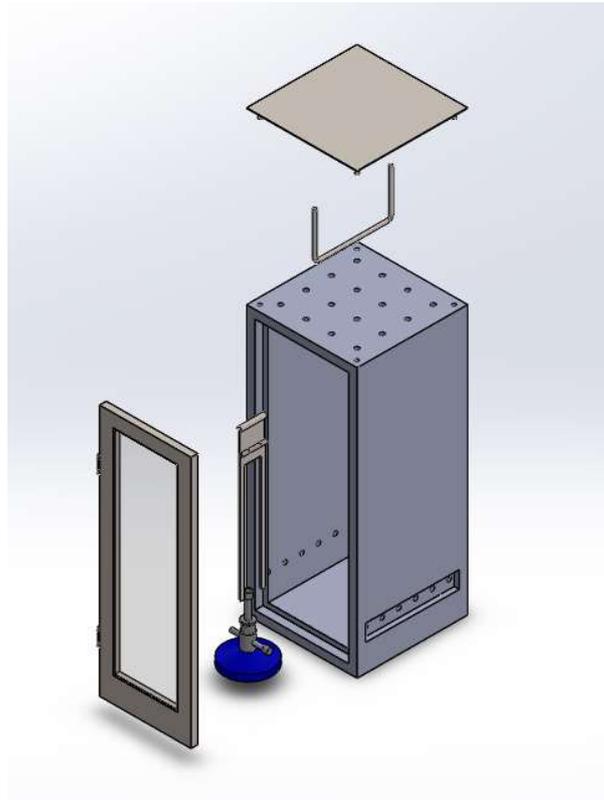
Fuente: [10]

Ilustración 5 Detalle de construcción de porta-muestra según norma ASTM D6413



Fuente: [10]

Ilustración 6 Banco de pruebas inflamabilidad vertical



Fuente: Autor

Ensayos de inflamabilidad vertical

Procedimiento del ensayo

Para la determinación de la inflamabilidad del poliuretano flexible vamos a proceder a ensayar 10 probetas de este tipo de material para poder tener un margen de error lo mas pequeño posible.

Las probetas deberán ser ubicadas tal y como nos recomienda la norma para que puedan ser medidas los valores de índice de inflamabilidad de cada tipo de material.

La probeta debe ser ubicada de forma vertical en el porta muestras asegurándose de que no exista pandeo del porta muestras.

Después de que la probeta se encuentre correctamente ubicada procederemos a encender el quemador bunsen, regulando la llama a una altura de 38mm y teniendo cerrada la entrada de aire al mechero.

De acuerdo a la especificación de la norma, debemos dejar por lo menos 1 minuto prendido el quemador para que la llama se venga a estabilizar y tratar de que sea uniforme en los instantes de la ejecución de la prueba.

Una vez estabilizada la llama se procederá a introducir la porta muestras con la probeta.

Después de introducir la probeta se deberá mantenerla encendida por un lapso de 12 segundos, pasado ese tiempo se deberá cortar inmediatamente el paso de gas.

La medición concluye cuando hayan transcurrido los 12 segundo expuesta la probeta en la máquina.

En el caso de que la muestra no continúe combustionando se después de haber cortado el suministro de gas se deberá medir la distancia quemada en la probeta para poder medir la longitud combustionada de nuestro material.

Por último, una vez realizado el ensayo se deberá esperar que la temperatura de la cámara descienda hasta un valor menor de 30°C para poder empezar el siguiente ensayo, esto se lo hace para tener todos los parámetros uniformes y que no puedan interferir con los valores obtenidos de las posteriores muestras. **[10]**

Parámetros para el ensayo de inflamabilidad

Norma: ASTM D6413

Equipo Utilizado:

- ✓ Banco de pruebas para ensayo de inflamabilidad
- ✓ Cronómetro
- ✓ Flexómetro
- ✓ Gafas
- ✓ Guantes
- ✓ Mascarilla
- ✓ Mandil
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ GLP
- ✓ Probetas
- ✓ Balanza

Condiciones de ensayo:

- ✓ **Temperatura ambiente:** 20 – 23°C
- ✓ **Material de probeta:**
 - ❖ Poliuretano flexible
- ✓ **Numero de probetas:** 10
- ✓ **Poder calorífico del combustible:** 37MJ/m³ (GLP)
- ✓ **Altura de llama:** 38mm
- ✓ **Tiempo de prueba:** 12 segundos ± 2
- ✓ **Tiempo de estabilización de la llama:** 1 minuto
- ✓ **Distancia Quemador – Probeta:** 19mm

Análisis de Resultados

Para realizar el análisis de resultados de la prueba en las probetas ensayadas y el cálculo del índice de inflamabilidad del poliuretano flexible, nos vamos a guiar en la especificación FMVSS 302 (The Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 302).

