



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 CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE INTERIORES DE CARROCERÍAS”.

AUTOR: Luis Roberto Chasi Toapanta

TUTOR: Ing. Mg. Christian Castro.

Ambato – Ecuador

2018

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE INTERIORES DE CARROCERÍAS.”** elaborado por el señor **Luis Roberto Chasi Toapanta** egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica, **CERTÍFICO** que el presente proyecto técnico es original de su autor, ha sido revisado cada uno de sus capítulos y está concluido en su totalidad.

.....
Ing. Mg Christian Castro

TUTOR

AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO

Las opiniones, comentarios, críticas e ideas presentes en el Proyecto Técnico que lleva por tema **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE INTERIORES DE CARROCERÍAS.”** nos corresponde exclusivamente al Egresado Luis Roberto Chasi Toapanta y al Ing. Mg. Christian Castro, Tutor del trabajo de investigación.

.....
Luis Roberto Chasi Toapanta

C. I. 1803496049

DERECHOS DE AUTOR

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

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

.....

Luis Roberto Chasi Toapanta

C. I. 1803496049

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del **PROYECTO TÉCNICO** realizado por el estudiante **LUIS ROBERTO CHASI TOAPANTA** de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE INTERIORES DE CARROCERÍAS.”**

Ambato, Marzo 2018.

Para constancia firman:

Ing. Gustavo Patín, Mg.

Ing. Luis Escobar, Mg.

DEDICATORIA

*Quiero dedicar este trabajo a mi familia en especial a mis padres,
Gerardo y Carmen, y a mi hermano Vinicio,
quienes estuvieron apoyándome en mis triunfos y fracasos,
brindándome su amor, paciencia y apoyo incondicional.
ya que gracias a su esfuerzo contante durante toda mi vida estudiantil,
han hecho posible que este momento soñado se haga realidad.
También quiero dedicar este trabajo a todas aquellas personas,
que en su momento creyeron en mí.*

AGRADECIMIENTOS

*Primeramente quiero agradecer a Dios por haberme dado la vida
y permitirme disfrutar de este momento.*

*Luego a mis padres que han sido el pilar fundamental toda mi vida estudiantil,
ya que gracias a su esfuerzo constante y amor incondicional,
han hecho que este momento se haga realidad.*

*A mi hermano y su familia un agradecimiento especial,
por todo el apoyo incondicional brindado en todo momento.*

*Un agradecimiento especial para Doris quien fue la última persona,
en sumarse al camino hacia este momento especial,
gracias por brindarme tu amor y comprensión, y formar parte de mi vida.*

*Quiero agradecer de manera especial Al Ing. Christian Castro,
por haberme guiado durante el desarrollo de mi proyecto de titulación,
compartiendo sus conocimientos y experiencias.*

*En general quiero expresar un agradecimiento para mis maestros
amigos, compañeros quienes durante esta etapa de la vida me ayudaron y
compartieron momentos que nunca los olvidare, gracias a todos.*

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	VIII
LISTA DE TABLAS	XII
LISTA DE FIGURAS	XIII
LISTA DE ANEXOS.....	XVI
RESUMEN EJECUTIVO	XVIII
EXECUTIVE SUMMARY	XIX
CAPÍTULO 1.....	1
PROBLEMA.....	1
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN:	1
1.2 JUSTIFICACIÓN:	1
1.3 OBJETIVOS:	2
1.3.1 Objetivo General:	2
1.3.2 Objetivos Específicos:	2
CAPÍTULO 2.....	3
FUNDAMENTACIÓN	3
2.1 ANTECEDENTES:.....	3
2.2 MARCO TEÓRICO:.....	4
2.2.1 Combustión	4
2.2.1.1 Combustión lenta:.....	5
2.2.1.2 Combustión rápida:	6
2.2.1.3 Combustión completa:.....	6
2.2.1.4 Combustión incompleta:	6
2.2.1.5 Combustión estequiométrica:	7
2.2.1.6 Con exceso de aire:.....	7
2.2.1.7 Con defecto de aire:.....	7

2.2.2	Combustible	7
2.2.2.1	Poder calorífico:	8
2.2.2.2	Viscosidad:	8
2.2.2.3	Densidad:	9
2.2.2.4	Límite de inflamabilidad:	9
2.2.2.5	Punto de inflamación:	10
2.2.3	Comburente	11
2.2.3.1	Aire teórico o requerido	11
2.2.3.2	Oxígeno teórico.	11
2.2.3.3	Exceso de aire.	11
2.2.4	Ignición	11
2.2.4.1	Fuentes de Ignición abiertas:	12
2.2.4.2	Fuentes de Ignición ocultas:	13
2.2.4.3	Fuentes de Ignición intermitentes:	13
2.2.5.1	Llamas de difusión	13
2.2.5.2	Llamas premezcladas.....	14
2.2.6	Mechero bunsen	15
2.2.7	Aceros inoxidables	16
2.2.7.1	Aceros inoxidables martensíticos	16
2.2.7.2	Aceros inoxidables ferríticos	17
2.2.7.3	Aceros inoxidables austeníticos.....	18
2.2.7.4	Aceros inoxidables dúplex.....	18
2.2.7.5	Aceros inoxidables endurecibles por precipitación.....	19
2.2.8	Procesos de soldadura para aceros inoxidables:.....	20
2.2.8.1	El proceso de soldadura TIG:	20
2.2.8.2	Proceso de soldadura MIG Y MAG.....	21
2.2.8.3	Soldadura por arco manual con electrodo revestido o SMAW.	22
2.2.9	Materiales usados en la construcción de interiores de carrocerías	24
2.2.9.1	Polímeros.....	24
2.2.9.2	Textiles.	27
2.2.9.3	Moquetas.	30
2.2.9.4	Materiales Compuestos.	32
CAPÍTULO 3.....		37
DESARROLLO DEL PROYECTO.....		37

3.1	ANÁLISIS DE PARÁMETROS CONSTRUCTIVOS:	37
3.2	DESCRIPCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS:	37
3.3	CÁLCULOS DE DISEÑO:	38
3.3.1	Diseño térmico.	38
3.3.1.1	Quemador de gas.	39
3.3.1.2	Combustible.	40
3.3.1.3	Temperatura máxima de llama en °C del GLP en el aire:	41
3.3.2	Diseño mecánico.	42
3.3.2.1	Carcasa o cámara de combustión.	42
3.3.2.2	Guías portamuestras.	44
3.3.2.3	Base portamuestras.	55
3.4	SELECCIÓN DE MATERIALES PARA LA COSNTRUCCIÓN:	67
3.4.1	Selección del material para la construcción de la carcasa.	67
3.4.1.1	Ponderación global.	69
3.4.1.2	Ponderación por criterio (bajo costo y alternativas).	70
3.4.1.3	Ponderación por criterio (Mayor disponibilidad y alternativas).	70
3.4.1.4	Ponderación por criterio (Mejor maquinabilidad y alternativas).	70
3.4.1.5	Ponderación por criterio (Resistencia a la corrosión y alternativas).	71
3.4.1.6	Ponderación por criterio (Resistencia altas temperaturas y alternativas). .	71
3.4.1.7	Ponderación por criterio (Mejor soldabilidad y alternativas).	71
3.4.1.8	Ponderación por criterio (Tratamientos térmicos y alternativas).	72
3.4.1.9	Ponderación Final (Criterios y alternativas) carcasa.	72
3.4.2	Selección del material para la construcción del portamuestras.	73
3.4.2.1	Ponderación Final (Criterios y alternativas) portamuestras.	73
3.4.3	Selección de material para construcción recolector de desechos.	74
3.4.4	Selección de material para construcción del sistema de ignición.	75
3.4.4.1	Selección del mechero bunsen.	75
3.4.4.2	Selección del material puerta de acceso y base del mechero bunsen.	76
3.4.4.3	Selección de bisagras y elemento manilla-pasador.	76
3.4.5	Selección del material de la ventana de acceso del banco de pruebas.	77
3.4.5.1	Selección del material del marco de la ventana de acceso.	78
3.4.5.2	Selección del vidrio para la ventana de acceso.	78
3.5	ANÁLISIS DE COSTOS Y COMPRA DE MATERIALES:	79
3.5.1	Costos directos.	80

3.5.1.1	Costos de materiales y accesorios.....	80
3.5.1.2	Costo de maquina/herramienta a utilizar.	81
3.5.1.3	Costo de la mano de obra.	82
3.5.1.4	Total de costos directos.	82
3.5.2	Costos indirectos.	82
3.5.2.1	Costos varios indirectos.....	83
3.5.3	Costos de mantenimiento.....	83
3.5.4	Costos totales.....	83
3.6	CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS:	84
3.6.1	Construcción de la carcasa del banco de pruebas.	84
3.6.2	Construcción del portamuestras del banco de pruebas.....	89
3.6.3	Construcción de bandeja recolectora de desechos..	94
3.6.4	Construcción del sistema de ignición del banco de pruebas.	95
3.6.5	Construcción de marco de la ventana de acceso del banco de pruebas.	99
3.6.6	Ensamble del banco pruebas.....	101
3.7	ELABORACIÓN DE INSTRUCTIVOS:	106
3.7.1	Manual de operación.	106
3.7.2	Manual de Mantenimiento.....	109
3.8	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO:.....	112
3.8.1	Dimensionamiento y corte de las muestras a ensayar.	112
3.8.2	Montaje de la muestras a ensayar en el portamuestras.....	114
3.8.3	Conexión y puesta a punto del banco de pruebas.....	116
3.8.4	Proceso de ensayo de inflamabilidad de materiales.	117
CAPÍTULO 4.....		122
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		122
4.1	CONCLUSIONES:	122
4.2	RECOMENDACIONES:	124
BIBLIOGRAFÍA:		125
ANEXOS:.....		128

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Poderes caloríficos combustibles más comunes.	8
Tabla 2.- Límites de inflamabilidad de algunos combustibles.	10
Tabla 3.- Punto de inflamabilidad de algunos gases.	10
Tabla 4.- Fuentes de ignición común.....	12
Tabla 5.- Propiedades generales de los aceros inoxidable.....	19
Tabla 6.- Algunos tipos de fibras naturales.	28
Tabla 7.- Temperatura máxima de llama en el aire.....	42
Tabla 8.- Criterios ponderados.	69
Tabla 9.- Criterio bajo costo.....	70
Tabla 10.- Criterio mayor disponibilidad del material.	70
Tabla 11.- Criterio mejor maquinabilidad.	70
Tabla 12.- Criterio de resistencia a la corrosión.	71
Tabla 13.- Criterio de resistencia a altas temperaturas.	71
Tabla 14.- Criterio mejor soldabilidad.	71
Tabla 15.- Criterio tratamientos térmicos.	72
Tabla 16.- Ponderación final carcasa.....	72
Tabla 17.- Ponderación final portamuestras.	73
Tabla 18.- Costo de materiales y accesorios.....	80
Tabla 19.- Costo maquina/herramienta a utilizar.....	81
Tabla 20.- Costo de mano de obra.....	82
Tabla 21.- Costo totales directos.	82
Tabla 22.- Costos totales indirectos.....	83
Tabla 23.- Costos totales.	83
Tabla 24.- Condiciones ideales para ensayos de inflamabilidad.	106
Tabla 25.- Procedimientos de ensayos de inflamabilidad de materiales.	108
Tabla 26.- Actividades de mantenimiento preventivo (inspección).....	110
Tabla 27.- Actividades de mantenimiento preventivo (limpieza).	111

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. -Elementos necesarios para la combustión.....	4
Figura 2. -Tetraedro del fuego.	5
Figura 3. -Combustión lenta.....	5
Figura 4. -Combustión rápida.	6
Figura 5. -Límites de inflamabilidad.	9
Figura 6. -Llama de difusión amarilla.	14
Figura 7. -Llama premezclada azul.	14
Figura 8. -Mechero Bunsen.....	15
Figura 9. -Aceros inoxidables.	16
Figura 10. -Proceso de soldadura TIG.....	20
Figura 11. -Proceso de soldadura MIG-MAG.	22
Figura 12. -Proceso de soldadura SMAW.	23
Figura 13. -Esquema de los componentes proceso de soldadura SMAW.	24
Figura 14. -Estructura interna materiales termoestables.	25
Figura 15. -Estructura interna materiales termoplásticos.	26
Figura 16. -Estructura interna materiales elastómeros.....	27
Figura 17. -Fibras sintéticas.	28
Figura 18. -Componentes de un tejido.	29
Figura 19. -Probetas de Pranna poliéster flexible.	30
Figura 20. -Moqueta de lana.	31
Figura 21. -Moqueta de fibras vegetales.	31
Figura 22. -Moqueta de fibras sintéticas.	32
Figura 23. -Esquema materiales compuestos.	33
Figura 24. -Dimensiones de ubicación para el mechero bunsen.	39
Figura 25. -Carcasa o cámara de combustión.....	43
Figura 26. -Diagrama de la guía.	44
Figura 27. -Tabla A-5, Constantes físicas de materiales.	45
Figura 28. -Tabla A-6, Propiedades del perfil en L o ángulo estructural.....	46
Figura 29. -DCL dela guía con cargas distribuidas uniformemente.	46
Figura 30. -DCL de la guía con cargas transformadas a puntuales.....	47
Figura 31. -Diagrama de esfuerzos cortantes de la guía.	48
Figura 32. -Diagrama de momentos flectores de la guía.	49
Figura 33. -Esquematzación de la guía para análisis en el software.	51
Figura 34. -Selección del estudio a realizar para la guía en el software.	51
Figura 35. -Selección de apoyos para la guía en el software.	52
Figura 36. -Aplicación de cargas en la guía en el software.	52
Figura 37. -Mallado del elemento guía realizado en el software.	53
Figura 38. -Deformación máxima de la guía del estudio realizado en el software.	54
Figura 39. -Esfuerzo máximo del elemento guía calculado en el software.....	54
Figura 40. -Diagrama de la base portamuestras o viga.....	55
Figura 41. -Tabla A-5, Constantes físicas de materiales.	56
Figura 42. -Tabla A-5, Propiedades geométricas.	57
Figura 43. -Datos de la viga maciza rectangular.	57
Figura 44. -DCL de la base portamuestras con cargas distribuidas uniformemente.	59

Figura 45. -DCL de la guía o viga con cargas transformadas a puntuales.	60
Figura 46. -Diagrama de esfuerzos cortantes de la guía o viga.	60
Figura 47. -Diagrama de momentos flectores de la base portamuestras o viga.	61
Figura 48. -Esquematación de la viga para análisis en el software.	63
Figura 49. -Selección del estudio a realizar para la viga en el software.	63
Figura 50. -Selección apoyos para la viga en el software.	64
Figura 51. -Aplicación de cargas en el software para la viga en análisis.	64
Figura 52. -Mallado del elemento en estudio realizado en el software.	65
Figura 53. -Deformación máxima del estudio realizado en el software.	66
Figura 54. -Esfuerzo máximo de Von Mises de la viga en el software.	66
Figura 55. -Varilla lisa de 10 mm de diámetro.	74
Figura 56. -Pernos y tuercas de ¼ de pulgada.	74
Figura 57. -Mechero bunsen.	76
Figura 58. -Elemento manilla-pasador roscado.	77
Figura 59. -Bisagras de acero inoxidable.	77
Figura 60. -Ángulo acero inoxidable 25*25*3 mm.	78
Figura 61. -Extracto ficha Técnica cristal templado.	79
Figura 62. -Proceso corte de plancha.	85
Figura 63. -Cara frontal carcasa software.	85
Figura 64. -Cara posterior carcasa software.	86
Figura 65. -Cara inferior carcasa software.	86
Figura 66. -Taladrado de agujeros cara inferior.	86
Figura 67. -Cara superior carcasa software.	87
Figura 68. -Cara lateral izquierda carcasa software.	87
Figura 69. -Cara inferior carcasa software.	88
Figura 70. -Proceso de soldadura TIG.	88
Figura 71. -Aplicación y limpieza con ácido para eliminación de impurezas.	89
Figura 72. -Carcasa totalmente armada del banco de pruebas.	89
Figura 73. -Proceso de oxicorte para formado de piezas.	90
Figura 74. -Pernos de ¼ in.	90
Figura 75. -Proceso de soldado de pernos en la base del portamuestras.	91
Figura 76. -Base portamuestras software.	91
Figura 77. -Sujetador portamuestras software.	92
Figura 78. -Tapa portamuestras software.	92
Figura 79. - Manilla portamuestras software.	93
Figura 80. -Proceso soldadura TIG ensamble portamuestras.	93
Figura 81. -Portamuestras.	94
Figura 82. -Bandeja recolectora de desechos software.	94
Figura 83. -Bandeja recolectora de desechos.	95
Figura 84. -Puerta del sistema de ignición software.	96
Figura 85. -Base para el mechero software.	96
Figura 86. -Mechero bunsen software.	97
Figura 87. -Pernos y tuercas de sujeción sistema de ignición.	98
Figura 88. -Pernos y tuercas de sujeción.	98
Figura 89. -Guía lateral ventana de acceso software.	99
Figura 90. -Guía horizontal inferior ventana de acceso software.	99

Figura 91. -Guía horizontal superior ventana de acceso software.	100
Figura 92. -Marco ventana de acceso.	100
Figura 93. -Carcasa ensamble final.	101
Figura 94. -Guías portamuestras ensamble final.	101
Figura 95. -Portamuestras ensamble final.	101
Figura 96. -Sistema de ignición ensamble final.....	102
Figura 97. -Bisagras ensamble final.	102
Figura 98. -Manilla-pasador-tuerca ensamble final.	103
Figura 99. -Marco ventana de acceso ensamble final.	103
Figura 100. -Vidrio ventana de acceso.	103
Figura 101. -Banco de pruebas finalizado	104
Figura 102. -Manguera flexible para suministro de gas ensamble final.	104
Figura 103. -Válvula reguladora de GLP para cilindro de gas.	105
Figura 104. -Abrazadera de presión ensamble final.	105
Figura 105. -Banco de pruebas con instalación de suministro de GLP finalizado.	105
Figura 106. -Dimensionamiento de la muestra.....	107
Figura 107. -Dimensionamiento de la muestra para pruebas de funcionamiento.	113
Figura 108. -Corte de la muestra para pruebas de funcionamiento.....	113
Figura 109. -Muestra anverso/reverso pruebas de funcionamiento.	114
Figura 110. -Muestra lista para pruebas de funcionamiento.	114
Figura 111. -Montaje de la muestra sobre la base del portamuestras.	115
Figura 112. -Proceso de colocación de sujetador portamuestras sobre la muestra.	115
Figura 113. -Colocación de tuercas tipo mariposa para sujeción de la muestra.....	116
Figura 114. -Montaje listo de la muestra para pruebas de funcionamiento.....	116
Figura 115. -Banco de pruebas listo para pruebas de funcionamiento.....	117
Figura 116. -Encendido del mechero bunsen para pruebas de funcionamiento.	117
Figura 117. -Regulación de la altura de llama.	118
Figura 118. -Introducción de la fuente de ignición.....	118
Figura 119. -Precalentamiento de la cámara del banco de pruebas.	119
Figura 120. -Introducción de la muestra en el banco de pruebas.....	119
Figura 121. -Combustión de la muestra.	120
Figura 122. -Extracción del portamuestras con la muestra ensayada.	120
Figura 123. -Regulación de la altura de llama.	120

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.- Norma ISO 3795	128
Anexo 2.- Tabla de PCS Y PCI del gas licuado de petróleo y gas natural:	138
Anexo 3.- Ficha técnica propiedades acero inoxidable AISI 304:.....	139
Anexo 4.- Ficha técnica propiedades varios aceros inoxidables.....	143
Anexo 5.- Artículo FMVSS 302:	148
Anexo 6.- Vidrio templado FAIRIS	152
Anexo 7.- Ficha técnica cristal templado EUROGLAS:	154
Anexo 8.- Ficha técnica mechero bunsen:.....	162
Anexo 9.- Tabla A-29: Dimensiones de pernos de cabeza hexagonal:	164
Anexo 10.- Tabla A-31: Dimensiones tuercas exagonales:	165
Anexo 11.- Tabla A-9: Diseño de vigas SHIGLEY (cortante, momentos y deflexión): ..	166
Anexo 12.- Tabla A-6: Propiedades de ángulos estructurales:	167
Anexo 13.- Tabla A-18: Propiedades geométricas figuras comunes usadas como vigas:	168
Anexo 14.- CATÁLOGO DIPAC 2011 ejes de acero inoxidable AISI 304:.....	169
Anexo 15.- CATÁLOGO DIPAC 2011 ángulos de acero inoxidable AISI 304:	170
Anexo 16.- CATÁLOGO DIPAC 2011 planchas de acero inoxidable:	171
Anexo 17.- Norma ASTM: D 5132 – 04.....	172
Anexo 18.- Flammability of interior materials norma FMVSS 302:.....	179
Anexo 19.- PLANOS DE CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES	211

SIMBOLOGÍA

L = Longitud de la viga en [m].

m = Masa de la viga en [kg/m].

w = Peso de la carga en [N/m].

E = Módulo de elasticidad material en [GPa].

I = Momento de inercia del perfil en [cm⁴].

s = Módulo de sección en [cm³].

q = Peso de la viga en [N/m].

R_A = Reacción en el punto A [N].

R_B = Reacción en el punto B [N].

Q = Valor puntual de la peso de la viga [N].

W = Valor puntual de la peso de la carga [N].

M_1 = Momento flector en el punto 1 en [N*m].

M_2 = Momento flector en el punto 2 en [N*m].

$M_{máx}$ = Momento máximo calculado en [N*m].

$y_{máx}$ = Deflexión máxima en [mm].

σ_{max} = Esfuerzo máximo en [Mpa].

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

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA ENSAYOS
DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN
DE INTERIORES DE CARROCERÍAS.”

Autor: Luis Roberto Chasi Toapanta

Tutor: Ing. Mg Christian Castro

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño y la construcción de un banco de pruebas para ensayos de inflamabilidad de materiales usados en la construcción de interiores de carrocerías, para el desarrollo del proyecto técnico se usó la norma ISO 3795, y otras fuentes de información como la norma FMVSS 302, la cual detalla claramente los parámetros que se deben seguir para la construcción del banco de pruebas.

Dentro del desarrollo del proyecto técnico se elaboró un marco teórico de acuerdo a las necesidades del tema, detallando temas relevantes como los principios de la ciencia del fuego, materiales usados en la construcción de interiores de carrocerías, materiales usados para la construcción del banco de pruebas, procesos de soldadura y manufactura para la construcción del equipo.

Los parámetros, requisitos y condiciones prescritas por las normas ISO 3795 y la FMVSS 302, ayudaron a delimitar los criterios para la selección del tipo de combustible a usar, la selección del mechero bunsen que proporcionara la fuente de ignición y los materiales a usar de acuerdo a las condiciones de servicio a las que va estar sometido el banco de pruebas de inflamabilidad de materiales.

Para el correcto uso del banco de pruebas se recomienda leer antes de la utilización del equipo los manuales de operación y de mantenimiento antes de usar el equipo con el afán de contribuir a la duración en excelentes condiciones del equipo durante toda su vida útil.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO

FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING

CAREER OF MECHANICAL ENGINEERING

"DESIGN AND CONSTRUCTION OF A TEST BANK FOR INFLAMMABILITY TESTS OF MATERIALS USED IN THE CONSTRUCTION OF BODY INTERIORS."

Author: Luis Roberto Chasi Toapanta

Tutor: Ing. Mg Christian Castro

EXECUTIVE SUMMARY

The objective of this project is the design and construction of a test bench for flammability tests of materials used in the construction of bodywork interiors, for the development of the technical project the ISO 3795 standard was used, and other sources of information such as the FMVSS 302 standard, which clearly details the parameters that must be followed for the construction of the test bench.

Within the development of the technical project a theoretical framework was developed according to the needs of the subject, detailing relevant topics such as the principles of fire science, materials used in the construction of body interiors, materials used for the construction of the test bench, welding and manufacturing processes for the construction of the equipment.

The parameters, requirements and conditions prescribed by ISO 3795 and FMVSS 302, helped to delimit the criteria for the selection of the type of fuel to be used, the selection of the Bunsen burner that will provide the ignition source and the materials to be used in accordance to the service conditions to which the material flammability test bench will be subjected.

For the correct use of the test bench it is recommended to read the operation and maintenance manuals before using the equipment, in order to contribute to the duration in excellent condition of the equipment throughout its useful life.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE INTERIORES DE CARROCERÍAS”.

1.2 JUSTIFICACIÓN:

En la actualidad con el constante desarrollo tecnológico al que estamos expuestos día a día, para Ambato por ser considerada como la ciudad con más empresas fabricantes de carrocerías a nivel nacional, es de suma importancia ir innovando y encontrando maneras y formas de conocer más a fondo cada uno de los materiales que a diario utilizamos en la construcción de los interiores de carrocerías, conocer sus propiedades y características y las incidencias de las mismas en el proceso de fabricación y los posibles riesgos a los que pueden estar expuestos.

En el presente proyecto técnico se pretende realizar el diseño y construcción de un banco de pruebas para el ensayo de inflamabilidad de materiales utilizados en la construcción de interiores de carrocerías, donde se plantea el diseño de una cámara de combustión horizontal para los ensayos de inflamabilidad, la misma que tendrá que operarse con GLP para conseguir el propósito planteado, y nos aportara especificaciones técnicas de los materiales usados para esta actividad ante la ingeniería del fuego.

Los resultados obtenidos del presente proyecto técnico servirán de aporte al proyecto de investigación planteado por el Ing. Mg Christian Castro y el Ing. Mg Cristian Pérez docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica bajo el tema “Análisis y determinación de índices de inflamabilidad de materiales utilizados en la fabricación del interior de carrocerías metalmecánicas de la ciudad de Ambato”, donde se aportará con el diseño y construcción de un banco de pruebas para los ensayos de inflamabilidad de los materiales utilizados en 3 construcción de

interiores de carrocerías, el mismo que ayudara a determinar que materiales son auto extinguidos dentro de la fabricación de interiores de carrocerías.

De esta manera el proyecto planteado por (Castro & Pérez), tiene como propósito caracterizar las propiedades mecánicas de los materiales así como determinar el índice de inflamabilidad de los materiales que será de suma importancia para posteriores beneficios del proyecto de (Castro & Pérez), con el fin de obtener datos que apoyen a la certificación de los materiales utilizados en la fabricación del interior de carrocerías y de esta manera cumplir con los valores máximos establecidos en la norma ecuatoriana NTE INEN 1323.

1.3 OBJETIVOS:

1.3.1 Objetivo General:

“DISEÑAR Y CONSTRUIR UN BANCO DE PRUEBAS PARA ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE INTERIORES DE CARROCERÍAS”.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Analizar los parámetros constructivos de un banco de pruebas para el ensayo de inflamabilidad de materiales utilizados en el interior de carrocerías.
- Realizar el diseño del banco de pruebas bajo las especificaciones técnicas de la NORMA ISO 3795, y la esquematización mediante la ayuda de un software.
- Construir el banco de pruebas de pruebas para el ensayo de inflamabilidad de materiales utilizados en el interior de carrocerías, cumpliendo con los parámetros y especificaciones técnicas establecidas por la NORMA ISO 3795.
- Elaborar el instructivo de manejo y mantenimiento del banco de pruebas para el ensayo de inflamabilidad de materiales utilizados en el interior de carrocerías.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTACIÓN

2.1 ANTECEDENTES:

En el sector automovilístico y la industria dedicada a la fabricación de carrocerías, debido al constante desarrollo al que están expuestos los materiales usados en la construcción de carrocerías así como los procesos de fabricación o construcción de las mismas, siempre se buscan nuevas alternativas para brindar confort y confianza al usuario, es por esta razón que se necesita realizar la caracterización del comportamiento de los materiales usados en la construcción de interiores de carrocerías ante el fuego, tema que está determinado según la Norma ISO 3795, para la determinación del comportamiento de la combustión de los materiales usados en el interior de vehículos de carretera, tractores y maquinaria para la agricultura y la silvicultura. [1]

En los Estados Unidos la caracterización del comportamiento frente al fuego de este tipo de materiales usados en el interior de carrocerías está determinada por la Norma Federal de Seguridad para Vehículos a Motor (FMVSS), la cual especifica la determinación de los índices de inflamabilidad mediante un análisis de pruebas de combustión de los materiales usados en la construcción del interior de carrocerías con la ayuda de un banco de pruebas con una cámara de combustión horizontal o vertical. [2]

Por su parte en la Comunidad Andina se usa el Reglamento Técnico Mercosur que emite sus parámetros y condiciones sobre el análisis de la inflamabilidad de los Materiales MERCOSUR/ GMC/RES. N° 36/01, en donde para la realización de los procesos de homologación y certificación de los materiales usados en la construcción de interiores de carrocerías se determina por medio de un banco de pruebas que es directamente proporcional al banco de pruebas que propone la norma ISO 3795.

En nuestro país la determinación de los índices de inflamabilidad para los materiales usados en la construcción de interiores de carrocerías está regulado por

el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 041-2010 (Requerimientos de Vehículos de transporte escolar numeral 5.3.7 Inflamabilidad de los materiales), INEN 043-2010 (Requerimientos de Buses interprovincial e intraprovincial numeral 4.2.12 Aislamiento y revestimiento interior-literal e) e INEN 2205 (Requerimientos de Vehículos automotores, bus urbano numeral 5.1.2.7 Elementos de seguridad y control-literal d).

En dichos reglamentos se establece los requisitos necesarios que una carrocería o medio de transporte masivo de pasajeros debe cumplir para aprobar su circulación en el país, en estos apartados se menciona “Los materiales para el forrado de los asientos, las paredes, el techo y el piso que deben usarse en el interior de los vehículos, los cuales deben poseer las propiedades de baja combustibilidad, la capacidad de retardar la propagación del fuego con un índice de llama máximo de 250mm/min según los especifican las normas y los reglamentos.

2.2 MARCO TEÓRICO:

2.2.1 Combustión

La combustión se puede definir como el conjunto de procesos físico-químicos en los cuales generalmente se desprende una gran cantidad de energía, que se manifiesta o presenta en forma de calor y luz.



Figura 1.-Elementos necesarios para la combustión.

Fuente: [3]

La reacción de combustión se puede caracterizar por cuatro componentes: el combustible, el agente oxidante, el calor y una reacción química auto-mantenida; estos cuatro componentes están simbolizados en un sólido de cuatro caras llamado tetraedro del fuego. Los incendios se pueden evitar controlando una de las caras del tetraedro:

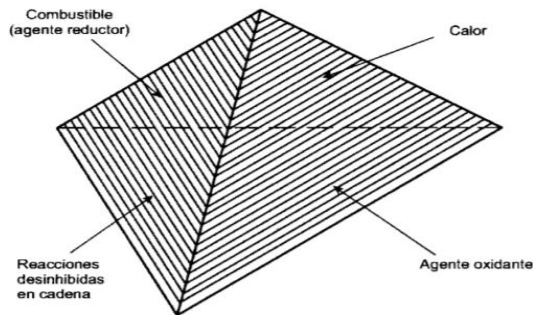


Figura 2.-Tetraedro del fuego.

Fuente: [4]

De acuerdo a como se produzcan las reacciones de combustión, estas pueden ser de dos tipos: según la cantidad de aire o comburente y según la velocidad de combustión o propagación.

Según la velocidad de combustión o propagación:

2.2.1.1 Combustión lenta:

La combustión lenta está caracterizada por la nula emisión de luz lo cual genera muy poca emisión de calor, este tipo de combustión se genera principalmente en lugares que cuentan con poca ventilación o cuando el combustible presente posee una densidad muy elevada.



Figura 3.-Combustión lenta.

Fuente: [5]

Un proceso de combustión lenta se puede considerar como muy peligroso por las condiciones en las que se inicia el proceso (poca ventilación), ya que si se adiciona aire nuevo al proceso de combustión este puede reactivarse rápidamente.

2.2.1.2 Combustión rápida:

Por el contrario a la combustión lenta, la combustión rápida se caracteriza por la alta emisión de luz y calor que se obtiene en el proceso, donde claramente se puede visualizar un fuego intenso.



Figura 4.-Combustión rápida.

Fuente: [3]

Si la combustión sucede a una velocidad muy rápida esto puede producir una explosión, la misma que se considera como una combustión instantánea, estas combustiones son la detonación y la deflagración. La Detonación, se da cuando la velocidad de propagación del frente de llamas supera a la velocidad del sonido; mientras que la deflagración, se da cuando la velocidad del frente de llama no supera la velocidad del sonido, pero está muy cerca de esta. [3]

Según la cantidad de aire o comburente:

2.2.1.3 Combustión completa:

En este tipo de combustión se oxida completamente el combustible lo cual no produce inquemados, por lo que no habrá presencia de sustancias combustibles en los productos o humos de la reacción.

2.2.1.4 Combustión incompleta:

No se quema completamente el combustible por lo cual se genera la presencia de inquemados como el CO, H₂, hollín y también pueden aparecer pequeñas cantidades de los hidrocarburos que se utilizan como combustibles.

2.2.1.5 Combustión estequiométrica:

La combustión estequiométrica es aquella que cuenta con la cantidad teórica de comburente estrictamente necesaria para la oxidación de todo el combustible suministrado; es decir, no hay presencia de oxígeno en los humos, debido a que este se ha empleado íntegramente en la reacción.

2.2.1.6 Con exceso de aire:

Combustión con una cantidad de aire que es superior a la estequiométrica, en este tipo de combustión es típica la presencia de oxígeno en los gases de combustión.

2.2.1.7 Con defecto de aire:

Combustión con una cantidad de aire que es inferior a la estequiométrica, en este tipo de reacción es característica la presencia de sustancias combustibles en los gases o humos de reacción. [6]

2.2.2 Combustible

Combustible se considera a cualquier sustancia que puede experimentar combustión, la mayoría de los combustibles son orgánicos; es decir, contienen carbono y una combinación de hidrógeno y oxígeno en distintas proporciones, en algunos casos existe también la presencia de nitrógeno, por ejemplo madera, plásticos, gasolina, alcohol y gas natural. Por su parte los combustibles inorgánicos no contienen carbono, entre ellos están los metales combustibles, como el magnesio o el sodio.

Los combustibles se pueden encontrar en tres fases distintas: sólido, líquido y gaseoso la misma que dependerá de la presión y la temperatura y puede variar si las condiciones cambian, para un combustible sólido o líquido la combustión tiene lugar sobre su superficie, en una zona en que se forman vapores debido al calentamiento de esta, el calor puede proceder de las condiciones ambientales o de la presencia de una fuente de ignición; mientras que para combustibles gaseosos no requieren que se produzca vaporización o pirolisis antes de la combustión, si

no que más bien solo es necesaria la mezcla del combustible con aire y la presencia de una fuente de ignición.

Propiedades de los combustibles:

2.2.2.1 Poder calorífico:

Es la cantidad de calor emitida por un combustible por unidad de masa o de volumen, generalmente se mide en mega calorías por kilogramo de combustible (Mcal/kg) o en mega joule por metro cubico de combustible (MJ/m³), se sabe que a mayor poder calorífico que posee combustible mayor será la temperatura de los materiales provocando la propagación del fuego.

A continuación presentamos la tabla de poderes caloríficos de algunos combustibles comunes. [7]

Tabla 1.-Poderes caloríficos combustibles más comunes.

Familia	Nombre del gas	Componente principal	Observación	Densidad	PCS en volumen kWh/m ³	PCS en masa kWh/kg	Índice de Wobbe MJ/m ³ (n)	Límites de inflamabilidad	Odorizante
1ra. Familia	Gas manufacturado	Metano+H ₂ +CO	Toxico, en desuso	< 1	5,23	19,13 a 27,64	6 a 45	
2da. Familia	Gas natural	Metano	No toxico	< 1	12,2	39,1 a 54,7	5 a 15	Tetrahi-Drotiofeno
			Inodoro						
			Incoloro						
3ra. Familia	GLP	Propano	No toxico	> 1	27,29	14,0	72,9 a 87,3	2,4 a 9,5	Mercaptano
			Inodoro						
			Incoloro						
		Butano	No toxico	> 1	36,0	13,95		1,8 a 8,4	Mercaptano
			Inodoro						
			Incoloro						

Fuente: [7]

2.2.2.2 Viscosidad:

La viscosidad de un fluido o un combustible es la medida de su resistencia a las deformaciones graduales producidas por tensiones cortantes o tensiones de

tracción. La viscosidad es característica de todos los fluidos, tanto líquidos como gases, si bien, en este último caso su efecto suele ser despreciable, están más cerca de ser fluidos ideales, ya que si un fluido no tiene viscosidad se llama fluido ideal.

2.2.2.3 Densidad:

Generalmente se determina de forma experimental y para el caso de los combustibles gaseosos se utiliza la densidad relativa al aire. En la práctica es muy importante conocer este parámetro para saber si el gas combustible se acumula en el techo o en el suelo, en caso de una fuga en un local cerrado.

2.2.2.4 Límite de inflamabilidad:

Esta propiedad muestra la facilidad que tiene un combustible para encenderse o entrar en combustión, y para ello es necesario que exista el combustible, el comburente y la fuente de ignición, por lo que se sabe cuándo estos elementos se mezclan en las cantidades apropiadas producen la combustión; es decir que la mezcla aire-combustible solo será inflamable solo si la concentración de combustible está dentro de los límites de inflamabilidad.

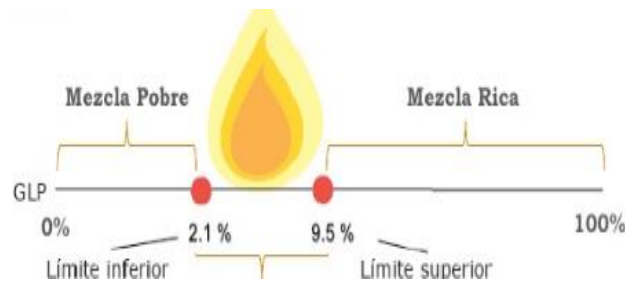


Figura 5.-Límites de inflamabilidad.

Fuente: [8]

a) **Límite inferior de inflamabilidad:**

Es la concentración mínima de vapor o gas en mezcla con el aire por debajo de la cual no existe propagación de la llama al entrar en contacto con la fuente de ignición.

b) **Límite superior de inflamabilidad:**

Es la concentración máxima de vapor o gases en mezcla con el aire por encima de la cual no tiene lugar la propagación de la llama al entrar en contacto con una fuente de ignición, a continuación se observan datos de combustibles tales como:

Tabla 2.-Límites de inflamabilidad de algunos combustibles.

Hidrocarburo	Límites de inflamabilidad (Concentración en el aire, % en volumen)
PROPANO	2.1 a 9.5
PROPILENO	2.4 a 11.1
n-BUTANO	1.6 a 8.5
ISO-BUTANO	1.8 a 9.0
BUTILENOS	1.7 a 8.5
N-PENTANO	1.4 a 7.8

Fuente: [8]

2.2.2.5 Punto de inflamación:

La mezcla de combustible y comburente debe alcanzar una temperatura mínima necesaria para que se produzca una combustión, esta temperatura mínima necesaria recibe el nombre de punto de inflamación, dicho punto de inflamación depende del comburente, por lo que su valor no es el mismo si se utiliza oxígeno o aire. [8]

Tabla 3.-Punto de inflamabilidad de algunos gases.

COMBUSTIBLE	TEMPERATURA °C
H_2	400
CO	605
CH_4	537
C_2H_6	515
C_3H_8	450
nC_5H_{12}	260
nC_8H_{18}	210
C_6H_6	535

Fuente: [8]

2.2.3 Comburente

El comburente es el agente que aporta el oxígeno necesario a una reacción de combustión y la fuente más usual y económica de oxígeno disponible es el aire.

Por lo tanto para un proceso de combustión podemos situarnos en 3 casos diferente, donde generalmente se emplean algunos conceptos importantes, propiedades y definiciones tales como:

2.2.3.1 Aire teórico o requerido.

Es la cantidad exacta de aire para que haya el oxígeno suficiente para una combustión completa.

2.2.3.2 Oxígeno teórico.

Son las moles (para un proceso intermitente) o la velocidad de flujo molar (para un proceso continuo) de oxígeno que se necesitan para efectuar la combustión completa del combustible en el reactor, suponiendo que todo el carbono del combustible se oxida para formar CO₂ y todo el H₂ se oxida para formar H₂O.

2.2.3.3 Exceso de aire.

Es la cantidad de aire en exceso con respecto al teórico o requerido para una combustión completa

2.2.4 Ignición

La resistencia a la ignición de un material es una medida crítica de la inflamabilidad debido a que no hay peligro de incendio si no se produce la ignición, aunque en algunas circunstancias una gasificación prolongada sin llama o una combustión lenta puede representar una amenaza para la seguridad de la vida. La ignición ocurre cuando el calor que emite una reacción llega a ser suficiente como para sostener la reacción química.

Fuentes de Ignición:

Existe gran número de fuentes de ignición, que sólo tienen en común el hecho de ser resultado de alguna forma de descuido u omisión. A continuación presentamos una tabla de distintos tipos de fuentes de ignición:

Tabla 4.-Fuentes de ignición común.

Materiales	Ejemplos
Equipos eléctricos	Calentadores eléctricos, secadores de pelo, mantas eléctricas, etc.
Fuentes de llama abierta	Cerilla, mechero, equipos de soldadura, etc.
Equipos con combustible gaseoso	Estufa de gas, calefactor, hornillo, etc.
Otros equipos con combustible	Estufa de leña, etc.
Material de fumador	Cigarrillo, pipa, etc.
Objetos calientes	Tubos calientes, chispas mecánicas, etc.
Exposición al calor	Fuego próximo, etc.
Calentamiento espontáneo	Trapos impregnados en aceite de linaza, pila de carbón, etc.
Reacción química	Poco frecuente

Fuente: [9]

Las fuentes de Ignición juegan un papel importante en el efecto del incendio, ya que dependiendo del tipo de fuente el efecto alcanzará una mayor o menor magnitud. Así mismo en el momento y en el tiempo que la fuente actúe va a ser determinante de la magnitud del efecto ocasionado. Podemos distinguir tres clases de fuentes:

2.2.4.1 Fuentes de Ignición abiertas:

Son aquellas que permanecen constantemente 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, con este tipo de fuentes la ignición está siempre en el límite inferior de inflamabilidad.

2.2.4.2 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 del receptáculo. Por lo general este tipo de fuente retrasará la ignición de la mezcla y en consecuencia cuando ésta 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.

2.2.4.3 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 ésta se active. [9]

2.2.5 Llamas

Cuando se produce la combustión de un elemento inflamable en una atmósfera rica en oxígeno, se observa una emisión de luz, que puede llegar a ser intensa, denominada llama. Todas las reacciones de combustión son muy exotérmicas y desprenden gran cantidad de energía en forma de calor.

Tipos de llamas:

La apariencia de la llama producida por la combustión de una sustancia puede facilitar información acerca de la eficacia del proceso de combustión, teniendo así de esta manera dos tipos de llamas tales como las llamas de difusión y las llamas premezcladas.

2.2.5.1 Llamas de difusión

Sabemos que el tipo de llama que resulta de un quemador Bunsen cuando la apertura del aire está cerrada es una llama lenta, brillante y lacia. El oxígeno, vital para la combustión, es arrastrado desde el área circundante a la llama.



Figura 6.-Llama de difusión amarilla.

Fuente: [9]

2.2.5.2 Llamas premezcladas

Si volvemos a nuestro quemador Bunsen descrito anteriormente y abrimos el paso del aire lentamente, eso permite al oxígeno y al combustible mezclarse de forma previa antes que ocurra la combustión aumentando considerablemente la eficacia de la misma, lo cual se demuestra por el calor, temperatura y velocidad de la llama. La cantidad de combustible sin quemar (gases de incendio) se reduce de forma drástica. [9]

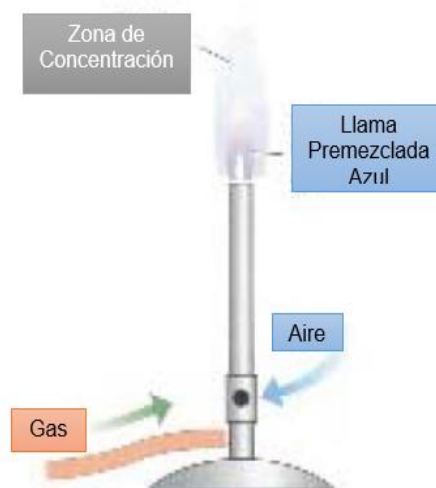


Figura 7.-Llama premezclada azul.

Fuente: [9]

2.2.6 Mechero bunsen

Un mechero o quemador Bunsen es un instrumento que proporciona una fuente de calor, ya sea para producir, acelerar una reacción química, calentar, efectuar un cambio físico y esterilizar muestras o reactivos químicos.

Se utiliza mucho en los laboratorios debido a que proporciona una llama caliente, constante, sin humo y que no produzca depósitos de hollín al calentar objetos.



Figura 8.-Mechero Bunsen.

Fuente: [11]

El quemador tiene una base pesada en la que se introduce el suministro de gas, en la parte inferior del tubo vertical por el que el gas fluye atravesando un pequeño agujero en el fondo de tubo y un anillo metálico móvil o collarín, ajustando la posición relativa de estos orificios (cuerpo del tubo y collarín respectivamente), los cuales pueden ser esféricos o rectangulares, se logra regular el flujo de aire (gracias al efecto Venturi) que aporta el oxígeno necesario proporcionando una mezcla inflamable a la salida de los gases en la parte superior del tubo donde se produce la combustión con formación de llama en la boca o parte superior del tubo vertical.

La cantidad de gas y por lo tanto de calor de la llama puede controlarse ajustando el tamaño del agujero en la base del tubo. Si se permite el paso de más aire para su mezcla con el gas la llama arde a mayor temperatura (apareciendo con un color azul). Si los agujeros laterales están cerrados el gas solo se mezcla con el oxígeno

atmosférico en el punto superior de la combustión ardiendo con menor eficacia y produciendo una llama de temperatura más fría y color rojizo o amarillento. [11]

2.2.7 Aceros inoxidables

Para que el acero sea inoxidable la aleación debe tener como mínimo un 10,5% de cromo; de hecho, los aceros inoxidables se clasifican en función de la cantidad de cromo que lleve la aleación, algunos tipos de acero inoxidable contienen además otros elementos aleantes; los principales son el molibdeno y el níquel.

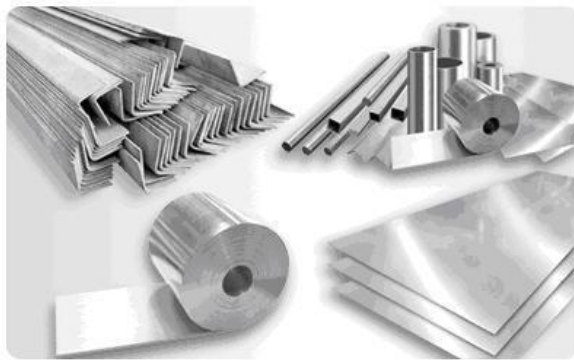


Figura 9.-Aceros inoxidables.

Fuente: [12]

Clasificación de los aceros inoxidables:

El acero inoxidable puede ser clasificado en cinco familias diferentes; cuatro de ellas corresponden a las particulares estructuras cristalinas formadas en la aleación: austenita, ferrita, martensita y dúplex (austenita mas ferrita); mientras que la quinta son las aleaciones endurecidas por precipitación, que están basadas más en el tipo de tratamiento térmico usado que en la estructura cristalina.

2.2.7.1 Aceros inoxidables martensíticos

Son la primera rama de los aceros inoxidables simplemente al cromo. Representan una porción de la serie 400, sus características son:

- Moderada resistencia a la corrosión.

- Endurecibles por tratamiento térmico y por lo tanto se pueden desarrollar altos niveles de resistencia mecánica y dureza.
- Son magnéticos.
- Debido al alto contenido de carbono y a la naturaleza de su dureza, es de pobre soldabilidad.

Los Martensíticos son esencialmente aleaciones de cromo y carbono. El contenido de cromo es generalmente de 10.5 a 18% y el de carbono es alto, alcanzando valores de hasta 1.2%.

2.2.7.2 Aceros inoxidables ferríticos

Estos aceros inoxidables de la serie 400 AISI (American Iron & Steel Institute) mantienen una estructura ferrítica estable desde la temperatura ambiente hasta el punto de fusión, sus características son:

- Resistencia a la corrosión de moderada a buena, la cual se incrementa con el contenido de cromo y algunas aleaciones de molibdeno.
- Endurecidos moderadamente por trabajo en frío: no pueden ser endurecidos por tratamiento térmico.
- Son magnéticos.
- Su soldabilidad es pobre por lo que generalmente se eliminan las uniones por soldadura a calibres delgados.
- Usualmente se les aplica un tratamiento de recocido con lo que obtienen mayor suavidad, ductilidad y resistencia a la corrosión.
- Debido a su pobre dureza, el uso se limita generalmente a procesos de formado en frío.

Los Ferríticos son esencialmente aleaciones con cromo. El contenido de cromo es usualmente de 10.5 a 30%, pero contenidos limitados de carbono del orden de 0.08%.

2.2.7.3 Aceros inoxidables austeníticos

Los aceros inoxidables austeníticos constituyen la familia con el mayor número de aleaciones disponibles, integra las series 200 y 300 AISI. Su popularidad se debe a su excelente formabilidad y superior resistencia a la corrosión. Sus características son las siguientes:

- Excelente resistencia a la corrosión.
- Endurecidos por trabajo en frío y no por tratamiento térmico.
- Excelente soldabilidad.
- Excelente factor de higiene y limpieza.
- Formado sencillo y de fácil transformación.
- Tienen la habilidad de ser funcionales en temperaturas extremas.
- Son no magnéticos.

Los Austeníticos se obtienen adicionando elementos formadores de austenita, tales como níquel, manganeso y nitrógeno. El contenido de cromo generalmente varía del 16 al 26% y su contenido de carbono es del rango de 0.03 al 0.08%.

El cromo proporciona una resistencia a la oxidación en temperaturas aproximadas de 650° C en una variedad de ambientes, esta familia se divide en dos categorías:

- SERIE 300 AISI (Aleaciones cromo-níquel):

Es la más extensa, mantiene alto contenido de níquel y hasta 2% de manganeso. También puede contener molibdeno, cobre, silicio, aluminio, titanio y niobio, elementos que son adicionados para conferir ciertas características. En ciertos tipos se usa azufre o selenio para mejorar su habilidad de ser maquinados.

- SERIE 200 AISI (Aleaciones cromo-manganeso-nitrógeno):

Contiene menor cantidad de níquel. El contenido de manganeso es de 5 a 20%. La adición de nitrógeno incrementa la resistencia mecánica.

2.2.7.4 Aceros inoxidables dúplex

Son aleaciones cromo-níquel-molibdeno, sus características son las siguientes:

- Son magnéticos.
- No pueden ser endurecidos por tratamientos térmicos.
- Buena soldabilidad.
- La estructura dúplex mejora la resistencia a la corrosión de fractura bajo tensión en ambientes con iones de cloruro.

Los dúplex tienen un contenido de cromo de entre 18 y 26% y de níquel de 4.5 a 6.5%. La adición de elementos de nitrógeno, molibdeno, cobre, silicio y tungsteno imparten ciertas características de resistencia a la corrosión.

2.2.7.5 Aceros inoxidables endurecibles por precipitación

Esta familia ofrece una alternativa a los aceros inoxidables austeníticos cuando se desea asociar elevadas características mecánicas y de maquinabilidad. Son aleaciones hierro-cromo-níquel que se caracterizan por la resistencia mecánica obtenida a partir del endurecimiento por tratamiento térmico de envejecimiento. Los aceros Endurecibles por precipitación están patentados y frecuentemente se les designa con las siglas de la empresa productora. [12]

Tabla 5.-Propiedades generales de los aceros inoxidables.

PROPIEDADES GENERALES DE LOS ACEROS INOXIDABLES					
TIPO	Resistencia a la Corrosión	Dureza	Magnéticos	Endurecibles por tratamiento térmico(Temple)	Soldabilidad
Martensíticos	Baja	Alta	SI	SI	Pobre
Ferríticos	Buena	Media baja	SI	NO	Limitada
Austeníticos	Excelente	Alta*	NO**	NO	Excelente

*: Adquieren mayor dureza al ser trabajados en frío.

- **: Adquieren cierto magnetismo al ser trabajados en frío.

Fuente: [12]

2.2.8 Procesos de soldadura para aceros inoxidable:

Los procesos de soldadura más comunes y utilizados son los siguientes:

2.2.8.1 El proceso de soldadura TIG:

En el proceso de soldadura TIG para soldar acero inoxidable, es importante recalcar que el arco eléctrico va a establecerse entre el metal base y un electrodo no consumible de que generalmente es de Tungsteno, el arco producido deberá estar bajo una atmósfera protectora generada por un gas inerte, para estos procesos generalmente el gas usado es argón.

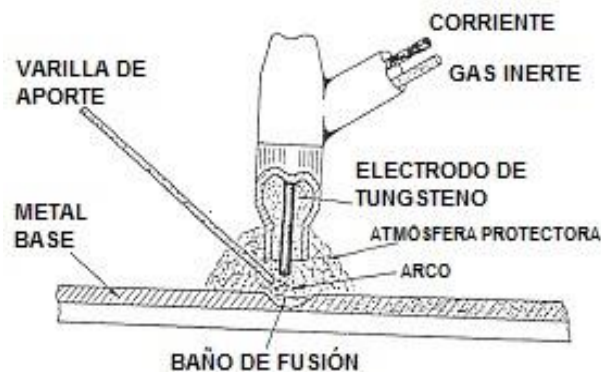


Figura 10.-Proceso de soldadura TIG.

Fuente: [13]

El argón será el gas que se utilice para proteger al metal fundido de la soldadura del aire circundante. Además, en caso de ser necesario, podemos agregar metal de aporte en forma de varilla o de alambre introducido dentro del arco, de forma automático o manual para conseguir fundirlo y que las gotas sean derramadas dentro del baño de fusión.

El proceso de soldadura TIG forma cordones de muy alta calidad, no genera escoria ni salpicaduras ya que los electrodos que se usan son no consumibles sin revestimiento; por lo tanto este proceso es muy requerido para ser utilizado en soldaduras de gran responsabilidad en acero inoxidable, donde lo primordial es conseguir un cordón de soldadura homogéneo y de muy alta calidad.

Además que el proceso de soldadura TIG, es muy empleado para el soldeo de piezas de poco espesor, aproximadamente hasta 6 mm. , ya que en soldaduras de

piezas que tengan más de estos 6 o 7 mm de espesor el costo resulta demasiado elevado, por lo que es más recomendable utilizar la soldadura de arco sumergido.

Algunas de las ventajas más representativas de este proceso son:

- No suele generar escorias en el cordón, lo que va a permitir reducir las tareas de limpieza posteriores a la soldadura.
- Este proceso puede ser empleado en cualquier posición de la soldadura, esto permite que sea bastante recomendable para soldadura de cañerías y tubos.
- Este tipo de soldadura no genera ninguna salpicadura alrededor del cordón.
- No afecta a la composición química y propiedades del metal base que se esté utilizando durante el proceso de soldadura

2.2.8.2 Proceso de soldadura MIG Y MAG.

Son utilizados para conseguir la protección gaseosa de un gas inerte, estableciendo un arco eléctrico entre un electrodo consumible (presentado en forma de alambre desnudo), y el metal base o pieza a soldar.

Para este tipo de soldadura ideal para acero inoxidable, tanto la soldadura como el arco protegerán del aire de la atmósfera gracias a la acción de una envolvente gaseosa, la cual está compuesta por gases inertes, destacando el argón y/o helio como más utilizados.

Con el objeto de obtener una mejor acción del arco y una mejor mojabilidad en la soldadura, en ocasiones se utilizan pequeñas cantidades de gases activos, tales como dióxido de carbono, oxígeno e hidrógeno.

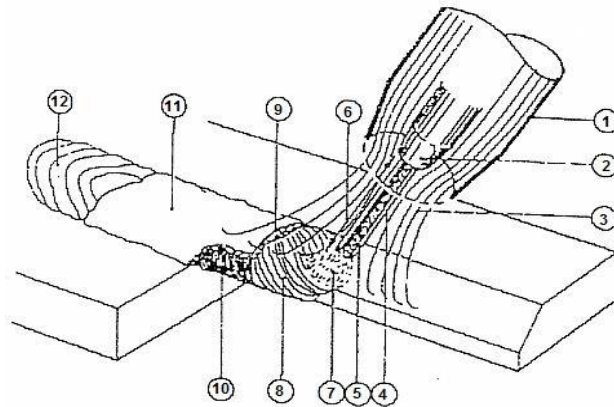


Figura 11.-Proceso de soldadura MIG-MAG.

Fuente: [13]

Los puntos de la imagen superior representan:

1. Boquilla, 2.-Tubo de contacto, 3.-Gas de protección, 4.-Varilla (sólida o tubular), 5.-Flux en caso de varilla tubular, 6.-Longitud libre de varilla (stik-out), 7.-Transferencia del metal aportado, 8.-Baño de soldeo y escoria líquida, 9.-Escoria sólida protegiendo al baño de fusión, 10.-Metal depositado, 11.-Escoria solidificada, 12.-Metal de soldadura solidificado libre de escoria.

Las ventajas que presenta este tipo proceso son:

- Va a permitirnos velocidades de soldadura mayores.
- En el caso de grandes producciones, permite facilidad de automatización del proceso.
- Se trata de un procedimiento que nos ofrece una transferencia del metal de aporte a través del arco bastante buena.

2.2.8.3 Soldadura por arco manual con electrodo revestido o SMAW.

El proceso de soldadura SMAW se caracteriza por el mantenimiento y creación de un arco eléctrico entre el material base y un electrodo que es una varilla metálica con un revestimiento celulósico y que es consumible en su totalidad dentro del proceso.

Durante el proceso el electrodo es un alambre revestido, en el que el soldador controla el proceso manualmente sobre la longitud y la dirección del arco que es

establecida entre el metal base y el extremo del electrodo como se muestra en la figura 15.

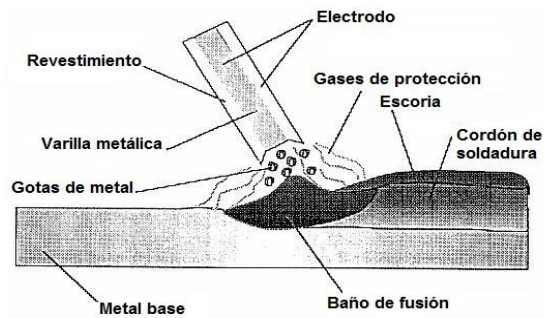


Figura 12.-Proceso de soldadura SMAW.

Fuente: [13]

El calor generado dentro de este proceso por el arco eléctrico consigue que se funda tanto el revestimiento como la varilla metálica del electrodo, por lo tanto, la combustión del revestimiento crea una atmósfera protectora para evitar la contaminación del cordón de soldadura, que se puede visualizar en forma de escoria, mientras tanto el metal procedente del electrodo se va depositando en formas de gotas dentro del baño de fusión para formar el cordón.

El recubrimiento del electrodo desempeña otras funciones además de las de protección del baño de fusión:

- Permite soldar en varias posiciones, disminuir las pérdidas de energía y mejorar la eficiencia en la soldadura.
- El cebado y estabilizado del arco es mejorado gracias a la composición química del revestimiento, compuesto por sales de sodio y potasio que aseguran la presencia e iones positivos durante todo el proceso de soldadura.
- El metal base y el alambre del electrodo no tienen siempre la misma composición, por lo tanto el proceso permite aportar aleaciones al metal de soldadura para mejorar las características mecánicas del cordón.
- Una envoltura gaseosa se genera durante el quemado del recubrimiento del electrodo, permitiendo desalojar el oxígeno y el nitrógeno del metal fundido, y evitando de esta forma la oxidación del cordón de soldadura.

- La capa de escoria depositada sobre el baño de fusión protege de la contaminación atmosférica, resultando en un cordón más óptimo en cuanto a resistencia mecánica y frente a la corrosión.

Para la soldadura manual por arco revestido los electrodos deben ser seleccionados en función del metal base a soldar en primer lugar, y a continuación según el tipo de recubrimiento. [13]

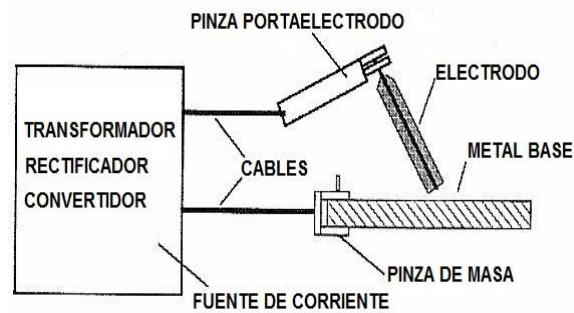


Figura 13.-Esquema de los componentes proceso de soldadura SMAW.

Fuente: [13]

2.2.9 Materiales usados en la construcción de interiores de carrocerías

Existen una infinidad de materiales usados en la construcción de interiores de carrocerías, a continuación detallaremos algunos de estos:

2.2.9.1 Polímeros.

Los plásticos o polímeros son conocidos como un conjunto de materiales de origen orgánico y de elevado peso molecular, compuestos fundamentalmente de carbono y otros elementos como el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno o el azufre. Los polímeros se obtienen mediante polimerización de compuestos derivados del petróleo y del gas natural, la polimerización es una reacción química mediante la cual un conjunto de moléculas de bajo peso molecular (monómeros) se une químicamente para formar una molécula de gran peso (polímero). Los polímeros según la disposición de las moléculas que forman el polímero se pueden clasificar en tres grupos:

- **Termoestables:**

Sus macromoléculas se entrecruzan formando una red, debido a esta disposición solo se les puede dar forma una vez, ya que un segundo calentamiento del material producirá su degradación.

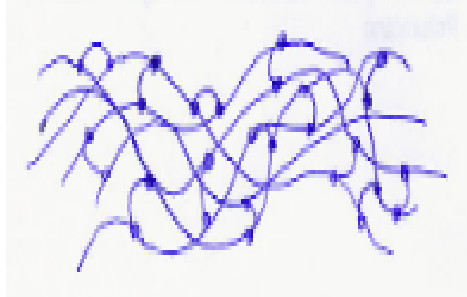


Figura 14.-Estructura interna materiales termoestables.

Fuente: [14]

- ✓ **Resina de poliéster:** Se comercializa en dos envases separados, uno para la resina y otro para el catalizador, que se mezclan en el momento de emplearlo. Aplicando capas sucesivas sobre un molde se hacen piscinas, carrocerías para coches, etc.
- ✓ **Resina epoxi:** Posee mayor dureza que la de poliéster. Se utiliza como adhesivo en construcción, como cimentación para las bancadas de máquinas y para la fabricación de pinturas que repelen el polvo.
- ✓ **Baquelita:** Es duro y muy resistente a los ácidos. Buen aislante del calor y de la electricidad
- ✓ **Melanina:** Es más resistente a los golpes que la baquelita, se comercializa en forma de chapas con las que se fabrican tableros para mesas y mobiliario de cocina.

- **Termoplásticos.**

Las macromoléculas están dispuestas libremente sin entrelazarse, y al contrario de los termoestables pueden someterse al calor varias veces, sin que sufran un deterioro significativo lo que permite que conserven la forma al enfriarse.

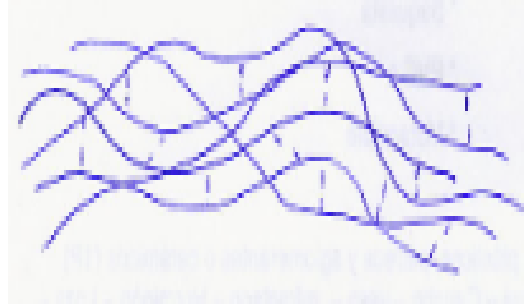


Figura 15.-Estructura interna materiales termoplásticos.

Fuente: [14]

- ✓ **Poliestireno:** La forma rígida se utiliza para fabricar utensilios del hogar, juguetes, pilotos de automóvil. La forma espumada se emplea para la fabricación de aislantes térmicos y como elemento de protección para embalajes. Es el denominado corcho blanco.
- ✓ **Polivinilo (PVC):** Es muy resistente a los agentes atmosféricos, por lo que se utiliza para fabricar tubos y canalones de desagüe, puertas, ventanas y pavimentos.
- ✓ **Nailon:** Es un material muy duro y resistente, se utiliza para fabricar hilo de pescar. Debido a que ofrece mucha resistencia al desgaste y poca al rozamiento se utiliza para fabricar piezas de máquinas como levas y engranajes. En la industria textil se emplea para la fabricación de todo tipo de tejidos.
- ✓ **Polipropileno:** Es el termoplástico que posee mayor resistencia al impacto, es más duro que el polietileno pero menos que el poliestireno. Puede soportar temperaturas de 100 °C. Es un buen dieléctrico. Se utiliza para fabricar parachoques de automóviles, juguetes, tubos, botellas.
- ✓ **Polietileno:** Existen dos tipos, el de alta densidad que es duro, frágil y puede resistir temperaturas próximas a los 100 °C, y el de baja densidad que es más blando, flexible y que admite temperaturas cercanas a los 70°C. Es un polímero muy resistente al ataque de ácidos por lo que se emplea para fabricar depósitos, tuberías, y envases de cualquier tipo. Debido a la facilidad con la que se moldea se utiliza para fabricar objetos de diversas formas: juguetes, cubos, bolsas.

- **Elastómeros.**

Las macromoléculas están ordenadas formando una red de pocos enlaces, este tipo de materiales cuando son sometidos a una fuerza o esfuerzo tienden a recuperar su forma y dimensiones cuando la fuerza que les es aplicada es retirada o suspendida.

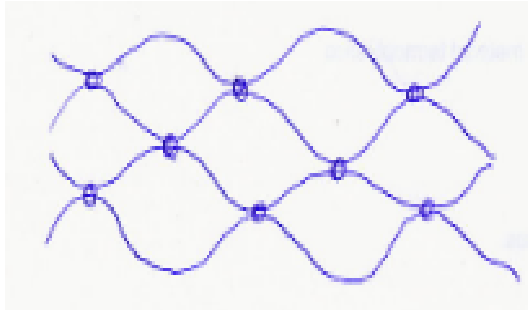


Figura 16.-Estructura interna materiales elastómeros.

Fuente: [14]

- ✓ **Caucho:** El caucho natural se utiliza para fabricar neumáticos de coches, mediante un proceso de vulcanización. El caucho sintético es más resistente al ataque de agentes químicos y es mejor aislante térmico y eléctrico. Se emplea para fabricar suelas de zapatos, mangueras de riego, correas de transmisión.
- ✓ **Neopreno:** Debido a su impermeabilidad se utiliza para fabricar trajes de inmersión. Absorbe muy bien las vibraciones por lo que se utiliza en cimentaciones de edificios, apoyo para grandes vigas.
- ✓ **Silicona:** Es muy resistente al ataque de agentes químicos y atmosféricos y posee una gran elasticidad. Debido a sus múltiples propiedades tiene usos tan diversos como el sellado de juntas, aislante eléctrico o en prótesis mamarias.

2.2.9.2 Textiles.

Los materiales textiles son todos aquellos materiales sólidos y flexibles creados a partir de una unidad fundamental llamada filamento plegable conocido como fibra, estas fibras pueden ser naturales o sintéticas, de esta manera la definición de fibra textil es todo material que está compuesto de filamentos o hebras y puede ser usado para formar telas por medio de un tejido u otro proceso.

✓ **Fibras naturales**

Este tipo de fibras se extraen a partir de materias primas como: vegetales, animales o minerales, dichas fibras deben pasar por un proceso de lavado, desenredado, estirado, teñido y trenzado para finalmente formar hilos y posteriormente poder fabricar materiales textiles o tejidos, a continuación se muestran que existe una gran variedad de fibras naturales como:

Tabla 6.- Algunos tipos de fibras naturales.

FIBRAS NATURALES		
De origen vegetal	De origen animal	Minerales
Fruto: algodón	Lana	Amianto
Tallo: lino, cáñamo	Seda	Fibra de vidrio
Hoja: sisal, abacá	Cuero	Asbesto
Raíz: cucúrbita	Pelo	Fibra cerámica

Fuente: Autor

✓ **Fibras sintéticas**

Las fibras conocidas como sintéticas tiene como característica que no utilizan componentes naturales, son fabricadas completamente con productos químicos, Las fibras sintéticas como el nylon, el rayón, la licra y el poliéster son materiales plásticos, poseen buena resistencia, dureza e impermeabilidad.



Figura 17.-Fibras sintéticas.

Fuente: [9]

La fabricación de la hebra o filamento sintético son producto del ser humano, con la aparición y desarrollo de las fibras sintéticas la industria textil ha conseguido

hilos que satisfacen la demanda que plantean las nuevas técnicas de tejeduría y los consumidores, estos tipos de fibras pueden emplearse en la fabricación de textiles, tanto tejidos como no tejidos.

Las características más relevantes de las fibras sintéticas son:

- ✓ Larga duración y resistencia a los agentes externos.
- ✓ Cuidado fácil: lavado, planchado.
- ✓ Poco higroscópicas, por lo que resultan calientes en verano y frías en invierno. [9]
- **Tejidos**

Un tejido es una superficie plana y elástica resultado del entrecruzamiento de hilos (tejidos de calada) o el enlazamiento de hilos (tejido malla). Una característica de los tejidos es que son anisotrópicos (es la capacidad de expandirse y/o contraerse en sus varias direcciones) por lo que sus propiedades varían según la dirección o sentido en que son analizados.

Los tejidos por lo general están compuestos por una urdiembre y una trama. La urdiembre lo constituyen los hilos que van en sentido de la altura longitudinal y la trama son los hilos que se entrecruzan con la urdiembre en sentido de la anchura transversal.



Figura 18.-Componentes de un tejido.

Fuente: [9]

Como un ejemplo del material textil más utilizado en los interiores de carrocerías tenemos el material conocido como Pranna Poliéster Flexible, que es un poliéster catalogado como una de las fibras textiles artificiales más versátiles gracias a su resistencia, durabilidad y repelencia. El uso del poliéster se asoció con el hecho de ser muy económico, es una fibra manufacturada cuya sustancia está formada por

cualquier polímero sintético de cadena larga en el cual, al menos, el 85 % (por peso) del polímero es un éster de ácido teraftálico, la mayoría del poliéster se hace de teraftalato de polietileno.

Características:

- Alta resistencia a la abrasión y el alargamiento.
- No se encoge.
- No se deteriora ante la presencia de ácidos ni oxidantes.
- No se arruga fácilmente.
- Posee un secado rápido.
- Conserva su aspecto original con el paso del tiempo. [9]

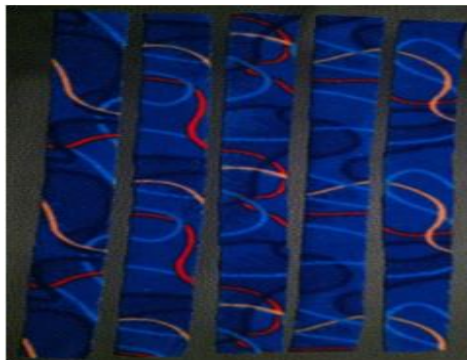


Figura 19.-Probetas de Pranna poliéster flexible.

Fuente: Autor.

2.2.9.3 Moquetas.

Existen una gran variedad de materiales para la elaboración de moquetas que son usadas en la industria automotriz y sobre todo en la construcción de interiores de carrocerías que es el tema que nos compete en el presente proyecto, las moquetas pueden ser de fabricadas de lana, de fibras vegetales, sintéticos o naturales.

- **Moquetas de lana.**

Este tipo de material es el más tradicional empleado para la fabricación de moquetas, es un producto natural que ofrece una agradable sensación al tacto del usuario, este tipo de material usado en la fabricación de moquetas impide la formación de electricidad estática, presenta una alta resistencia al fuego con

respecto a otros materiales, es muy práctica, resistente y se ensucia poco además con el paso del tiempo y las adversidades de servicio las fibras no se aplastan, son muy utilizadas en la decoración de interiores de casas, oficinas, edificios, etc.



Figura 20.-Moqueta de lana.

Fuente: [15]

- **Moquetas de fibras vegetales.**

Hoy en día las moquetas fabricadas de este tipo de materiales son las más demandadas dentro de la industria porque son fáciles de instalar y sirven además como aislantes, se elaboran con fibras que proceden de plantas como el coco, algas, yute o sisal, estas al contrario de las moquetas fabricadas de lana son muy ásperas al tacto con el usuario, y el principal defecto que presentan es que se manchan con facilidad, son muy utilizadas en casa, oficinas, etc.



Figura 21.-Moqueta de fibras vegetales.

Fuente: [15]

- **Moquetas de fibras sintéticas.**

Los materiales usados para su fabricación son la poliamida y el polipropileno; la poliamida o nylon es un material muy resistente al desgaste mecánico, son muy blandas, además que deben recibir un tratamiento adecuado para que estas no acumulen electricidad estática.

El nylon o poliamida es el material más utilizado en los interiores de carrocerías, posee un calor específico de 0,4 cal/gr.°C, y presenta una temperatura de ignición superior a los 420 °C.

El propileno también es un material muy resistente, sin embargo tiende a aplastarse con facilidad; es un material hidrófugo, es decir que tiene una baja sensibilidad al agua. [15]



Figura 22.-Moqueta de fibras sintéticas.

Fuente: [15]

2.2.9.4 Materiales Compuestos.

Los materiales compuestos se los ha venido utilizando a lo largo de la historia, donde el material compuesto más conocido es el concreto que está formado por arena, cemento y grava; por lo tanto un material compuesto es el resultado de combinar dos o más materiales con el objetivo de obtener un material único en sus propiedades, siendo estas diferentes a las de sus materiales iniciales individualmente.

Los materiales compuestos están conformados por dos componentes: la matriz; que será la parte del material compuesto que estará distribuida de manera continua y envolverá en su totalidad al refuerzo, y el refuerzo; el mismo que se encontrará disperso en la matriz, por lo tanto se concluye que el refuerzo aporta las propiedades mecánicas y la matriz aporta la resistencia térmica y ambiental al material compuesto.

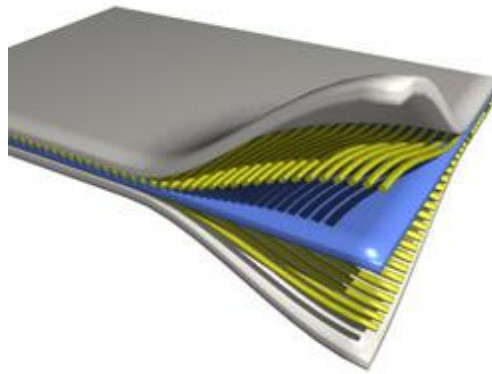


Figura 23.-Esquema materiales compuestos.

Fuente: [16]

Las propiedades mecánicas de los materiales compuestos dependen de varios factores tales como:

- Propiedades del refuerzo y la matriz.
- Orientación del refuerzo.
- Cantidad del refuerzo.
- Técnica de producción del material compuesto.

De esta manera se puede decir que un material compuesto se puede reforzar tanto con partículas como con fibras. Así un material reforzado con partículas se define como un material isotrópico; es decir, que presenta las mismas propiedades en todas las direcciones. Por otro lado un material reforzados con fibra es un material anisotrópico, esto significa que sus propiedades son diferentes en función de la orientación del material; por ejemplo; si fabricamos un material compuesto con matriz polimérica y que todas las fibras de refuerzo queden en paralelo, este material tendrá muy buenas propiedades en paralelo a sus fibras, pero sus propiedades en perpendicular a las fibras de refuerzo serán muy pobres.

De esta manera los materiales compuestos se pueden clasificar en dos grandes grupos de acuerdo al tipo de matriz y al tipo refuerzo:

a) Clasificación según el tipo de matriz:

- Compuestos de matriz orgánica (polímeros).
- Compuestos de matriz metálica (aleaciones de titanio, aluminio y magnesio).

- Compuestos de matriz cerámica.

La matriz es el componente que se presenta en fase continua, actuando como ligante, cubre y envuelve en su totalidad al refuerzo.

- **Compuesto de matriz orgánica (polímeros)**

Son materiales con buenas propiedades mecánicas, resistentes a la corrosión y a los agentes químicos, y a causa de sus propiedades físicas, pueden ser moldeados con absoluta libertad de formas

- **Compuestos de matriz metálica (titanio, aluminio y magnesio).**

Estos materiales tienen una alta resistencia y muy bajo peso.

- **Compuestos de matriz cerámica.**

Mejores propiedades mecánicas que los materiales cerámicos tradicionales, como la resistencia y la tenacidad, especialmente en rangos de bajas temperaturas.

b) Clasificación según el tipo de refuerzo

- Materiales con refuerzos discontinuos (particulado y fibra corta).
- Materiales compuestos con refuerzos continuos (fibras largas y tejidos).

El aporte de rigidez, dureza y la resistencia mecánica de los materiales compuestos está determinado por el tipo de refuerzo.

- **Partículas:**

El refuerzo sería partículas con dimensiones iguales en todas sus direcciones.

- **Fibra corta:**

Son fibras de una longitud muy pequeña, por lo general entre 3 a 12 milímetros.

- **Fibra larga:**

Son fibras en forma de hilo que tienen una relación longitud - diámetro mayor que 100 ($L/D > 100$).

- **Tejidos:**

Son capas donde los hilos se entrecruzan longitudinal y transversalmente unos con otros.

c) **Características de los materiales compuestos:**

Las principales características de los materiales compuestos son:

- **Alta resistencia.**

Los materiales compuestos tienen una alta resistencia en relación a su peso.

- **Baja densidad.**

Los materiales compuestos proporcionan una buena resistencia por unidad de peso, no como en el caso de los metales, ya que su densidad es mayor.

- **Flexibilidad de formas.**

Debido a que las fibras de refuerzo se pueden trabajar con mayor facilidad que otros materiales antes del proceso de curado de la matriz, se pueden realizar una gran variedad de formas y acabados.

- **Alta resistencia dieléctrica.**

Los materiales compuestos son aislantes eléctricos.

- **Gran capacidad de consolidación de partes.**

Los materiales compuestos permiten el ensamblaje de componentes, reduciendo así el número de elementos y por lo tanto, necesitando menor número de uniones.

- **Resistencia a la corrosión.**

Esta propiedad viene determinada por el tipo de matriz que se utiliza. De esta manera se puede seleccionar matrices con resistencia a cualquier medio corrosivo.

- **Comportamiento a fatiga.**

El comportamiento a la fatiga de los compuestos es bueno. Al ser materiales amorfos, es decir, no tienen una estructura ordenada, no sufren los mismos efectos de fatiga que los metales y su resistencia es mayor.

- **Reducción de costes de mantenimiento.**

Al tener una buena resistencia a la fatiga y presentar muy buena resistencia a la corrosión se reducen las tareas de mantenimiento y costes de reparación.

d) Aplicaciones de Materiales Compuestos

Los materiales compuestos con matriz polimérica se emplean ampliamente en la industria naval, automovilística, electrónica, aeroespacial, aeronáutica, material deportivo y en la construcción, remplazando a metales y a otros materiales en diversas aplicaciones. [16]

CAPÍTULO 3

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 ANÁLISIS DE PARÁMETROS CONSTRUCTIVOS:

Los parámetros, características, variables y condiciones que debemos seguir para el diseño y la construcción del banco de pruebas para los ensayos de inflamabilidad de materiales usados en la construcción de interiores de carrocerías están guiados bajo la norma ISO 3795, la misma que tiene información precisa pero limitada sobre el tema, información que será complementada con la utilización de la norma US-FMVSS-302 (United States Federal Motor Vehicle Safety Standard), esta documento contiene una extensa información que facilitara la selección de los parámetros, características y condiciones que debe cumplir el banco de pruebas para su diseño y su posterior construcción y utilización.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS:

Una vez analizado los parámetros y las características que debe cumplir el equipo para la realización de los ensayos de inflamabilidad, debemos conocer muy bien su funcionamiento y condiciones para el ensayo, para de esta manera poder diseñarlo y realizar una buena selección de materiales con los que deberá ser construido.

El funcionamiento de este banco de pruebas consiste esencialmente en el precalentamiento de la cámara de combustión mediante una fuente de ignición por un periodo de tiempo determinado, la muestra que será montada sobre el portamuestras y luego introducida en la cámara de combustión deberá estar 24 horas antes del ensayo a una temperatura de 23 °C y a una humedad relativa del 50 %, dicha muestra será sometida a una llama por un tiempo de 15 segundos, para luego de esto cortar el suministro de combustible, y según especifican las normas antes mencionadas proceder a la visualización del comportamiento del material; ya que, el mismo puede inflamarse, auto extinguirse o no inflamarse.

De esta manera podemos llegar a la conclusión de que si el material en análisis es apto o no es apto para la utilización dentro de la construcción de los interiores de carrocerías.

El equipo o banco de pruebas después de analizar los parámetros, características y condiciones debe estar constituido por los siguientes elementos principales de los cuales dependerá la correcta realización del ensayo y estos son:

- Una cámara de combustión horizontal de material resistente a altas temperaturas y a la corrosión.
- Un portamuestras de material resistente a altas temperaturas y a la corrosión, que estará constituido por dos placas en forma de U.
- Una ventana de observación de material resistente a llamas y altas temperaturas.
- Un quemador de gas (mechero bunsen) que proporcionará la llama para la realización del ensayo.
- Cilindro de GLP, proporcionará el combustible para los ensayos.
- Cronómetros con una precisión de 0.5 segundos.
- Bandeja recolectora de desechos para ensayos realizados.

Por lo tanto cada uno de los elementos antes mencionados tendrá una función específica, por lo que los mismos deberán ser diseñados y seleccionados de acuerdo a la información recopilada de las normas ISO 3795 y US-FMVSS302 para el posterior ensamblaje de equipo, ya que estos son la base fundamental del banco de pruebas de inflamabilidad que vamos a diseñar y construir.

3.3 CÁLCULOS DE DISEÑO:

Para el desarrollo de este apartado del presente proyecto técnico se realizará el diseño térmico y mecánico como a continuación se detalla:

3.3.1 Diseño térmico.

Los datos iniciales que se usaran para cada uno de los cálculos de diseño están proporcionados por la norma ISO 3795, para iniciar con los cálculos debemos

tomar en cuenta que el banco de pruebas solamente estará constituido por una capa de material resistente a altas temperaturas y a la corrosión.

Los cálculos de diseño térmico se deben iniciar por evaluar las condiciones que nos va entregar el quemador de gas (mechero bunsen) y el combustible que se utilizara, ya que son la parte primordial del equipo:

3.3.1.1 Quemador de gas.

El quemador de gas (mechero bunsen) es el responsable de proporcionar la fuente de ignición al sistema, la llama que proporcione el mechero bunsen deberá tener una altura de 38 milímetros desde la boquilla del quemador con un diámetro interior de 9.5 mm, el quemador se encuentra ubicado dentro de la cámara de combustión de manera que el centro de su boquilla este a 19 mm por debajo del centro del extremo libre de la cara inferior de la muestra, y a 22 mm de la cara interna izquierda, como se muestra en la figura 27.

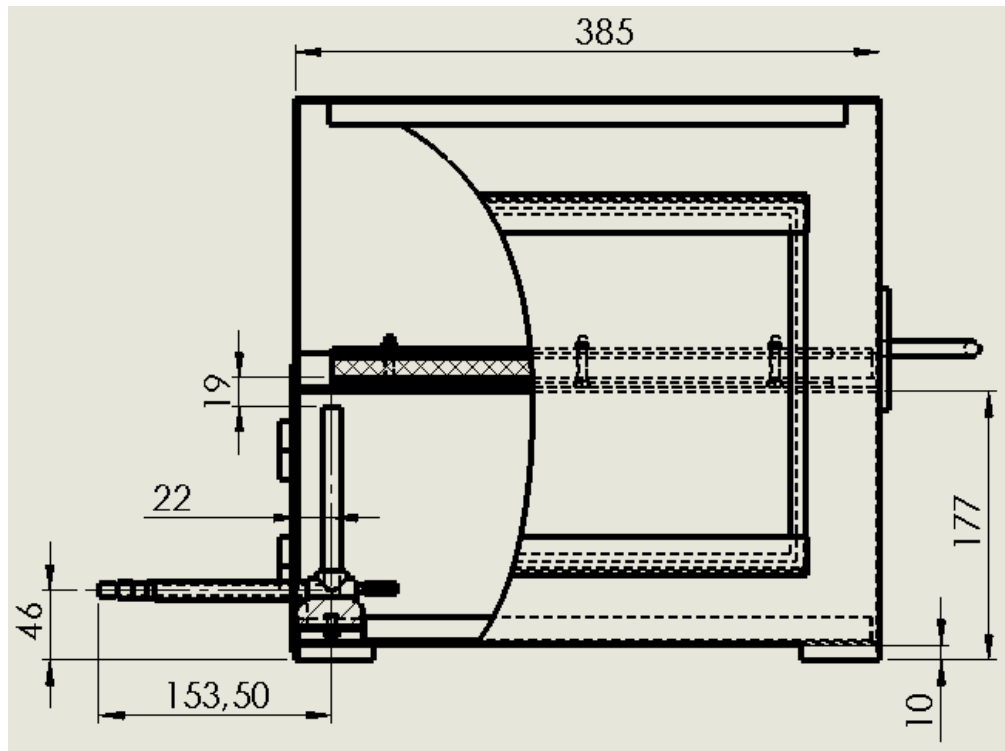


Figura 24.-Dimensiones de ubicación para el mechero bunsen.

Fuente: Autor.

3.3.1.2 Combustible.

El combustible que nos sugiere utilizar la norma ISO 3795 como adecuado para la realización de los ensayos está limitado a poseer un poder calorífico aproximado de 38 MJ/m³.

Por lo tanto el combustible que más cerca esta del valor requerido de aproximadamente 38 MJ/m³, es el gas natural el cual posee un poder calorífico inferior en unidades de masa de 47 MJ/kg (ANEXO 2), el mismo que para ser evaluado según el criterio de la norma se lo debe trasladar a unidades de volumen, por lo que para cumplir con lo establecido dentro de la norma ISO 3795 utilizaremos un factor de conversión.

Este factor de conversión determina de forma aproximada, que 1 Kg. de GLP equivale a la energía proporcionada por 1,24 m³ de gas natural:

$$1 \text{ kg GLP} = 1.24 \text{ cm}^3 \text{GN}$$

Por lo tanto el gas natural posee un poder calorífico en unidades de volumen de 37.9 MJ/m³, valor que cumple con el postulado de la norma que especifica que el combustible idóneo para la realización de las pruebas de inflamabilidad de los materiales usados en la construcción de interiores de carrocerías es de aproximadamente 38 MJ/ m³, por lo tanto a continuación se muestran los valores del poder calorífico inferior y superior que el gas natural posee:

Poder calorífico inferior (PCI):

- 37.9 MJ/m³ = 47 MJ/kg = 11259 Kcal/kg = 13 KWh/kg.

Poder calorífico superior (PCS):

- 41.9 MJ/m³ = 52 MJ/kg = 12474 Kcal/kg = 15 KWh/kg.

Pero como este tipo de combustible no lo tenemos a disposición en nuestro país, se procede a la selección de un combustible que posea unas características similares a las que nos ofrece el gas natural, y que se lo pueda adquirir con facilidad para agilizar el proceso de ensayos dentro del banco de pruebas.

El combustible a utilizar debe tener un poder calorífico igual o cercano al valor que nos recomienda la norma, de esta manera el combustible que más se asemeja a las características que entrega el gas natural es el gas licuado de petróleo GLP, el mismo que posee un poder calorífico inferior en unidades de masa de 46,5 MJ/kg el mismo que en el (ANEXO 2) toma un valor redondeado de 47 MJ/kg, valor que llevado a unidades de volumen utilizando el mismo factor de conversión que para el gas natural es de 37,5 MJ/ m³, el mismo que cumple con lo que la norma nos especifica para poder llevar a cabo los ensayos dentro del banco de pruebas.

Por lo tanto a continuación se muestran los valores del poder calorífico inferior y superior que el GLP posee:

Poder calorífico inferior (PCI):

- $37.5 \text{ MJ/m}^3 = 46.5 \text{ MJ/kg} = 11132 \text{ Kcal/kg} = 12.85 \text{ KWh/kg}$.

Poder calorífico superior (PCS):

- $40.3 \text{ MJ/m}^3 = 50 \text{ MJ/kg} = 11979 \text{ Kcal/kg} = 14 \text{ KWh/kg}$.

3.3.1.3 Temperatura máxima de llama en °C del GLP en el aire:

Además la norma US-FMVSS 302, en uno de sus apartados nos recomienda que la temperatura que debe proporcionar el combustible utilizado, debe ser una temperatura de llama igual o similar a la temperatura máxima de llama en el aire proporcionada por el Gas Natural.

Por lo tanto el parámetro de la temperatura máxima de llama o flama en el aire es primordial; puesto que de esta dependerá la correcta valoración y aprobación de los ensayos y pruebas realizadas para los materiales usados en la construcción de interiores de carrocería.

De esta manera a continuación se muestran las temperaturas del Gas Natural y el GLP:

Tabla 7.- Temperatura máxima de llama en el aire.