Esta especificación nos proporciona una expresión matemática para calcular el índice de inflamabilidad, la cual es la siguiente:

$$B = 60 \times \left(\frac{D}{T}\right)$$

Donde:

B= Índice de inflamabilidad (mm/min)

D= Longitud Quemada (mm)

T= Tiempo (seg)

Determinación del índice de inflamabilidad

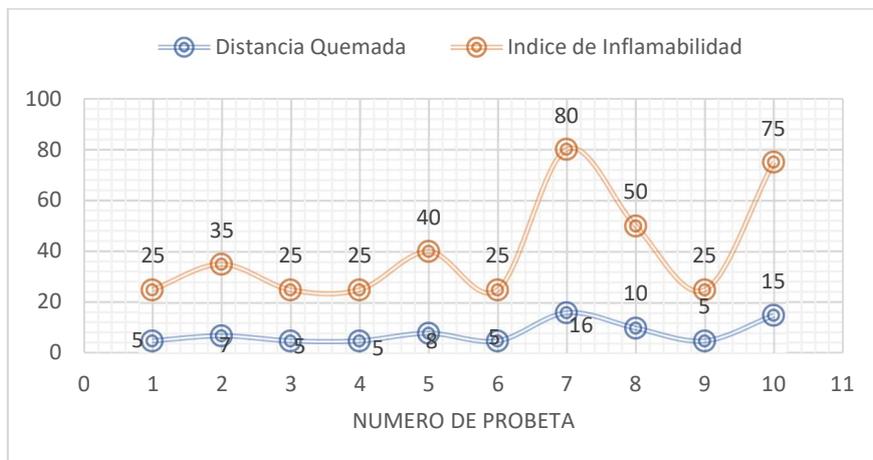
Poliuretano, Esponja Flexible

Tabla 2 Índice de inflamabilidad de la esponja flexible

Poliuretano, Esponja Flexible			
No	Distancia(mm)	Tiempo(s)	B(mm/min)
Probeta 1	5	12	25
Probeta 2	7	12	35
Probeta 3	5	12	25
Probeta 4	5	12	25
Probeta 5	8	12	40
Probeta 6	5	12	25
Probeta 7	16	12	80
Probeta 8	10	12	50
Probeta 9	5	12	25
Probeta 10	15	12	75
TOTAL			405
Índice de Inflamabilidad			40,5

Fuente: Autor

Ilustración 7 Grafico de resultados de la esponja flexible



Fuente: Autor

Determinación de diferencia de pesos de las probetas

Después de haber realizado la prueba de inflamabilidad a los diferentes tipos de materiales, procedemos a realizar una tabla de los resultados del peso antes de haber realizado la prueba y el peso después de haberla sometido al fuego a las probetas.

Tabla 3 Diferencia de pesos de la esponja flexible

Numero de Probeta	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Diferencia De Pesos (gr)	Pérdida de peso (%)
1	19	18,6	0,4	2,1
2	27,4	27	0,4	1,46
3	23,9	23,7	0,2	0,83
4	28,8	28,6	0,2	0,7
5	27,3	27,1	0,2	0,73
6	21,1	20,8	0,3	1,42
7	23,8	23,3	0,5	2,1
8	15,6	15,3	0,3	1,92
9	16,9	16,7	0,2	1,18
10	18,3	17,9	0,4	2,18
				1,462

Fuente: Autor

Cálculo del Índice de Carbonización

Para realizar el cálculo del índice de carbonización vamos a utilizar el volumen quemado en cada muestra después de haberlas expuesto a la flama por un tiempo de 12 segundos.

[11]

El índice de carbonización se calcula con la ayuda de la siguiente expresión matemática:

$$\text{INDICE DE CARNONIZACION (INC\%)} = \frac{L.max * A.max * E.quemado}{V.inicial} * 100$$

Tabla 4 Índice de carbonización de la esponja flexible

Numero de Probeta	Dimensiones de la probeta	Volumen(mm3)	Largo Máximo de Carbonización (L) (mm)	Ancho Máximo de Carbonización (a) (mm)	Espesor Carbonizado (e) (mm)	Índice de Carbonización (%)
1	300x75x13	292500	5	36	13	0,8
2	300x75x13	292500	7	36	13	1,12
3	300x75x13	292500	5	27	13	0,6
4	300x75x13	292500	5	30	13	0,666666667
5	300x75x13	292500	8	43	13	1,528888889
6	300x75x13	292500	5	30	13	0,666666667
7	300x75x13	292500	16	30	13	2,133333333
8	300x75x13	292500	10	37	13	1,644444444
9	300x75x13	292500	5	35	13	0,777777778
10	300x75x13	292500	15	45	13	3
PROMEDIO						1,293777778

Fuente: Autor

Calculo de la densidad para nuestras probetas de poliuretano para la esponja flexible:

Longitud=300mm, Ancho=75mm, espesor= 13mm, peso= 22.21gr

Volumen= LxAxE= (300) *(75) *(13) = 292500mm³

Peso= 22.21gr

$$P = \frac{m}{v} = \frac{22.21}{292500} = 72.51 \text{ Kg/m}^3$$

Ilustración 8 Esponja flexible, antes y después de la prueba



Fuente: Autor

CONCLUSIONES

El equipo fue construido en un material de acero inoxidable de 2mm de espesor para evitar la corrosión y poder mantener el calor adentro de la cámara, el vidrio posee un espesor de 6mm capaz de soportar el calor generado durante la prueba.