COMBUSTIBLE	TEMPERATURA (°C)
GAS NATURAL	1960
GLP	1980

Fuente: Autor

3.3.2 Diseño mecánico.

Para el diseño mecánico del banco de pruebas tomamos en cuenta la recomendación de la norma ISO 3795 y US-FMVSS 302 con las que estamos trabajando donde se especifica que el banco de pruebas será construido en su totalidad en acero inoxidable.

Por lo tanto para esta sección del proyecto técnico partimos de los resultados obtenidos del diseño térmico antes realizado lo que nos conducirá a la correcta selección de los materiales; entonces, a continuación se muestran cada una de las partes o componentes del banco de pruebas con sus respectivas dimensiones:

3.3.2.1 Carcasa o cámara de combustión.

Es el cuerpo del banco de pruebas, puesto que aquí se ensamblaran todas las partes que conformaran el equipo, la cámara de combustión debe estar construida de un material que vaya a soportar altas temperaturas, ya que en el interior del mismo se realizaran las pruebas de inflamabilidad de materiales, que consiste en la combustión de las muestras.

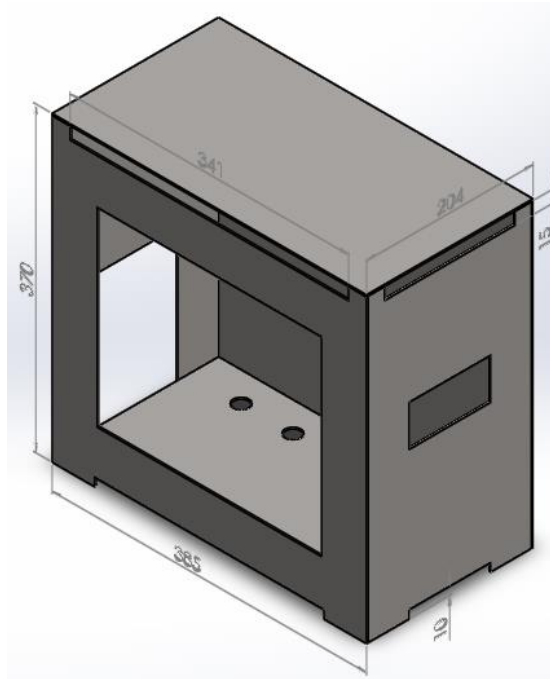


Figura 25.-Carcasa o cámara de combustión.

Fuente: Autores.

Las dimensiones generales de la cámara de combustión son como se muestran en la figura anterior de 385 mm de ancho, 360 mm de alto y una profundidad de 204 mm, el equipo estará separado una altura de 10 mm del piso, ya que en la placa del fondo se deberán realizar agujeros para la ventilación, además entre las cuatro paredes laterales y la pared superior del equipo estarán diseñadas unas ventoleras de 15 mm de alto en todo su alrededor.

En la parte frontal el equipo deberá constar con un panel de observación, el mismo que servirá como una ventana de visualización y panel de acceso para la correcta realización del proceso de ensayo, el vidrio del cual está formada la ventana debe ser resistente tanto a altas temperaturas como resistente a la llama.

Por lo tanto se asume que la forma que tiene la estructura según nos indica la norma ISO 3795, soportara las cargas y esfuerzos que actúen en ella (cuando la misma este ensamblada en su totalidad con todos los accesorios que debe contar) por el hecho de indicarnos en los parámetros que debe ser construida en acero inoxidable, con las dimensiones que ahí se especifican y sobre todo por el espesor del material que nos delimita a usar en su construcción.

3.3.2.2 Guías portamuestras.

El diseño mecánico de las guías que soportaran el peso del conjunto portamuestras durante la realización de los ensayos.

Condiciones de diseño:

Material:

- Acero inoxidable.

Tipo de carga:

- Uniformemente distribuida. Tabla A-9, del libro de SHIGLEY, Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición.

Tipo de apoyo:

- Apoyos fijos. Tabla A-9, del libro de SHIGLEY, Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición,

Numero de guías:

- 2.

Diagrama de la guía:

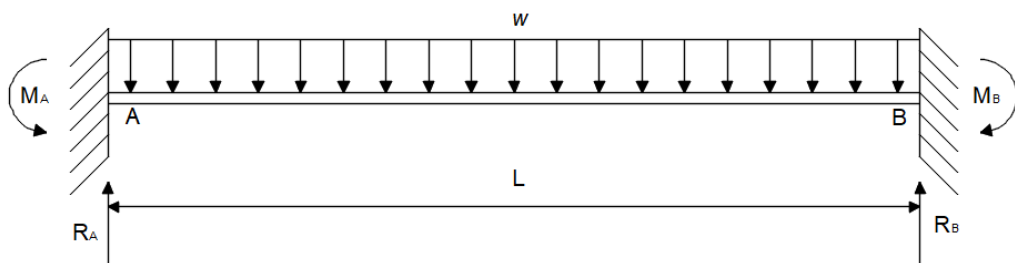


Figura 26.-Diagrama de la guía.

Fuente: Autor

Propiedades de acero inoxidable:

Las propiedades que posee el acero inoxidable que se usaran para los cálculos de diseño seran obtenidas de la tabla A-5 del libro de SHIGLEY, Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición, como se muestra a continuacion en la figura 32.

Tabla A-5

Constantes físicas de materiales

Material	Módulo de elasticidad E		Módulo de rigidez G		Relación de Poisson ν	Peso específico w		
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa		lbf/pulg ³	lbf/ft ³	kN/m ³
Abeto Douglas	1.6	11.0	0.6	4.1	0.33	0.016	28	4.3
Acero al carbono	30.0	207.0	11.5	79.3	0.292	0.282	487	76.5
Acero al niquel	30.0	207.0	11.5	79.3	0.291	0.280	484	76.0
Acero inoxidable (18-8)	27.6	190.0	10.6	73.1	0.305	0.280	484	76.0
Aleaciones de titanio	16.5	114.0	6.2	42.4	0.340	0.160	276	43.4
Aluminio (todas las aleaciones)	10.4	71.7	3.9	26.9	0.333	0.098	169	26.6
Bronce fosforado	16.1	111.0	6.0	41.4	0.349	0.295	510	80.1
Cobre	17.2	119.0	6.49	44.7	0.326	0.322	556	87.3
Cobre al berilio	18.0	124.0	7.0	48.3	0.285	0.297	513	80.6
Hierro fundido (gris)	14.5	100.0	6.0	41.4	0.211	0.260	450	70.6
Inconel	31.0	214.0	11.0	75.8	0.290	0.307	530	83.3
Latón	15.4	106.0	5.82	40.1	0.324	0.309	534	83.8
Magnesio	6.5	44.8	2.4	16.5	0.350	0.065	112	17.6
Molibdeno	48.0	331.0	17.0	117.0	0.307	0.368	636	100.0
Monel metal	26.0	179.0	9.5	65.5	0.320	0.319	551	86.6
Plata niquelada	18.5	127.0	7.0	48.3	0.322	0.316	546	85.8
Plomo	5.3	36.5	1.9	13.1	0.425	0.411	710	111.5
Vidrio	6.7	46.2	2.7	18.6	0.245	0.094	162	25.4

Figura 27.-Tabla A-5, Constantes físicas de materiales.

Fuente: [18]

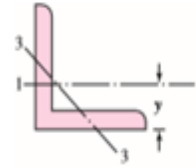
Tipo de perfil seleccionado:

El perfil seleccionado para el diseño de las guías del portamuestras sera un perfil en L o mas conocido como ángulo, del cual a continuación se muestran sus propiedades en la tabla A-6 del libro de SHIGLEY, Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición, de la figura 33.

Tabla A-6

Propiedades de ángulos de acero estructural*†

w = peso por pie, lb/ft
 m = masa por metro, kg/m
 A = área, pulg² (cm²)
 I = segundo momento de área, pulg⁴ (cm⁴)
 k = radio de giro, pulg (cm)
 y = distancia centroidal, pulg (cm)
 Z = módulo de sección, pulg³ (cm³)



Tamaño, mm	m	A	I_{1-1}	k_{1-1}	Z_{1-1}	y	k_{3-3}
25 × 25 × 3	1.11	1.42	0.80	0.75	0.45	0.72	0.48
× 4	1.45	1.85	1.01	0.74	0.58	0.76	0.48
× 5	1.77	2.26	1.20	0.73	0.71	0.80	0.48
40 × 40 × 4	2.42	3.08	4.47	1.21	1.55	1.12	0.78
× 5	2.97	3.79	5.43	1.20	1.91	1.16	0.77
× 6	3.52	4.48	6.31	1.19	2.26	1.20	0.77
50 × 50 × 5	3.77	4.80	11.0	1.51	3.05	1.40	0.97
× 6	4.47	5.59	12.8	1.50	3.61	1.45	0.97
× 8	5.82	7.41	16.3	1.48	4.68	1.52	0.96
60 × 60 × 5	4.57	5.82	19.4	1.82	4.45	1.64	1.17
× 6	5.42	6.91	22.8	1.82	5.29	1.69	1.17
× 8	7.09	9.03	29.2	1.80	6.89	1.77	1.16
× 10	8.69	11.1	34.9	1.78	8.41	1.85	1.16
80 × 80 × 6	7.34	9.35	55.8	2.44	9.57	2.17	1.57
× 8	9.63	12.3	72.2	2.43	12.6	2.26	1.56
× 10	11.9	15.1	87.5	2.41	15.4	2.34	1.55
100 × 100 × 8	12.2	15.5	145	3.06	19.9	2.74	1.96
× 12	17.8	22.7	207	3.02	29.1	2.90	1.94
× 15	21.9	27.9	249	2.98	35.6	3.02	1.93
150 × 150 × 10	23.0	29.3	624	4.62	56.9	4.03	2.97
× 12	27.3	34.8	737	4.60	67.7	4.12	2.95
× 15	33.8	43.0	898	4.57	83.5	4.25	2.93
× 18	40.1	51.0	1050	4.54	98.7	4.37	2.92

*Los tamaños métricos también están disponibles en tamaños de 45, 70, 90, 120 y 200 mm.

†Estos tamaños también están disponibles en aleación de aluminio.

Figura 28.-Tabla A-6, Propiedades del perfil en L o ángulo estructural.

Fuente: [18]

DCL de la guía:

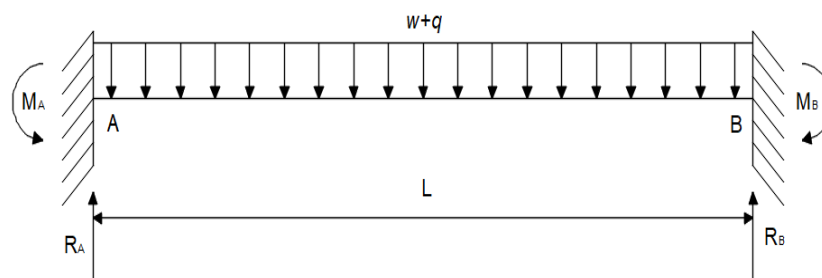


Figura 29.-DCL de la guía con cargas distribuidas uniformemente.

Fuente: Autor

Cálculo de la reacciones, esfuerzos cortantes y momentos flectores:

Datos:

- $L = 381 \text{ mm} = 0,381 \text{ m}$.
- $m = 1.11 \text{ kg/m}$.
- $w = 28.45 \text{ N/m}$.
- $E = 190 \text{ GPa}$.
- $I = 0.80 \text{ cm}^4$.

Cálculos:

Peso de la viga por metro (perfil en L):

$$q = m * g \quad \text{Ecu: 6}$$

$$q = 1.11 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$q = 10.89 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Pero como son dos guías las que van a soportar el peso de la carga del portamuestras entonces al valor de la carga se lo divide para 2:

$$w = \frac{28,45 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{2} = 14.225 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Trasformamos a cargas puntuales las cargas distribuidas:

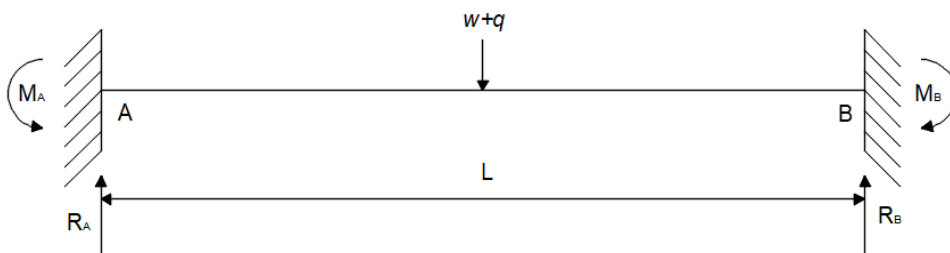


Figura 30.-DCL de la guía con cargas transformadas a puntuales.

Fuente: Autor

Cálculo de las reacciones en los puntos A y B:

Para los cálculos de estas reacciones se utilizarán las fórmulas que están determinadas en el ANEXO 11 apartado 16.

$$R_A = R_B = \frac{(w+q)*L}{2} \quad \text{Ecu: 7}$$

$$R_A = R_B = \frac{(14.225 + 10.89) * 0.381}{2}$$

$$R_A = R_B = 4.78 \text{ N}$$

Diagrama de esfuerzos cortantes:

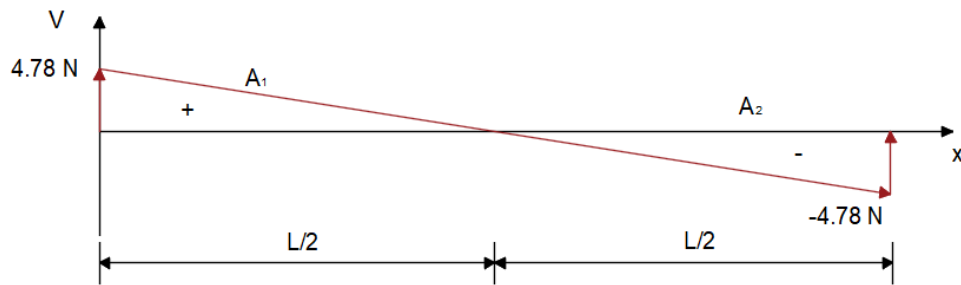


Figura 31.-Diagrama de esfuerzos cortantes de la guía.

Fuente: Autor

Cálculo de momentos flectores:

$$M_A = M_B = \frac{(w+q)*L^2}{12} \quad \text{Ecu: 8}$$

$$M_A = M_B = \frac{(14.225 + 10.89) * 0.381^2}{12}$$

$$M_A = M_B = 0.304 \text{ N} * \text{m}$$

$$M_1 = A_1 = \frac{R_A * L}{2} \quad \text{Ecu: 9}$$

$$M_1 = A_1 = \frac{4.78 * 0.1905}{2}$$

$$M_1 = A_1 = 0.455 \text{ N} * \text{m}$$

Por lo tanto como el $A_1=A_2$, entonces el $M_1=-M_2$,

$$M_1 = -M_2 = -0.455 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Diagrama de momentos flectores:

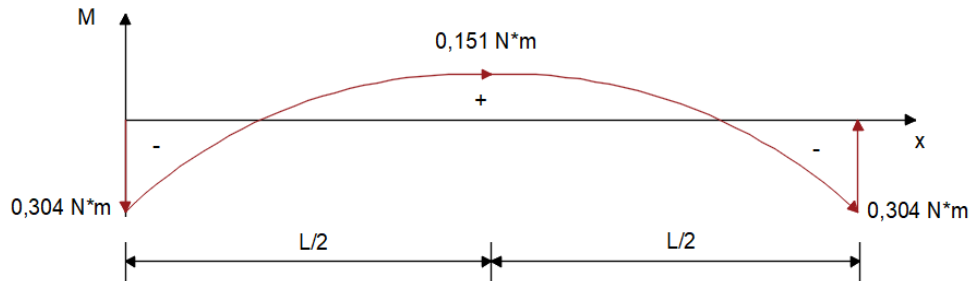


Figura 32.-Diagrama de momentos flectores de la guía.

Fuente: Autor

El valor máximo de momento flector es de $M_{m\acute{a}x} = 0.304 \text{ N} \cdot \text{m}$.

Cálculo de la deflexión máxima por flexión de la guía:

La deflexión máxima que sufrirá la guía está definida por la siguiente ecuación:

$$y_{m\acute{a}x} = -\frac{(w+q) \cdot L^4}{348 \cdot E \cdot I} \quad \text{Ecu: 10}$$

Donde:

$$E = 190 \text{ GPa} = 190 \cdot 10^9 \text{ Pa.}$$

$$I = 0.80 \text{ cm}^4 = 8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$$

Por lo tanto la deflexión máxima calculada para la guía es:

$$y_{m\acute{a}x} = -\frac{(14.225 + 10.89) \cdot (0.381)^4}{348 \cdot (190 \cdot 10^9) \cdot (8 \cdot 10^{-9})}$$

$$y_{m\acute{a}x} = -1 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$y_{m\acute{a}x} = -0.001 \text{ mm}$$

Cálculo de la esfuerzo máximo de la guía:

El esfuerzo máximo para la guía en flexión está determinado por la siguiente formula:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{s} \quad Ecu: 11$$

Para este cálculo seleccionamos un perfil en L de 25x25x3 mm.

Dónde:

$$s = 0.45 \text{ cm}^3.$$

Por lo tanto el esfuerzo máximo que soportaran las guías será:

$$\sigma_{max} = \frac{30,4}{0.45}$$
$$\sigma_{max} = 67.56 \frac{N}{\text{cm}^2} = 0.68 \text{ MPa}$$

Por lo tanto el esfuerzo máximo que soportara cada una de las guías o vigas del portamuestras, es de **0.68 MPa**.

Cálculo de la deflexión de la guía mediante la ayuda de software:

Para el cálculo de la viga con la ayuda de software al igual que para los cálculos manuales se definieron los siguientes parámetros:

Condiciones de diseño:

Material:

- Acero inoxidable.

Tipo de carga:

- Uniformemente distribuida. Tabla A-9, del libro de SHIGLEY, Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición.

Tipo de apoyo:

- Apoyos fijos. Tabla A-9, del libro de SHIGLEY, Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición,

Numero de guías:

- 2.

Procedimiento de cálculo mediante software:

Esquemmatización de la guía:

Definición de las dimensiones y el material de la viga que se usara en el banco de pruebas:

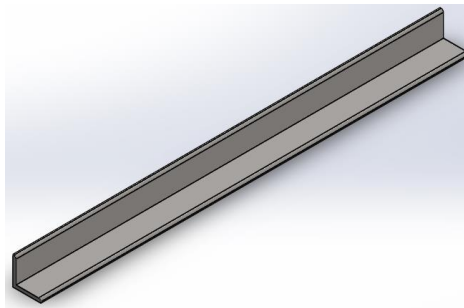


Figura 33.-Esquemmatización de la guía para análisis en el software.

Fuente: Autor

Selección del estudio a realizar:

Se realizar un estudio de análisis estático para la guía del portamuestras.

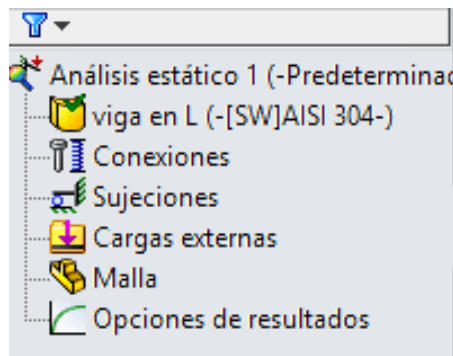


Figura 34.-Selección del estudio a realizar para la guía en el software.

Fuente: Autor

Colocación de apoyos:

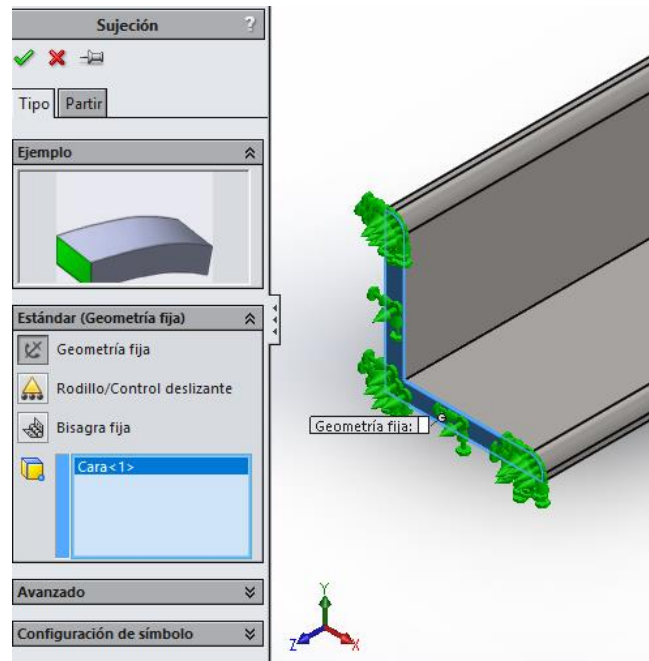


Figura 35.-Selección de apoyos para la guía en el software.

Fuente: Autor

Aplicación de cargas:

Se aplicara un carga uniformemente distribuida de 9.56 N.

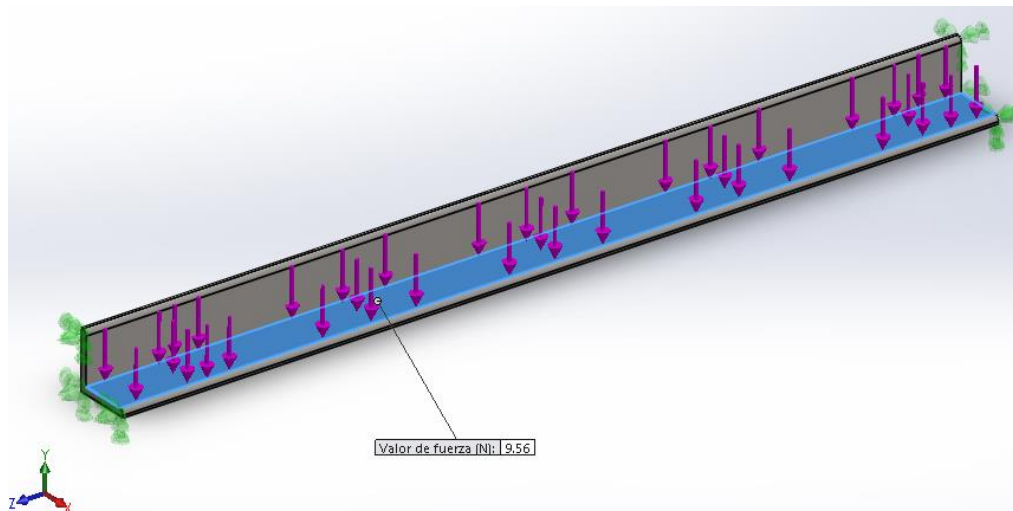


Figura 36.-Aplicación de cargas en la guía en el software.

Fuente: Autor

Mallado para análisis:

Se uso un mallado automatico por parte del software usado para el analisis de las guias del portamuestras del banco de pruebas.

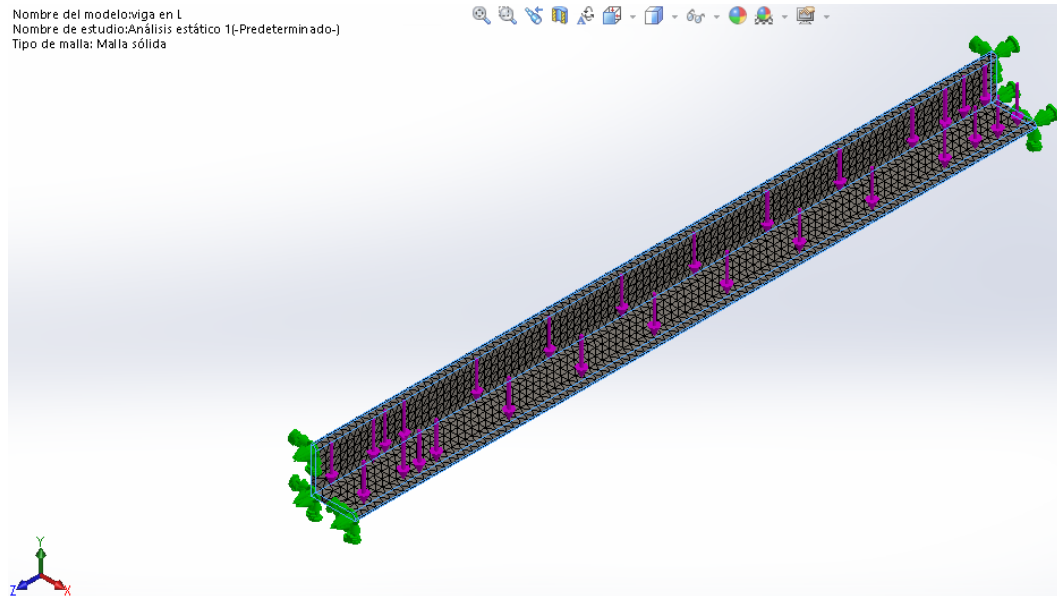


Figura 37.-Mallado del elemento guía realizado en el software.

Fuente: Autor

Solución y resultados:

Deformación máxima o deflexión:

La deformación máxima obtenida en el estudio con la ayuda de software es de 0.005mm; en cambio la deformación máxima calculada manualmente es de 0.001 mm, obteniendo así un error de 0.004 mm que para efectos de cálculo del banco de pruebas resulta insignificante, por lo que se aprueba la selección del material de la guía como de las dimensiones y forma de la misma.

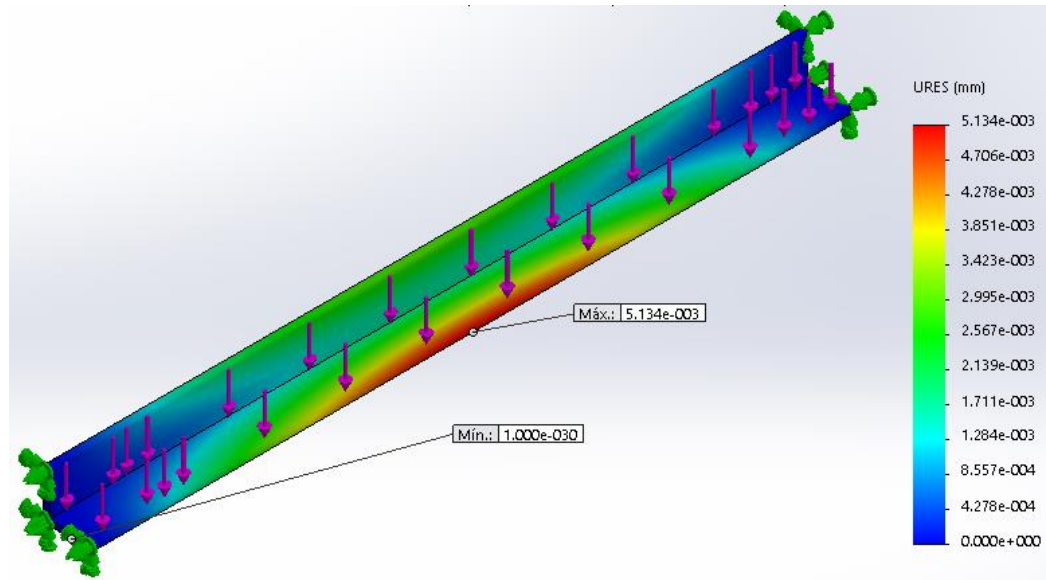


Figura 38.-Deformación máxima de la guía del estudio realizado en el software.

Fuente: Autor

Esfuerzos máximos:

El esfuerzo máximo calculado que soportara la viga es de 0,68 MPa y el esfuerzo máximo calculado por Von Mises en el software es de 1.51 MPa.

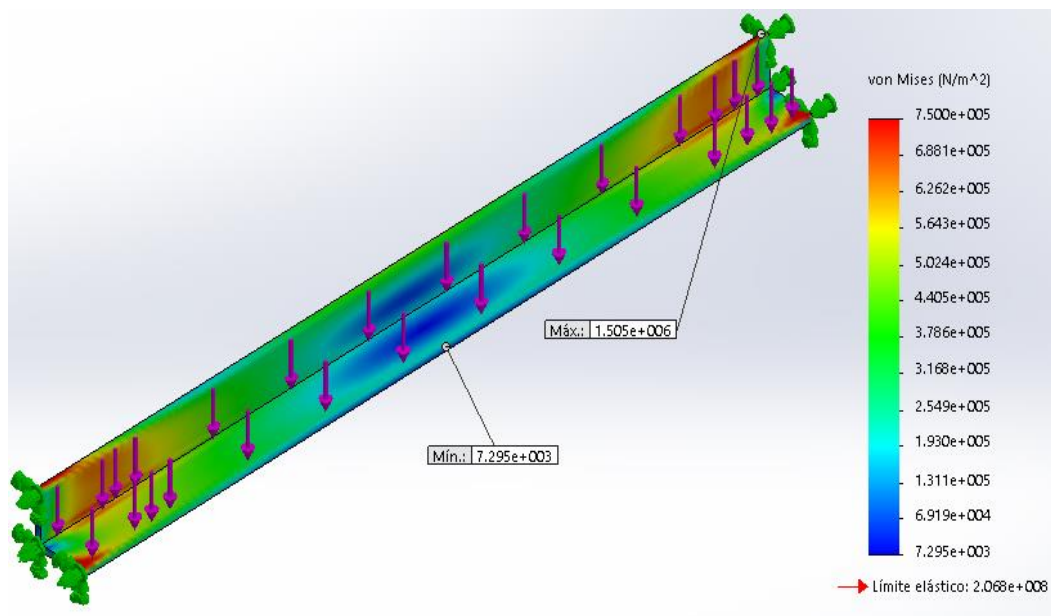


Figura 39.-Esfuerzo máximo del elemento guía calculado en el software.

Fuente: Autor

3.3.2.3 Base portamuestras.

El diseño mecánico de la base portamuestras se lo realizara con un adecuación para facilitar los cálculos de diseño, ya que la base del portamuestras es en forma de U, pero para efectos de cálculo se asumira como una viga maciza rectangular, con los datos y parámetros que a continuación se detallan:

CÁLCULOS:

Condiciones de diseño:

Material:

- Acero inoxidable.

Tipo de carga:

- Uniformemente distribuida. Tabla A-9, del libro de SHIGLEY, Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición,

Tipo de apoyo:

- En voladizo. Tabla A-9, del libro de SHIGLEY, Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición,

Diagrama de la guía o viga:

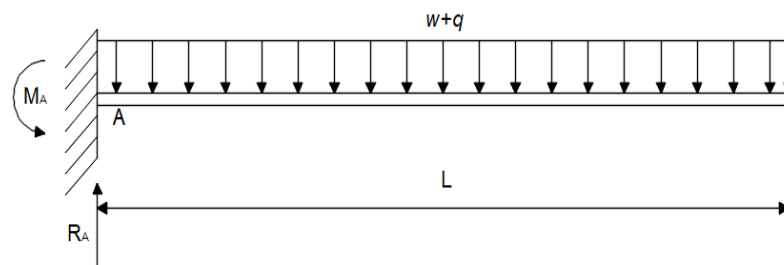


Figura 40.-Diagrama de la base portamuestras o viga.

Fuente: Autor

Propiedades de acero inoxidable:

Las propiedades que posee el acero inoxidable que se usaran para los cálculos de diseño seran obtenidas de la tabla A-5 del libro de SHIGLEY, Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición, como se muestra a continuacion en la figura 46.

Tabla A-5

Constantes físicas de materiales

Material	Módulo de elasticidad E		Módulo de rigidez G		Relación de Poisson ν	Peso específico w		
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa		lbf/pulg ³	lbf/ft ³	kN/m ³
Abeto Douglas	1.6	11.0	0.6	4.1	0.33	0.016	28	4.3
Acero al carbono	30.0	207.0	11.5	79.3	0.292	0.282	487	76.5
Acero al níquel	30.0	207.0	11.5	79.3	0.291	0.280	484	76.0
Acero inoxidable (18-8)	27.6	190.0	10.6	73.1	0.305	0.280	484	76.0
Aleaciones de titanio	16.5	114.0	6.2	42.4	0.340	0.160	276	43.4
Aluminio (todas las aleaciones)	10.4	71.7	3.9	26.9	0.333	0.098	169	26.6
Bronce fosforado	16.1	111.0	6.0	41.4	0.349	0.295	510	80.1
Cobre	17.2	119.0	6.49	44.7	0.326	0.322	556	87.3
Cobre al berilio	18.0	124.0	7.0	48.3	0.285	0.297	513	80.6
Hierro fundido (gris)	14.5	100.0	6.0	41.4	0.211	0.260	450	70.6
Inconel	31.0	214.0	11.0	75.8	0.290	0.307	530	83.3
Latón	15.4	106.0	5.82	40.1	0.324	0.309	534	83.8
Magnesio	6.5	44.8	2.4	16.5	0.350	0.065	112	17.6
Molibdeno	48.0	331.0	17.0	117.0	0.307	0.368	636	100.0
Monel metal	26.0	179.0	9.5	65.5	0.320	0.319	551	86.6
Plata niquelada	18.5	127.0	7.0	48.3	0.322	0.316	546	85.8
Plomo	5.3	36.5	1.9	13.1	0.425	0.411	710	111.5
Vidrio	6.7	46.2	2.7	18.6	0.245	0.094	162	25.4

Figura 41.-Tabla A-5, Constantes físicas de materiales.

Fuente: [18]

Tipo de perfil seleccionado:

El perfil seleccionado para el análisis de diseño mecánico para el portamuestras será una viga maciza de sección rectangular, para lo cual utilizaremos la tabla A-18 del libro de SHIGLEY, Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición, para la determinación de propiedades geométricas como se muestra a continuación en la figura 47.

Tabla A-18

Propiedades geométricas

Parte 1 Propiedades de las secciones

A = área

G = ubicación del centroide

$I_x = \int y^2 dA$ = segundo momento de área con respecto al eje x

$I_y = \int x^2 dA$ = segundo momento de área con respecto al eje y

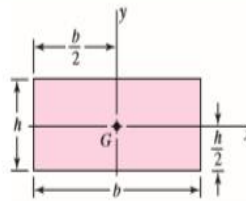
$I_{xy} = \int xy dA$ = momento mixto de área con respecto a los ejes x y y

$J_G = \int r^2 dA = \int (x^2 + y^2) dA = I_x + I_y$

= segundo momento polar de área con respecto al eje que pasa por G

$k_x^2 = I_x/A$ = radio de giro al cuadrado con respecto al eje x

Rectángulo



$$A = bh \quad I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_y = \frac{b^3h}{12} \quad I_{xy} = 0$$

Figura 42.-Tabla A-5, Propiedades geométricas.

Fuente: [18]

Para el cálculo de las propiedades contaremos con los siguientes datos:

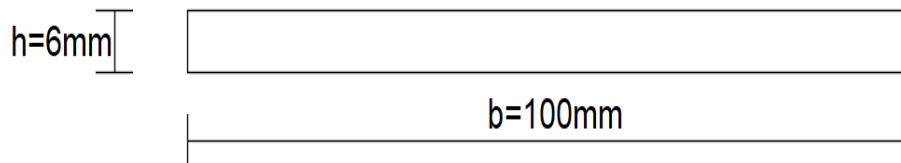


Figura 43.-Datos de la viga maciza rectangular.

Fuente: Autor.

Propiedades geométricas de la viga rectangular:

Área:

$$A = b * h$$

Ecu: 12

$$A = 6 * 100$$

$$A = 600 \text{ mm}^2 = 6 \text{ cm}^2$$

Ubicación del centroide:

$$G = y; x \quad \text{Ecu: 13}$$

$$G = \frac{h}{2}; \frac{b}{2}$$

$$G = \frac{6}{2}; \frac{100}{2}$$

$$G = (3; 50)mm$$

Segundo momento de área con respecto al eje x:

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad \text{Ecu: 14}$$

$$I_x = \frac{100 \cdot 6^3}{12}$$

$$I_x = 1800 \text{ mm}^4 = 0.18 \text{ cm}^4$$

Segundo momento de área con respecto al eje y:

$$I_y = \frac{h \cdot b^3}{12} \quad \text{Ecu: 15}$$

$$I_x = \frac{6 \cdot 100^3}{12}$$

$$I_x = 500000 \text{ mm}^4 = 50 \text{ cm}^4$$

Momento mixto de área con respecto a los ejes x y y:

$$I_{xy} = 0 \quad \text{Ecu: 16}$$

Módulo de sección:

$$s = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad \text{Ecu: 17}$$

$$s = \frac{100 \cdot 6^2}{6}$$

$$s = 600 \text{ mm}^3 = 6 \text{ mm}^3$$

DCL de la guía o viga:

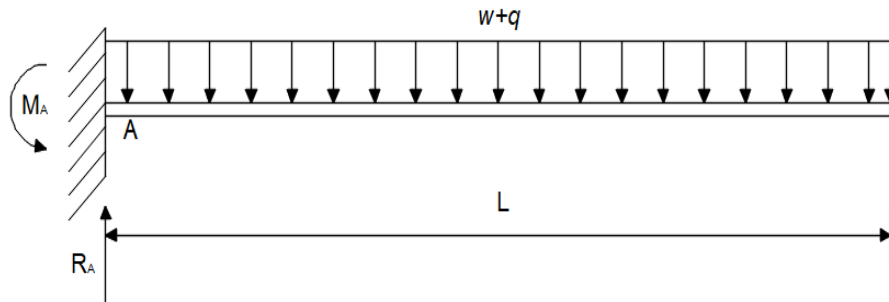


Figura 44.-DCL de la base portamuestras con cargas distribuidas uniformemente.

Fuente: Autor

Cálculo de la reacciones, esfuerzos cortantes y momentos flectores:

Datos:

- $L = 361 \text{ mm} = 0,361 \text{ m}$.
- $m = 0.89 \text{ kg/m}$.
- $w = 14 \text{ N/m}$.
- $E = 190 \text{ GPa}$.
- $I = 0.180 \text{ cm}^4$.

Cálculos:

Peso de la viga por metro (perfil en L):

$$q = m * g$$

Ecu: 6

$$q = 0.89 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$q = 8.73 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Trasformamos a cargas puntuales las cargas distribuidas:

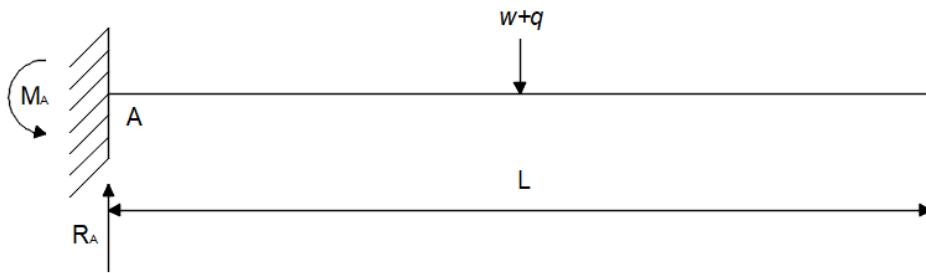


Figura 45.-DCL de la guía o viga con cargas transformadas a puntuales.

Fuente: Autor

Cálculo de las reacciones en los puntos A y B:

$$R_A = (w + q) * L \quad \text{Ecu: 19}$$

$$R_A = (14 + 8.73) * 0.361$$

$$R_A = 8.21 \text{ N}$$

Diagrama de esfuerzos cortantes:

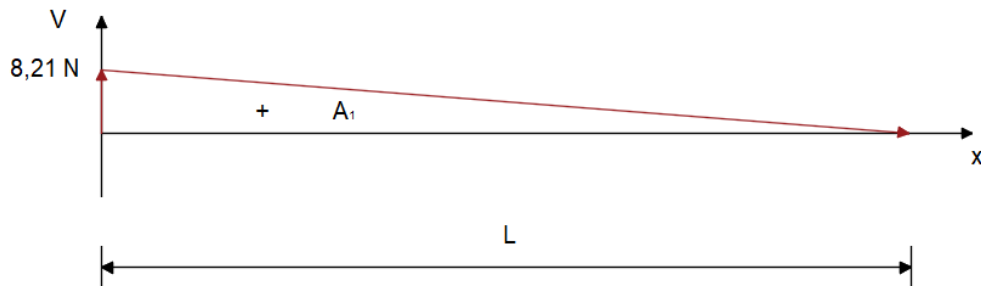


Figura 46.-Diagrama de esfuerzos cortantes de la guía o viga.

Fuente: Autor

Cálculo de momentos flectores:

$$M_1 = A_1 = \frac{R_A * L}{2} \quad \text{Ecu: 20}$$

$$M_1 = A_1 = \frac{8.21 * 0.361}{2}$$

$$M_1 = A_1 = 1.48 \text{ N} * \text{m}$$

Diagrama de momentos flectores:

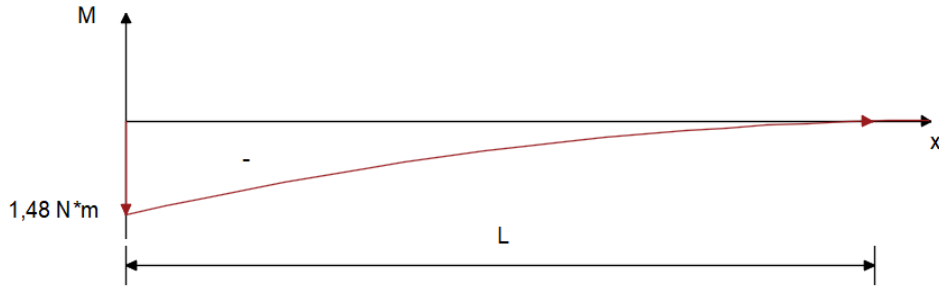


Figura 47.-Diagrama de momentos flectores de la base portamuestras o viga.

Fuente: Autor

El valor máximo de momento flector es de $M_{m\acute{a}x} = 1,48 \text{ N}\cdot\text{m}$.

Cálculo de la deflexión máxima por flexión de la base portamuestras o viga:

La deflexión máxima que sufrirá la viga está definida por la siguiente ecuación:

$$y_{m\acute{a}x} = -\frac{(w+q)\cdot L^4}{8\cdot E\cdot I} \quad \text{Ecu: 21}$$

Donde:

$$E = 190 \text{ GPa} = 190 \cdot 10^9 \text{ Pa.}$$

$$I = 0.18 \text{ cm}^4 = 1.8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$$

Por lo tanto la deflexión máxima calculada para la guía o viga es:

$$y_{m\acute{a}x} = -\frac{(14 + 8.73) \cdot (0.361)^4}{8 \cdot (190 \cdot 10^9) \cdot (1.8 \cdot 10^{-9})}$$

$$y_{m\acute{a}x} = -1.4 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$y_{m\acute{a}x} = -0.14 \text{ mm}$$

Cálculo de la esfuerzo máximo de la guía o de la viga:

El esfuerzo máximo para la guía o viga en flexión está determinado por la siguiente fórmula:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{s} \quad \text{Ecu: 11}$$

Dónde:

$$s = 0,6 \text{ cm}^3.$$

El valor de s lo tomamos de los cálculos anteriores de acuerdo a la geometría de nuestra base portamuestras o viga en análisis. Por lo tanto el esfuerzo máximo que soportara la base portamuestras o viga será:

$$\sigma_{max} = \frac{148}{0.6}$$

$$\sigma_{max} = 246.67 \frac{N}{cm^2} = 2.47 \text{ MPa}$$

Por lo tanto el esfuerzo máximo que soportara la base del portamuestras será de **2.47 MPa**.

Cálculo de la deflexión de la viga mediante la ayuda de software:

Para el cálculo de la viga con la ayuda de software al igual que para los cálculos manuales se definieron los siguientes parámetros:

Condiciones de diseño:

Material:

- Acero inoxidable.

Tipo de carga:

- Uniformemente distribuida. Tabla A-9, del libro de SHIGLEY, Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición.

Tipo de apoyo:

- En voladizo. Tabla A-9, del libro de SHIGLEY, Diseño en ingeniería mecánica, 8va edición.

Procedimiento de cálculo mediante software:

Esquematización de la viga:

Definición de las dimensiones y el material de la viga que se usara en el banco de pruebas:

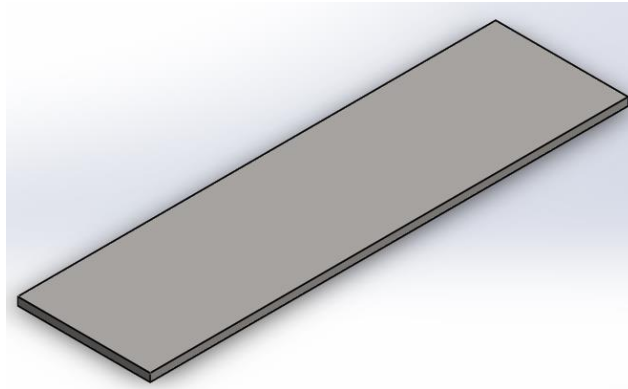


Figura 48.-Esquematización de la viga para análisis en el software.

Fuente: Autor

Selección del estudio a realizar:

Se realizar un estudio de análisis estático para la guía del portamuestras.

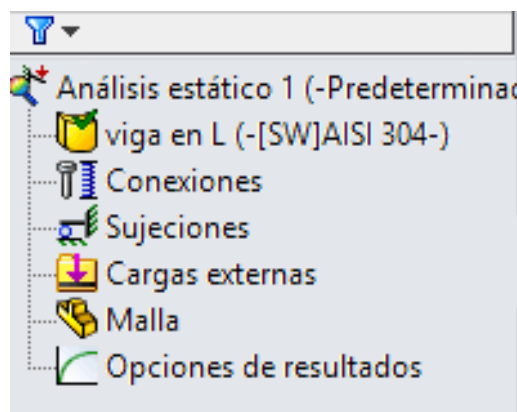


Figura 49.-Selección del estudio a realizar para la viga en el software.

Fuente: Autor

Colocación de apoyos:

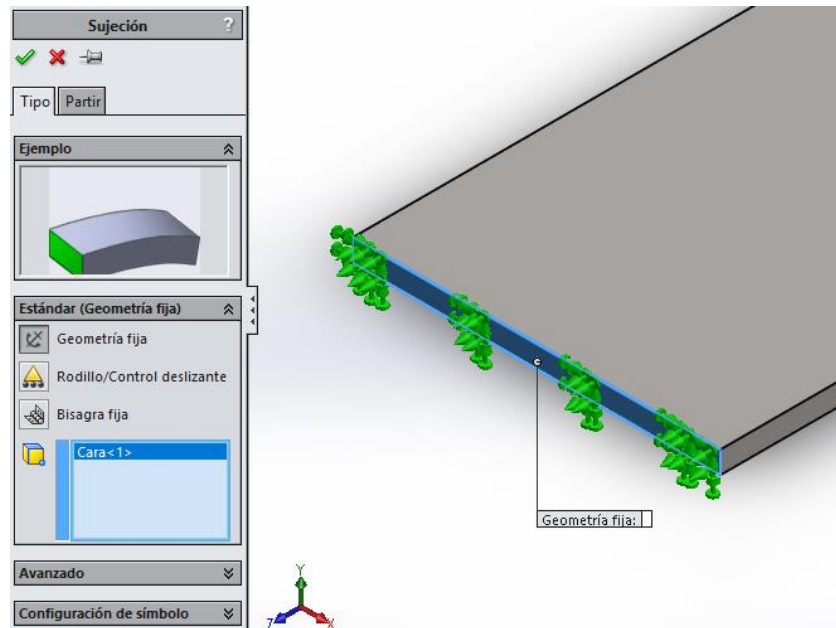


Figura 50.-Selección apoyos para la viga en el software.

Fuente: Autor

Aplicación de cargas:

Se aplicara un carga uniformemente distribuida de 8.21 N.

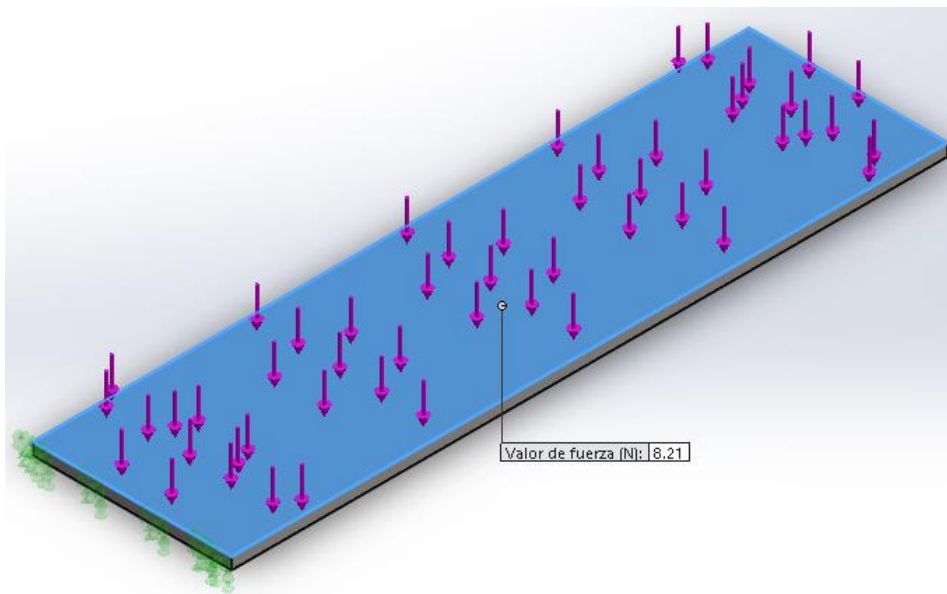


Figura 51.-Aplicación de cargas en el software para la viga en análisis.

Fuente: Autor

Mallado para análisis:

Se uso un mallado automatico por parte del software usado para el analisis de las guias del portamuestras del banco de pruebas.

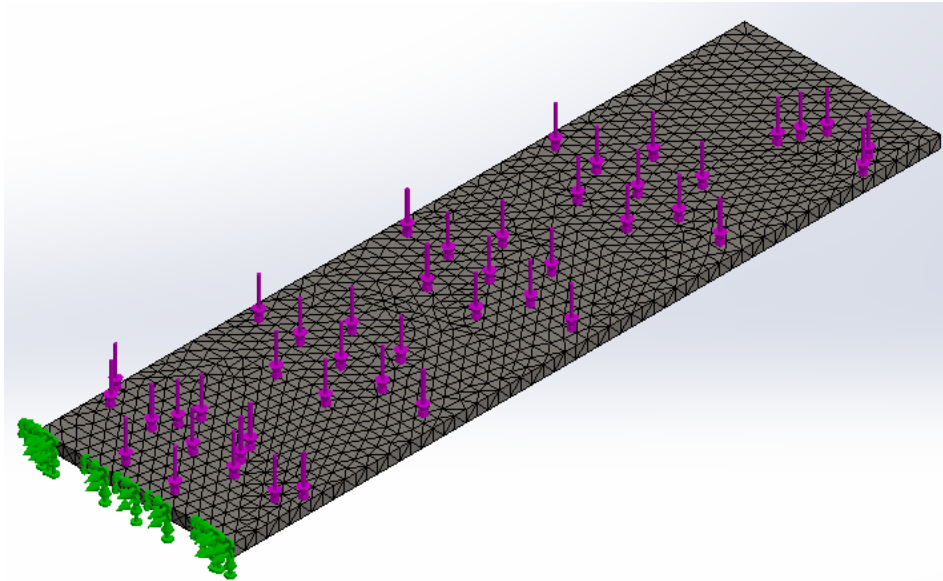


Figura 52.-Mallado del elemento en estudio realizado en el software.

Fuente: Autor

Solución y resultados:

Deformación máxima o deflexión:

La deformación máxima obtenida en el estudio con la ayuda de software es de 0.137mm; en cambio la deformación máxima calculada manualmente es de 0.14 mm, obteniendo así un error de 0.003 mm que para efectos de cálculo del banco de pruebas resulta insignificante, por lo que se aprueba la selección del material de la viga como de las dimensiones y forma de la misma.

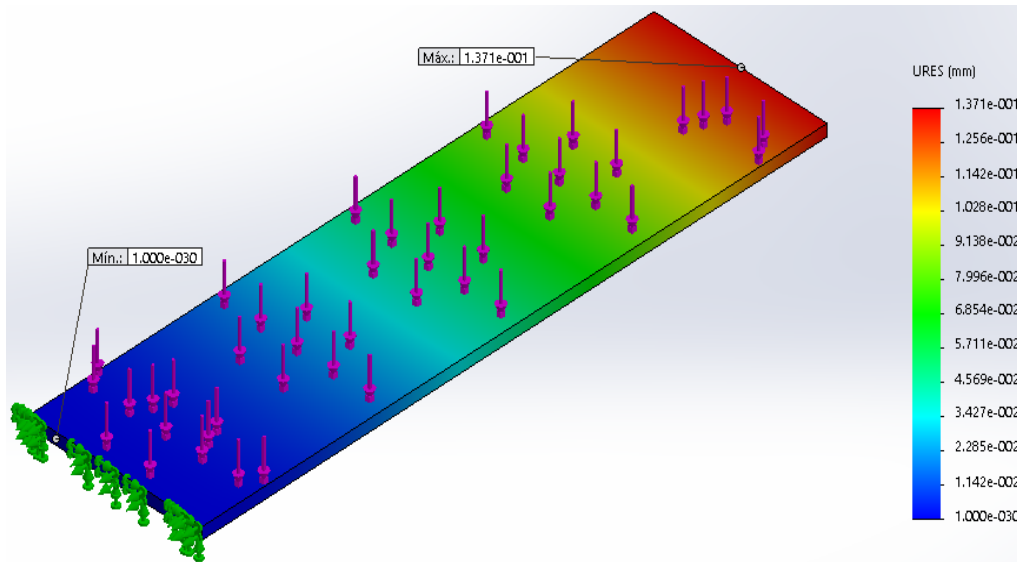


Figura 53.-Deformación máxima del estudio realizado en el software.

Fuente: Autor

Esfuerzos máximos:

El esfuerzo máximo calculado que soportara la viga es de 2.47 MPa y el esfuerzo máximo calculado por Von Mises en el software es de 2.54 MPa.

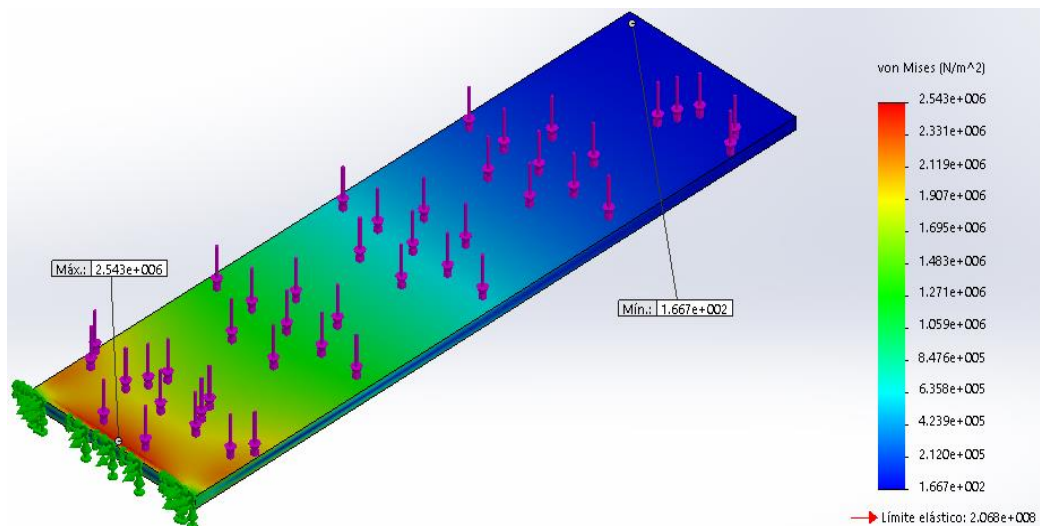


Figura 54.-Esfuerzo máximo de Von Mises de la viga en el software.

Fuente: Autor

Los demás componentes que conformaran el banco de pruebas van a soportar cargas y esfuerzos mínimos, motivo por el cual no se realizaran cálculos de diseño y solo nos basaremos en las especificaciones de la norma usada para el presente

proyecto técnico para la selección de materiales y construcción del banco de pruebas.

3.4 SELECCIÓN DE MATERIALES PARA LA COSNTRUCCIÓN:

La selección de los materiales que se usaran en la construcción del banco de pruebas del presente proyecto estarán determinados de acuerdo los parámetros que nos establece la norma ISO 3795 y los cálculos de diseño antes realizados.

3.4.1 Selección del material para la construcción de la carcasa.

Para la selección del material del cual será construida la carcasa del banco de pruebas nos ayudaremos del “Método ordinal corregido de criterios ponderados” que a continuación detallaremos y de esta manera se seleccionara la mejor alternativa.

El método ordinal de criterios ponderados se trata de una herramienta la cual nos permite obtener resultados globales significativos del tema en análisis, este método está basado en tablas donde cada criterio se compara con los demás criterios y se asignan valores, es así que los valores que tomaran los criterios serán los siguientes:

- 1 => Si el criterio de las filas es superior o mejor que el de las columnas.
- 0,5 => Si el criterio de las filas es equivalente al de las columnas.
- 0 => Si el criterio de las filas es inferior que el de las columnas.

De esta manera a cada criterio se suman los valores asignados en relación a los restantes criterios al que se añade una unidad (evitando una valoración nula); luego en otra columna se procede a calcular los valores ponderados para cada criterio, que es el resultado de la división de la suma de cada criterio para la suma total de los criterios.

Finalmente, la evaluación total para cada solución resulta de la suma de productos de los pesos específicos de cada solución por el peso específico del respectivo criterio.

El conjunto de alternativas presentado requiere una valoración con el fin de ayudar una adecuada elección. Para la valoración se considera los siguientes aspectos:

- Bajo costo.
- Mayor disponibilidad del material.
- Mejor maquinabilidad.
- Resistencia a la corrosión.
- Resistencia a altas temperaturas.
- Mejor soldabilidad.
- Aplicación de tratamientos térmicos.

Bajo costo.- Es uno de los parámetros fundamentales que debe evaluarse, ya que los materiales empleados en el proyecto técnico deben ser de buena calidad, es decir debe tener un costo accesible para adquisición e implementación en el proyecto.

Disponibilidad del material.- El material a utilizar para la construcción del banco de pruebas debe ser de fácil adquisición lo que supone un costo accesible ya que la oferta es mayor que la demanda dentro del mercado.

Mejor maquinabilidad.- Este parámetro puede definirse como el mejor manejo que puede tener el material y la facilidad con la que pueden ser mecanizados o cortados dentro del proceso de construcción del banco de pruebas.

Resistencia a la corrosión.- Es la propiedad que poseen los aceros inoxidables, para después de estar expuestas a ambientes severos, estos siguen manteniendo de buena manera sus propiedades y apariencia.

Resistencia a altas temperaturas.- El material seleccionado para la construcción deberá soportar altas temperaturas ya que dentro del banco de pruebas se va a realizar la combustión de las muestras, y este debe brindar las condiciones de seguridad al operario.

Mejor soldabilidad.- Es la capacidad que tienen los materiales, de la misma o diferente naturaleza para ser unidos de manera permanente mediante un proceso

de soldadura, sin presentar transformaciones estructurales perjudiciales, tensiones o deformaciones.

Aplicación de tratamientos térmicos.- Este parámetro es el conjunto de operaciones de calentamiento y enfriamiento, que bajo condiciones controladas de temperatura, tiempo de permanencia, velocidad, presión, de los metales o las aleaciones en estado sólido, se busca mejorar sus propiedades mecánicas.

Una vez que hemos definido los criterios de ponderación por los cuales se va a seleccionar el material a usar para la construcción procedemos al desarrollo del método, con las alternativas que hemos tomado a consideración para este caso que son los materiales AISI 304, AISI 420 y AISI 430, conociendo los criterios antes mencionados para cada material se procede de la siguiente manera.

3.4.1.1 Ponderación global.

Tabla 8.-Criterios ponderados.

CRITERIOS PONDERADOS									
CRITERIO	Bajo costo	Mayor disponibilidad	Mejor maquinabilidad	Resistencia a la corrosión	Resistencia a altas temperaturas	Mejor soldabilidad	Tratamientos térmicos	$\Sigma+1$	Ponderado
Costo		0,5	1	0	1	1	1	5,5	0,196
Disponibilidad	0,5		0,5	1	0	0,5	1	4,5	0,161
Maquinabilidad	0	0,5		0,5	1	0,5	0,5	4	0,143
Resistencia a la corrosión	1	0	0,5		0,5	0,5	0,5	4	0,143
Resistencia a altas temperaturas	0	1	0	0,5		0,5	0,5	3,5	0,125
Soldabilidad	0	0,5	0,5	0,5	0,5		0,5	3,5	0,125
Tratamientos térmicos	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5		3	0,107
								28	1,000

Fuente: Autor.

3.4.1.2 Ponderación por criterio (bajo costo y alternativas).

Tabla 9.-Criterio bajo costo.

Criterio a evaluar <Bajo Costo>					
Criterio	AISI 420	AISI 430	AISI 304	$\Sigma + 1$	Ponderado
AISI 420		1	1	3	0,500
AISI 430	0		0,5	1,5	0,250
AISI 304	0	0,5		1,5	0,250
				6	1,000

Fuente: Autor.

3.4.1.3 Ponderación por criterio (Mayor disponibilidad y alternativas).

Tabla 10.-Criterio mayor disponibilidad del material.

Criterio a evaluar <Mayor Disponibilidad del Material>					
Criterio	AISI 420	AISI 430	AISI 304	$\Sigma + 1$	Ponderado
AISI 420		0,5	0	1,5	0,250
AISI 430	0,5		0	1,5	0,250
AISI 304	1	1		3	0,500
				6	1,000

Fuente: Autor.

3.4.1.4 Ponderación por criterio (Mejor maquinabilidad y alternativas).

Tabla 11.-Criterio mejor maquinabilidad.

Criterio a evaluar <Mejor Maquinabilidad>					
Criterio	AISI 420	AISI 430	AISI 304	$\Sigma + 1$	Ponderado
AISI 420		0	0,5	1,5	0,250
AISI 430	1		1	3	0,500
AISI 304	0,5	0		1,5	0,250
				6	1,000

Fuente: Autor.

3.4.1.5 Ponderación por criterio (Resistencia a la corrosión y alternativas).

Tabla 12.-Criterio de resistencia a la corrosión.

Criterio a evaluar <Resistencia a la Corrosión>					
Criterio	AISI 420	AISI 430	AISI 304	$\Sigma + 1$	Ponderado
AISI 420		0	0	1	0,167
AISI 430	1		0	2	0,333
AISI 304	1	1		3	0,500
				6	1,000

Fuente: Autor.

3.4.1.6 Ponderación por criterio (Resistencia altas temperaturas y alternativas).

Tabla 13.-Criterio de resistencia a altas temperaturas.

Criterio a evaluar <Resistencia a altas Temperaturas>					
Criterio	AISI 420	AISI 430	AISI 304	$\Sigma + 1$	Ponderado
AISI 420		0	0	1	0,167
AISI 430	1		0	2	0,333
AISI 304	1	1		3	0,500
				6	1,000

Fuente: Autor.

3.4.1.7 Ponderación por criterio (Mejor soldabilidad y alternativas).

Tabla 14.-Criterio mejor soldabilidad.

Criterio a evaluar <Mejor Soldabilidad>					
Criterio	AISI 420	AISI 430	AISI 304	$\Sigma + 1$	Ponderado
AISI 420		0	0	1	0,167
AISI 430	1		0	2	0,333
AISI 304	1	1		3	0,500
				6	1,000

Fuente: Autor.

3.4.1.8 Ponderación por criterio (Tratamientos térmicos y alternativas).

Tabla 15.-Criterio tratamientos térmicos.

Criterio a evaluar <Tratamientos Térmicos>					
Criterio	AISI 420	AISI 430	AISI 304	$\Sigma + 1$	Ponderado
AISI 420		1	1	3	0,500
AISI 430	0		0,5	1,5	0,250
AISI 304	0	0,5		1,5	0,250
				6	1,000

Fuente: Autor.

3.4.1.9 Ponderación Final (Criterios y alternativas) carcasa.

Tabla 16.-Ponderación final carcasa.

PONDERACIÓN FINAL									
CRITERIO / ALTERNATIVA	Bajo costo	Mayor disponibilidad	Mejor maquinabilidad	Resistencia a la corrosión	Resistencia a altas temperaturas	Mejor soldabilidad	Tratamientos térmicos	$\Sigma+1$	Ponderado
AISI 420	0,098	0,040	0,036	0,024	0,021	0,021	0,054	0,29	3
AISI 430	0,049	0,040	0,072	0,048	0,042	0,042	0,027	0,32	2
AISI 304	0,049	0,081	0,036	0,072	0,063	0,063	0,027	0,39	1

Fuente: Autor.

Por lo tanto una vez que se ha realizado el análisis por medio del método ordinal corregido de criterios ponderados, se llega a la conclusión de que el material elegido mediante los criterios de bajo costo, mayor disponibilidad, mejor maquinabilidad, resistencia a la corrosión, resistencia a altas temperaturas, mejor soldabilidad y aplicación de tratamientos térmicos es el **ACERO IXOXIDABLE AISI 304**, con un espesor de **2 mm** tal como nos recomienda la norma para que la carcasa sea construida.

3.4.2 Selección del material para la construcción del portamuestras.

La selección del material para la construcción del portamuestras al igual que para la carcasa esta analizada por medio de método ordinal de criterios ponderados, así que de esta manera se seguirá los mismos lineamientos tanto para los criterios como para las alternativas que se usaron en el apartado anterior.

3.4.2.1 Ponderación Final (Criterios y alternativas) portamuestras.

Tabla 17.-Ponderación final portamuestras.

PONDERACIÓN FINAL									
CRITERIO / ALTERNATIVA	Bajo costo	Mayor disponibilidad	Mejor maquinabilidad	Resistencia a la corrosión	Resistencia a altas temperaturas	Mejor soldabilidad	Tratamientos térmicos	$\Sigma+1$	Ponderado
AISI 420	0,098	0,040	0,036	0,024	0,021	0,021	0,054	0,29	3
AISI 430	0,049	0,040	0,072	0,048	0,042	0,042	0,027	0,32	2
AISI 304	0,049	0,081	0,036	0,072	0,063	0,063	0,027	0,39	1

Fuente: Autor.

Una vez realizado el análisis de criterios ponderados y con la obtención de los resultados se llegó a seleccionar el material que mayor puntaje alcanzo como la primera opción para construir el portamuestras, así que de esta manera se seleccionó el **ACERO INOXIDABLE AISI 304**, con un espesor de **6 mm** que cumple con los parámetros que nos establece la norma para esta parte esencial del banco de pruebas.

En conjunto con la selección de la plancha de **ACERO INOXIDABLE AISI 304**, se debe seleccionar una varilla lisa del mismo material que servirá de manilla para la manipulación del portamuestras, en vista de que esta no va a soportar demasiado esfuerzo se selecciona una varilla lisa de 10 mm de diámetro que será suficiente para soportar la fuerza que puede ejercer el brazo sobre esta.



Figura 55.-Varilla lisa de 10 mm de diámetro.

Fuente: Autor.

Además en la construcción del portamuestras para el banco de pruebas se usaran **6 pernos de ¼ de pulgada y 6 tuercas tipo mariposa de igual manera de ¼ de pulgada**, tal como lo especifica la norma, estos elementos servirán para la sujeción de la muestra durante los ensayos, por lo tanto estos elementos al igual que el material del que va a ser construido el portamuestras deben ser resistentes a la corrosión y a altas temperaturas, por lo que se han seleccionado unos pernos y tuercas tipo mariposa de **ACERO INOXIDABLE**, disponibles en cualquier ferretería para facilitar la adquisición y su favorecer su intercambiabilidad en caso de deterioro de los mismos:



Figura 56.-Pernos y tuercas de ¼ de pulgada.

Fuente: Autor.

3.4.3 Selección de material para construcción recolector de desechos.

Este elemento que formara parte del conjunto total de banco de pruebas será construido al igual que la carcasa en **ACERO INOXIDABLE AISI 304**, con un espesor de **2 mm**, en esta parte de la selección de materiales no cumpliremos con lo establecido por la norma **ISO 3795**, en vista de que el espesor que seleccionaremos será de **2 mm** y no de **1 mm** como nos recomienda, ya que la variación en este parámetro no afectara en nada a la realización de los ensayos, si no que más bien, brindara más seguridad evitando quemaduras a la hora de extraer los residuos que queden de los ensayos.

Además que es mejor aprovechar el material de residuo que queda de la construcción de la carcasa, ya sea por temas económicos; para no invertir más dinero en la compra de otra plancha de **ACERO INOXIDABLE AISI 304** de **1 mm** de espesor y que se utilizara tan solo una pequeña área en la construcción de esta parte o elemento y también por temas de reciclaje de materiales.

3.4.4 Selección de material para construcción del sistema de ignición.

El sistema de ignición del banco de pruebas está constituido por un mechero bunsen, una base para el mechero, una puerta de acceso al mechero, un par de bisagras y un elemento manilla-pasador que permitirá la apertura y cierre del sistema con relación al banco de pruebas.

3.4.4.1 Selección del mechero bunsen.

Los parámetros bajo los cuales será seleccionado el mechero bunsen están determinados por la norma ISO 3795, la que nos especifica que el mechero bunsen seleccionado debe tener un diámetro interno de la boquilla de 9,5 mm y estar ubicado dentro del sistema de tal manera que la boquilla 19 mm por debajo de la cara inferior de la muestra a ser ensayada.

Para la selección de este elemento tuvimos ciertas dificultades, en vista de que el diámetro que debe tener el mechero no es fácil de conseguir por la poca disponibilidad que un mechero de estas características tiene dentro del mercado local y nacional.

En vista de esta dificultad se procedió a seleccionar un mechero bunsen que más se acerque a las características que nos exige la norma, así es que de esta manera se seleccionó un mechero bunsen de 10 mm de diámetro interno de la boquilla con regulador de la entrada de aire, como el que se muestra en la figura 62.



Figura 57.-Mechero bunsen.

Fuente: Autor.

3.4.4.2 Selección del material puerta de acceso y base del mechero bunsen.

Al igual que el material para la carcasa, el portamuestras y la bandeja recolectora de desechos, el material del cual serán construidas estas partes es de **ACERO INOXIDABLE AISI 304** de **2 mm** de espesor; la selección de este material se la hizo igual que en el primer literal de este apartado, por lo que no se ha visto necesario entrar en más detalles sobre el tema.

3.4.4.3 Selección de bisagras y elemento manilla-pasador.

La selección de este elemento se lo hizo de manera arbitraria y sin la necesidad de cálculos en vista de las funciones que este va a cumplir; ya que servirá como elemento que asegure el cierre correcto del sistema con respecto a la carcasa del banco de pruebas, y este tendrá funcionamiento cuando se necesite dar mantenimiento al mechero bunsen o algunas de sus partes.

Por lo que el material de este será un **ACERO INOXIDABLE** en su parte roscada que lo fijara a la carcasa y un **MATERIAL POLIMÉRICO** en la parte de la manilla para facilitar la manipulación, además que este elemento es de fácil adquisición en cualquier ferretería para facilitar su intercambio en caso de deterioro o su reposición en caso de pérdida, el elemento seleccionado se lo puede ver en la figura 63 que a continuación se muestra:



Figura 58.-Elemento manilla-pasador roscado.

Fuente: Autor.

Al igual que para el elemento manilla pasador, las bisagras no pasaran por un proceso de diseño y cálculo, puesto que no sufrirán muchos esfuerzo y deformaciones porque solo funcionaran cuando se necesite realizar mantenimiento al mechero bunsen o algunas de sus partes, de esta manera se llega a la conclusión de que el material del que deberán estar construidas las bisagras deberá ser de **ACERO INOXIDABLE** para que la unión por medio de soldadura con el resto de elementos del sea más factible y rápida, además que deben tener un bajo costo y una gran disponibilidad en cualquier ferretería a nivel local y nacional, para su fácil adquisición.



Figura 59.-Bisagras de acero inoxidable.

Fuente: Autor.

3.4.5 Selección del material de la ventana de acceso del banco de pruebas.

La ventana de acceso del banco de pruebas consta de tres elementos el marco de la ventana de acceso, el vidrio y cobertor o marco del vidrio, los mismos que permitirán visualizar el proceso de los ensayos y facilitaran el mantenimiento de todo el banco de pruebas.

3.4.5.1 Selección del material del marco de la ventana de acceso.

Para la construcción del marco de la ventana de acceso se hizo uso método corregido de criterios ponderados llegando a dar como resultado la selección del material de **ACERO INOXIDABLE AISI 304**, en esta ocasión se construirá el marco con la utilización de **ÁNGULOS DE 25*25*3 mm**, ya que son muy económicos y brindaran la sujeción correcta del vidrio que se instalara dentro del marco, para permitir una excelente visualización del proceso.



Figura 60.-Ángulo acero inoxidable 25*25*3 mm.

Fuente: Autor.

3.4.5.2 Selección del vidrio para la ventana de acceso.

Por su parte el vidrio seleccionado para usarlo en la ventana de acceso, deberá cumplir con las siguientes propiedades:

PROPIEDADES DEL CRISTAL MONOLÍTICO TEMPLADO

El cristal templado es más resistente física y térmicamente que el cristal monolítico regular del mismo espesor sometido a las mismas cargas de presión.

Características Físicas

Compresión en la superficie del cristal ≥ 69 MPa. (10,000 psi)

Compresión en la orilla del cristal > 66.8 Mpa (9700 psi)

Resistencia Mecánica

Resistencia 4 a 5 veces más que un cristal regular y dos veces más que uno termo-endurecido del mismo espesor.

(Para cristal templado de 4mm a 19 mm su resistencia es por lo menos 120 Mpa (17,405 psi))

Resistencia Térmica

Un cristal templado puede resistir un gradiente térmico de hasta 250°C (sin exposición directa a la llama) entre sus caras. (Nota: prueba hecha en una muestra de cristal de 30 x 30 cm de 6 mm de espesor)

Resistencia a la Flexión

Resiste hasta 170 Kg. de carga concentrada, con una deflexión de 69 mm y con capacidad de regresar a su estado original al retirar la carga. (Nota: prueba hecha en una probeta de cristal de 30 x 30 cm de 6 mm de espesor)

Resistencia al Impacto

Resiste el impacto de una esfera de acero de 227 grs. Que se deja caer desde una altura de 3 metros. (Nota: prueba hecha en una probeta de cristal de 30 x 30 cm de 6 mm de espesor)

Nota: Una vez templado el cristal no se le puede efectuar ningún maquinado o manufactura

Figura 61.-Extracto ficha Técnica cristal templado.

Fuente: ANEXO 7.

De tal manera que el vidrio seleccionado para nuestro banco de pruebas contara con las características antes descritas en la figura 1 por las condiciones a las que va estar expuesto, por lo cual brindara una mayor seguridad al operario u operarios.

3.5 ANÁLISIS DE COSTOS Y COMPRA DE MATERIALES:

Para el desarrollo del presente proyecto técnico, se toma en cuenta los costos directos (materiales, mano de obra, entre otros), los costos indirectos (imprevistos y tutoría) y los costos de mantenimiento.

Con los parámetros y materiales seleccionados para la construcción del equipo que deben tener propiedades resistentes a la corrosión y ha altas temperaturas se realiza la evaluación del costo que va tener la construcción del banco de pruebas.

3.5.1 Costos directos.

Los costos directos del proyecto técnico son aquellos que están relacionados con la mano de obra, los materiales y los procesos de construcción que afectan directamente a la consolidación del proyecto.

3.5.1.1 Costos de materiales y accesorios.

Tabla 18.-Costo de materiales y accesorios.

ELEMENTO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT (USD)	COSTO (USD)
Plancha	Acero inox. AISI 304. de 2 mm.	-	1	237,6	270,00
Plancha	Acero inox. AISI 304. de 6 mm.	-	0.20	712,8	159,67
Ángulo	Acero inox. AISI 304. 25x25x3 mm.	m	2	7,58	16,99
Varilla lisa	Acero inox. AISI 304. de ½ in.	m	0,5	6,80	3,81
Vidrio	Templado de 286*243*6 mm	mm	1	35,71	40,00
Pernos	Acero inox. de ¼*2 in.	-	6	0,30	2,02
Tuercas tipo mariposa	Acero inox. de ¼.	-	6	0,18	1,21
Manguera	Flexible para gas de ½ in.	m	2	2,30	5,15
Abrazaderas	Tornillo sin fin de ½ in.	-	2	0,38	0,85
Válvula	Reguladora de presión.	-	1	16,07	18,00
Tubo	Adaptador mechero Bunsen. Bronce. de diam.½ in.	m	0.15	13,65	2,29
Adaptador rosca-manguera	Bronce de ½ in.	-	1	3,12	3,50
Ácido	Limpia impurezas	lt	1	8,92	10,00

Lija	120 hasta 600	-	6	0,37	2,49
Disco de corte	Para acero inox. 178*1,6*22,2	-	2	8,14	18,23
Brocas	Juego de brocas	-	1	16,40	18,37
Disco de pulido	Para acero inox. 178*1,6*22,2	-	2	6,80	7,62
Bisagras	Acero inox.	-	2	1,50	3,36
Pasador/manilla	Roscado de acero inox de 10 mm de diámetro	mm	1	3	3,36
Tuerca	Acero inox. 10 mm de diam. int.	mm	1	0,36	0,40
TOTAL					587,32

Fuente: Autor.

3.5.1.2 Costo de maquina/herramienta a utilizar.

Los costos de maquinaria y herramientas a utilizar están detallados de tal forma que describen las horas de trabajo que están invertidas para la construcción del banco de pruebas de inflamabilidad.

Tabla 19.-Costo maquina/herramienta a utilizar.

MAQUINA/HERRAMIENTA	COSTO/HORA	HORAS DE TRABAJO	COSTO (USD)
Oxicorte	10	1	10
Amoladora	4	10	40
Entenalla	1	10	10
Pulidora	2	8	16
Limadora	8	5	40
Taladro	5	4	20
Dobladora	4	1	4
Soldadora TIG	10	10	100
Otros equipos	-	-	50
TOTAL			290

Fuente: Autor.

3.5.1.3 Costo de la mano de obra.

Los costos de mano de obra están relacionados directamente con la consolidación del proyecto, en vista de que sin la ayuda de estos operarios no se hubiera podido lograr la construcción del banco de pruebas.

Tabla 20.-Costo de mano de obra.

DESCRIPCIÓN	COSTO/HORA	HORAS DE TRABAJO	COSTO (USD)
Maestro mecánico	8	20	160
Maestro soldador	15	10	150
Ayudante	2	35	70
TOTAL			380

Fuente: Autor.

3.5.1.4 Total de costos directos.

Tabla 21.-Costo totales directos.

DETALLE	COSTO (USD)
Materiales y accesorios	587,32
Maquina/herramienta a utilizar	290
Mano de obra	380
TOTAL	1257,32

Fuente: Autor.

3.5.2 Costos indirectos.

Los costos indirectos del presente proyecto técnico están encaminados a determinar situaciones imprevistas dentro del desarrollo pero que no afectan directamente a la consolidación del proyecto.

Por tal motivo se ha considerado que los costos de tutoría serán el 5 % del costo directo, el costo de imprevistos será el 2% del costo directo, de esta manera entonces se tiene que los costos indirectos ascienden a:

3.5.2.1 Costos varios indirectos.

Tabla 22.-Costos totales indirectos.

DETALLE	CANTIDAD EN % DEL COSTO DIRECTO	COSTO (USD)
Tutoría(Diseño y supervisión)	5 %	62,87
Imprevistos	2%	25,15
TOTAL		88.02

Fuente: Autor.

3.5.3 Costos de mantenimiento.

Los costos de mantenimiento serán asumidos como despreciables para el banco de pruebas del presente proyecto técnico, en vista de que no se requiere de procedimientos costosos de mantenimiento, ya que los materiales seleccionados para la construcción del banco de pruebas nos brindan unas excelentes propiedades, por este motivo es que en su mayoría el mantenimiento del banco de pruebas será de un mantenimiento rutinario que es una limpieza continua para que el equipo siga funcionando correctamente hasta que cumpla con su vida útil.

3.5.4 Costos totales.

Los costos totales de construcción del banco de pruebas del presente proyecto técnico son la suma de los costos directos, los costos indirectos y los costos de mantenimiento que tendría, y que se han analizado minuciosamente:

Tabla 23.-Costos totales.

DETALLE	COSTO (USD)
Costos directos	1257,32
Costos indirectos	88,02
Costos de mantenimiento	0,00
TOTAL	1345,34

Fuente: Autor.

Entonces como se puede observar en la tabla 22, el valor al que asciende la construcción del banco de pruebas para los ensayos de inflamabilidad de materiales usados en la construcción de interiores de carrocerías es de:

$$\text{Costo Total de Construcción} = 1345,34 \text{ (USD)}$$

3.6 CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS:

Para el proceso de construcción del banco de pruebas y una vez realizado el análisis de los parámetros que nos indican las normas ISO 3795 y la FMVSS 302, se procederá a seguir una serie de pasos para conseguir el objetivo del presente proyecto técnico.

Una vez que se ha obtenido los planos del banco de pruebas de la esquematización y los cálculos de diseño que anteriormente se ha realizado en la parte térmica como mecánica y se ha realizado la compra de todos los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo la construcción, se procederá a realizar los diferentes de procesos de manufactura necesarios para la realización del banco de pruebas.

3.6.1 Construcción de la carcasa del banco de pruebas.

Para la construcción de la carcasa del banco de pruebas en mención, se procederá tal manera que se cumplan las exigencias que las normas antes mencionadas nos indican.

La carcasa del banco de pruebas estará conformada por 6 caras de acero inoxidable AISI 304 de 2 mm de espesor como recomiendan las normas, las mismas que serán unidas por medio de un proceso de soldadura TIG con material de aporte.

Por lo tanto se utilizara para el corte de las placas un proceso con ayuda de una amoladora y discos de corte, un taladro de pedestal para delimitar las distancias de corte tanto para obtener la forma de cada cara como para los detalles interiores de cada una de las caras que conformaran la carcasa del banco de pruebas, ya que este es un proceso muy rápido y eficiente, además se usara una amoladora y

discos de pulido, para eliminación de rebabas y el respectivo pulido para el acabado final de cada una de las partes.

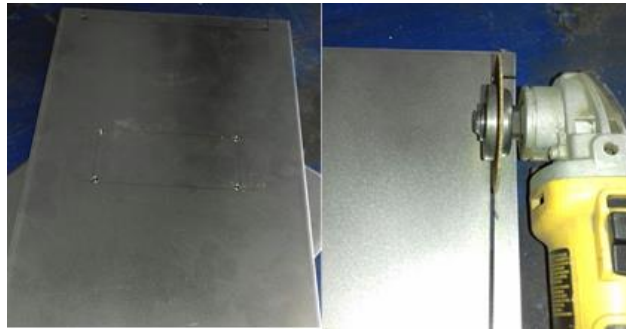


Figura 62.-Proceso corte de plancha.

Fuente: Autor.

Todas las caras que conforman la carcasa del banco de pruebas tendrán distintos detalles interiores por lo que continuación se detalla una a una:

Cara frontal:

La cara frontal del banco de pruebas posee las dimensiones que se muestran a continuación en la figura 68, en ella se ensamblara una ventana o panel de observación.

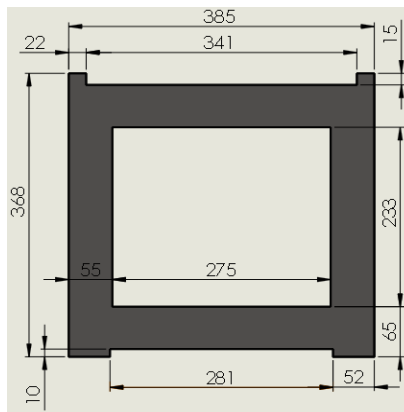


Figura 63.-Cara frontal carcasa software.

Fuente: Autor.

Cara posterior:

El banco de pruebas posee una cara posterior con las dimensiones que en la figura 69 se observan, la misma que no tendrá ningún detalle interno en ella.

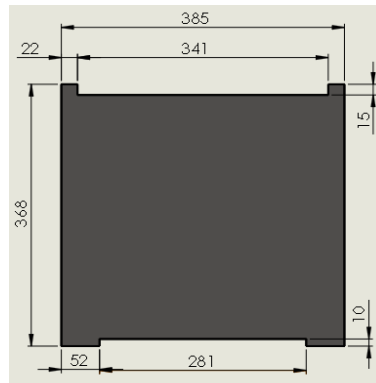


Figura 64.-Cara posterior carcasa software.

Fuente: Autor.

Cara inferior:

La cara inferior del banco de pruebas tiene las dimensiones que se muestran a continuación en la figura 70.

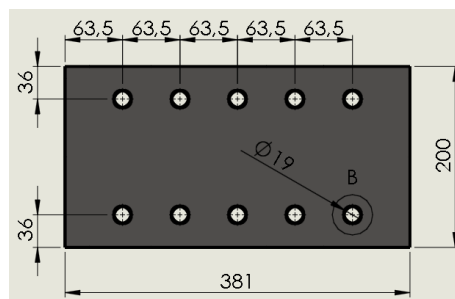


Figura 65.-Cara inferior carcasa software.

Fuente: Autor.

En ella se perforaran 10 agujeros distribuidos en dos filas que servirán de ventilación durante los ensayos, los agujeros son de 19 mm de diámetro.



Figura 66.-Taladrado de agujeros cara inferior.

Fuente: Autor.

Cara superior:

La cara superior no cuenta con ningún detalle interior y será el techo del banco de pruebas, en la figura 72 se muestran las dimensiones.



Figura 67.-Cara superior carcasa software.

Fuente: Autor.

Cara lateral izquierda:

El banco de pruebas en su cara lateral izquierda deberá tener perforado un orificio rectangular por donde ingresara el portamuestras que contendrá la muestra a ser ensayada, las dimensiones que deberá tener esta cara y sus detalles internos se muestran a continuación en la figura 73.



Figura 68.-Cara lateral izquierda carcasa software.

Fuente: Autor.

Cara lateral derecha:

En esta cara se deberá ensamblar una puerta la misma que debe contener en su cuerpo el mechero bunsen que es la fuente de ignición para los ensayos, dicha puerta perteneciente a esta cara del banco de pruebas deberá permitir el fácil acceso tanto al mechero bunsen para su manipulación, como a la bandeja recolectora de desechos, las dimensiones se presentan en la figura 74.

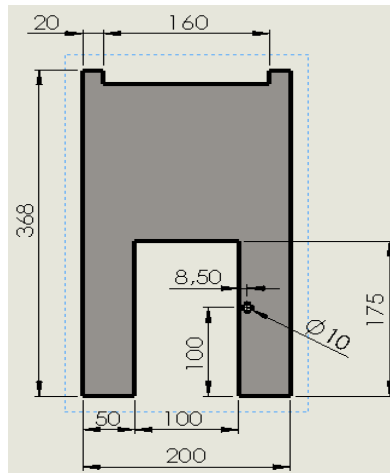


Figura 69.-Cara inferior carcasa software.

Fuente: Autor.

Una vez que se tienen todas las caras que conformaran la carcasa del banco de pruebas debidamente cortadas, pulidas y verificadas cada una de las medidas correspondientes, se procede al proceso de armado, donde la unión de las caras se realizara mediante el proceso de soldadura TIG y cumpliendo con las características y parámetros detallados en el apartado de diseño mecánico, que se refiere al el diseño de juntas y cordones de soldadura.



Figura 70.-Proceso de soldadura TIG.

Fuente: Autor.

Una vez que se terminado con la construcción de la carcasa se lo cubre de ácido para limpiar todas impurezas que deja el proceso de soldadura y así de esta manera dejar por terminado la operación de armado:



Figura 71.-Aplicación y limpieza con ácido para eliminación de impurezas.

Fuente: Autor.

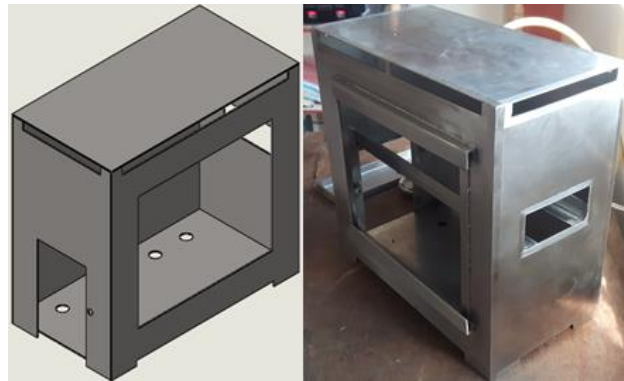


Figura 72.-Carcasa totalmente armada del banco de pruebas.

Fuente: Autor.

3.6.2 Construcción del portamuestras del banco de pruebas.

El portamuestras del banco de pruebas constara de dos placas en forma de U, que serán las que sujetaran con firmeza la muestra que será ensayada, el material del cual se construirá las placas en forma de U es de acero inoxidable AISI 304 de 6 mm de espesor, para cumplir con los requerimientos y parámetros de la norma aplicada en el presente proyecto.

Placa inferior (base portamuestras):

El corte del material se lo realizara con un proceso de corte por oxicorte con el mismo que se dará la forma de U que requiere la pieza.



Figura 73.-Proceso de oxicorte para formado de piezas.

Fuente: Autor.