Una vez realizada la prueba de inflamabilidad vertical se pudo determinar que las esponjas flexibles que son utilizadas en los asientos de las carrocerías poseen un índice de inflamabilidad muy bajo, casi llegando a cero, por lo que es un material que no pone en riesgo la vida de los ocupantes de una carrocería en caso de incendio de la misma.

La esponja flexible no posee una gran variación en su índice de pérdida de peso por que es un material que durante la prueba de inflamabilidad no llego a quemarse.

BIBLIOGRAFIA

1. Lockuán, Eduardo. “La industria textil y su control de calidad”, Fibras Textiles. Primera edición, marzo 2013
2. Basset, J. “Flashover”. Desarrollo y Control. Primera Edición. 2013
3. Islas, J, A. “Estudio de aleación de Aluminio reforzada con materiales compuestos para reducción de peso en la Industria Automotriz”, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, División de estudios de Postgrados, San Nicolás de Garza, junio 2013.
4. Espinoza, G. Hidalgo, J. “Caracterización de Materiales Compuestos para la aplicación en la carrocería del vehículo monoplace tipo formula SAE”. Universidad Politécnica Salesiana, Sede Matriz Cuenca. Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz. Marzo 2016

5. Barbero, E. García, Shirley. Sánchez, S. “Introducción a los materiales Compuestos”. Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Mecánica de medios Continuos y Teoría de Estructuras. Master en Mecánica Estructural Avanzada. Madrid 2010/2011
6. Castro, F. “análisis del material compuesto de fibra de vidrio con matriz polimérica utilizado en la fabricación del interior de carrocerías metalmecánicas para determinar sus propiedades mecánicas”. Tesis para la Obtención del título de Ingeniero Mecánico. Universidad Técnica De Ambato, Facultad De Ingeniería Civil y Mecánica. 2017
7. Propiedades mecánicas”. Tesis para la Obtención del título de Ingeniero Mecánico. Universidad Técnica De Ambato, Facultad De Ingeniería Civil y Mecánica. 2017
8. Murrplastik. Grados de protección e inflamabilidad. Materiales y propiedades. Polígono Industrial Rebullón. España
9. Santamaria. D. “Fabricación de laminas impermeables a partir de caucho reciclado utilizando espuma de poliuretano”. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Química. Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniera Química. Quito, 2013.
10. Norma ASTN D6413
11. R. Garay, M. Henriquez “PROCEDIMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TABLEROS Y MADERA DE PINO RADIATA CON Y SIN PINTURA RETARDANTE DE LLAMA”. 2010
12. Irusta, L. (1999). Aplicación de la Espectroscopía Infrarroja de Transformada de Fourier al estudio de recubrimientos de poliuretano. Revista de Plásticos Modernos, 245-251.
13. Marín, R. (2009). Carbohydrate-based Polyurethanes and Polyamides: Synthesis, Characterization and Stereocomplex Formation. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona
14. Hernández, A., Bermelio, A., Reyna M., Gastón , C., Lorenzo , M., & Mieres, G. (2005). Utilización de sacarosa modificada en la obtención de un nuevo poliuretano. Revista de Plásticos Modernos, 90, 244-248.
15. Martinez, J. (2001). Riesgos por exposición a isocianatos.[[ladep.es/ficheros/documentos/ISO CANATOS%20IBERMUTUAMUR%20SEP% 202001.pdf](http://ladep.es/ficheros/documentos/ISO%20CANATOS%20IBERMUTUAMUR%20SEP%202001.pdf)]. 2012-05-14.

16. Trujillo, M. (2007). Desarrollo de un material compuesto de fibras naturales entrecruzadas con poliuretano. Trabajo de grado para Maestría, 3. Guadalajara.
17. Arán, F. (2000). Síntesis y caracterización de poliuretanos termoplásticos que contienen resinas de colofonia y su aplicación como adhesivos. Tesis Doctoral (Doctor en Ciencia Químicas).
18. Bísaro, R. (2010). Obtenção e Caracterização de Poliuretanos sem o Uso de Isocianatos (NIPU) e con Fixação de CO₂. Tesis Doctoral. São Carlos: 32.