Luego del corte, se realizara un chaflán de $3 \times 45^\circ$ en la parte inferior interna de la base del portamuestras con la ayuda de un esmeril, luego de esto con la ayuda de una amoladora se eliminaran rebabas, limado, se lijara y se verificara que las dimensiones estén de acuerdo a la norma, después de esto se procede al pulido de la parte para su posterior ensamble.

La placa inferior (base portamuestras), será de 6 mm de espesor y tendrá soldada a su cuerpo 6 pernos de acero inoxidable de $\frac{1}{4}$ de diámetro.



Figura 74.-Pernos de $\frac{1}{4}$ in.

Fuente: Autor.

Los mismos que serán realizados con un taladro de pedestal y la broca apropiada de acuerdo a los parámetros establecidos anteriormente, los agujeros estarán distribuidos de tal manera que brinden la correcta sujeción de la muestra.



Figura 75.-Proceso de soldado de pernos en la base del portamuestras.

Fuente: Autor.

Una vez realizados todos estos procesos de manufactura es así como se muestra el resultado final:

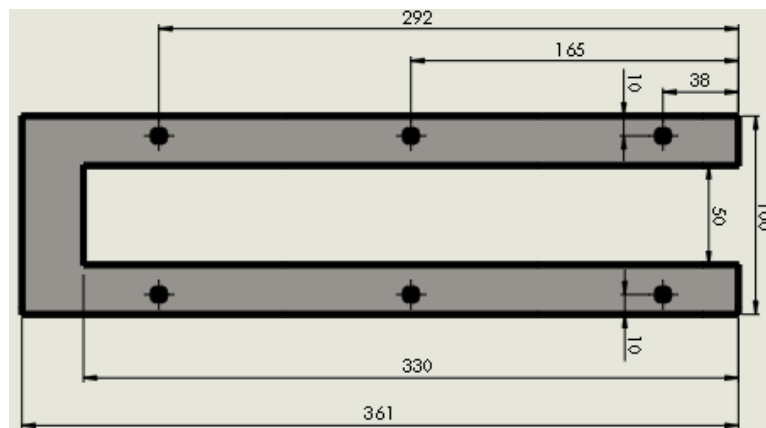


Figura 76.-Base portamuestras software.

Fuente: Autor.

Placa superior (sujetador portamuestras):

Al igual que la placa inferior el proceso de corte se lo realizar con oxicorte, se realizara un chaflán de $3 \times 45^\circ$ en la parte superior interna del sujetador del portamuestras con la ayuda de un esmeril, luego se realizara el respectivo proceso de eliminación de rebabas, limado, lijado, revisión de medidas y el posterior pulido.

Por su parte la placa superior (sujetador portamuestras) tendrá taladrado en su cuerpo 6 agujeros de $\frac{1}{4}$ de diámetro, que se los realizara con un taladro de pedestal donde entraran los pernos de la placa inferior para sujetar la muestra y asegurar su sujeción con tuercas tipo mariposa para poder realizar el ensayo.

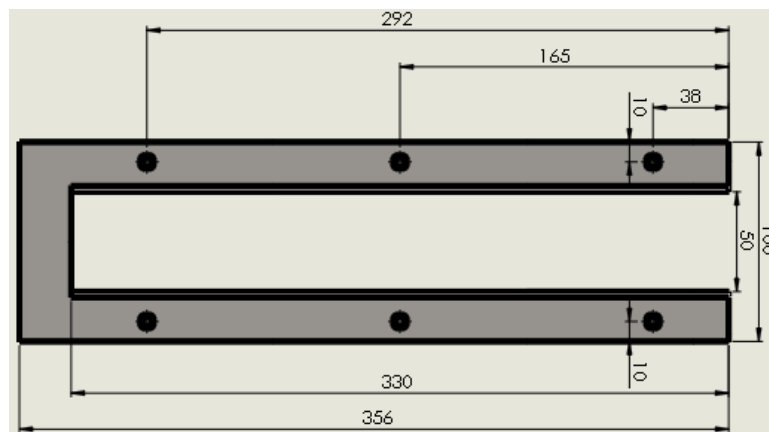


Figura 77.-Sujetador portamuestras software.

Fuente: Autor.

Placa perpendicular (tapa portamuestras):

La placa perpendicular será la que soporte a la placa inferior, muestra y placa superior, ya que la placa inferior estará soldada en perpendicular a esta placa del mismo material y espesor que servirá como tapa del portamuestras cuando este ingrese dentro de la carcasa del banco de pruebas, el proceso de corte al igual que las dos placas anteriores se lo hará con oxicorte, los agujeros serán taladrados con un taladro de pedestal, luego de esto se realizara la eliminación de rebabas, limado, lijado, la verificación de medidas y el posterior pulido para el ensamble.

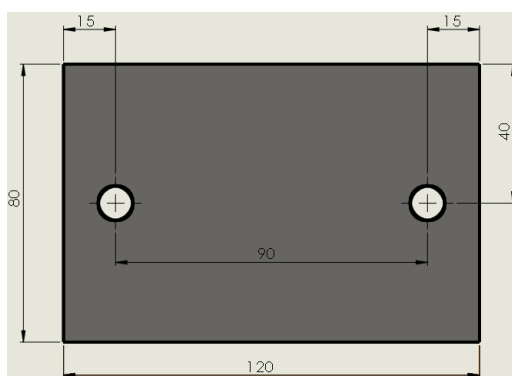


Figura 78.-Tapa portamuestras software.

Fuente: Autor.

Manilla portamuestras:

A su vez la tapa del portamuestras tendrá soldada a su cuerpo una manilla de varilla de acero inoxidable de 10 mm de diámetro, la misma que será cortada con la ayuda de una amoladora y un disco de corte con las dimensiones establecidas

en la figura 84. Luego se lo someterá a un proceso de doblado hasta obtener la forma requerida, que servirá y facilitara la manipulación del conjunto portamuestras.

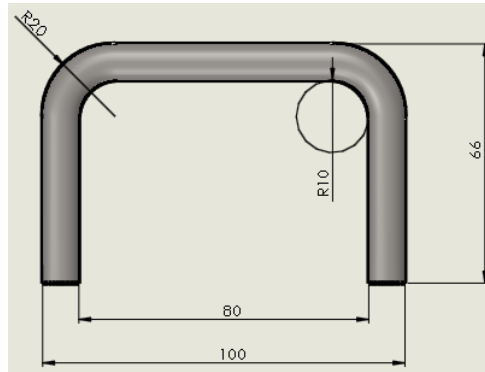


Figura 79.- Manilla portamuestras software.

Fuente: Autor.

Con el corte y los diferentes procesos de manufactura ya realizados en cada una de las partes que conformaran el portamuestras se procede al ensamble del conjunto, el mismo que se realizara por medio de un proceso de soldadura TIG.

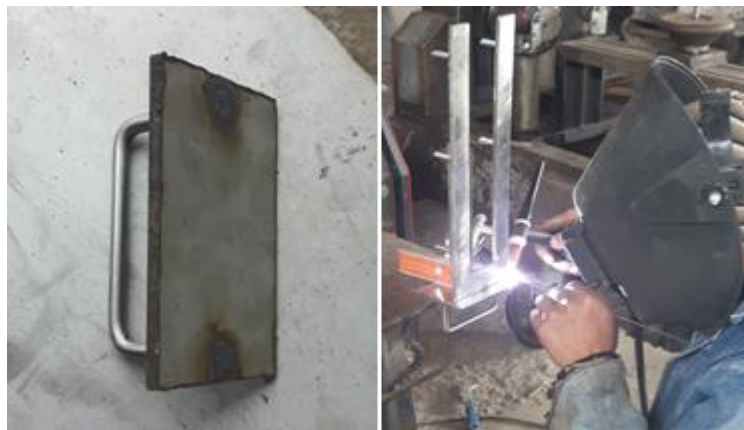


Figura 80.-Proceso soldadura TIG ensamble portamuestras.

Fuente: Autor.

Cumpliendo con las características y parámetros detallados en el apartado de diseño mecánico, y la correcta ubicación de todas las partes, al igual que en la construcción de la carcasa el proceso final de la construcción del portamuestras será cubrirlo con ácido para eliminar las impurezas que deja el proceso de soldadura usado para el ensamble, entonces el resultado final del proceso de construcción es el que a continuación se muestra en la figura 85.

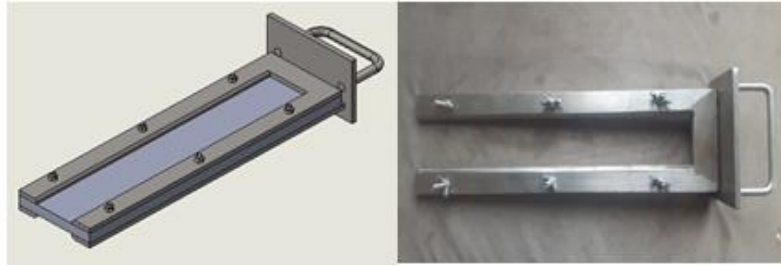


Figura 81.-Portamuestras.

Fuente: Autor.

3.6.3 Construcción de bandeja recolectora de desechos..

La construcción de la bandeja recolectora de desechos, se iniciara con el corte del material que para este caso se lo hará en forma de chapa metálica cumpliendo con las dimensiones que están establecidas en el diseño y la esquematización que antes ya fue analizada.

Para el corte de la chapa metálica se utilizara el mismo proceso que se usó para el corte de las placas de la carcasa; es decir, se cortara con la ayuda de un taladro que delimitara las regiones de corte y con una amoladora donde se montara un disco de corte que será la encargada de darle la forma requerida, una vez realizado este proceso se realizara el proceso de limado, lijado, revisión de medidas establecidas y por último el proceso de pulido para luego de esto proceder al doblado de la chapa metálica y conseguir formar la bandeja recolectora de desechos.

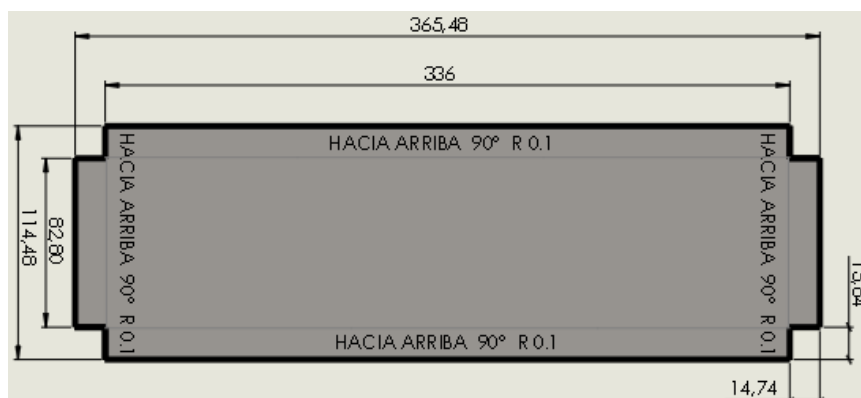


Figura 82.-Bandeja recolectora de desechos software.

Fuente: Autor.

Una vez doblado el material para formar la bandeja recolectora de desechos se aplica un proceso de soldadura TIG para unir las aristas libres luego del doblado, luego se debe aplicar acido a toda la parte para eliminar las impurezas que deja el proceso de soldadura, finalizando así el proceso de construcción y dejando completamente lista para formar parte del banco de pruebas como se muestra a continuación en la figura 88:

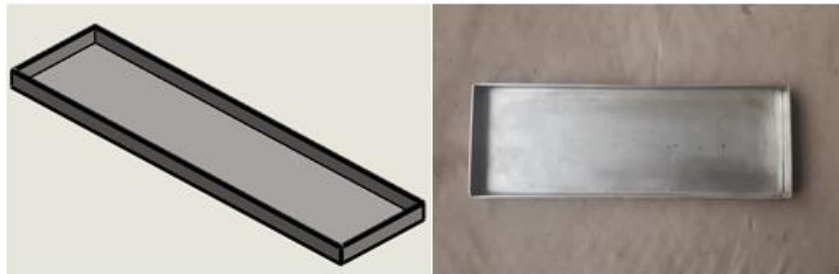


Figura 83.-Bandeja recolectora de desechos.

Fuente: Autor.

3.6.4 Construcción del sistema de ignición del banco de pruebas.

La construcción del sistema de ignición del banco de pruebas consta de 7 partes que son: la puerta, la base para el mechero, mechero bunsen, las bisagras, la manilla-pasador, los pernos de sujeción y las tuercas de sujeción.

De esta manera el corte de la placa de 2 mm de espesor de acero AISI 304, que servirá para la puerta y la base para el mechero se lo hará con la ayuda de una amoladora con un disco de corte, las perforaciones que se deban realizar serán hechas con un taladro de pedestal y la broca correspondiente para casa caso, una vez que se ha cumplido con estos procesos se realizara el limado, lijado, revisión de medidas y el pulido necesario para dejar listo cada parte para su posterior ensamble.

Puerta del sistema de ignición:

La puerta diseñada para el sistema de ignición tendrá las dimensiones que se muestran en la figura 89, y que deberá pasar por los diferentes procesos de manufactura que ya he mencionado antes para los distintos proceso de construcción de los diferentes componentes que forman parte del banco de

pruebas pasando desde el corte, taladrado, limado, lijado, revisión de medidas y el pulido respectivo para dejar listo para el ensamble.

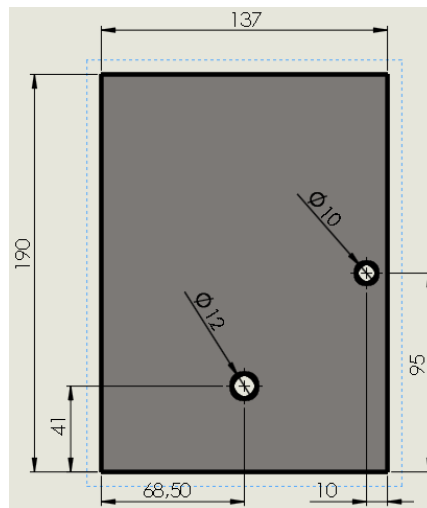


Figura 84.-Puerta del sistema de ignición software.

Fuente: Autor.

Base para el mechero:

La base que soportara y sujetara al mechero en su posición para que satisfaga las dimensiones que especifica la norma para la correcta realización del ensayo dependerá de cada uno de los procesos de manufactura que se le realizara a esta parte primordial, los procesos de manufactura son los mismos que se vienen realizando a cada una de las elementos anteriormente construidos, hasta dejar listo para que se pueda ensamblar con el resto de componentes como se muestra en la figura 90.

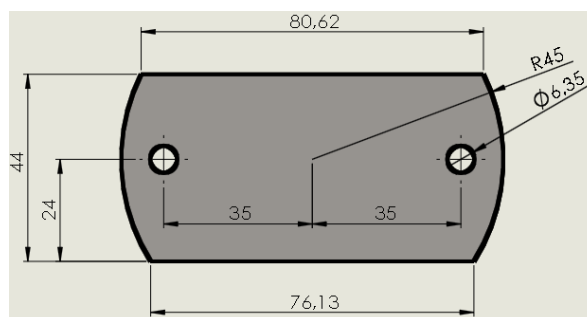


Figura 85.-Base para el mechero software.

Fuente: Autor.

Mechero bunsen:

Lo que tiene que ver con el mechero, son temas de adecuación al sistema de ignición de acuerdo a las medidas que el mechero posee, ya que el mechero bunsen a utilizar dentro del banco de pruebas viene de una selección previa por medio de catálogos, entonces se realizaran cortes y agujeros para poder sujetar de una buena manera el mismo a la base y así cumplir con los requerimientos de posicionamiento que la norma usada en el presente proyecto técnico establece.

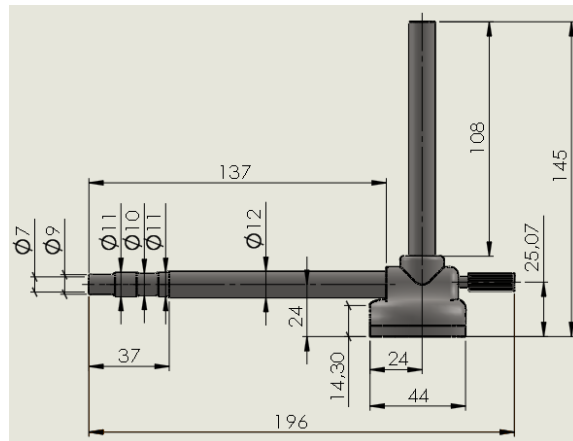


Figura 86.-Mechero bunsen software.

Fuente: Autor.

Pernos y tuercas de sujeción mechero bunsen:

Los pernos y tuercas de sujeción se las pueden adquirir en cualquier ferretería y para el caso serán de acero inoxidable, puesto que van a estar dentro de la cámara de combustión para la realización de los ensayos y deben soportar tanto la corrosión por los humos de combustión así como altas temperaturas.



Figura 87.-Pernos y tuercas de sujeción sistema de ignición.

Fuente: Autor.

Para terminar de construir el sistema de ignición colocamos cada una de las partes de tal manera que satisfagan los parámetros de ubicación dentro del banco de pruebas.

Las diferentes partes se ensamblaran ya sea por un proceso de soldadura TIG, un proceso de empernado de tal manera que el mechero quede en una posición fija, a un altura de 19 mm por debajo de la cara superior de la base del portamuestras o lo que es lo mismo que quede a 19 mm por debajo de la cara inferior de la muestra a ensayar, una vez realizado todos estos parámetros constructivos se coloca acido para la limpieza de impurezas y su posterior ensamble.



Figura 88.-Pernos y tuercas de sujeción.

Fuente: Autor.

3.6.5 Construcción de marco de la ventana de acceso del banco de pruebas.

Este elemento del banco de pruebas se lo construirá con 3 segmentos de ángulos de 25*11*3 mm, los mismos que se cortaran con una amoladora y un disco de corte para darle la forma requerida, luego se los limara, lijara y revisara las dimensiones para su correcto montaje dentro del equipo, luego de esto se los pulirá para darles el acabado final.

Guía lateral ventana de acceso:

Esta estará construida en acero AISI 304, y con las dimensiones que a continuación se muestran en la figura 94.

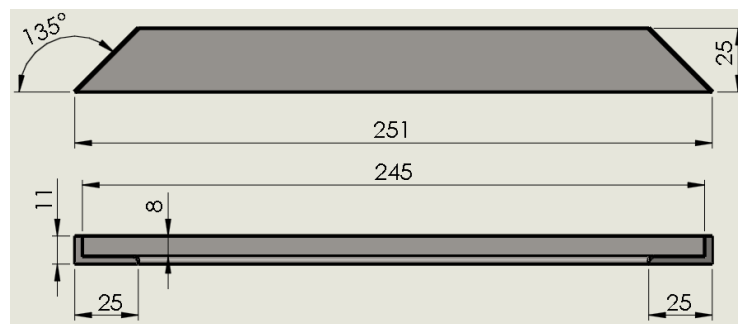


Figura 89.-Guía lateral ventana de acceso software.

Fuente: Autor.

Guía horizontal inferior ventana de acceso:

Construida en acero AISI 304, y con las dimensiones que a continuación se muestran en la figura 95.

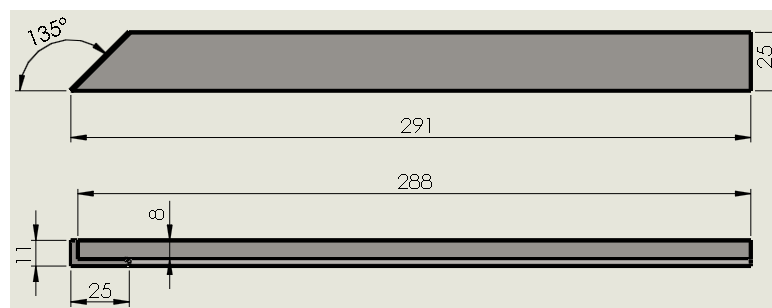


Figura 90.-Guía horizontal inferior ventana de acceso software.

Fuente: Autor.

Guía horizontal superior ventana de acceso:

Al igual que las 2 anteriores será construida en acero AISI 304, y con las dimensiones que a continuación se muestran en la figura 96.

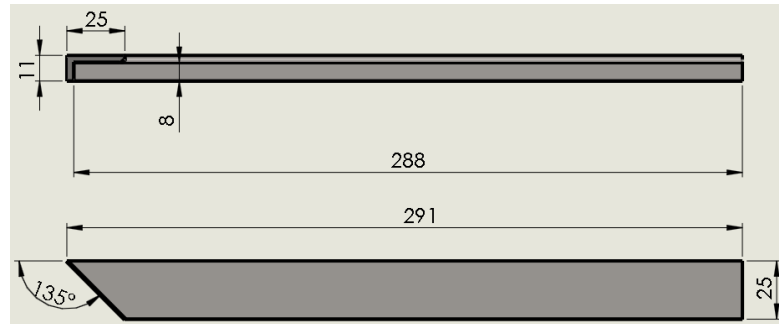


Figura 91.-Guía horizontal superior ventana de acceso software.

Fuente: Autor.

Con todas las 3 guías listas, se procede a la unión de estas para formar el marco de la ventana de acceso mediante un proceso de soldadura TIG, y luego se somete a la aplicación de ácido para eliminar las impurezas de proceso de la soldadura.



Figura 92.-Marco ventana de acceso.

Fuente: Autor.

3.6.6 Ensamble del banco pruebas.

Carcasa:



Figura 93.-Carcasa ensamble final.

Fuente: Autor.

Guías del portamuestras:

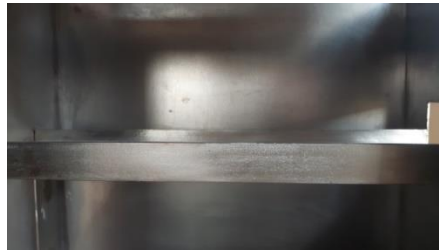


Figura 94.-Guías portamuestras ensamble final.

Fuente: Autor.

Portamuestras:



Figura 95.-Portamuestras ensamble final.

Fuente: Autor.

Sistema de ignición:



Figura 96.-Sistema de ignición ensamble final.

Fuente: Autor.

Bisagras:

El tema de bisagras esta inmiscuido dentro del sistema de ignición, pero estas se ensamblaran al final cuando el sistema de ignición ya completo se una a la carcasa del banco de pruebas por medio de un proceso de soldadura TIG, ya que las bisagras deben ser de acero inoxidable. Las bisagras se compró de acuerdo a nuestra necesidad, así que luego de haberlas comprado se las esquematizo para y presentan las siguientes medidas.



Figura 97.-Bisagras ensamble final.

Fuente: Autor.

Manilla-pasador-tuerca:

Este artefacto no necesita de mucha descripción ya que el mismo se lo puede adquirir en cualquier ferretería y no necesito de algún diseño previo ya que este no va a soportar esfuerzos grandes porque su función será la de mantener cerrada la puerta del sistema de ignición, con respecto a la carcasa del banco de pruebas.



Figura 98.-Manilla-pasador-tuerca ensamble final.

Fuente: Autor.

Marco ventana de acceso:



Figura 99.-Marco ventana de acceso ensamble final.

Fuente: Autor.

Vidrio ventana de acceso:

Es un vidrio templado con características de resistir altas temperaturas, choque térmico y de ser muy resistente al impacto, propiedades necesarias para el buen funcionamiento del banco de pruebas.

Por lo tanto el vidrio deberá ser un vidrio templado que resista temperaturas de hasta 250 °C.



Figura 100.-Vidrio ventana de acceso.

Fuente: Autor.

El resultado final de los procesos de manufactura utilizados durante todo el proceso de construcción, es el que a continuación se muestra en la figura 106.



Figura 101.-Banco de pruebas finalizado

Fuente: Autor.

Con el cuerpo del equipo construido en su totalidad, solo nos queda por ensamblar la parte que corresponde al suministro de GLP, para lo que necesitamos de componentes tales como: manguera flexible para suministro de GLP, una válvula reguladora de GLP, abrazaderas de presión, y un cilindro de GLP.

Manquera flexible para suministro de gas:



Figura 102.-Manguera flexible para suministro de gas ensamble final.

Fuente: Autor.

Válvula regulador de GLP para salida del cilindro:



Figura 103.-Válvula reguladora de GLP para cilindro de gas.

Fuente: Autor.

Abrazaderas de presión:

Estos elementos fueron seleccionados de acuerdo a las dimensiones del diámetro de la manguera y del acople que posee el mechero bunsen.



Figura 104.-Abrazadera de presión ensamble final.

Fuente: Autor.



Figura 105.-Banco de pruebas con instalación de suministro de GLP finalizado.

Fuente: Autor.

3.7 ELABORACIÓN DE INSTRUCTIVOS:

La elaboración de los instructivos de operación y de mantenimiento, contemplaran toda la información necesaria para que el banco de pruebas tenga un correcto funcionamiento durante toda su vida útil, además que estarán dirigidos de tal manera que cualquier persona pueda hacer uso del mismo y por su puesto darle un correcto mantenimiento.

3.7.1 Manual de operación.

OBJETIVO.

Determinar el procedimiento adecuado de operación del banco de pruebas para la realización de los ensayos de inflamabilidad de materiales usados en la construcción de interiores de carrocerías.

CONDICIONES DE ENSAYO:

Tabla 24.-Condiciones ideales para ensayos de inflamabilidad.

CONDICIÓN	ESPECIFICACIÓN
<i>Temperatura ambiente de ensayo:</i>	20 ± 2°C.
<i>Material a ensayar:</i>	Probeta material.
<i>Número de probetas:</i>	5
<i>Velocidad del aire recomendada:</i>	0,1 y 0,3 m/s.
<i>Poder calorífico del gas de prueba:</i>	34 MJ/m ³ (GLP).
<i>Altura de llama piloto:</i>	38 mm.
<i>Tiempo de precalentamiento del banco de pruebas:</i>	60 segundos.
<i>Tiempo de aplicación de llama:</i>	15 segundos.
<i>Temperatura de acondicionamiento de muestra:</i>	23 ± 2°C.
<i>Humedad relativa de acondicionamiento de la muestra:</i>	50 ± 5 %.

Fuente: Autor

ELEMENTOS CRÍTICOS DE ENSAYO:

Quemador de gas:

La fuente de ignición con la que se realizaran los ensayos de inflamabilidad de materiales usados en la construcción de interiores de carrocerías, será un mechero

bunsen con un diámetro de boquilla de $9,5 \pm 0,5$ mm, y una altura de 145 mm, medida desde la base del mechero hasta la boquilla.

El mechero bunsen debe estar ensamblado dentro del banco de pruebas a $19 \pm 0,5$ mm por debajo de la posición de la cara inferior o cara de exposición de la muestra que se ensayara.

La distancia entre el borde interno de la cara derecha de la carcasa del banco de pruebas y el centro de la boquilla del mechero bunsen deberá ser de $22 \pm 0,5$ mm.

Gas de prueba:

El gas de prueba que debe ser suministrado a la fuente de ignición debe tener un poder calorífico aproximado de 38 MJ/m^3 (por ejemplo, gas natural).

Para el caso de nuestro banco de pruebas se usara GLP (gas licuado de petróleo), el cual tiene un poder calorífico de 34 MJ/m^3 o 12037 kcal/kg .

Cronómetros:

Se usaran dos cronómetros para la realización de los ensayos, la precisión ideal que deben tener estos elementos son de 0,5 segundos de precisión.

Dimensionamiento de la muestra:

La forma y las dimensiones de las muestras se muestran en la figura 111. El espesor de la muestra corresponde al espesor del producto a analizar. No debe ser más de 13 mm. Al tomar los permisos de muestra, la muestra debe tener una sección constante en toda su longitud.

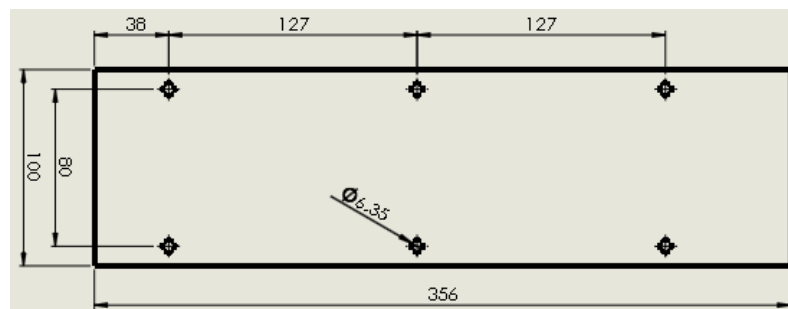


Figura 106.-Dimensionamiento de la muestra.

Fuente: Autor.

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

- a) Para muestras que tengan un ancho de 3 mm a 60 mm, la longitud será de 356 mm. En este caso, el material se prueba en el ancho del producto.
- b) Para muestras que tengan un ancho de 60 mm a 100 mm, la longitud deberá ser de al menos 138 mm. En este caso, la distancia de combustión potencial corresponde a la longitud de la muestra, comenzando la medición en el primer punto de medición.
- c) Las muestras que tienen un ancho de menos de 60 mm y más cortas de 356 mm, y muestras que tienen un ancho de 60 mm a 100 mm y más cortas de 138 mm, no se pueden analizar de acuerdo con este método; tampoco pueden las muestras tener un ancho inferior a 3 mm.

Condiciones de acondicionamiento de la muestra:

Las muestras se conservarán durante un mínimo de 24 horas y un máximo de 7 días a una temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa de $50 \pm 5 \%$ y se mantendrán en estas condiciones hasta el momento mismo en que se realizara el ensayo.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO:

Tabla 25.-Procedimientos de ensayos de inflamabilidad de materiales.

PASO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	CONDICIONES DE OPERACIÓN	RESPONSABLE
1	INICIO PRÁCTICA			
2	Verificación de condiciones ambiente para el ensayo	*Revisión de especificaciones técnicas NORMA ISO 3795. *Temperatura ambiente: $20 \pm 2^\circ\text{C}$. *Velocidad viento: 0.1 a 0.3 m/s.	Medición de estos factores in situ.	P.E
3	Acondicionamiento de muestras	*Número de muestras:5 *Tamaño:356x100 mm *Espesor máx.: 13 mm *Temperatura: 23 ± 2 *H.R: $50 \pm 5 \%$	Conservar las muestras un mínimo de 24 h y máximo siete días bajo estas condiciones.	P.E

4	Puesta a punto del sistema de ignición	<p>*Mechero bunsen: 9,5±0,5 mm diámetro boquilla.</p> <p>*Poder calorífico del GLP: 34 MJ/m³.</p> <p>*Entrada de aire mechero: 100% o 0% abierta.</p>	Centro de la boquilla 19 mm por debajo de la cara expuesta de la muestra a ensayar y la distancia del borde interno de la cara derecha de la carcasa al centro de la boquilla de 22 ± 0,5 mm.	P.E
5	Montaje de muestra en el portamuestras	<p>*Colocar la muestra en la base del portamuestras.</p> <p>*Asegurar la muestra con el sujetador del portamuestras.</p> <p>*Fijar el sistema con las tuercas tipo mariposa.</p>	Ubicar la base del portamuestras en un lugar estable, que permita el correcto montaje de la muestra, de tal manera que la cara visible de la muestra quede expuesta directamente a la cara de la llama y realizar el ajuste adecuado de los elementos de sujeción.	P.E
6	Preparación de cronómetro y fluxómetro para realizar mediciones	<p>Calibrar cronómetro y fluxómetro.</p> <p>Cronómetro de 0,5 seg de precisión.</p>	Verificar equipos	P.E
7	Encendido del sistema de ignición	<p>Abrir el gas.</p> <p>Encender la llama.</p>	Precalentar el banco de pruebas por 60 seg.	P.E
9	Realizar y visualizar el ensayo de inflamabilidad	Colocar la muestra dentro del banco de pruebas.	Con la cámara precalentada y la muestra acondicionada iniciar el ensayo.	P.E
		Cerrar el paso de GLP. y apagado de la fuente de ignición.	Al cabo de 15 seg cortar el suministro de GLP para apagar la fuente de ignición.	P.E
10	Determinar condiciones de ensayo.	Muestra no se inflama.	<p>Termina el ensayo.</p> <p>Elaborar informe.</p>	P.E
		Muestra se inflama.	<p>Realizar estadístico y determina índice de inflamabilidad.</p> <p>Elaborar informe.</p>	P.E
11	Mantenimiento del equipo	Limpieza y revisión	Realizar el mantenimiento respectivo después de cada jornada de ensayos	P.E
12	FIN PRÁCTICA			

Fuente: Autor

3.7.2 Manual de Mantenimiento.

TIPO DE MANTENIMIENTO:

Mantenimiento preventivo.

OBJETIVO.

Determinar el procedimiento más adecuado de mantenimiento para el banco de pruebas que permita conservar las características de funcionamiento del equipo, así como conservar cada una de las propiedades de los materiales con que fue construido durante toda la vida útil del equipo.

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO:

- Inspección.
- Limpieza.

DESCRIPCIÓN DE LOS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A REALIZAR:

Inspección:

La correcta inspección dentro del mantenimiento preventivo logra hacer que cada uno de los elementos que conforman el banco de pruebas no sufra posibles problemas o daños durante su vida útil.

Tabla 26.-Actividades de mantenimiento preventivo (inspección).

ELEMENTO	FUNCIÓN	MÉTODO DE INSPECCIÓN	ESTADO		POSIBLES DAÑOS
			PASA	NO PASA	
CARCASA	Cámara donde se realizan los ensayos de inflamabilidad.	Visual			Deterioro o corrosión del material y cordones de soldadura
GUÍAS PORTAMUESTRA	Soporta y ubica de manera correcta el portamuestras según requerimientos de la norma AISI 3795.	Visual			Deterioro o corrosión del material y cordones de soldadura.
PORTAMUESTRAS	Sujeta firmemente la muestra para el ensayo	Visual			Deterioro o corrosión del material y cordones de soldadura. Deterioro de elementos de sujeción.
BANDEJA RECOLECTORA DESECHOS	Recoger los residuos producto de la combustión.	Visual			Deterioro o corrosión del material y cordones de soldadura.

SISTEMA DE IGNICIÓN	Emite la fuente de ignición necesaria para la realización de los ensayos.	Visual y auditivo			Deterioro de manguera de suministro de GLP. Averías de la válvula reguladora de GLP. Deterioro de abrazaderas. Deterioro del mechero bunsen. Deterioro o corrosión del material y cordones de soldadura.
VIDRIO VENTANA DE ACCESO	Permite la visualización de los ensayos.	Visual			Rotura por impacto. Deterioro por choque térmico.

Fuente: Autor

Limpieza:

La correcta limpieza dentro del método de mantenimiento preventivo que se realice a cada uno de los componentes del banco de pruebas, contribuirá en gran medida a la conservación del equipo durante toda su vida útil.

Tabla 27.-Actividades de mantenimiento preventivo (limpieza).

ELEMENTO	FUNCIÓN	MÉTODO DE LIMPIEZA
CARCASA	Habitáculo o cámara donde se realizan los ensayos de inflamabilidad.	Se recomienda realizar la limpieza después de cada serie de ensayos que permite la norma con la utilización de franela o guaipe.
GUÍAS PORTAMUESTRA	Soporta y ubica de manera correcta el portamuestras según requerimientos de la norma AISI 3795.	Se realizara una limpieza rutinaria con la utilización de franela o guaipe, después de cada serie de ensayos.
PORTAMUESTRAS	Sujeta firmemente la muestra para el ensayo	La limpieza después de cada serie de ensayos que permite la norma se recomienda realizarla con la utilización de franela o guaipe.
BANDEJA RECOLECTORA DESECHOS	Recoger los residuos producto de la combustión.	Se recomienda realizar la limpieza después de cada serie de ensayos que permite la norma con la utilización de franela o guaipe.
SISTEMA DE IGNICIÓN	Emite la fuente de ignición necesaria para la realización de los ensayos.	Se recomienda realizar una limpieza rutinaria de la parte interna como externa con la utilización de franela o guaipe, para evitar que el polvo se acumule en orificios y partes inaccesibles.
VIDRIO VENTANA DE ACCESO	Permite la visualización de los ensayos.	La limpieza a realizarse será rutinaria y se la realizará con la ayuda de papel periódico, franela o guaipe.

Fuente: Autor

3.8 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO:

Para el desarrollo de las pruebas de funcionamiento del banco de pruebas, se puso a consideración el aspecto de que se evaluara el material a ensayar tan solo con los criterios de si es inflamable o no, si es auto extingible o no, y el tiempo que el material seguirá combustionandose luego de retirar la fuente de ignición (si este llegase a combustionar o encenderse).

Por lo tanto para las pruebas de funcionamiento del banco de pruebas para ensayos de inflamabilidad de materiales que se ha construido en el presente proyecto técnico se ha procedido de la siguiente manera:

3.8.1 Dimensionamiento y corte de las muestras a ensayar.

Datos del material a usar para las pruebas de funcionamiento:

Material:

- Textil a base de vinilo para piso

Numero de muestras:

- 5

Espesor del material de las muestras:

- 3 mm

Las dimensiones de las probetas o muestras serán de 356x100 mm, deberán tener taladradas agujeros en su cuerpo según las dimensiones especificadas por la norma, como se puede ver en la siguiente figura 112.

Proceso de dimensionamiento de las muestras a ensayar:



Figura 107.-Dimensionamiento de la muestra para pruebas de funcionamiento.

Fuente: Autor.

Proceso de corte de las muestras a ensayar:



Figura 108.-Corte de la muestra para pruebas de funcionamiento.

Fuente: Autor.

Muestra lista para la realización de los ensayos de inflamabilidad:



Figura 109.-Muestra anverso/reverso pruebas de funcionamiento.

Fuente: Autor.

Una vez que las muestras estaban listas se les realizó el acondicionamiento que nos sugiere la norma antes de realizar el ensayo, con las características que se indican en el manual de operación del banco de pruebas es decir; Temperatura de acondicionamiento de muestra de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de acondicionamiento de la muestra de $50 \pm 5\%$.

3.8.2 Montaje de la muestras a ensayar en el portamuestras.

Los pasos del montaje de las muestras en el portamuestras se lo realizara de la siguiente manera:



Figura 110.-Muestra lista para pruebas de funcionamiento.

Fuente: Autor.

Montaje de la muestra sobre la base del portamuestras para realización de los ensayos de inflamabilidad:



Figura 111.-Montaje de la muestra sobre la base del portamuestras.

Fuente: Autor.

Colocación del sujetador portamuestras sobre la muestra para realización de los ensayos de inflamabilidad:



Figura 112.-Proceso de colocación de sujetador portamuestras sobre la muestra.

Fuente: Autor.

Sujeción final de la muestra para realización de los ensayos de inflamabilidad:



Figura 113.-Colocación de tuercas tipo mariposa para sujeción de la muestra.

Fuente: Autor.

Montaje listo de la muestra para la realización de los ensayos de inflamabilidad:



Figura 114.-Montaje listo de la muestra para pruebas de funcionamiento.

Fuente: Autor.

3.8.3 Conexión y puesta a punto del banco de pruebas.

Se realizara la conexión del cilindro de GLP con el sistema de ignición del banco de pruebas por medio de la válvula reguladora y la manguera flexible que llevaran el combustible hacia el mechero, que será el elemento que emita la fuente de ignición para la realización de los ensayos de inflamabilidad de materiales.

Conexión lista del banco de pruebas para pruebas de funcionamiento:



Figura 115.-Banco de pruebas listo para pruebas de funcionamiento.

Fuente: Autor.

3.8.4 Proceso de ensayo de inflamabilidad de materiales.

Las condiciones para el proceso de ensayo de inflamabilidad de materiales están descritas en el manual de operación y deben ser revisadas por el operario para de esta manera realizar un buen uso del equipo.

Encendido de la fuente de ignición del banco de pruebas:



Figura 116.-Encendido del mechero bunsen para pruebas de funcionamiento.

Fuente: Autor.

Regulación de la altura de llama para pruebas de funcionamiento:

La regulación de la llama será a una altura de 38 mm desde la boquilla tal como se especifica en la norma ISO3795.



Figura 117.-Regulación de la altura de llama.

Fuente: Autor.

Introducción de la fuente de ignición para pruebas de funcionamiento:

Se ingresa la fuente de ignición dentro de la cámara y se cierra la puerta de sistema.



Figura 118.-Introducción de la fuente de ignición.

Fuente: Autor.

Pre calentamiento del banco de pruebas para para pruebas de funcionamiento:

El pre calentamiento de la cámara se lo realizara por un tiempo de 60 segundos con la fuente de ignición dentro de la misma.



Figura 119.-Pre calentamiento de la cámara del banco de pruebas.

Fuente: Autor.

Introducción del portamuestras con la muestra para pruebas de funcionamiento:



Figura 120.-Introducción de la muestra en el banco de pruebas.

Fuente: Autor.

Combustión de la muestra para pruebas de funcionamiento:

La muestra será sometida por 15 segundos a la llama de la fuente de ignición como especifica la norma ISO 3795.



Figura 121.-Combustión de la muestra.

Fuente: Autor.

Extracción del portamuestras con la muestra ensayada luego de las pruebas de funcionamiento:



Figura 122.-Extracción del portamuestras con la muestra ensayada.

Fuente: Autor.

Verificación visual de los resultados de las pruebas de funcionamiento:



Figura 123.-Regulación de la altura de llama.

Fuente: Autor.

Con la ayuda de los conocimientos que el tutor del proyecto técnico sobre los ensayos de inflamabilidad de materiales se pudo determinar que el material usado para las pruebas de funcionamiento se lo considera como un material inflamable auto extinguido.

Es así como se realizaron las pruebas de funcionamiento del banco de pruebas para ensayos de inflamabilidad de materiales usados en la construcción de interiores de carrocerías, es de esta manera como se finaliza el tema del presente proyecto técnico dejando la constancia necesaria de que el banco de pruebas es funcional en su 100%.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES:

- Se realizó el análisis de los parámetros constructivos del banco de pruebas para ensayos de inflamabilidad de materiales usado en la construcción de interiores de carrocerías con la ayuda de las normas ISO 3795, FMVSS 302 y ASTM D5132-04 dando como resultado los siguientes parámetros a seguir:

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Dimensión del banco de pruebas:	(Alto: 370, Ancho: 385, Profundidad: 204) mm.
Poder calorífico del combustible:	38 MJ/m ³ .
Fuente de ignición:	Mechero bunsen de 9.5 mm Ø.int de la boquilla.
Material recomendado en la construcción:	Acero inoxidable.

- Se realizó el diseño del banco de pruebas cumpliendo con los requisitos establecidos por la norma ISO 3795, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Diseño térmico	
Dimensión generales del banco de pruebas:	(370x385x204) mm
Combustible a utilizar:	GLP
Poder calorífico del GLP:	37.5 MJ/m ³ ,
Fuente de ignición:	Mechero bunsen 10mm Ø.int boquilla
Temperatura máxima de llama del GLP en el aire:	1980 °C
Diseño mecánico	
Elementos críticos de análisis:	Guías y base portamuestras:
Tipo de análisis:	Estático (carga distribuida uniforme)
Valor de carga en N:	Guía:0,005 y base:
Resultados de deflexiones en mm:	Guía:0,005 Software y 0.001 Calculado Base:0,137 Software y 0.14 Calculado
Resultados de esfuerzos máximos en MPa:	Guía:1.51 Software y 0.68 Calculado Base:2.54 Software y 2.47 Calculado

Además que se esquemático con la ayuda de un software el banco de pruebas para posterior a esto obtener los planos de construcción de equipo que se los puede observar en el ANEXO 19 del presente documento.

- Se realizó la construcción del banco de pruebas de acuerdo a las especificaciones planteadas por la norma ISO 3795, cumpliendo con los parámetros obtenidos del diseño térmico y mecánico del banco de pruebas, y con las dimensiones que están establecidas en los planos de construcción del ANEXO 19, usando para la unión de las diferentes partes y elementos que conforma el banco de pruebas un proceso de soldadura TIG (en su mayor parte) y un proceso de taladrado y empernado (elementos de sujeción).
- Se elaboraron los manuales de operación y de mantenimiento, en los cuales se describen de forma clara y concisa el modo: el modo de uso, manejo, características y condiciones del equipo, así como el proceso de mantenimiento preventivo necesario que se debe usar en el equipo para que el mismo funcione en óptimas condiciones durante toda su vida útil.
- Se realizaron las pruebas de funcionamiento de banco de pruebas, elaborando 5 probetas del material TÉXTIL A BASE DE VINILO PARA PISO, determinando que: El material es inflamable y es auto extingible, ya que una vez que se apaga la fuente de ignición este material se combustiona de 3 a 4 segundos hasta apagarse por completo.

4.2 RECOMENDACIONES:

- Las condiciones adecuadas para la realización de los ensayos de inflamabilidad de materiales del banco de pruebas de combustión horizontal deben ser:

CONDICIÓN	ESPECIFICACIÓN
Temperatura ambiente de ensayo:	$20 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
Material a ensayar:	Probeta material.
Número de probetas:	5
Velocidad del aire recomendada:	0,1 y 0,3 m/s.
Poder calorífico del gas de prueba:	37.5 MJ/m ³ (GLP).
Altura de llama piloto:	38 mm.
Tiempo de precalentamiento del banco de pruebas:	60 segundos.
Tiempo de aplicación de llama:	15 segundos.
Temperatura de acondicionamiento de muestra:	$23 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
Humedad relativa de acondicionamiento de la muestra:	$50 \pm 5\%$.

- El mantenimiento que se debe darle al banco de pruebas debe ser rutinario cumpliendo con las actividades de inspección visual y limpieza para que el mismo no sufra daños o averías y pueda funcionar en óptimas condiciones durante su vida útil.
- Antes, durante y después de la realización de los ensayos el operario u operarios deben verificar que el equipo no presente ninguna anomalía y así evitar accidentes.
- Se debe realizar la verificación continua de la conexión de GLP, puesto que un desperfecto en el sistema de ignición del banco de pruebas puede ocasionar accidentes laborales.
- El operario del banco de pruebas debe mantener una distancia prudente entre cualquiera de sus partes corporales y las superficies del banco de pruebas durante el ensayo ya que este se encuentran a altas temperaturas.

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] NORMA ISO-3795, *Road vehicles, and tractors and machinery for agriculture and forestry - Determination of burning behaviour of interior materials* , Segunda ed. Switzerland: International Organization for Standardization , 1989.
- [2] NORMA FMVSS 302, *Flammability of Interior Materials* , Primera ed. Washington, DC, USA, 1981.
- [3] (2013, Aug.) EXPOWER. [Online]. <http://www.expower.es/tipos-combustion-combustible.htm>
- [4] NFPA 921, *Guía para la investigación de incendios y explosiones*, Primera ed. Madrid, España: CEPREVEN, 2001.
- [5] Doris La Rosa y Martín Vargas Trujillo. Laboratorio de química. [Online]. <http://laboratorio-quimico.blogspot.com/2014/02/fenomenos-fisicos-y-quimicos.html>
- [6] Ies Estelas de Cantabria. SCALOSFRIOS.ES. [Online]. http://www.scalofrios.es/eficiencia/EE_calor/EEI%20-Tema%202.%20Combustion%20y%20Combustibles.pdf
- [7] NTE INEN 2 260, *Artefactos de refrigeración con o sin escarcha*, Primera ed. Quito, Ecuador: INEN, 2004.
- [8] Osinerming. (2011, Septiembre) Slide Share. [Online]. <https://es.slideshare.net/rgrados/propiedades-y-caractersticas-del-glp-9166571>
- [9] Castro C. y Pérez C., *Índice de Inflamabilidad de Materiales Usados en Carrocerías*, Primera ed. Ambato, Ecuador, 2017.
- [10] Yanus Cengel y Afshin Ghajar, *Transferencia de calor y masa*, CUARTA ed. México D.F., México: MC GRAW HILL, 2011.
- [11] Sanchez Castillo Andres. (2012) Tenttiarkisto.fi. [Online]. <http://tenttiarkisto.fi/media/exams/6798.pdf>

- [12] (2013) BONNET. [Online]. <http://www.bonnet.es/clasificacionacerinox.pdf>
- [13] (2014) INGEMECÁNICA. [Online].
<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn48.html>
- [14] Pablo Turmero. MONOGRAFÍAS. [Online].
<http://www.monografias.com/trabajos104/materiales-plasticos-polimerizacion/materiales-plasticos-polimerizacion.shtml>
- [15] (2015, Marzo) Green, Clean & Dry. [Online].
<http://hostdryspainlimpiezadealfombras.es/tipos-de-moquetas-segun-su-material>.
- [16] Daniel Castro, ""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” ," UTA, Ambato, TESIS 2017.
- [17] Miguel Mongue, "proyecto de instalación de una planta envasadora de gas licuado de petróleo en la ciudad de Arequipa," Universidad Nacional Mayor de San Marcos, LIMA, TESIS 2002.
- [18] Richard G. Budynas & J. Keith Nisbett, *Diseño en ingeniería mecánica*, Octava ed. México: MC GRAW HILL, 2008.
- [19] NORMA ASTM D5132, *Standard Test Method for Horizontal Burning Rate of Polymeric Materials Used in Occupant Compartments of Motor Vehicle*. United StateS: Copyright © ASTM International, 2004.
- [20] RTE INEN 041, *Requerimientos de vehículos de transporte escolar*, Primera ed. Quito, Ecuador: INEN, 2010.
- [21] RTE INEN 043, *Requerimientos de buses interprovinciales e intraprovinciales*, Primera ed. Quito, Ecuador: INEN, 2010.
- [22] NTE INEN 2205, *VEHÍCULOS AUTOMOTORES. BUS URBANO. REQUISITOS.*,

Primera ed. Quito, Ecuador: INEN, 2010.

[23] Vaman Shivaram, *Flammability testing of materials used in construction, transport and mining*, Edited by Vivek B. Apte ed. Boca Raton Boston New York Washington, DC: Woodhead Publishing Limited, 2006.

ANEXOS:

Anexo 1.-Norma ISO 3795

**INTERNATIONAL
STANDARD**

**ISO
3795**

Second edition
1989-10-15

**Road vehicles, and tractors and machinery for
agriculture and forestry — Determination of
burning behaviour of interior materials**

*Véhicules routiers et tracteurs et matériels agricoles et forestiers — Détermination
des caractéristiques de combustion des matériaux intérieurs*



Licensed to  Castro
ISO Store order #: 10-1337979/Downloaded: 2013-06-21
Single user licence only, copying and networking prohibited

Reference number
ISO 3795 : 1989 (E)

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for approval before their acceptance as International Standards by the ISO Council. They are approved in accordance with ISO procedures requiring at least 75 % approval by the member bodies voting.

International Standard ISO 3795 was prepared jointly by Technical Committees ISO/TC 22, *Road vehicles*, and ISO/TC 23, *Tractors and machinery for agriculture and forestry*.

This second edition cancels and replaces the first edition (ISO 3795 : 1976), the scope of which has been extended to include tractors and machinery for agriculture and forestry.

© ISO 1989

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

International Organization for Standardization
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Switzerland

Printed in Switzerland

Licensed to University / Mr. Castro
ISO Store order #: 10-1337979/Downloaded: 2013-06-21
Single user licence only, copying and networking prohibited

Introduction

Evaluation of burning behaviour of interior materials is based on the assumption that a fire in the passenger compartment is unlikely to occur when the burning rate of the interior material under the action of a small flame is zero or very small.

In the framework of international regulations for motor vehicle safety prepared by the competent groups of the Economic Commission for Europe (ECE/UNO), ISO had been requested to develop a method for the determination of the burning behaviour of interior materials in motor vehicles. Extensive information on existing test methods was collected and evaluated. In view of safety standards which are already mandatory, considerations were based primarily on the test procedure defined in US-FMVSS 302.

Considerable attention was devoted to the problem of ventilation of the combustion chamber. Two series of comparative tests were conducted to investigate different design variations.

After extended discussions, it was decided to incorporate the combustion chamber described in this International Standard.

Furthermore, it was decided to require the presence of supporting wires as part of the standard equipment in order to avoid subjective interpretations of sample behaviour by the test personnel.

Road vehicles, and tractors and machinery for agriculture and forestry — Determination of burning behaviour of interior materials

1 Scope

This International Standard specifies a method for determining the horizontal burning rate of materials used in the occupant compartment of road vehicles (for example, passenger cars, lorries/trucks, estate cars, coaches), and of tractors and machinery for agriculture and forestry, after exposure to a small flame.

This method permits testing of materials and parts of the vehicle interior equipment individually or in combination up to a thickness of 13 mm. It is used to judge the uniformity of production lots of such materials with respect to their burning behaviour.

Because of the many differences between the real world situation (application and orientation within vehicle interior, conditions of use, ignition source, etc.) and the precise test conditions specified in this International Standard, this method cannot be considered as suitable for evaluation of all true in-vehicle burning characteristics.

2 Normative reference

The following standard contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the edition indicated was valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the standard indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 2768-1: 1989, *General tolerances — Part 1: Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications.*

3 Definitions

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply.

3.1 burning rate: Quotient of the burnt distance measured according to this International Standard and the time taken to burn this distance.

It is expressed in millimetres per minute.

3.2 composite material: Material composed of several layers of similar or different materials intimately held together at their surfaces by cementing, bonding, cladding, welding, etc.

When different materials are connected together intermittently (for example, by sewing, high-frequency welding, riveting), then in order to permit the preparation of individual samples in accordance with clause 6, such materials will not be considered as composite materials.

3.3 exposed side: Side which faces towards the occupant compartment when the material is mounted in the vehicle.

4 Principle

A sample is held horizontally in a U-shaped holder and is exposed to the action of a defined low-energy flame for 15 s in a combustion chamber, the flame acting on the free end of the sample. The test determines if and when the flame extinguishes or the time in which the flame passes a measured distance.

5 Apparatus

5.1 Combustion chamber (see figure 1), preferably of stainless steel and having the dimensions given in figure 2. The front of the chamber contains a flame-resistant observation window, which may cover the front and which can be constructed as an access panel.

The bottom of the chamber has vent holes, and the top has a vent slot all around. The combustion chamber is placed on four feet, 10 mm high.

The chamber may have a hole at one end for the introduction of the sample holder containing the sample; in the opposite end, a hole is provided for the gas line. Melted material is caught in a pan (see figure 3) which is placed on the bottom of the chamber between vent holes without covering any vent hole area.

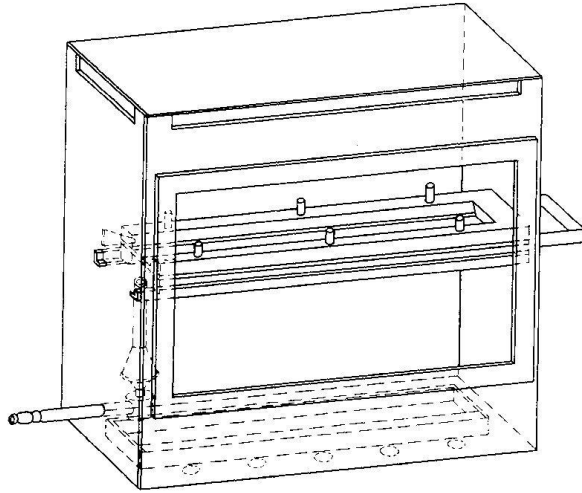


Figure 1 — Example of combustion chamber with sample holder and drip pan

Dimensions in millimetres
Tolerances according to ISO 2768-1

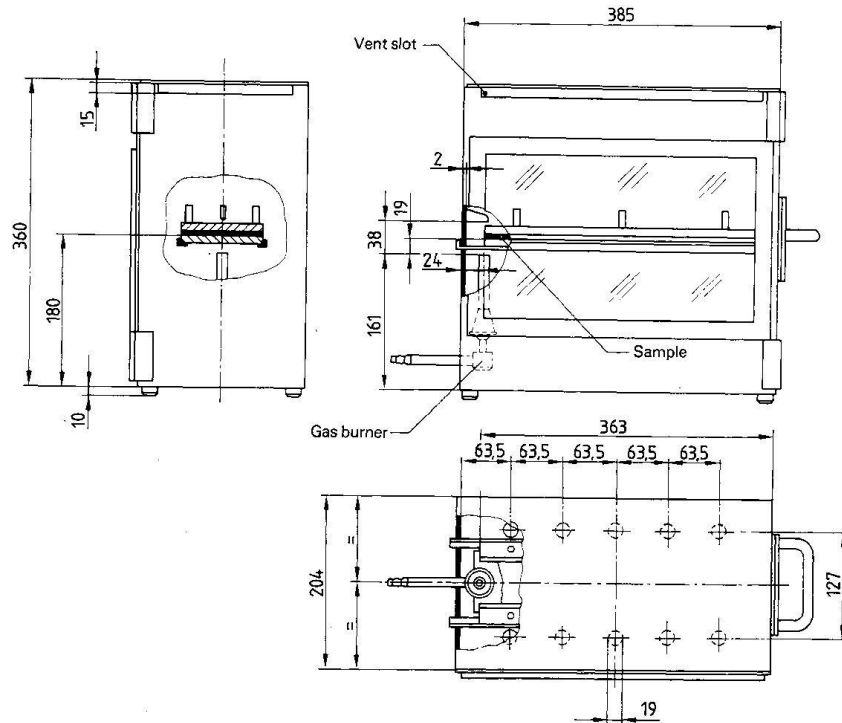


Figure 2 — Example of combustion chamber

Licensed to University / Mr. Castro
ISO Store order #: 10-1337979/Downloaded: 2013-06-21
Single user licence only, copying and networking prohibited

Dimensions in millimetres
Tolerances according to ISO 2768-1

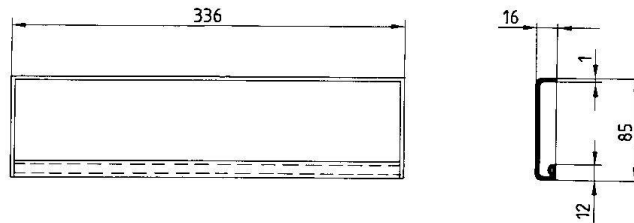


Figure 3 – Typical drip pan

5.2 Sample holder, consisting of two U-shaped metal plates or frames of corrosion-proof material. Dimensions are given in figure 4.

The lower plate is equipped with pins, the upper one with corresponding holes in order to ensure consistent holding of the sample. The pins also serve as the measuring points at the beginning and end of the burning distance.

A support shall be provided in the form of 0,25 mm diameter heat-resistant wires spanning the frame at 25 mm intervals over the bottom U-shaped frame (see figure 5).

The plane of the lower side of samples shall be 178 mm above the floor plate. The distance of the front edge of the sample

holder from the end of the chamber shall be 22 mm; the distance of the longitudinal sides of the sample holder from the sides of the chamber shall be 50 mm (all inside dimensions). (See figures 1 and 2.)

5.3 Gas burner. The small ignition source is provided by a Bunsen burner having an inside diameter of 9,5 mm. It is located in the test cabinet so that the centre of its nozzle is 19 mm below the centre of the bottom edge of the open end of the sample (see figure 2).

5.4 Test gas. The gas supplied to the burner shall have a calorific value of approximately 38 MJ/m³ (for example natural gas).

Dimensions in millimetres
Tolerances according to ISO 2768-1 if not otherwise indicated

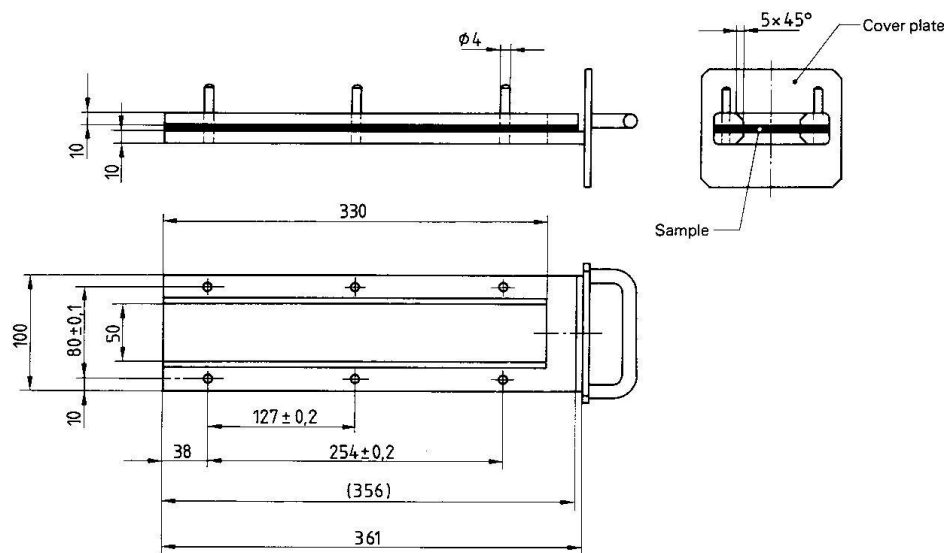


Figure 4 – Example of sample holder

Licensed to University of Twente
ISO Store order #: 10-1337979/Downloaded: 2013-06-21
Single user licence only, copying and networking prohibited

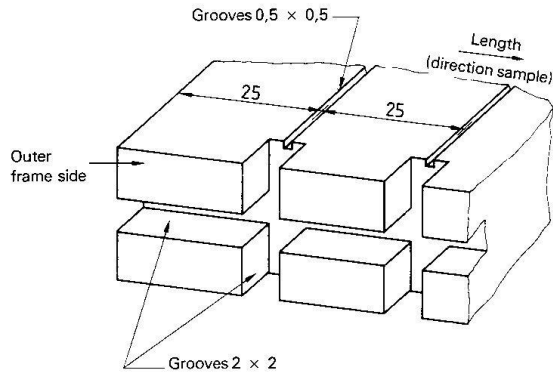


Figure 5 — Example of section of lower U-frame design for wire support facility

5.5 Metal comb, at least 110 mm in length, with seven to eight smooth rounded teeth per 25 mm.

final position where the combustion chamber will be located. It shall be between 0,1 m/s and 0,3 m/s in order to avoid possible discomfort, by combustion products, to the operator. It is possible to use a fume cupboard with natural ventilation and an appropriate air velocity.

5.6 Stop-watch, accurate to 0,5 s.

5.7 Fume cupboard. The combustion chamber may be placed in a fume cupboard assembly provided that the internal volume is at least 20 times, but not more than 110 times, greater than the volume of the combustion chamber and provided that no single height, width, or length dimension of the fume cupboard is greater than 2,5 times either of the other two dimensions.

6 Samples

6.1 Shape and dimensions

Before the test, the vertical velocity of the air through the fume cupboard shall be measured 100 mm in front of and behind the

The shape and dimensions of samples are given in figure 6. The thickness of the sample corresponds to the thickness of the product to be tested. It shall not be more than 13 mm. When taking the sample permits, the sample shall have a constant section over its entire length.

Dimensions in millimetres

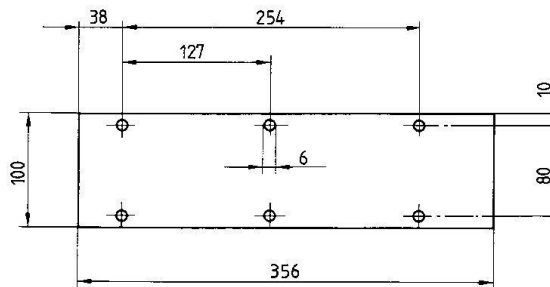


Figure 6 — Sample

Licensed to University of Cambridge
ISO Store order #: 10-1337979/Downloaded: 2013-06-21
Single user licence only, copying and networking prohibited

When the shape and dimensions of a product do not permit taking a sample of the given size, the following minimum dimensions shall be maintained:

- a) For samples having a width of 3 mm to 60 mm, the length shall be 356 mm. In this case, the material is tested in the product width.
- b) For samples having a width of 60 mm to 100 mm, the length shall be at least 138 mm. In this case the potential burning distance corresponds to the length of the sample, the measurement starting at the first measuring point.
- c) Samples having a width of less than 60 mm and shorter than 356 mm, and samples having a width of 60 mm to 100 mm and shorter than 138 mm, cannot be tested according to this method; neither can samples having a width less than 3 mm.

6.2 Sampling

At least five samples shall be taken from the material under test. In materials having different burning rates in different material directions (preliminary tests will show this), the five (or more) samples are to be taken and placed in the test apparatus so that the highest burning rate will be measured.

When the material is supplied in widths, a length of at least 500 mm shall be cut covering the entire width. From this, the samples shall be taken so as to be at least 100 mm from the material edge and equidistant from each other.

Samples shall be taken in the same way from finished products, when the shape of the product permits. When the thickness of the product is 13 mm or more, it shall be reduced to 13 mm by a mechanical process applied to the side which does not face the occupant compartment.

Composite materials (see 3.2) shall be tested as if they were of uniform construction.

In the case of materials made of superimposed layers of different composition which are not composite materials, all the layers of material included within a depth of 13 mm from the surface facing towards the occupant compartment shall be tested individually.

6.3 Conditioning

The samples shall be conditioned for at least 24 h but not more than 7 days at a temperature of $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and a relative humidity of $50\% \pm 5\%$ and shall be maintained under these conditions until immediately prior to testing.

7 Procedure

7.1 Place samples with napped or tufted surfaces on a flat surface and comb twice against the nap using the comb (5.5).

7.2 Place the sample in the sample holder (5.2) so that the exposed side will be downwards to the flame.

7.3 Adjust the gas flame to a height of 38 mm using the mark in the chamber, the air intake of the burner (5.3) being closed. Before starting the first test, the flame shall burn at least for 1 min for stabilization.

7.4 Push the sample holder (5.2) into the combustion chamber (5.1) so that the end of the sample is exposed to the flame, and after 15 s cut off the gas flow.

7.5 The measurement of the burning time starts at the moment when the foot of the flame passes the first measuring point. Observe the flame propagation on the side burning faster than the other (upper or lower side).

7.6 Measurement of burning time is completed when the flame has come to the last measuring point or when the flame extinguishes before coming to the last measuring point. If the flame does not reach the last measuring point, measure the burnt distance up to the point where the flame extinguished. Burnt distance is the decomposed part of the sample, which is destroyed on its surface or in the interior by burning.

7.7 Insofar as the sample does not ignite or does not continue burning after the burner has been extinguished, or when the flame extinguishes before reaching the first measuring point, so that no burning time is measured, note in the test report that the burning rate is 0 mm/min.

7.8 When running a series of tests or repeat tests, ensure that the combustion chamber and sample holder have a maximum temperature of 30 °C before starting the next test.

8 Calculation

The burning rate, B , in millimetres per minute, is given by the formula

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

where

s is the burnt distance, in millimetres;

t is the time, in seconds, to burn distance s .

Licensed to University / Mr. Castro
ISO Store order #: 10-1337979/Downloaded: 2013-06-21
Single user licence only, copying and networking prohibited

9 Test report

The test report shall include the following particulars:

- a) type, marking and colour of the test sample;
- b) whether the sample was a composite or a single material;
- c) dimensions of the sample, including maximum and minimum values of thickness;
- d) preparation of the sample, including the method of reducing the thickness (if thickness is greater than 13 mm) according to 6.2;
- e) position of sample in the product (lengthwise, transverse);
- f) number of samples tested;
- g) test results:
 - burnt distance, in millimetres, and burning time, in seconds;
 - other observations (self-extinguishing, etc.);
- h) all calculated single values of burning rate, in millimetres per minute;
- i) special test conditions (use of fume cupboard, use of ventilator, etc.);
- j) any conditions different from those specified in this International Standard;
- k) date of test.

ISO 3795 : 1989 (E)

UDC 629.11 : 536.468 : 620.1

Descriptors : road vehicles, tractors, agricultural machinery, composite materials, tests, fire tests, determination, fire resistance, burning rate.

Price based on 6 pages

ISO Store order #: 10-1337979/Downloaded: 2013-06-21
Single user licence only, copying and networking prohibited

Anexo 2.- Tabla de PCS Y PCI del gas licuado de petróleo y gas natural:

Combustíveis	Poder Calorífico Inferior (PCI) [1]					Poder Calorífico Superior (PCS) [1]					Densidade		
	Gasosos @ 0 C and 1 atm												
	Btu/ft3 [2]	Btu/lb [3]	MJ/kg [4]	kWh/kg	kcal/kg	Btu/ft3 [2]	Btu/lb [3]	MJ/kg [4]	kWh/kg	kcal/kg	grams/ft3	g/cm3	g/l
Gás Natural	983	20.267	47	13	11.259	1.089	22.453	52	15	12.474	22	0.777	777
Hidrogênio	290	51.682	120	33	28.712	343	61.127	142	39	33.959	3	0.90	90
Gás Refinaria	1.458	20.163	47	13	11.201	1.584	21.905	51	14	12.169	33	1.158	1.158
Líquidos													
	Btu/gal [2]	Btu/lb [3]	MJ/kg [4]	kWh/kg	kcal/kg	Btu/gal [2]	Btu/lb [3]	MJ/kg [4]	kWh/kg	kcal/kg	grams/gal	g/cm3	g/l
Petróleo Cru	129.670	18.352	43	12	10.195	138.350	19.580	46	13	10.878	3.205	0.847	847
Gasolina	116.090	18.679	43	12	10.377	124.340	20.007	47	13	11.115	2.819	0.745	745
Reformulated or low-sulfur gasoline	113.602	18.211	42	12	10.117	121.848	19.533	45	13	10.851	2.830	0.747	747
CA reformulated gasoline	113.927	18.272	42	12	10.151	122.174	19.595	46	13	10.886	2.828	0.747	747
Diesel	128.450	18.397	43	12	10.221	137.380	19.676	46	13	10.931	3.167	0.837	837
Diesel baixo enxofre	129.488	18.320	43	12	10.178	138.490	19.594	46	13	10.885	3.206	0.847	847
Petroleum naphtha	116.920	19.320	45	12	10.733	125.080	20.669	48	13	11.482	2.745	0.725	725
NG-based FT naphtha	111.520	19.081	44	12	10.601	119.740	20.488	48	13	11.382	2.651	0.700	700
Residual oil	140.353	16.968	39	11	9.426	150.110	18.147	42	12	10.082	3.752	0.991	991
Methanol	57.250	8.639	20	6	4.799	65.200	9.838	23	6	5.466	3.006	0.794	794
Ethanol	76.330	11.587	27	7	6.437	84.530	12.832	30	8	7.129	2.988	0.789	789
Butanol	99.837	14.775	34	10	8.208	108.458	16.051	37	10	8.917	3.065	0.810	810
Acetone	83.127	12.721	30	8	7.067	89.511	13.698	32	9	7.610	2.964	0.783	783
E-Diesel Additives	116.090	18.679	43	12	10.377	124.340	20.007	47	13	11.115	2.819	0.745	745
Liquefied petroleum gas (LPG)	84.950	20.038	47	13	11.132	91.410	21.561	50	14	11.979	1.923	0.508	508
Liquefied natural gas (LNG)	74.720	20.908	49	14	11.616	84.820	23.734	55	15	13.186	1.621	0.428	428
Dimethyl ether (DME)	68.930	12.417	29	8	6.898	75.610	13.620	32	9	7.567	2.518	0.665	665
Dimethoxy methane (DMM)	72.200	10.061	23	7	5.590	79.197	11.036	26	7	6.131	3.255	0.860	860
Methyl ester (biodiesel, BD)	119.550	16.134	38	10	8.963	127.960	17.269	40	11	9.594	3.361	0.888	888
Fischer-Tropsch diesel (FTD)	123.670	18.593	43	12	10.329	130.030	19.549	45	13	10.861	3.017	0.797	797
Renewable Diesel I (SuperCetane)	117.059	18.729	44	12	10.405	125.294	20.047	47	13	11.137	2.835	0.749	749
Renewable Diesel II (UOP-HDO)	122.887	18.908	44	12	10.504	130.817	20.128	47	13	11.182	2.948	0.779	779
Renewable Gasoline	115.983	18.590	43	12	10.328	124.230	19.911	46	13	11.062	2.830	0.748	748
Liquid Hydrogen	30.500	51.621	120	33	28.678	36.020	60.964	142	39	33.869	268	0.071	71
Methyl tertiary butyl ether (MTBE)	93.540	15.094	35	10	8.385	101.130	16.319	38	11	9.066	2.811	0.743	743
Ethyl tertiary butyl ether (ETBE)	96.720	15.613	36	10	8.674	104.530	16.873	39	11	9.374	2.810	0.742	742
Tertiary amyl methyl ether (TAME)	100.480	15.646	36	10	8.692	108.570	16.906	39	11	9.392	2.913	0.770	770
Butane	94.970	19.466	45	13	10.814	103.220	21.157	49	14	11.754	2.213	0.585	585
Isobutane	90.060	19.287	45	12	10.715	98.560	21.108	49	14	11.726	2.118	0.560	560
Isobutylene	95.720	19.271	45	12	10.706	103.010	20.739	48	13	11.521	2.253	0.595	595
Propane	84.250	19.904	46	13	11.057	91.420	21.597	50	14	11.999	1.920	0.507	507

Anexo 3.-Ficha técnica propiedades acero inoxidable AISI 304:



Acero inoxidable austenítico
calidad

304



304 (18-9E)
304H (18-9H)
304D (18-9ED)
304ED (18-9DDQ)

Composición química

Elementos (%)	C	Si	Mn	Cr	Ni
304 (18-9E)	0.05	0.40	1.10	18.20	8.05
304H (18-9H)	0.05*	0.40	1.10	18.20	8.05
304D (18-9ED)	0.04	0.40	1.20	18.20	8.10
304ED (18-9DDQ)	0.045	0.40	1.10	18.20	9.10

Valores típicos (*) C mini = 0.04

Designación	Designación europea	Designación americana	IMDS Nr
304 (18-9E) Calidad estándar	X5CrNi18-10 / 1.4301 ⁽¹⁾	UNS 30400/ Tipo 304 ⁽²⁾	33681 2649
304H (18-9H)	X6CrNi18-10 / 1.4948 ⁽³⁾	UNS 30409/ Tipo 304 ⁽²⁾	369292367
304D (18-9ED) Apto a la embutición profunda	X5CrNi18-10 / 1.4301 ⁽¹⁾	UNS 30400/ Tipo 304 ⁽²⁾	33681 2649
304ED (18-9DDQ) Apto a la embutición muy profunda	X5CrNi18-10 / 1.4301 ⁽¹⁾	UNS 30400/ Tipo 304 ⁽²⁾	33681 2649

⁽¹⁾ Según EN 10088-2

⁽²⁾ Según ASTM A 240

⁽³⁾ Según EN 10088-1, 2005 / EN10028-7, 2007

Nuestra oferta está conforme con:

- > Ficha de seguridad nº1 de Stainless Europe: aceros inoxidables (directiva europea 2001/58/EC).
- > Directiva de la Comisión Europea 2000/53/EC para los vehículos al final de su vida útil, y el Anexo II del 27 de junio de 2002.
- > Estándares NFA 36 711 para acero inoxidable en contacto con alimentos, productos y bebidas destinados al consumo humano y animal" (excluye el acero de embalaje).
- > Requerimientos del NSF/ANSI 51-2009, estándar internacional de "los materiales de Equipamientos del Sector de la Restauración" y de la F.D.A. (United States Food and Drug Administration) en lo que se refiere a los materiales que entran en contacto con alimentos.
- > El decreto francés No. 92-631 con fecha del 8 de julio de 1992 y el Reglamento (EC) No. 1935/2004 del 27 de octubre de 2004 sobre los materiales y artículos destinados a entrar en contacto con alimentos (y derogando las directivas 80/590/EEC y 89/109/EEC).
- > La orden gubernamental francesa del 13 de enero de 1973 en relación con los materiales y artículos en acero inoxidable que

entran en contacto con alimentos.

- > El decreto ministerial italiano del 21 de marzo de 1973: sobre las calidades de acero inoxidable autorizadas a entrar en contacto con los alimentos o las personas.
- > PED (Directiva sobre los aparatos a presión) según EN 10028-7 y AD2000 Merkblatt W2 y W10 (TÜV W494).

Descripción general

Las principales características de nuestras calidades 304 (304, 304H, 304D, 304ED) son:

- > Calidad adaptada a usos estándares
- > Buena resistencia a la corrosión por picaduras y a la corrosión cavernosa
- > Buena ductilidad
- > Excelente soldabilidad
- > Buena aptitud al esmerilado
- > Excelente aptitud a la embutición para el 304D (18-9ED) y el 304ED (18-9DDQ)

Aplicaciones

- > Aparatos domésticos
- > Fregaderos
- > Marcos metálicos para la construcción
- > Bandejas y cubertería
- > Equipamiento para colectividades y cocinas domésticas
- > Frío industrial
- > Estructuras soldadas
- > Tubos decorativos
- > Líneas de escape

Gama de producto

Formas: Chapas, formatos, bobinas, flejes, tubos.

Espesores: 0.3 a 13 mm

Ancho: hasta 2000 mm según espesor

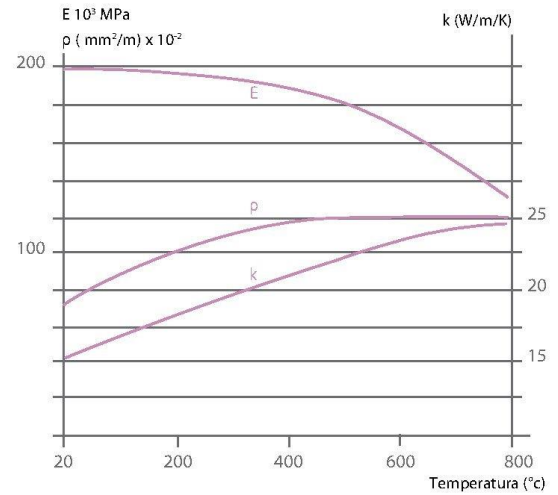
Acabados: laminado en frío, laminado en caliente, lagrimado (tear plate), según espesor.

Propiedades físicas

Chapa laminada en frío. Recocido.

Densidad	d	kg/dm ³	20 °C	7.9
Temperatura de fusión		°C	Liquidus	1450
Calor específico	c	J/kg.K	20 °C	500
Conductividad térmica	k	W/m.K	20 °C	15
Coeficiente medio de dilatación térmica*	α	10 ⁻⁶ /K	20-100 °C	16.0
			20-200 °C	16.5
			20-400 °C	17.0
			20-600 °C	17.5
			20-800 °C	18.0
Resistividad eléctrica	ρ	Ω mm ² /m	20 °C	0.73
Permeabilidad magnética	μ	a 0.8 kA/m DC o AC	20 °C	1.02
Modulo de Young	E	MPa.10 ³	20 °C	200

Coeficiente de Poisson: 0.30



Propiedades mecánicas

Condición de recocido

Según la norma ISO 6892-1, parte 1, probeta perpendicular al sentido de laminado.

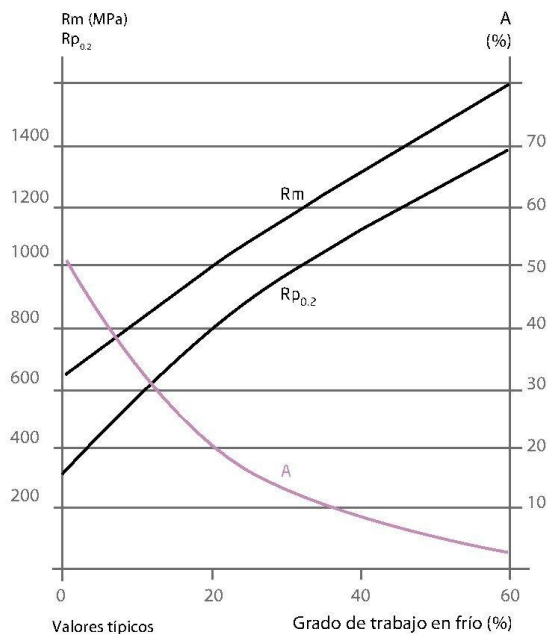
Probeta

Largo = 80 mm (espesor < 3 mm)

Largo = 5.65 √ S₀ (espesor ≥ 3 mm)

Laminado en frío

Efecto del laminado en frío 304 (18-9E)



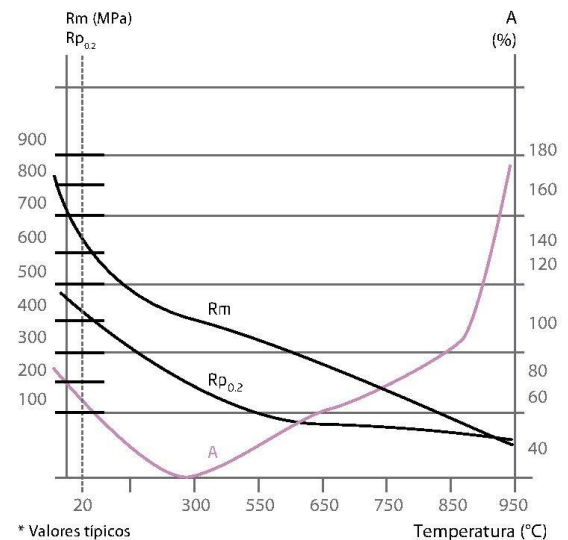
Calidades	Designación europea	ASTM A240	Rm ⁽¹⁾ (MPa)	Rp0.2 ⁽²⁾ (MPa)	A ⁽³⁾ %
304 (18-9E)	1.4301	304	650	300	54
304H (18-9H)	1.4948	304	670	320	52
304D (18-9ED)	1.4301	304	630	285	57
304ED (18-9DDQ)	1.4301	304	610	270	57
201D (17-4Mn)	1.4618	201.1	665	320	52
K41	1.4509	441 ^(a)	480	310	30
K45	1.4621 ^(b)	445 ^(a)	510	360	29

1 MPa = 1 N/mm².

* Typical values.

⁽¹⁾ Resistencia máxima a la tracción (UTS). ⁽²⁾ Límite elástico (YS). ⁽³⁾ Elongación (A). ^(a) Designación común ^(b) Actualización de la norma pendiente

A altas temperaturas* 304ED (18-9DDQ)



* Valores típicos

Propiedades de fluencia

La fluencia se define como una deformación lenta del metal provocada por una larga exposición a cierto nivel de tensión inferior al límite elástico. Junto al tiempo, la temperatura es un factor significativo para determinar la tensión media de rotura (MPa).

Temperatura (°C)	100 h	10 000 h	100 000 h
400	240	185	135
500	185	130	90
650	125	85	55

Valores típicos del 304 (18-9E) - MPa

Resistencia a la corrosión

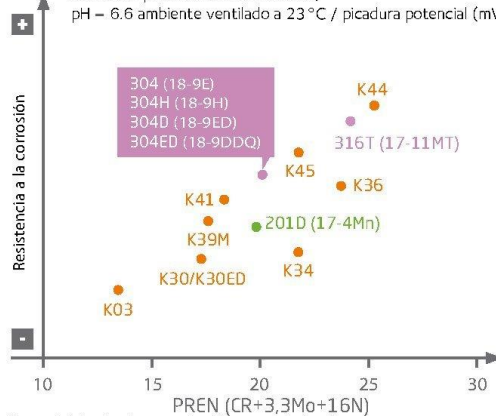
Nuestras calidades de acero inoxidable 304, 304H, 304D, 304ED (18-9E/H/ED/DDQ) presentan una buena resistencia a la corrosión pero no están recomendadas cuando existe un riesgo de corrosión intergranular. Se adaptan bien a la exposición al agua fría y a entornos rurales y urbanos. Independientemente de la aplicación, es necesario limpiar la superficie externa regularmente para conservar el aspecto original. Nuestras calidades 304, 304H, 304D, 304ED (18-9E/H/ED/DDQ) presentan una buena resistencia a numerosos ácidos:

- ácido fosfórico en cualquier nivel de concentración a temperatura ambiente
- ácido nítrico hasta 65% (40° Baumé), entre 20 y 50°C
- ácidos fórmicos y lácticos a temperatura ambiente
- ácido acético entre 20 y 50°C.

Estas calidades son aptas para utilizar con alimentos fríos o calientes como el vino, la cerveza, la leche (cuajada o de otro tipo), zumos naturales, jarabes, melaza, etc.

Corrosión por picadura

Corrosión potencial en NaCl 0.02M,
pH = 6.6 ambiente ventilado a 23°C / picadura potencial (mV/ECS)



Potencial de picaduras según diferentes niveles de temperatura y concentración de cloruro.

Calidades	NaCl 0.02/23°C	NaCl 0.02/50°C	NaCl 0.05/23°C	NaCl 0.02/50°C
304 (18-9E) 304H (18-9H) 304D (18-9ED) 304ED (18-9DDQ)	540 mV	385 mV	305 mV	175 mV

Valores típicos

Conformado

En estado de recocido nuestros 304, 304H, 304D, 304ED (18-9E/H/ED/DDQ) pueden ser conformados en frío fácilmente a través de todos los procesos estándares como el plegado, estampado, embutición, el fluotorneado, etc.

Ciertos tipos de conformado se llevan a cabo más fácilmente en caliente. En este caso será necesario decapar. En caso de operaciones de conformado severas, recomendamos nuestras calidades 304, 304H, 304D, 304ED (18-9E/H/ED/DDQ).

Embutición profunda (Prueba Swift)

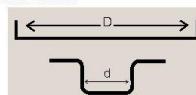
La prueba Swift es un método que determina el Ratio Límite de Embutición (LDR). El LDR se define como el ratio máximo entre el diámetro de la matriz (variable) y el diámetro del punzón (fijo) para el cual la embutición puede ser llevada correctamente en un solo paso.

Calidades	Designación europea	ASTM A240	LDR*
304 (18-9E)	1.4301	304	1.96
304D (18-9ED)	1.4301	304	1.98
304ED (18-9DDQ)	1.4301	304	2.02
201D (17-4Mn)	1.4618	201.1	1.92
K41	1.4509	441	2.29
K45	1.4621	445	2.28

* Cociente límite de embutición- Lubrificante = Mobilux EP00

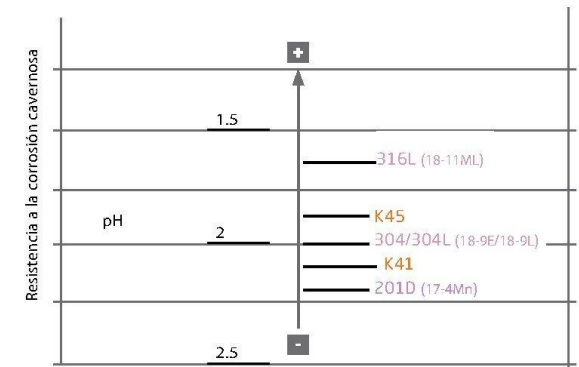
Valores típicos de las pruebas realizadas con un espesor de 0,8mm.

$$LDR = \frac{D_{max}}{d}$$



Corrosión cavernosa

Deposivación pH en ambiente confinado NaCl 2M a 23°C



La corrosión cavernosa puede ser dividida en dos procesos. Durante el primer proceso, llamado iniciación, se generan picaduras en la zona de retención cuando el pH es inferior al pH de deposivación de la calidad. La propagación es el segundo proceso y es responsable de la disolución del metal. Para ralentizar este proceso, recomendamos elegir calidades que contienen molibdeno y níquel, puesto que estos elementos tienen un efecto positivo frenando la velocidad de propagación.

Expansión (Prueba Erichsen)

La aptitud a la expansión se caracteriza por la altura (h) obtenida en el ensayo Erichsen también llamada Índice 'El'.

Curvado

Los espesores inferiores a 0,8 mm pueden ser plegados a 180 grados, mientras que para los espesores superiores, el radio mínimo de plegado se obtiene en función del espesor t por $r \geq 0.5 t$. (t = thickness). Cuando se curva el material, siempre se tiene que tomar en consideración el rebote elástico (spring back).

Fluotorneado

Nuestras calidades 304, 304H, 304D, 304ED (18-9E/H/ED/DDQ-1.4301) son las que se adaptan mejor a esta aplicación.

Calidades	Designación europea	ASTM A240	EI* (mm)
304 (18-9E)	1.4301	304	11.6
304D (18-9ED)	1.4301	304	11.8
304ED (18-9DDQ)	1.4301	304	12.0
201D (17-4Mn)	1.4618	201.1	11.9
K41	1.4509	441	9.4
K45	1.4621	445	9.5

* Índice Erichsen - Lubrificante = Mobilux EP00

Valores típicos de las pruebas realizadas con un espesor de 0,8mm.



Soldadura

Proceso de soldadura	Sin metal de aportación	Con metal de aportación		Gas de protección*	
	Espesores típicos	Espesores	Metal de aportación		* Hidrogeno y nitrógeno prohibidos
			Alambrón	Hilo	
Resistencia: continua, por puntos	< 2 mm				
TIG	< 1.5 mm	> 0.5 mm	ER 308 L ⁽¹⁾ ER 347L ⁽¹⁾⁽²⁾	ER 308 L ⁽¹⁾ ER 347L ⁽¹⁾⁽²⁾	Argon Argon + 5% Hidrogeno Argon + Helio
PLASMA	< 1.5 mm	> 0.5 mm		ER 308 L ⁽¹⁾ ER 347L ⁽¹⁾⁽²⁾	Argon Argon + 5% Hidrogeno Argon + Helio
MIG		> 0.8 mm		ER 308 L ⁽¹⁾ ER 347L ⁽¹⁾⁽²⁾	Argon + 2% CO ₂ Argon + 2% O ₂ Argon + 2% CO ₂ + 1% H ₂ Argon + Helio
S.A.W.		> 2 mm		ER 308 L ⁽¹⁾	
Electrodo		Reparación	E 308 L ⁽¹⁾ E 308L E 347 ⁽¹⁾⁽²⁾		
Laser	< 5 mm				Helio en algunas condiciones Argon Nitrogeno

⁽¹⁾ER 308L (AWS A5.9) = G 19 9 L (NF EN ISO 14343) ⁽²⁾ER 347 (AWS A5.9) = G 19 9 Nb (NF EN ISO 14343) ⁽³⁾E308L (AWS A5.4) = E 19 9 L (EN1600) ⁽⁴⁾E 347 (AWS A5.4) = E 19 9 Nb (EN1600)

En general, no es necesario ningún tratamiento térmico después de la soldadura. Sin embargo, para restaurar completamente la resistencia a la corrosión del metal, las soldaduras tienen que ser decapadas de manera mecánica o química, pasivadas y decontaminadas. Si existe un riesgo de corrosión intergranular, se deberá realizar un recocido a 1075 ± 25°C. Sin embargo, en este caso recomendamos una calidad con bajo contenido en carbono como el 304L (18-9L) (1.4307, Tipo 304L) o calidades estabilizadas con titanio como nuestro 321.

Tratamiento térmico y acabado

Recocido

Después de trabajo en frío (work hardening) y después de operaciones de soldadura (riesgo de corrosión intergranular en la unión soldada), se puede restaurar la micro-estructura y eliminar las tensiones internas recociendo durante un par de minutos a 1075 ± 25°C seguido de un enfriamiento rápido (recristalización y disolución de carburos). Después del recocido, será necesario decapar y pasivar la superficie.

Decapado

> Baño fluonitrico (10% HNO₃ + 2% HF) a temperatura ambiente o

superior a 60°C.

> Mezcla de ácido sulfúrico y nítrico (10% H₂SO₄ + 0.5% HNO₃) a 60°C.

> Pastas de descascarillado para las zonas soldadas.

Pasivación

> Baño en frío de ácido nítrico (36° Baumé) a 20°C.

> Pastas de descascarillado para las zonas pasivadas.

Pulido

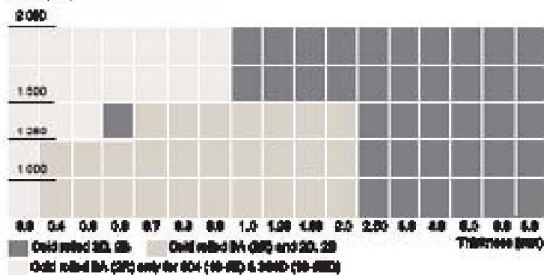
La superficie de nuestro 304ED (18-9DDQ) es apta a cualquier tipo de pulido (esmerilado, scotch-brite, electro-pulido).

Dimensiones disponibles

Las dimensiones disponibles dependen de nuestra capacidad productiva. Para información actualizada, gracias por contactar con nosotros.

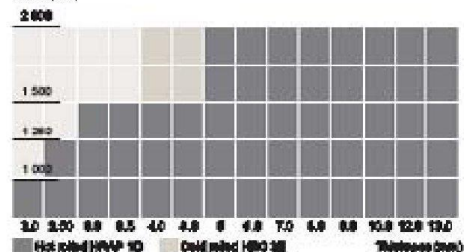
Laminado en frío (cold rolled)

Ancho (mm)



Laminado en caliente (HRAP) y HRC

Ancho (mm)



Espesores de 2.00mm con ancho inferior a 1,000: solo disponibles en 304(18-9E) y 304D (18-9ED), no en 304ED(18-9DDQ). Si ancho > 1500mm: solo en 304(18-9E).

<p>Aperam Stainless Europe 1-5 rue Luigi Cherubini FR-93212 La Plaine Saint Denis Cedex</p>	<p>Información Tel. : +33 1 71 92 06 52 Fax : +33 1 71 92 07 97 www.aperam.com/stainlesseurope stainless.europe@aperam.com</p>
---	--

© Enero 2013 Aperam - Stainless Europe. 304.es. Hemos actualizado el rollover pulido con las informaciones actualizadas en los catálogos de productos. Como en todas nuestras publicaciones, pero Aperam - Stainless Europe, como cualquier otra sociedad del grupo Aperam no puede garantizar el carácter exhaustivo ni la ausencia de errores. Design et conception - agencetec.com

Anexo 4.-Ficha técnica propiedades varios aceros inoxidables.

TABLAS TECNICAS DEL ACERO INOXIDABLE



Irestal Group



TABLA DE CARACTERISTICAS

TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE

TABLA DE CORRESPONDENCIA

APROXIMADA DE CALIDADES DEL ACERO INOXIDABLE ENTRE NORMAS

**TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
DEL ACERO INOXIDABLE**

		SERIE 300 -							
		Acero al Cromo Níquel							
		301	302	303	304	304 L	321		
DESIGNACIÓN	TIPO ASTM (AISI)								
	COMPOSICIÓN QUÍMICA	C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 16,0018,00 Ni% 6,008,00	C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,0019,00 Ni% 8,0010,00	C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,0019,00 Ni% 8,0010,00 S% 0,15 Min.	C% 0,08 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 18,0020,00 Ni% 8,0010,50	C% 0,030 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 18,0020,00 Ni% 8,0012,00	C% 0,08 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,0019,00 Ni% 9,0012,00 Ti%>5xC%0,07		
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9		
	MÓDULO DE ELASTICIDAD (N/mm ²)	193.000	193.000	193.000	193.000	193.000	193.000		
	ESTRUCTURA	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO		
	CALOR ESPECÍFICO A 20C (J/Kg K)	500	500	500	500	500	500		
	CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA (W/m K)	a 100 C a 150 C	16 21	16 21	16 21	16 21	16 21	16 21,5	
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICO MEDIO (x 10 ⁶ C ⁻¹)	0100 C 0300 C 0500 C 0700 C	16,92 17,10 18,18 18,72	17,28 17,82 18,36 18,72	17,3 17,8 18,4 18,7	17,30 17,80 18,40 18,80	17,30 17,80 18,40 18,80	16,74 17,10 18,54 19,26	
	INTERVALO DE FUSIÓN (C)		13981420	13981420	13981420	13981454	13981454	13981427	
	PERMEABILIDAD TÉRMICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO		AMAGNÉTICO 1,02	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	
PROPIEDADES ELÉCTRICAS	CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C (μΩm)		0,72	0,72	0,72	0,72	0,72		
	DUREZA BRINELL	RECOCIDO HB CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HB	135185 210330	135185 180330	130180 180330	130150 180330	125145 -	130185 -	
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20^o	DUREZA ROCKWELL	RECOCIDO HRB CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HRC	7592 2541 1/4 DURO-DURO	7090 1035	7090 -	7088 1035	7085 -	7088 -	
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rm(N/mm ²)	RECOCIDO	590750 8701200 1/4 DURO-DURO	560720 6801180	530700 -	500700 7001180	500680 -	520700 -	
	ELASTICIDAD CON DEFORMACIÓN EN FRÍO RP (0,2)(N/mm ²)	RECOCIDO	215340 500900 1/4 DURO-DURO	205340 340900	205340 350900	195340 340900	175300 -	205340 -	
		RECOCIDO Rp(1) (N/mm ²) MÍNIMO	225	245	255	235	215	245	
	ALARGAMIENTO 50mm.	A(%)	6555 258 1/4 DURO-DURO	6050 5010	6050 -	6550 5010	6550 -	6040 -	
	ESTRICCION	RECOCIDO Z (%)	7060	7555	Min. 50	7560	7560	6550	
	RESILENCIA	KCVL (J/cm ²) KVL (J/cm ²)	130 140	160 180	Min. 100 -	160 180	160 180	120 130	
	PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD DIFERENTES TEMPERATURAS	Rp(0,2) (N/mm ²)	a 300 C	-	-	-	125	115
a 400 C				-	-	-	97	98	135
Rp(1) (N/mm ²)			a 500 C	-	-	-	93	88	120
			a 300 C	-	-	-	147	137	186
			a 400 C	-	-	-	127	117	161
			a 500 C	-	-	-	107	108	152
LÍMITE DE FLUENCIA	a 500 C	-	-	-	68	58,5	102		
	a 600 C	-	-	-	42	36	64		
	a 700 C	-	-	-	14,5	10,5	16,5		
	σ1 / 100.000/t (N/mm ²) a 800 C	-	-	-	4,9	3,9	5,8		
TRATAMIENTOS TÉRMICOS	RECOCIDO COMPLETO	(0C)	ENFR. RÁPIDO	ENFR. RÁPIDO	ENFR. RÁPIDO	ENFR. RÁPIDO	ENFR. RÁPIDO	ENFR. RÁPIDO	
	RECOCIDO INDUSTRIAL	(I)	10081120	10081120	10081120	10081120	10081120	9531120	
	TEMPLE		NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	
	INTERVALO DE FORJA	TEMPER. INICIAL TEMPER. FINAL	1200 925	1200 925	1200 925	1200 925	1200 925	1175 925	
OTRAS PROPIEDADES	SOLDABILIDAD		MUY BUENA	MUY BUENA	NO ACONSEJABLE	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA	
	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112		45%	45%	55%	45%	45%	36%	
	EMBUTICION		BUENA	BUENA	REGULAR	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA	

AUSTENÍTICO							SERIE 400 - FERRÍTICO		
Acero al Cromo - Níquel - Molibdeno				Acero refractario			Acero al Cromo		
316	316 S	316 L	316 Ti	309	310	310 S	409	420	430
C% 0,08 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 16,0018,00 Ni% 10,0014,00 Mo%2,02,50	C% 0,08 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 16,0018,00 Ni% 12,0014,00 Mo%2,503,00	C% 0,03 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 16,0018,00 Ni% 10,0014,00 Mo%2,002,50	C% 0,08 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 16,0018,00 Ni% 10,0014,00 Mo%2,002,50 Ti5xC%0,80	C% 0,20 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 22,0024,00 Ni% 12,0015,00	C% 0,25 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,50 Máx. Cr% 24,0026,00 Ni% 19,0022,00	C% 0,08 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,50 Máx. Cr% 24,0026,00 Ni% 19,0022,00	C% 0,08 Máx. Mn% 1,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 10,511,75 Ti6xC%0,75	C% 0,15 Min. Mn% 1,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 12-14	C% 0,10 Máx. Mn% 1,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 16,0018,00
7,95	7,95	7,95	7,95	7,9	7,9	7,9	7,7	7,75	7,7
193.000	193.000	193.000	193.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	FERRÍTICO	MARTENSÍTICO	FERRÍTICO
500	500	500	500	500	500	500	460	460	460
16 21	16 21	16 21	16 21	12,5 17,5	12,5 17,5	12,5 17,5	-	28 -	26 27
16,02 16,20 17,46 18,54	16,02 16,20 17,46 18,54	16,02 16,20 17,46 18,54	16,50 18,00 19,00 -	14,9 16,7 17,3 18,-	15,9 16,2 16,9 17,5	15,2 16,6 17,6 18,5	11,7 - - 13	10,2 10,8 11,7 12,2	10,4 11,- 11,4 11,9
13711398	13711398	13711398	1370	13981454	13981454	13981454	14271510	14541510	14271510
AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,02	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	FERRO- MAGNÉTICO	FERRO- MAGNÉTICO	FERRO- MAGNÉTICO
0,74	0,74	0,74	0,75	0,78	0,79	0,79	0,59	0,55	0,60
130185 -	130185 -	120170 -	130190 -	140185 -	145210 -	145210 -	120150 -	160190 520225 con tratamiento térmico	135180 180230
7085 -	7085 -	7085 -	7085 -	7085 -	7085 -	7085 -	6580 -	23 -	7588 -
540690 -	540690 -	520670 -	540690 -	540690 -	540690 -	520670 -	360420 -	67 84154 con tratamiento térmico	440590 610900
205410 -	205410 -	195370 -	215380 -	215370 -	215370 -	205370 -	205330 -	205330 -	250400 400860
245	245	235	255	265	265	255	235	235	275
6040 -	6040 -	6040 -	6040 -	5540 -	5540 -	6040 -	3025 -	3025 -	3022 202
7560	7560	7565	7560	7050	7050	7055	-	6055	7060
160 180	160 180	160 180	120 130	160 180	160 180	160 180	95 95	8070 6010	50 65
140 125 105	140 125 105	138 115 95	145 135 125	160 150 145	156 147 137	165 156 147	- - -	- - -	245 215 155
166 147 127	166 147 127	161 137 117	176 166 156	- - -	- - -	181 171 137	- - -	- - -	- - -
82 62 20 6,5	82 62 20 6,5	71 53 15,5 5	82 62 20 6,5	- 49 13,6 4,9	- 70,6 30 15,5	- 58,5 19,5 5	- - - -	- - - -	29,42 16,67 5,88 -
ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10201070	ENFR. RÁPIDO 10361120	ENFR. RÁPIDO 10361149	ENFR. RÁPIDO 10361149	ENFR. AL AIRE 885	ENFR. LENTO 843899	ENFR. AL AIRE 750815
NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	9821030C Rev. 149371C	NO COGE TEMPLE
1200 925	1200 925	1200 925	1150 750	1175 980	1175 980	1175 980	1150 750	10931149C (retardar enfriamiento)	1060 650
925 840	925 840	925 840	925 840	1090 1000	1120 1035	1120 1030	800 850	648 809	840 890
MUY BUENA	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA UNIÓN FRÁGIL	BUENA UNIÓN FRÁGIL	BASTANTE BUENA UNIÓN FRÁGIL
45%	45%	45%	-	45%	45%	45%	50%	45%	55%
BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	BASTANTE BUENA	MEDIOCRE	BASTANTE BUENA

TABLAS TECNICAS DEL ACERO INOXIDABLE

TABLA DE CORRESPONDENCIA APROXIMADA DE CALIDADES DEL ACERO INOXIDABLE ENTRE NORMAS

EN (EUROPA)		AISI UNS (USA)		AFNOR (FRANCIA)	BSI (REINO UNIDO)	DIN (ALEMANIA)	GOST (FEDERACION RUSA)	JIS (JAPON)	SS (SUECIA)	UNE (ESPAÑA)	UNI (ITALIA)
Nº											
X 10 CrNi 18-8	1.4310	301	S 30100	Z 11 CN 18-08 Z 11 CN 17-08	301 S 21	1.4310		SUS 301	23 31	X12 CrNi 17-07	X 12 CrNi 1707
		302	S 30200	Z 12 CN 18-09	302 S 25	1.4319				X10CrNi 18-09	X 8 CrNi 1910 X 10 CrNi 1809
X 8 CrNiS 18-9	1.4305	303	S 30300	Z 8 CNF 18-09	303 S 21 303 S 31	1.4305		SUS 303	23 46	X10 CrNiS 18-09	X 10 CrNiS 1809
X 5 CrNi 18-10	1.4301	304	S 30400	Z 7 CN 18-09	304 S 15 304 S 16	1.4301	08 Kh 18N10 08 Kh 18N11	SUS 304	23 32 23 33	X6CrNi 19-10	X 5 CrNi 1810
X 2 CrNi 18-9	1.4307	304 L	S 30403	Z 3 CN 19-09	304 S 11	1.4307		SUS 304 L	23 52		
X 2 CrNi 19-11	1.4306	304 L	S 30403	Z 3 CN 18-10	304 S 11	1.4306	03 Kh 18N 11	SUS 304 L	23 52	X2CrNi 19-10	X 2 CrNi 1811
X 15 CrNiSi 20-12	1.4828	309	S 30900	Z 17 CNS 20-12	309 S 24	1.4828	20 Kh 23N 13	SUH 309			X 16 CrNi 2314
X 12 CrNi 23-13	1.4833	309 S	S 30906	Z 15 CN 23-13		1.4833		SUS 309 S			X 6 CrNi 2314
		310	S 31000		310 S 24	1.4845	20 Kh 23N 18	SUH 310			X 22 CrNi 2520
X 8 CrNi 25-21	1.4845	310 S	S 31008	Z 8 CN 25-20	310 S 16	1.4845 1.4842	10 Kh 23N 18	SUS 310 S	23 61		X 6 CrNi 2520
X 5 CrNiMo 17-12-2	1.4401	316	S 31600	Z 7 CND 17-11-02	316 S 31	1.4401		SUS 316	23 47	X6CrNiMo 17-12-03	X 5 CrNiMo 1712
X 3 CrNiMo 17-13-3	1.4436	316	S 31600	Z 7 CND 17-12-02	316 S 33	1.4436		SUS 316	23 43	X6CrNiMo 17-12-03	X 5 CrNiMo 1713
X 2 CrNiMo 17-12-2	1.4404	316 L	S 31603	Z 3 CND 17-11-02	316 S 11	1.4404	03 Kh 17N 14 M2	SUS 316 L	23 48	X2CrNiMo 17-12-03	X 2 CrNiMo 1712
				Z 3 CND 17-12-02							
X 2 CrNiMo 18-14-3	1.4435	316 L	S 31603	Z 3 CND 18-14-03	316 S 13	1.4435	03 Kh 16N 15 M3		23 53	X2CrNiMo 17-12-03	X 2 CrNiMo 1713
X 2 CrNiMo 17-12-3	1.4432	316 L	S 31603	Z 3 CND 17-13-03	316 S 13	1.4432		SUS 316 L	23 53	X2CrNiMo 17-12-03	X 2 CrNiMo 1713
X 6 CrNiMoTi 17-12-2	1.4571	316 Ti	S 31635	Z 6 CNDT 17-12	320 S 31	1.4571	08 Kh 17N 13 M2T 10 Kh 17N 13 M2T	SUS 316 Ti	23 50	X6CrNiMoTi 17-12-03	X 6 CrNiMoTi 1712
X 6 CrNiTi 18-10	1.4541	321	S 32100	Z 6 CNT 18-10	321 S 31	1.4541	08Kh 18N 10 T	SUS 321	23 37	X6CrNiTi 18-11	X 6 CrNiTi 1811
X 6 CrAl 13	1.4002	405	S 40500	Z 8 CA 12	405 S 17	1.4002		SUS 405		X6CrAl 13	X6CrAl 13
X 2 CrTi 12	1.4512	409	S 40900	Z 3 CT 12	409 S 19	1.4512		SUS 409 L			X2CrTi12
								SUS 409			X6CrTi12
X 6 Cr 17	1.4016	430	S 43000	Z 8 C 17	430 S 17	1.4016	12Kh 17	SUS 430	23 20	X8Cr17	X8Cr17
X 6 CrMo 17-1	1.4113	434	S 43400	Z 8 CD 17-01	434 S 17	1.4113		SUS 434			X8CrMo 17
X 20 Cr 13	1.4021	420	S 42000	Z 20 C 13	420 S 29 420 S 37	1.4021	20 Kh 13	SUS 420 J1	23 03	X20Cr 13	X20 Cr 13
X 30 Cr 13	1.4028	420	S 42000	Z 33 C 13	420 S 45	1.4028	30 Kh 13	SUS 420 J2	23 04	X30Cr 13	X30 Cr 13
X 39 Cr 13	1.4031	420	S 42000	Z 33 C 13	420 S 45	1.4031			23 04		
X 46 Cr 13	1.4034	420	S 42000	Z 44 C 14		1.4034	40 Kh 13			X40Cr 13	X40 Cr 14
X 17 CrNi 16-2	1.4057	431	S 43100	Z 15 CN 16-02	431 S 29	1.4057	20 Kh 17 N 2	SUS 431	23 21	X15CrNi 16	X16Cr Ni 16



Irestal Group

www.irestal.com

IG_017/WWW

Anexo 5.-Artículo FMVSS 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 back 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 381 mm 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, Bunsen 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



Charlwoods 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 6.-Vidrio templado FAIRIS

FAIRIS[®]
VIDRIO DE ALTO DESEMPEÑO



Edificio Bellini Guayaquil
Instalador: DIALVI

FAITEM[®]
VIDRIO DE SEGURIDAD TEMPLADO



¿Qué tipo de vidrio es?

Se produce calentando uniformemente un vidrio flotado, a una temperatura superior a los 680 grados centígrados, y enfriándolo súbitamente al soplar aire frío sobre su superficie, lo que aumenta su resistencia entre 3 y 5 veces más.

¿Para qué sirve?

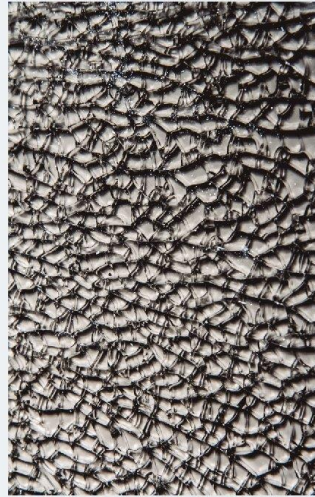
Sirve para brindar mayor seguridad humana y para realizar trabajos e instalaciones que con un vidrio flotado normal sería riesgoso hacer.

¿Dónde se puede utilizar?

- ▮ Fachadas verticales e inclinadas
- ▮ Cubiertas
- ▮ Pasamanos
- ▮ Pisos
- ▮ Mamparas
- ▮ Puertas
- ▮ Divisiones de ambientes
- ▮ Panelerías
- ▮ Muebles
- ▮ Mesones de cocinas y baños,
- ▮ Línea automotriz
- ▮ Línea Blanca
- ▮ Canchas de Squash
- ▮ Tableros de basket, etc.
- ▮ Cortinas de Baño

Características

- ▮ Tiene de 3 a 5 veces mayor resistencia que un vidrio normal.
- ▮ En caso de rotura lo hace en fragmentos muy pequeños que no causan daño.
- ▮ Soporta perforados y entalles para ser instalado.
- ▮ Es un producto muy versátil.



FAITEM cumple las especificaciones técnicas de fragmentación para seguridad de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC



Vidrio sin templar o mal templado

✓ FUNCIONALIDAD	✓ NEC
✓ SEGURIDAD HUMANA	✓ ESTRUCTURAL

ESPEORES	4 - 19 mm
MEDIDA MÁXIMA	2130 x 3660 mm
MEDIDA MÍNIMA	300 x 100 mm

Certificaciones del Producto



Ambato: (03) 252 0901 · **Quito:** (02) 290 5639 · **Guayaquil:** (04) 265 9323 · **Cuenca:** (07) 285 6701
Riobamba: (03) 260 0336 · **Santo Domingo:** (02) 275 9366 · **Machala:** (07) 292 4904

Agosto 2014

1800 - FAIRIS
 [3 2 4 7 4 7]
www.fairis.com
contacto@fairis.com



Ficha Técnica Cristal Templado


EUROGLAS.

FICHA TÉCNICA CRISTAL TEMPLADO

Este documento contiene especificaciones de producto que deben ser observadas por un profesional calificado, el cual, debe verificar la idoneidad para su uso en una aplicación en particular, así como la revisión de las especificaciones finales. Todas las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

REFERENCIAS

Estados Unidos

1. **ANSI Z26.1** Safety Code for Safety Glazing Materials for Glazing Motor Vehicles Operating on Land Highways
2. **ANSI Z97.1** - American National Standard for Glazing Materials Used in Buildings - Safety Performance Specifications and Methods of Test.
3. **ASTM C162** - Standard Terminology of Glass and Glass Products.
4. **ASTM C1036** - Standard Specification for Flat Glass.
5. **ASTM C1048** - Standard Specification for Heat-Treated Flat Glass -- Kind HS, Kind FT Coated and Uncoated Glass.
6. **CPSC 16 CFR 1201** - Safety Standard for Architectural Glazing Materials.

México

1. **PROY-NOM-115-SCFI-2001** Vidrio flotado de seguridad para vehículos motorizados.

PROPIEDADES DEL CRISTAL MONOLÍTICO REGULAR

El cristal monolítico regular también conocido como cristal recocido, es un material duro, frágil y transparente que se obtiene por fusión aproximadamente a los 1500 °C de arena de sílice (SiO₂), carbonato sódico (Na₂CO₃) y piedra caliza (CaCO₃). Los productos de cristal tienen diversas propiedades que están en función tanto de la naturaleza de las materias primas que los componen como de los procesos a los que son sometidos.

Propiedades Físicas

- **Densidad Relativa:** Aproximadamente 2.60.

- **Índice de refracción:** 1.52 (Es variable de acuerdo a la longitud de onda del rayo de luz incidente).
- **Masa (kg):** Área(m²) x Grosor (mm) x 2.6
- **Punto de ablandamiento del cristal:** Aproximadamente 730°C.
- **Constante dieléctrica:** 6mm a 21°C.
 - 1, 000, 000, 000 ciclos por segundo 6.0
 - 10, 000,000 ciclos por segundo 6.5
 - 1,000 ciclos por segundo 7.4
 - 10 ciclos por segundo 30.0
- **Resistencia a la compresión:** 248 MPa (248 x 10⁶ Pa).
- **Resistencia a la tracción:** Para cargas sostenidas de 19.3 hasta 28.4 MPa.

Propiedades Mecánicas

- **Coefficiente de Poisson "μ":** Es la relación entre la deformación lateral (contracción) y la longitud (alargamiento cuando se aplica al cristal un esfuerzo ó fuerza). Para el cristal μ=0.22
- **Densidad:** Es la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. La densidad del cristal es de 2.5g/cm³ = (2600 kg/m³).
- **Dureza:** La dureza del cristal es de 4.5-6.0 en la escala de MOHS, lo que representa una dureza ligeramente inferior a la del cuarzo.
- **Módulo de elasticidad (E):** es el coeficiente que relaciona el alargamiento (ΔL) que experimenta una barra de cristal de longitud (L) y sección (S) sometida a una fuerza (F). Para el cristal E= 71.7 GPa

Propiedades Térmicas

- **Calor específico "C":** Es la cantidad de calor necesaria para elevar a 1°C la temperatura de 1Kg de material. Como el calor específico varía con la temperatura del material, se suele dar su valor a 20°C.

$$C = 0.72 \times 10^3 \text{ J/(kg K)}$$

- **Coefficiente de dilatación lineal "α":** Es el alargamiento por unidad de longitud que experimenta un material cuando aumenta 1°C su temperatura.

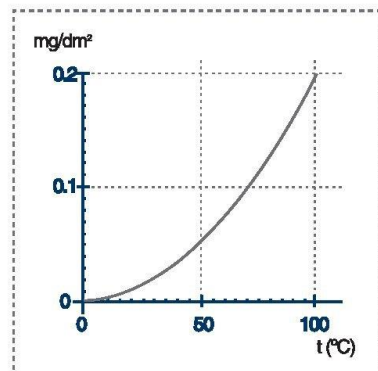
ΔL = α Δt₁ l₀ para el cristal, en el intervalo de 20 a 200°C, el coeficiente de dilatación lineal es de: α = 9 x 10⁻⁶ K⁻¹

- **Conductividad térmica "L":** Cantidad de calor que atraviesa por m^2 y hora, una pared de caras paralelas y de un metro de espesor cuando entre sus caras se establece una diferencia de temperatura de $1^\circ C$. $L=1W/(m K)$

Propiedades Químicas

• **Resistencia a los agentes atmosféricos:** El ataque del cristal por agentes atmosféricos puede ocasionar la aparición en su superficie de manchas y desescamaciones. El principal responsable de dicho ataque es el agua contenida en la atmósfera que se condensa frecuentemente sobre la superficie fría del cristal. Esta pequeña cantidad de agua superficial es más peligrosa que gran cantidad de agua fluyendo, ya que da lugar a una disolución concentrada de NaOH (hidróxido de sodio) que ataca al cristal.

• **Resistencia al agua:** El agua ataca al cristal disolviendo algunos componentes lo que se manifiesta por pequeñas pérdidas de masa. La intensidad del ataque depende de varios factores: la temperatura, el tiempo de contacto, la composición del cristal, la agitación y el estado de la superficie. A temperatura ambiente el ataque es insignificante, la pérdida de masa después de estar sumergido horas es prácticamente inapreciable. Al aumentar la temperatura, la intensidad del ataque crece exponencialmente.



PROPIEDADES DEL CRISTAL MONOLÍTICO TEMPLADO

El cristal templado es más resistente física y térmicamente que el cristal monolítico regular del mismo espesor sometido a las mismas cargas de presión.

Características Físicas

Compresión en la superficie del cristal ≥ 69 MPa. (10,000 psi)

Compresión en la orilla del cristal > 66.8 Mpa (9700 psi)

Resistencia Mecánica

Resistencia 4 a 5 veces más que un cristal regular y dos veces más que uno termo-endurecido del mismo espesor.

(Para cristal templado de 4mm a 19 mm su resistencia es por lo menos 120 Mpa (17,405 psi))

Resistencia Térmica

Un cristal templado puede resistir un gradiente térmico de hasta 250°C (sin exposición directa a la llama) entre sus caras. (Nota: prueba hecha en una muestra de cristal de 30 x 30 cm de 6 mm de espesor)

Resistencia a la Flexión

Resiste hasta 170 Kg. de carga concentrada, con una deflexión de 69 mm y con capacidad de regresar a su estado original al retirar la carga. (Nota: prueba hecha en una probeta de cristal de 30 x 30 cm de 6 mm de espesor)

Resistencia al Impacto

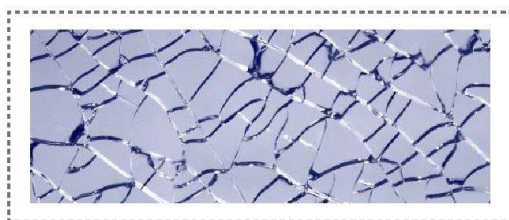
Resiste el impacto de una esfera de acero de 227 grs. Que se deja caer desde una altura de 3 metros. (Nota: prueba hecha en una probeta de cristal de 30 x 30 cm de 6 mm de espesor)

Nota: Una vez templado el cristal no se le puede efectuar ningún maquinado o manufactura (corte, barrenos, resagues, etc.)

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CRISTAL TEMPLADO

CRISTAL DE SEGURIDAD

La seguridad es uno de los beneficios que ofrece un cristal templado, tanto para garantizar la integridad de los bienes materiales así como la de los seres humanos. Debido a la distribución de fuerzas (de compresión en la superficie del cristal y de tensión en el centro del mismo) una vez que se rompe el equilibrio entre éstas, la compresión de la superficie libera la tensión interna del cristal, provocando su destrucción en partículas pequeñas relativamente inofensivas comparado con las astillas cortantes resultantes de la rotura de un cristal ordinario. La rotura del cristal se produce a partir de la superficie, desde un arañón lo suficientemente profundo como para traspasar la capa de compresión, hasta un golpe o impacto fuerte con una superficie metálica.



Patrón de fragmentación de cristal templado

EFFECTOS ÓPTICOS

A) Distorsión

El cristal templado puede presentar distorsión visual en las imágenes reflejadas a través del mismo, siendo más evidente cuando éste es curvo. Es por esta razón que en algunas aplicaciones el cristal templado curvado no se recomienda para visión en ciertas condiciones de iluminación.

B) Patrón de franjas y puntos

El patrón de estrés que se da como resultado del proceso de templado se puede observar por medio de colores iridiscentes en forma de rayas y puntos al ser observado con luz polarizada. Es recomendable aclarar que estas características descritas no son consideradas como defectos.

CAUSAS DE ROTURA

Las roturas del cristal se pueden deber a factores externos e internos del mismo.

A) Factor externo:

Clasificado como rotura provocada, se da mediante el incremento de estrés en el cristal por medio de fuerzas de compresión provenientes del exterior o al penetrar su capa compresiva. El cristal es más propenso a este tipo de roturas cuando este presenta erosiones en su superficie, rayas profundas, conchas etc.

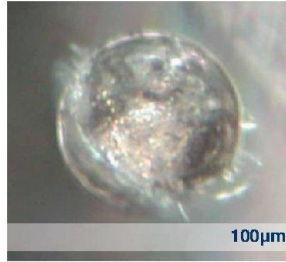


Imagen de cristal con una raya profunda

B) Factor interno:

Clasificado como rotura espontánea, se da mediante un incremento de estrés en el cristal por medio de fuerzas de tensión provenientes de su interior amplificadas por factores térmicos externos. El cristal es propenso a este tipo de roturas cuando este cuenta con una inclusión de sulfuro de níquel (NiS). (Se puede dar el caso de que algún cristal contenga una partícula extraña, o piedras de sílice que también provoquen una rotura espontánea, sin embargo esto no es común debido a que en el proceso de flotado se verifica cada hoja de cristal por medio de un escáner electrónico que evita que el producto salga de la línea con estos defectos. Desgraciadamente las inclusiones de NiS no son detectadas por estos escáneres electrónicos).

El sulfuro de Niquel (NiS) es una sustancia que posee una fase Alfa y una Beta. Una vez que se somete al calor (como en el proceso de templado), esta fase cambia a la fase Beta más inestable. Dado que el proceso de enfriamiento al templar el cristal es muy rápido, la estructura de NiS no tiene tiempo para transformarse de regreso a la fase Alfa estable.



FACTORES QUE DETERIORAN EL CRISTAL

Erosión física:

La abrasión del cristal es directamente proporcional al tipo de material utilizado (densidad de su superficie), impacto gravitacional con respecto a su componente normal, la rotación con sus efectos tangenciales y centrífugos, así como los factores térmicos, especialmente en altas velocidades.

Erosión química:

El cristal resiste a la mayoría de los ácidos; excepto al fluorhídrico y, en alta temperatura al fosfórico. Cuando el cristal queda expuesto a la intemperie diferentes sulfatos de lluvia y aceros se pueden depositar sobre el cristal, los cuales, serán difíciles de eliminar si no son retirados lo más pronto posible.

Generación de manchas

La presencia de humedad entre las hojas de cristal estibadas durante un tiempo prolongado puede producir el "impresionado" (manchas blanquecinas provocadas por la alta porción de calcio en el agua) de sus superficies que, son muy difíciles de remover.



Calle 32 #2070 Zona Industrial
Guadalajara, Jalisco. México
Código Postal: 44940

Teléfono: +52 (33) 5000 4030
Fax: +52 (33) 3145 1203

E-mail: calidad@euroglas.net
Dirección de internet: <http://www.euroglas.net>

Términos de uso:

Se ha revisado el contenido de este documento y aunque la información del mismo se considera precisa y se elaboró en buena fe, puede contener imprecisiones técnicas o errores tipográficos. Se aconseja a los lectores verificar la información independientemente para efecto de encontrarse en condiciones de tomar una decisión basada en la misma. La información de este documento se cree ser reciente y estar actualizada en el tiempo de su publicación.

Se hará su mayor esfuerzo para actualizar el contenido de forma regular a partir de la fecha de su publicación. Ningún tipo de responsabilidad será asumida por parte de EUROGLAS S.A. de C.V. en caso de que surja un mal uso de la misma.

Cualquier aclaración o dudas con respecto al uso e información de este documento favor de hacerlo saber al departamento de control de calidad.

Anexo 8.-Ficha técnica mechero bunsen:

NORMAS DE SEGURIDAD

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Servei de Prevenció de Riscos Laborals	MECHERO DE GAS (BUNSEN)						
	CÓDIGO	FNS/031	Fecha:	Septiembre de 2012	Revisión:	00	Página:

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.



NORMAS DE SEGURIDAD

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Servei de Prevenció de Riscos Laborals	MECHERO DE GAS (BUNSEN)						
	CÓDIGO	FNS/031	Fecha:	Septiembre de 2012	Revisión:	00	Página:

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 gas/aire.

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 aro con nuez y/o rejilla (ver foto 4).

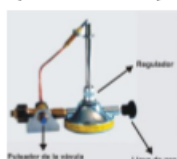


foto 3



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/prevencio/accidents/primers-auxilis>).

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



Pinzas



Hojas Absorbentes

NORMAS DE SEGURIDAD

 <small>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Servei de Prevenció de Riscos Laborals</small>	MECHERO DE GAS (BUNSEN)						
	CÓDIGO	FNS/031	Fecha:	Septiembre de 2012	Revisión:	00	Página:

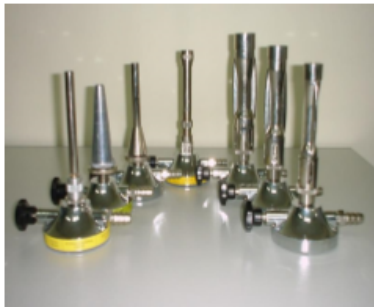
EXTRACTO DEL MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL MECHERO DE GAS (BUNSEN)

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.

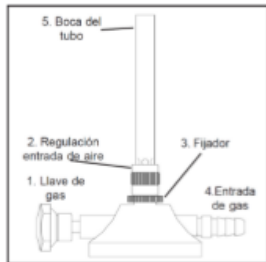
NORMAS DE SEGURIDAD

 <small>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Servei de Prevenció de Riscos Laborals</small>	MECHERO DE GAS (BUNSEN)						
	CÓDIGO	FNS/031	Fecha:	Septiembre de 2012	Revisión:	00	Página:

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 contratuercas.

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 la entrada de aire es insuficiente.
- Si se observa el depósito de pequeñas gotitas de agua es señal de la entrada de aire es correcta.

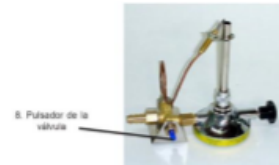
4.3 ENCENDIDO DE LOS MODELOS CON «CORTA-GAS»

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 termopar 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 los explicado en 4.1
- Mantener apretado el botón azul durante unos segundos y soltarlo.



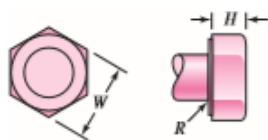
4.4 MANTENIMIENTO

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.-Tabla A-29: Dimensiones de pernos de cabeza hexagonal:

Tabla A-29

Dimensiones de pernos de cabeza cuadrada y hexagonal



Tamaño nominal, pulg	Tipo de cabeza										
	Cuadrada		Hexagonal regular			Hexagonal pesada			Hexagonal estructural		
	W	H	W	H	R _{min}	W	H	R _{min}	W	H	R _{min}
1/4	3/8	11/64	7/16	11/64	0.01						
5/16	1/2	13/64	1/2	7/32	0.01						
3/8	9/16	1/4	9/16	1/4	0.01						
7/16	5/8	19/64	5/8	19/64	0.01						
1/2	3/4	21/64	3/4	11/32	0.01	7/8	11/32	0.01	7/8	5/16	0.009
5/8	15/16	27/64	15/16	27/64	0.02	1 1/16	27/64	0.02	1 1/16	25/64	0.021
3/4	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	0.02	1 1/4	1/2	0.02	1 1/4	15/32	0.021
1	1 1/2	21/32	1 1/2	43/64	0.03	1 5/8	43/64	0.03	1 5/8	39/64	0.062
1 1/8	1 11/16	3/4	1 11/16	3/4	0.03	1 13/16	3/4	0.03	1 13/16	11/16	0.062
1 1/4	1 7/8	27/32	1 7/8	27/32	0.03	2	27/32	0.03	2	25/32	0.062
1 3/8	2 1/16	29/32	2 1/16	29/32	0.03	2 3/16	29/32	0.03	2 3/16	27/32	0.062
1 1/2	2 1/4	1	2 1/4	1	0.03	2 3/8	1	0.03	2 3/8	15/16	0.062

Anexo 10.-Tabla A-31: Dimensiones tuercas exagonales:

Tabla A-31

Dimensiones de tuercas hexagonales

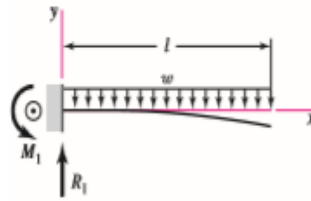
Tamaño nominal, pulg	Altura H			
	Ancho W	Hexagonal regular	Gruesa o ranurada	Contra-tuerca
$\frac{1}{4}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{5}{32}$
$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{17}{64}$	$\frac{21}{64}$	$\frac{3}{16}$
$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{21}{64}$	$\frac{13}{32}$	$\frac{7}{32}$
$\frac{7}{16}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{29}{64}$	$\frac{1}{4}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{16}$
$\frac{9}{16}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{31}{64}$	$\frac{39}{64}$	$\frac{5}{16}$
$\frac{5}{8}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{35}{64}$	$\frac{23}{32}$	$\frac{3}{8}$
$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{41}{64}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{27}{64}$
$\frac{7}{8}$	$1\frac{5}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{29}{32}$	$\frac{31}{64}$
1	$1\frac{1}{2}$	$\frac{55}{64}$	1	$\frac{35}{64}$
$1\frac{1}{8}$	$1\frac{11}{16}$	$\frac{31}{32}$	$1\frac{5}{32}$	$\frac{39}{64}$
$1\frac{1}{4}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{23}{32}$
$1\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{16}$	$1\frac{11}{64}$	$1\frac{3}{8}$	$\frac{25}{32}$
$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{9}{32}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{27}{32}$

Anexo 11.-Tabla A-9: Diseño de vigas SHIGLEY (cortante, momentos y deflexión):

Tabla A-9

Cortante, momento y deflexión de vigas (continuación)
 (Nota: La fuerza y las reacciones de momento son positivas en las direcciones que se muestran; las ecuaciones de la fuerza cortante V y el momento cortante M siguen las convenciones de signos que se dieron en la sección 3-2.)

3 En voladizo: carga uniforme

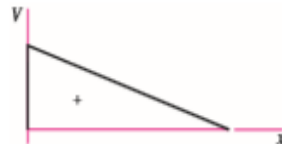


$$R_1 = wl \quad M_1 = \frac{wl^2}{2}$$

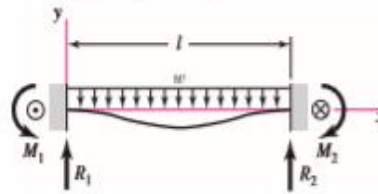
$$V = w(l-x) \quad M = -\frac{w}{2}(l-x)^2$$

$$y = \frac{wx^2}{24EI}(4lx - x^2 - 6l^2)$$

$$y_{\text{máx}} = -\frac{wl^4}{8EI}$$



16 Apoyos fijos: carga uniforme



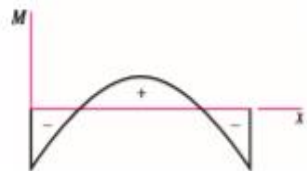
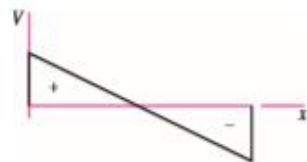
$$R_1 = R_2 = \frac{wl}{2} \quad M_1 = M_2 = \frac{wl^2}{12}$$

$$V = \frac{w}{2}(l-2x)$$

$$M = \frac{w}{12}(6lx - 6x^2 - l^2)$$

$$y = -\frac{wx^2}{24EI}(l-x)^2$$

$$y_{\text{máx}} = -\frac{wl^4}{384EI}$$



Anexo 12.-Tabla A-6: Propiedades de ángulos estructurales:

Tabla A-6

Propiedades de ángulos de acero estructural* †

w = peso por pie, lbf/ft
 m = masa por metro, kg/m
 A = área, pulg² (cm²)
 I = segundo momento de área, pulg⁴ (cm⁴)
 k = radio de giro, pulg (cm)
 y = distancia centroidal, pulg (cm)
 Z = módulo de sección, pulg³ (cm³)

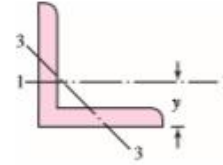


Tabla A-6

Propiedades de ángulos de acero estructural* †
 (continuación)

Tamaño, mm	m	A	I_{1-1}	k_{1-1}	Z_{1-1}	y	k_{3-3}
25 × 25 × 3	1.11	1.42	0.80	0.75	0.45	0.72	0.48
× 4	1.45	1.85	1.01	0.74	0.58	0.76	0.48
× 5	1.77	2.26	1.20	0.73	0.71	0.80	0.48
40 × 40 × 4	2.42	3.08	4.47	1.21	1.55	1.12	0.78
× 5	2.97	3.79	5.43	1.20	1.91	1.16	0.77
× 6	3.52	4.48	6.31	1.19	2.26	1.20	0.77
50 × 50 × 5	3.77	4.80	11.0	1.51	3.05	1.40	0.97
× 6	4.47	5.59	12.8	1.50	3.61	1.45	0.97
× 8	5.82	7.41	16.3	1.48	4.68	1.52	0.96
60 × 60 × 5	4.57	5.82	19.4	1.82	4.45	1.64	1.17
× 6	5.42	6.91	22.8	1.82	5.29	1.69	1.17
× 8	7.09	9.03	29.2	1.80	6.89	1.77	1.16
× 10	8.69	11.1	34.9	1.78	8.41	1.85	1.16
80 × 80 × 6	7.34	9.35	55.8	2.44	9.57	2.17	1.57
× 8	9.63	12.3	72.2	2.43	12.6	2.26	1.56
× 10	11.9	15.1	87.5	2.41	15.4	2.34	1.55
100 × 100 × 8	12.2	15.5	145	3.06	19.9	2.74	1.96
× 12	17.8	22.7	207	3.02	29.1	2.90	1.94
× 15	21.9	27.9	249	2.98	35.6	3.02	1.93
150 × 150 × 10	23.0	29.3	624	4.62	56.9	4.03	2.97
× 12	27.3	34.8	737	4.60	67.7	4.12	2.95
× 15	33.8	43.0	898	4.57	83.5	4.25	2.93
× 18	40.1	51.0	1050	4.54	98.7	4.37	2.92

*Los tamaños métricos también están disponibles en tamaños de 45, 70, 90, 120 y 200 mm.

† Estos tamaños también están disponibles en aleación de aluminio.

Anexo 13.-Tabla A-18: Propiedades geométricas figuras comunes usadas como vigas:

Tabla A-18

Propiedades
geométricas

Parte 1 Propiedades de las secciones

A = área

G = ubicación del centroide

$$I_x = \int y^2 dA = \text{segundo momento de área con respecto al eje } x$$

$$I_y = \int x^2 dA = \text{segundo momento de área con respecto al eje } y$$

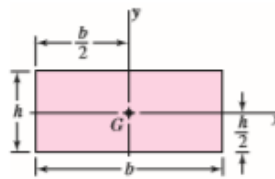
$$I_{xy} = \int xy dA = \text{momento mixto de área con respecto a los ejes } x \text{ y } y$$

$$J_G = \int r^2 dA = \int (x^2 + y^2) dA = I_x + I_y$$

= segundo momento polar de área con respecto al eje que pasa por G

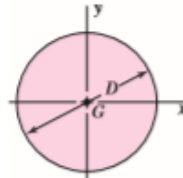
$$k_x^2 = I_x/A = \text{radio de giro al cuadrado con respecto al eje } x$$

Rectángulo



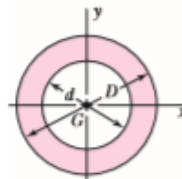
$$A = bh \quad I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_y = \frac{b^3h}{12} \quad I_{xy} = 0$$

Círculo



$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad I_x = I_y = \frac{\pi D^4}{64} \quad I_{xy} = 0 \quad J_G = \frac{\pi D^4}{32}$$

Círculo hueco



$$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \quad I_x = I_y = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4) \quad I_{xy} = 0 \quad J_G = \frac{\pi}{32}(D^4 - d^4)$$

Anexo 14.-CATÁLOGO DIPAC 2011 ejes de acero inoxidable AISI 304:



DIPAC[®]
PRODUCTOS DE ACERO

EJES

**EJES
ACERO INOXIDABLE**

Especificaciones Generales

Material	AISI 304
Dureza HB	249-278
Límite de Influencia	225 N/mm ²
Aplicaciones	INDUSTRIAS ALIMENTICIAS, CERVECERA, AZUCARERA, ALIMENTICIA, UTENSILLOS DOMESTICOS INDUSTRIA DEL CUERO FARMACEUTICA, DENTAL, ETC...



DIMENSIONES

DIAMETRO	LONGITUD
3/16"	6m.
1/4"	6m.
5/16"	6m.
3/8"	6m.
1/2"	6m.
5/8"	6m.
3/4"	6m.
1"	6m.
1-1/4"	6m.
1-1/2"	6m.
2"	6m.
2-1/2"	6m.
3"	6m.
3-1/2"	6m.
4"	6m.
5"	6m.
6"	6m.

PROPIEDADES QUÍMICAS

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr
0 - 0,08	0 - 1	0 - 2	0 - 0,045	0 - 0,03	8 - 10.5	18 - 20

Anexo 15.-CATÁLOGO DIPAC 2011 ángulos de acero inoxidable AISI 304:



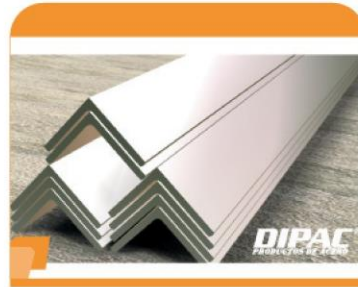
DIPAC[®]
PRODUCTOS DE ACERO

INOXIDABLE

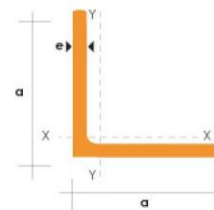
**ANGULOS
EN ACERO INOXIDABLE**

Especificaciones Generales

Norma AISI 304
Largo normal 6.00 m
Otros largos Previa consulta



DIMENSIONES		PESO		AREA
mm		kg/m	kg/6m	cm2
a	e			
20	2	0.60	3.62	0.76
20	3	0.87	5.27	1.11
25	2	0.75	4.56	0.96
25	3	1.11	6.68	1.41
25	4	1.45	8.75	1.84
30	3	1.36	8.13	1.71
30	4	1.77	10.63	2.24
40	3	1.81	11.00	2.31
40	4	2.39	14.34	3.04
40	6	3.49	21.34	4.44
50	3	2.29	13.85	2.91
50	4	3.02	18.33	3.84
50	6	4.43	26.58	5.64
60	6	5.37	32.54	6.84
60	8	7.09	42.54	9.03
65	6	5.84	35.25	7.44
70	6	6.32	38.28	8.05
75	6	6.78	40.65	8.64
75	8	8.92	54.18	11.36
80	8	9.14	55.84	11.60
100	6	9.14	55.84	11.64
100	8	12.06	72.36	15.36
100	10	15.04	90.24	19.15
100	12	18.26	109.56	22.56



Anexo 16.-CATÁLOGO DIPAC 2011 planchas de acero inoxidable:



PLANCHAS

PLANCHAS INOXIDABLES

Especificaciones Generales

Norma	304, 316, 430
Espesores	Desde 0.40mm hasta 15.00mm
Rollos	X 1220mm
Planchas	4 x 8 pies
	Largos y calidades especiales bajo pedido

Tipo de estructura	Tipo de Composición	Descripción de acuerdo a JIS*	Descripción de acuerdo a AISI**	Descripción de acuerdo a DIN***	COMPOSICION QUIMICA %					
					C	Si max	Mn	P max	S max	Ni
Austenite	17 Cr-5Ni-7Mn	SUS 201	201		0,15 max	1,00	5,50 ~ 7,50	0,06	0,030	3,50 ~ 5,5
	18 Cr-6Ni-10Mn	SUS 202	202		0,15 max	1,00	7,50 ~ 10,00	0,06	0,030	4,00 ~ 6,00
	17Cr-7Ni	SUS 301	301	4310	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	6,00 ~ 8,00
	18Cr-8Ni-highC	SUS 302	302	4300	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 ~ 10,00
	18Cr-8Ni	SUS 304	304	4301	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 ~ 10,50
	18Cr-8Ni-extra-low-C	SUS 304 L	304L	4306	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
	18Cr-12Ni	SUS 305	305	3955	0,12 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,50 ~ 13,00
	23Cr-12Ni	SUS 309 S	309 S	4845	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 ~ 15,00
	25Cr-20Ni	SUS 310 S	310 S		0,08 max	1,50	2,00 - max	0,04	0,030	19,00 ~ 22,00
	18Cr-12Ni-2,5Mo	SUS 316	316	4401	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 ~ 14,00
	18Cr-12Ni-7,5Mo-extra-low-C	SUS 316 L	316 L	4404	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 ~ 15,00
	18Cr-12Ni-2Mo-2Cu	SUS 316 J1		4505	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 ~ 14,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo	SUS 317	317	4402	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	18,00 ~ 15,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo-extra-low-C	SUS 317 L	317 L		0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	11,00 ~ 15,00
	18Cr-8Ni-Ti	SUS 321	321	4541	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
	18Cr-9Ni-Nb	SUS 347	347	4550	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
Ferrite	13Cr-Al	SUS 405	405	4002	0,08 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	16Cr	SUS 429	429	4009	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr	SUS 430	430	4016	0,12 max	0,75	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	18Cr-Mo	SUS 434	434	4113	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Martensite	13Cr-low Si	SUS 403	403	4024	0,15 max	0,50	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr	SUS 410	410	4000	0,15 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr-high C	SUS 420 J2	420	4021	0,26 ~ 0,40	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr-high C	SUS 440 A	440 A		0,60 ~ 0,75	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Endurecido por precipitación	17Cr-7Ni-1Al	SUS 631	631		0,09 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	6,50 ~ 7,75

JIS* Japanese Industrial Standards
 AISI** American Iron and Steel Institute
 DIN*** Deutsche Industrie Normen



Designation: D 5132 – 04

Standard Test Method for Horizontal Burning Rate of Polymeric Materials Used in Occupant Compartments of Motor Vehicles¹

This standard is issued under the fixed designation D 5132; 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 reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

1. Scope*

1.1 This test method is intended for use as a small-scale laboratory procedure for comparing the relative horizontal burning rates of polymeric materials used in occupant compartments of motor vehicles.

1.2 Units—The values stated in SI units are to be regarded as standard.

1.3 This test method, Federal Safety Standard MVSS 302, SAE J369, and ISO 3795 Standards are technically equivalent.

1.4 This standard is used to measure and describe the response of materials, products, or assemblies to heat and flame under controlled conditions, but does not by itself incorporate all factors required for fire hazards or fire risk assessment of materials, products, or assemblies under actual fire conditions.

1.5 *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. Specific hazard statements are given in Section 7.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:²

D 5025 Specification for Laboratory Burner Used in Small-Scale Burning Tests on Plastic Materials

E 176 Terminology of Fire Standards

E 691 Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method

2.2 Federal Safety Standard:

MVSS 302 Flammability of Interior Materials-Passenger Cars, Multipurpose Passenger Vehicles, Trucks and Buses³

2.3 SAE Standard:

SAE J369 Flammability of Polymeric Interior Materials - Horizontal Test Method⁴

2.4 ISO Standard:

ISO 3795 Road vehicles, and tractors and machinery for agriculture and forestry—Determination of burning behavior of interior materials⁵

3. Terminology

3.1 *Definitions*—For definitions of fire-related terms used in this test method refer to Terminology E 176.

4. Summary of Test Method

4.1 This test method employs a standard test specimen (100 by 356) mm with a thickness up to 13 mm, mounted in a U-shaped metal frame. The specimen is ignited by means of a 38-mm high flame from an appropriate burner, and the burning rate of the material is determined.

4.2 The rate of burning is determined by measurements of the horizontal distance burned in relation to the time of burning, and reported for each set of specimens.

5. Significance and Use

5.1 This test method provides a standard laboratory procedure for measuring and comparing the burning rates of polymeric materials under specified controlled conditions.

5.2 The rate of burning is affected by such factors as density, direction of rise, and type and amount of surface treatments. The thickness of the finished specimens must also be taken into account. These factors must be considered in order to compare materials on the same basis.

5.3 In this procedure, the specimens are subjected to one or more specific sets of laboratory test conditions. If different test conditions are substituted or the end-use conditions are changed, it is not always possible by or from this test method to predict changes in the fire-test-response characteristics measured. Therefore, the results are valid only for the fire test exposure conditions described in this procedure.

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D20 on Plastics and is the direct responsibility of Subcommittee D20.30 on Thermal Properties.

Current edition approved July 1, 2004. Published July 2004. Originally approved in 1990. Last previous edition approved in 2003 as D 5132 – 03.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

³ United States Code of Federal Regulations, 49 CFR 571.302, 36 FR 28991, available from Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

⁴ Available from Society of Automotive Engineers (SAE), 400 Commonwealth Dr., Warrendale, PA 15096-0001.

⁵ Available from International Organization for Standardization (ISO), 1 rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211, Geneva 20, Switzerland.

*A Summary of Changes section appears at the end of this standard.

6. Apparatus

6.1 The apparatus shall be as shown in Figs. 1-6 and shall include the following:

6.1.1 *Test Chamber*—A chamber approximately 380 by 355 by 200 mm constructed of 1.25–1.50 mm steel sheet and fabricated in accordance with Fig. 1.

6.1.2 *Laboratory Burner*—Constructed in accordance with Specification D 5025.

NOTE 1—The burner may be mounted on the door, as shown in Fig. 6, to ensure proper alignment.

6.1.3 *Gas Supply*—Methane or natural gas having a heating value of $37 \pm 1 \text{ MJ/m}^3$ regulated to approximately 20 kPa.

6.1.4 *Specimen Holder Support*—A device capable of maintaining the specimen holder horizontally in place so that the top of the burner tube is positioned 19 mm below the top surface of the bottom U-shaped frame when placed in the specimen holder support, as shown in Fig. 2 and Fig. 3. The base of the support shall not obstruct the ventilation holes in the base of the cabinet.

NOTE 2—Limited data indicates that the use of a “drip tray” under the specimen holder does not significantly affect the test results. If differences are observed by the testing laboratory, the drip tray shall be removed.

6.1.5 *Specimen Holder*—Two matching U-shaped frames of noncorroding metal stock 25 mm wide and 10 mm high. The interior dimensions of the U-shaped frames are 50 mm wide by 330 mm 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, spanning the width of the U-shaped frame under the specimen at 25-mm intervals. A device that may be used for supporting this type of material is an additional U-shaped frame containing the specimen, spanned by 0.25-mm wires of heat-resistant composition at 25 mm intervals starting 38 mm from the open end. The device is inserted over the bottom U-shaped frame. See Fig. 4 and Fig. 5.

6.1.6 *Timing Device*—A timer accurate to the nearest 0.1 s.

6.1.7 *Measuring Device*—A rule accurate to the nearest 1.0 mm.

7. Hazards

7.1 During the course of combustion, gases or vapors, or both, are evolved that may be hazardous. Precautions shall be taken to protect the operator.

8. Test Specimens

8.1 A minimum of five specimens 100 ± 5 mm wide by a minimum 300 mm long by thickness up to a maximum of 13.0 mm are prepared by cutting from the test material. If the test material has a coating, covering, or construction that is considered directional in nature, and it has a directional effect on the burning rate, than five specimens are produced by cutting the material for testing of burning rates in both the transverse and longitudinal directions.

8.2 Cut specimens from uniform density samples. The maximum thickness of any specimen shall be 13.0 mm. If any material to be tested exceeds this, it shall be cut to the above thickness by a mechanical process applied to the side which does not face the occupant compartment, so that the specimen shall include the primary surface of the part. In case of materials made of different composition which are not composite materials, all the layers within a depth of 13.0 mm from the surface facing towards the occupant compartment shall be tested individually, as shown at the Fig. 7. Any material that does not adhere to other materials at every point of contact shall be tested separately. Any material that adheres to other materials at every point of contact shall be tested as a composite with other material(s). Record the information on specimen preparation in the test report.

8.3 Where it is not possible to obtain a flat specimen because of the component configuration, cut the specimen to

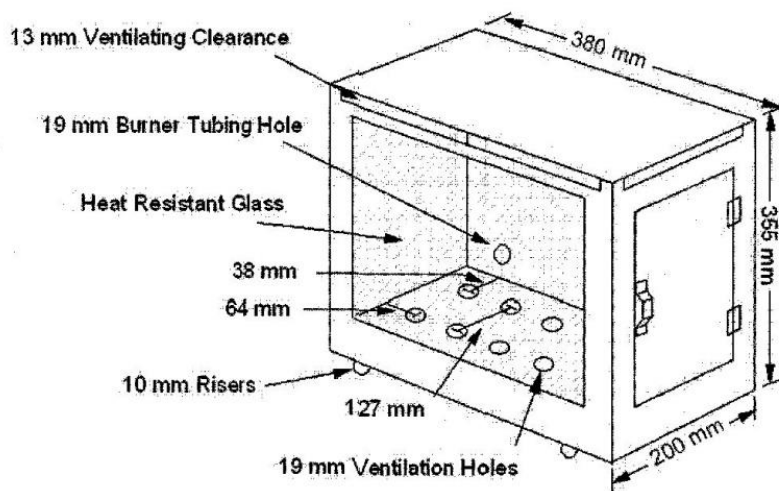


FIG. 1 Horizontal Flammability Chamber

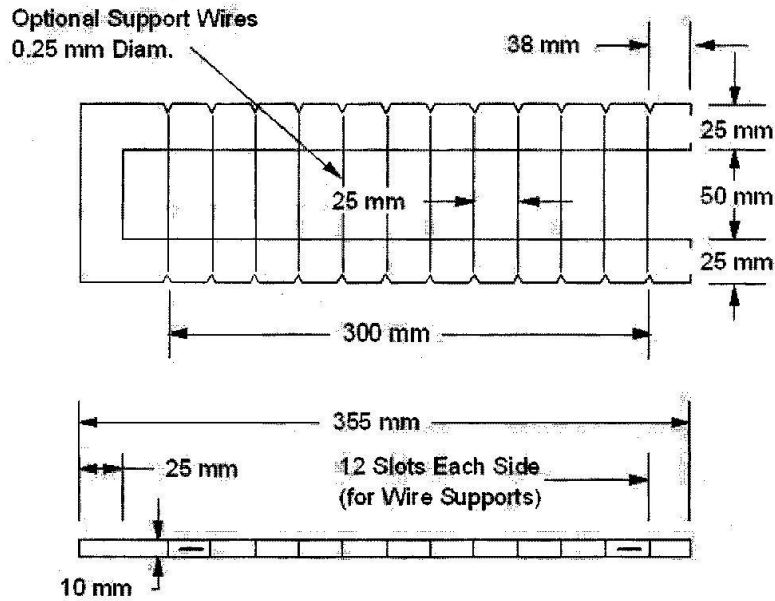


FIG. 5 Bottom U-Frame

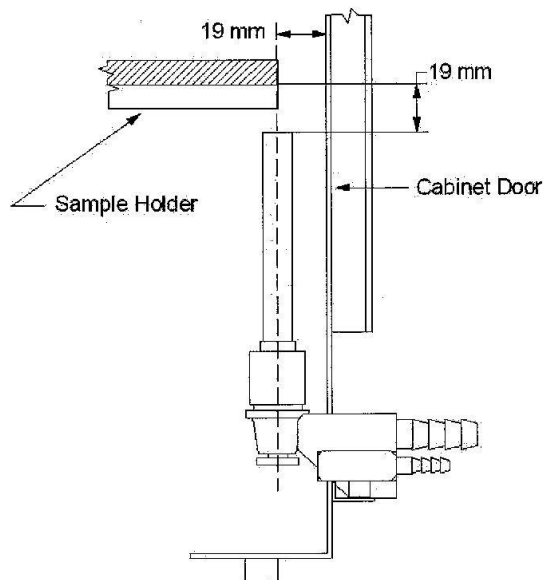


FIG. 6 Burner Position Inside Cabinet

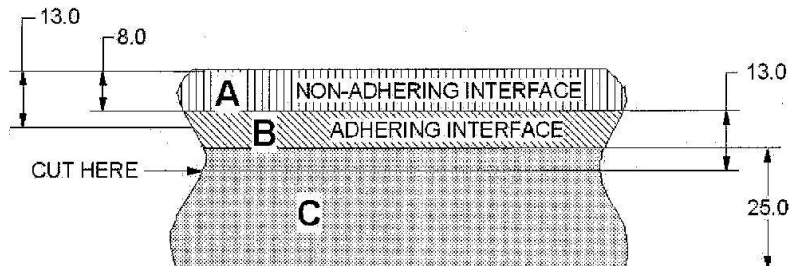
the maximum thickness of 13.0 mm at any point, from the area with the least curvature, and in such a manner as to include the face side.

8.4 The minimum width and length of the specimen shall be 95 and 300 mm, respectively. Use the maximum available

length or width of a specimen (as described in 8.1) where either dimension is less than the specified values.

8.5 For composites, laminates, or surface-treated samples, the side nearest to the compartment occupant should be placed facing down during testing.

Occupant Compartment Air Space



NOTE—Material A has a non-adhering interface with material B and is tested separately. Part of material B is within 13.0 mm of the occupant compartment air space, and materials B and C adhere at every point of contact; therefore B and C are tested as a composite. The cut is in material C as shown, to make a specimen 13.0 mm thick.

FIG. 7 Specimen Preparation (Illustrative Example)

8.6 If the material's grain pattern or construction is such that it has a directional effect on the burning rate, testing should be conducted in both the transverse and longitudinal directions, as in 8.1. Test five specimens in each direction.

9. Conditioning

9.1 Unless otherwise agreed upon, materials shall be conditioned for at least 24 h at 23 ± 2°C and 50 ± 5 % relative humidity prior to testing.

9.2 All specimens shall be tested in a laboratory atmosphere of 15 to 35°C and 45 to 75 % relative humidity.

10. Procedure

10.1 Place the test chamber inside a laboratory exhaust hood.

NOTE 3—The proper control of the hood is necessary to ensure the proper draft. Adjust the baffles or the exhaust motor speed, or both, so that the face velocity of the hood shall be constant in the range of 0.1 m/s [75 ft/min]. The effectiveness of the hood may change when the door to the lab is opened and closed.

10.2 Place samples with napped or tufted surface on a flat surface and comb twice against the nap using the metal comb at least 110 mm in length, with seven to eight teeth per 25 mm.

10.3 Place the test specimen between the two matching U-shaped frames so that the frames hold both long sides and one end of the specimen.

10.4 Place the burner remote from the specimen, ignite, and adjust it to produce a blue flame 38 ± 2 mm high. Adjust the gas supply and the air ports of the burner until a yellow-tipped blue flame is produced and then increase the air supply until the yellow tip just disappears. Measure the height of the flame, and, if necessary, readjust to obtain a flame 38 mm high.

10.5 Place the burner inside the open end of the test chamber and position the burner to ensure that the center of the burner top is 19 ± 1 mm below the center of the bottom edge of the specimen at the open end of the specimen holder when the specimen is in the specimen testing position.

10.6 Place the mounted specimen in the horizontal testing position in the specimen holder support inside the test chamber.

10.7 Turn on the exhaust hood.

10.8 Move the flame into contact with the specimen for a period of 15 s, then extinguish the exposure flame by turning off the gas supply.

10.9 Observe the leading edge of the flame front, starting the timer when the scribed mark 38 mm from the open end of the sample holder is reached.

10.10 Measure the time it takes the leading edge of the flame front to progress to the line scribed 292 mm from the open end of the top or bottom U-shaped frame. If the flame does not reach this specified end point, time its progress to the furthest distance reached.

11. Calculation

11.1 Calculate the burning rate from the following formula:

$$B = D / T \times 60 \tag{1}$$

where:

B = burning rate, mm/min,

D = length the flame traveled, starting from the first scribed line, mm, and

T = time for the flame to travel distance D, s

12. Report

12.1 Report the following information:

12.1.1 Complete identification of the material tested, including generic description, manufacturer, commercial designation, and lot number, color and other information as requested.

12.1.2 Directionality of the specimens, if pertinent. See 8.1 and 8.5.

12.1.3 The thickness and type of specimens tested, that is, composite, laminate, finished section, cellular foam, etc.

12.1.4 Conditioning treatment.

12.1.5 Any prior treatment before testing, other than cutting, trimming and conditioning.

12.1.6 Number of specimens tested.

12.1.7 Burnt distance in mm, and burning time, in seconds.

12.1.8 All calculated single values of burning rate, in mm / min.

12.1.9 Average burning rate in millimetres per minute when the flame reaches the specific end point. Report *D* and *T* separately for each specimen when the flame propagation stops before reaching the end point.

12.1.10 Describe observations of burning characteristics such as warping, melting, dripping, charring, etc.

12.2 The report shall contain the following statement: “In this procedure, the specimens are subjected to one or more specific laboratory test conditions. If different test conditions are substituted or the end-use conditions are changed, it may not be possible by or from this test to predict changes in the fire-test-response characteristics measured. Therefore, the results are valid only for the fire test exposure conditions described in this procedure.”

13. Precision and Bias

13.1 *Precision*—Table 1 is based on a round robin conducted in accordance with Practice E 691. For each material, all the samples were prepared at one source, but the individual specimens were conditioned in accordance with 9.1 by the laboratories that tested them.

13.1.1 There were eleven laboratories involved in this study. Eight performed this test method without a drip tray, three were performed with a drip tray. The number of replicates per

material per test method varied from four to five. One laboratory ran four replicates, all other labs tested five replicates. The round robin was done in late 2002.

13.1.2 One lab performed this test method both with and without the tray. The data without the tray was used for the calculations.

13.1.3 The precision for this test method with the drip tray was not compared with the same test method without the tray because there were too few laboratories running the test with the tray.

13.2 *Concept of r and R—Warning*—The following explanations of *r* and *R* (13.2.1-13.2.3) are only intended to present a meaningful way of considering the approximate precision of this test method. The data in Table 1 should not be applied to the acceptance or rejection of materials, as these data apply only to the materials tested in the round robin and are unlikely to be rigorously representative of other lots, formulations, conditions, materials, or laboratories. Users of this test method should apply the principles outlined in Practice E 691 to generate data specific to their laboratory and materials, or between specific laboratories. The principles of 13.2.1-13.2.3 would then be valid for such data. If *S_L* and *S_R* have been calculated from a large enough body of data, and for test results that were averages from testing five specimens, then:

13.2.1 *Repeatability*—“*r*” is the interval representing the critical difference between two test results for the same material, obtained by the same operator using the same equipment on the same day in the same laboratory. The two test results shall be judged not equivalent if they differ by more than the *r* value for that material.

13.2.2 *Reproducibility*—“*R*” is the interval representing the critical difference between two test results for the same material, obtained by different operators using different equipment in different laboratories, not necessarily on the same day. The two test results shall be judged not equivalent if they differ by more than the *R* value for that material.

13.2.3 Any judgment in accordance with 13.2.1 and 13.2.2 would have an approximate 95 % (0.95) probability of being correct.

13.3 *Bias*—There are no recognized standards by which to estimate bias of this test method.

TABLE 1 Test Method D 5132 without drip tray, Burn Rate (mm/min.)

Material	Values, s				
	Average	<i>S_L</i> ^A	<i>S_R</i> ^B	<i>r</i> ^C	<i>R</i> ^D
ABS	60.3	7.5	11.7	21.1	32.7
PVC	37.2	10.3	24.5	29.0	68.5
TPO	65.8	4.1	29.0	11.5	81.1
Polystyrene	80.5	7.8	10.1	21.7	28.2
Foam/Fabric 1A	66.3	12.3	26.5	34.5	74.2
Foam/Fabric 1B	74.0	7.9	25.1	22.1	70.4
Foam/Fabric 2A	51.4	10.8	18.4	30.2	51.5
Foam/Fabric 2B	53.2	12.6	17.2	35.4	48.3
Foam/PVC	5.9	11.2	14.8	31.4	41.5
Polyurethane	6.8	6.1	22.1	17.0	61.8

^A*S_L* = within-laboratory standard deviation for the indicated material. It is obtained by pooling the within-laboratory standard deviations of the test results from all of the participating laboratories: $S_L = [(\sum S_L^2) + (\sum S_R^2) \dots 1 (\sum S_R^2)/n]^{1/2}$

^B*S_R* = between-laboratories reproducibility, expressed as standard deviation: $S_R = [S_L^2 + S_L^2]^{1/2}$

where:

S_L = standard deviation of laboratory means.

^C*r* = within-laboratory critical interval between two test results = 2.8 × *S_L*.

^D*R* = between-laboratories critical interval between two test results = 2.8 × *S_R*.

14. Keywords

14.1 burning rate; flame; flexible cellular materials; heat; motor vehicles; occupant compartments; polymeric materials; rubber

(Mandatory Information)

A1. ROUND ROBIN RESULTS

A1.1 Table A1.1 is based on a round robin conducted in accordance with Practice E 691 of the Federal Motor Vehicle Safety Standard (FMVSS) 302. This study was done in conjunction with the study done for this test method. The materials samples were the same as those used for the round robin study described in Section 13. For each material, all the samples were prepared at one source, but the individual specimens were conditioned in accordance with 9.1 by the laboratories that tested them.

A1.1.1 There were eleven laboratories involved in this study. The number of replicates per material per test method varied from three to five; seven labs tested five replicates, three labs tested four replicates, and one lab tested three replicates. Most laboratories performed the tests on five replicates. The round robin was done in late 2002.

TABLE A1.1 FMVSS 302, Burn Rate (mm/min.)

Material	Values, s				
	Average	S_L^A	S_R^B	r^C	R^D
ABS	60.7	5.9	12.5	16.5	35.1
PVC	31.4	8.5	20.0	23.8	56.1
TPO	65.5	4.9	27.8	13.8	77.7
Polystyrene	73.6	11.8	20.2	33.1	56.6
Foam/Fabric 1A	68.0	6.7	28.6	18.7	80.2
Foam/Fabric 1B	73.9	5.3	27.5	14.8	76.9
Foam/Fabric 2A	51.6	15.0	25.4	42.0	71.0
Foam/Fabric 2B	53.0	14.0	19.3	39.2	54.2
Foam/PVC	5.0	10.9	14.0	30.4	39.1
Polyurethane	1.1	6.0	6.4	16.9	18.0

^A S_L = within-laboratory standard deviation for the indicated material. It is obtained by pooling the within-laboratory standard deviations of the test results from all of the participating laboratories: $S_L = [[(S_{L1})^2 + (S_{L2})^2 \dots 1 (S_{Ln})^2] / n]^{1/2}$

^B S_R = between-laboratories reproducibility, expressed as standard deviation: $S_R = [S_L^2 + S_L^2]^{1/2}$

where:

S_L = standard deviation of laboratory means.

^C r = within-laboratory critical interval between two test results = $2.8 \times S_L$.

^D R = between-laboratories critical interval between two test results = $2.8 \times S_R$.

SUMMARY OF CHANGES

This section identifies the location of selected changes to this test method. For the convenience of the user, Committee D20 has highlighted those changes that may impact the use of this test method. This section may also include descriptions of the changes or reasons for the changes, or both.

D 5132 – 04:

- (1) Added Precision and Bias statement.
- (2) Updated Section 6 on Apparatus.
- (3) Inserted a new Annex related to Precision and Bias information.

D 5132 – 03:

- (1) Appendix X1 has been removed.

ASTM International 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 International 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, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, 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 (www.astm.org).

Anexo 18.-Flammability of interior materials norma FMVSS 302:

TP-302-03
Oct 18, 1991

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION

LABORATORY TEST PROCEDURE

FOR

FMVSS 302

Flammability of Interior Materials



SAFETY ASSURANCE
Office of Vehicle Safety Compliance
Mail Code: NSA-32
400 Seventh Street, SW
Washington, DC 20590

OVSC LABORATORY TEST PROCEDURE NO. 302

TABLE OF CONTENTS

	PAGE
1. PURPOSE AND APPLICATION.....	1
2. GENERAL REQUIREMENTS.....	2
3. SECURITY	3
4. GOOD HOUSEKEEPING.....	3
5. TEST SCHEDULING AND MONITORING	3
6. TEST DATA DISPOSITION.....	3
7. GOVERNMENT FURNISHED PROPERTY (GFP).....	4
8. CALIBRATION OF TEST INSTRUMENTS.....	5
9. PHOTOGRAPHIC DOCUMENTATION	6
10. DEFINITIONS.....	7
11. PRETEST REQUIREMENTS	8
12. COMPLIANCE TEST EXECUTION.....	10
13. POST TEST REQUIREMENTS.....	16
14. REPORTS.....	17
14.1. MONTHLY STATUS REPORTS.....	17
14.2. APPARENT TEST FAILURE	17
14.3. FINAL TEST REPORTS	17
14.3.1. COPIES.....	17
14.3.2. REQUIREMENTS.....	18
14.3.3. FIRST THREE PAGES.....	18
14.3.4. TABLE OF CONTENTS	24
15. DATA SHEETS.....	25
16. FORMS	28

1. PURPOSE AND APPLICATION

The Office of Vehicle Safety Compliance (OVSC) provides contracted laboratories with Laboratory Test Procedures (TPs) which serve as guidelines for obtaining compliance test data. The data are used to determine if a specific vehicle or item of motor vehicle equipment meets certain minimum requirements of the subject Federal Motor Vehicle Safety Standard (FMVSS). The purpose of the OVSC Laboratory Test Procedures is to present a uniform testing and data recording format, and provide suggestions for the use of specific equipment and procedures. Any contractor interpreting any part of an OVSC Laboratory Test Procedure to be in conflict with a Federal Motor Vehicle Safety Standard or observing any deficiencies in a Laboratory Test Procedure is required to advise the Contracting Officer's Technical Representative (COTR) and resolve the discrepancy prior to the start of compliance testing.

Contractors are required to submit a detailed test procedure to the COTR before initiating the compliance test program. The procedure must include a step-by-step description of the methodology to be used.

The OVSC Laboratory Test Procedures are not intended to limit or restrain a contractor from developing or utilizing any testing techniques or equipment which will assist in procuring the required compliance test data.

NOTE:

The OVSC Laboratory Test Procedures, prepared for use by independent laboratories under contract to conduct compliance tests for the OVSC, are not intended to limit the requirements of the applicable FMVSS(s). In some cases, the OVSC Laboratory Test Procedures do not include all of the various FMVSS minimum requirements. Sometimes, recognizing applicable test tolerances, the Test Procedures specify test conditions which are less severe than the minimum requirements of the standards themselves. Therefore, compliance of a vehicle or item of motor vehicle equipment is not necessarily guaranteed if the manufacturer limits its certification tests to those described in the OVSC Laboratory Test Procedures.

2. GENERAL REQUIREMENTS

Federal Motor Vehicle Safety Standard (FMVSS) No. 302, "Flammability of Interior Materials," specifies burn resistance requirements for materials used in the occupant compartments of motor vehicles.

The purpose of this standard is to reduce the deaths and injuries to motor vehicle occupants caused by vehicle fires, especially those originating in the interior of the vehicle from sources such as matches or cigarettes. The standard applies to passenger cars, multipurpose passenger vehicles (MPVs), trucks, and buses.

The following components of vehicle occupant compartments shall meet the requirements of the standard. Any portion of a single or composite material which is within 0.5 inches of the occupant compartment air space shall meet the requirements of the standard.

- Seat cushions
- Seat backs
- Seat belts
- Headlining
- Convertible tops
- Arm rests
- Trim panels
- Compartment shelves
- Head restraints
- Floor coverings
- Sun visors
- Curtains
- Shades
- Wheel housing covers
- Engine compartment covers
- Mattress covers
- Instrument panel padding
- Other material designed to absorb crash energy

Material shall not burn, nor transmit a flame front across its surface, at a rate of more than 4 inches per minute. However, the requirement concerning transmission of a flame front shall not apply to a surface created by the cutting of a test specimen for purposes of testing. If a material stops burning before it has burned for 1 minute from the start of timing, and has not burned more than 2 inches from the point where timing was started, it shall be considered to meet the burn-rate requirement of the standard.

3. SECURITY

The contractor shall provide appropriate security measures to protect the OVSC test specimens from unauthorized personnel during the entire compliance testing program. The contractor is financially responsible for any acts of theft which occur during the storage of test specimens. Any security problems which arise shall be reported by telephone to the Industrial Property Manager (IPM), Office of Contracts and Procurement, within two working days after the incident. A letter containing specific details of the security problem will be sent to the IPM (with copy to the COTR) within 48 hours.

The contractor shall protect and segregate the data that evolves from compliance testing before and after each test. No information concerning the safety compliance testing program shall be released to anyone except the COTR, unless specifically authorized by the COTR or the COTR's Branch Chief or Division Chief.

NO INDIVIDUALS, OTHER THAN CONTRACTOR PERSONNEL, SHALL BE ALLOWED TO WITNESS ANY COMPLIANCE TEST UNLESS SPECIFICALLY AUTHORIZED BY THE COTR.

4. GOOD HOUSEKEEPING

Contractors shall maintain the entire compliance testing area, test fixtures and instrumentation in a neat and clean condition with test instruments arranged in an orderly manner consistent with good test laboratory housekeeping practices.

5. TEST SCHEDULING AND MONITORING

The contractor shall submit a test schedule to the COTR prior to conducting the first compliance test. Tests shall be completed as required in the contract. All compliance testing shall be coordinated with the COTR in order to allow monitoring by the COTR or other OVSC personnel.

6. TEST DATA DISPOSITION

The contractor shall make all preliminary compliance test data available to OVSC within four hours after the test, if requested. Final test data, including digital printouts and computer generated plots (if applicable), shall be furnished to the COTR in accordance with the contract schedule.

All backup data sheets, strip charts, recordings, plots, technician's notes etc., shall be retained by the contractor for a minimum of three years after conclusion of each delivery order, purchase order, etc. The COTR shall direct final disposition at that time.

7. GOVERNMENT FURNISHED PROPERTY (GFP)**TEST SAMPLE IDENTIFICATION AND STORAGE**

Upon receipt at the laboratory, the items to be tested shall be assigned laboratory serial numbers and shall also be tagged with the vehicle model year, make and model, location (in vehicle), and sample name and function.

Example:

199X XYZ SafeRider, left rear door panel

An inventory shall be made of the number, name and condition of samples received.

The test samples shall be stored in a dry, clean, dust free area specifically designated by the Laboratory Project Manager.

8. CALIBRATION OF TEST INSTRUMENTS

Before the contractor initiates the safety compliance test program, a test instrumentation calibration system will be implemented and maintained in accordance with established calibration practices. Guidelines for setting up and maintaining such calibration systems are described in MIL-C-45662A, "Calibration System Requirements". The calibration system shall be set up and maintained as follows:

- A. Standards for calibrating the measuring and test equipment shall be stored and used under appropriate environmental conditions to assure their accuracy and stability.
- B. All measuring instruments and standards shall be calibrated by the contractor, or a commercial facility, against a higher order standard at periodic intervals NOT TO EXCEED TWELVE (12) MONTHS except for static types of measuring devices such as rulers, weights, etc., which shall be calibrated at periodic intervals not to exceed two years. Records, showing the calibration traceability to the National Institute of Standards and Technology (NIST), shall be maintained for all measuring and test equipment.
- C. All measuring and test equipment and measuring standards will be labeled with the following information:
 - (1) Date of calibration
 - (2) Date of next scheduled calibration
- D. A written calibration procedure shall be provided by the contractor which includes as a minimum the following information for all measurement and test equipment unless the calibration is performed by a licensed commercial facility.
 - (1) Type of equipment, manufacturer, model number, etc.
 - (2) Measurement range
 - (3) Accuracy
 - (4) Calibration interval
 - (5) Type of standard used to calibrate the equipment (calibration traceability of the standard must be evident)
- E. Records of calibration for all test instrumentation shall be kept by the contractor in a manner which assures the maintenance of established calibration schedules. All such records shall be readily available for inspection when requested by the COTR. The calibration system will need the acceptance of the COTR before the test program commences.

9. PHOTOGRAPHIC DOCUMENTATION

Each final test report shall include a glossy black and white or color (minimum size of 4 inches by 6 inches) photograph of a typical test setup properly focused for a clear image.

10. DEFINITIONS**OCCUPANT COMPARTMENT AIR SPACE**

The space within the occupant compartment that normally contains refreshable air.

11. PRETEST REQUIREMENTS

IN-HOUSE TEST PROCEDURE

Prior to conducting any compliance test, contractors are required to submit a detailed in-house compliance test procedure to the COTR which includes a step-by-step description of the methodology to be used. Written approval must be obtained from the COTR before initiating the compliance test program so that all parties are in agreement.

TEST DATA LOSS

A compliance test is not to be conducted unless all of the various test conditions specified in this OVSC Laboratory Test Procedure have been met. Failure of a contractor to obtain the required test data and to maintain acceptable limits on test parameters in the manner outlined in this OVSC Laboratory Test Procedure shall require a retest at the expense of the contractor.

TEST CONDITIONS

Unless otherwise specified all tests and measurements shall be conducted under the following environmental conditions.

Temperature	70°F ± 10°F
Relative Humidity	50%, + 10%, - 0% R.H.
Atmospheric Pressure	28 to 32 inches of mercury

Continuous recording of environmental temperature and relative humidity of the test area shall be available during all tests.

TEST PERSONNEL PERFORMANCE

Personnel supervising and/or performing the compliance test program shall be thoroughly familiar with the requirements, test conditions, and equipment for the test to be conducted.

RECORDING OF TEST DATA

Environmental data shall be recorded on permanent strip charts, circular recording charts, or other acceptable print-out media.

Test data shall be recorded on standard forms specifically prepared for this purpose such as that shown in Attachment I.

11. PRETEST REQUIREMENTS....Continued

The following are required entries for all samples.

- A. Vehicle Model Year, Make, and Model (such as 1992 XYZ SafeRider)
- B. Sample Name or Function (such as instrument panel pad, front seat cushion cover, driver's door trim panel, etc.)
- C. Sample Orientation - The direction of flame travel (burn direction described as either longitudinal (i.e. parallel to the vehicle longitudinal centerline when normally installed in the vehicle) or transverse (perpendicular to the vehicle longitudinal centerline when normally installed in the vehicle).
- D. Sample Dimensions - Length, width, height, and shape if other than flat.
- E. Date Tested
- F. Sample Compositions - Descriptive statement to include, color, type of material, and composite distribution (if sample is of composite construction).
- G. Burn Distance - Distance flame traveled in inches measured as follows.

Begin timing when the flame front of the burning specimen reaches a point 1.5 inches from the open end of the specimen.

Measure the time that it takes the flame to progress to a point 1.5 inches from the clamped end of the specimen. If the flame does not reach the specified end point, time its progress to the point where flaming stops or at the end of 5 minutes.

- H. Burn Time - Record flame progress as described above.
- I. Burn Rate - Calculate the burn rate from the formula shown below.

$$B = 60 \times (D/T)$$

Where:

- B = burn rate in inches per minute
- D = length the flame travels in inches from the start to the stopping point
- T = time in seconds for the flame to travel D inches

- J. The outcome of the test shall be indicated on the data sheet as either PASS (P) or FAIL (F)

12. COMPLIANCE TEST EXECUTION

TEST REQUIREMENTS

For the purpose of compliance testing, the following interpretations of FMVSS 302 are provided below. The applicable paragraph of FMVSS 302 is referenced in each case.

REQUIREMENTS OF PARAGRAPH S4.1

The following components of vehicle interior material shall meet the requirements of paragraph S4.3:

- A. Seat cushions (upholstery and padding)
- B. Seat backs (upholstery and padding)
- C. Seat belts, including protective boots etc.
- D. Headlining
- E. Convertible top
- F. Arm rests
- G. Trim panels (door, front, rear, side)
- H. Compartment shelves
- I. Head restraints
- J. Floor coverings
- K. Sun visors
- L. Curtains
- M. Shades
- N. Wheel housing covers
- O. Steering wheel covers
- P. Mattress covers and padding
- Q. Instrument panel crash pads
- R. Crash deployed elements
- S. Any other materials found in the vehicle occupant compartment designed to absorb crash energy

REQUIREMENTS OF PARAGRAPH S4.2

The portions of the above components which shall meet the requirements are as described in paragraph S4.2 with the following exception:

Materials which are bonded or mechanically attached to metal structural members may be separated from the metal structures prior to testing.

Example: Instrument panel crash pad material bonded to steel instrument panel board frame.

12. COMPLIANCE TEST EXECUTION....Continued

REQUIREMENTS OF PARAGRAPH S4.3

The materials described in paragraphs S4.1 and S4.2 shall meet the requirements of paragraph S4.3 with the following exception:

When testing materials with a loose, fibrous texture, a phenomenon, which shall be described as "surface flash", may occur. This is characterized by a rapidly advancing flame front across the surface of the test sample supported by combustion of a relatively small amount of loose, protruding surface fibers.

If encountered, this situation shall be noted on the data sheet, but shall not constitute a noncompliance if the surface exhibiting flash is an artificial surface caused by the cutting of the sample. The Contracting Officer's Technical Representative (COTR) must be contacted under any other conditions.

TEST CONDITIONS

The test shall be conducted in a metal cabinet as shown in Figure 1.

Prior to testing, each specimen is to be maintained, for a minimum of 24 hours, at the environmental conditions detailed previously in this procedure. Each specimen will then be tested under those conditions.

For the purposes of test, the specimen is inserted between 2 matching U-shaped frames of metal stock configured as shown in Figure 2.

Provision shall be made for installations of thin heat resistant wires (at one inch intervals) to support specimens which may tend to soften and bend at the flaming end or which are less than 2 inches in width.

A suitable stand shall be employed to hold the U-shaped frames during testing.

A bunsen burner with a tube of 0.375 inches inside diameter shall be used. The gas adjusting valve is set to provide a flame, with the tube vertical, of 1.5 inches in height. The air inlet to the burner is closed.

The gas supplied to the burner shall have a flame temperature nominally equal to that of natural gas.

Each specimen of material to be tested shall be a rectangle 4 inches wide by 14 inches long, wherever possible. The thickness of the specimen is that of the single or composite material used in the vehicle, except that if the material's thickness exceeds 0.5 inch, the specimen is cut down to that thickness measured from the surface of the specimen closest to the occupant compartment air space. Where it is not possible to obtain a flat specimen

BURN TEST CABINET

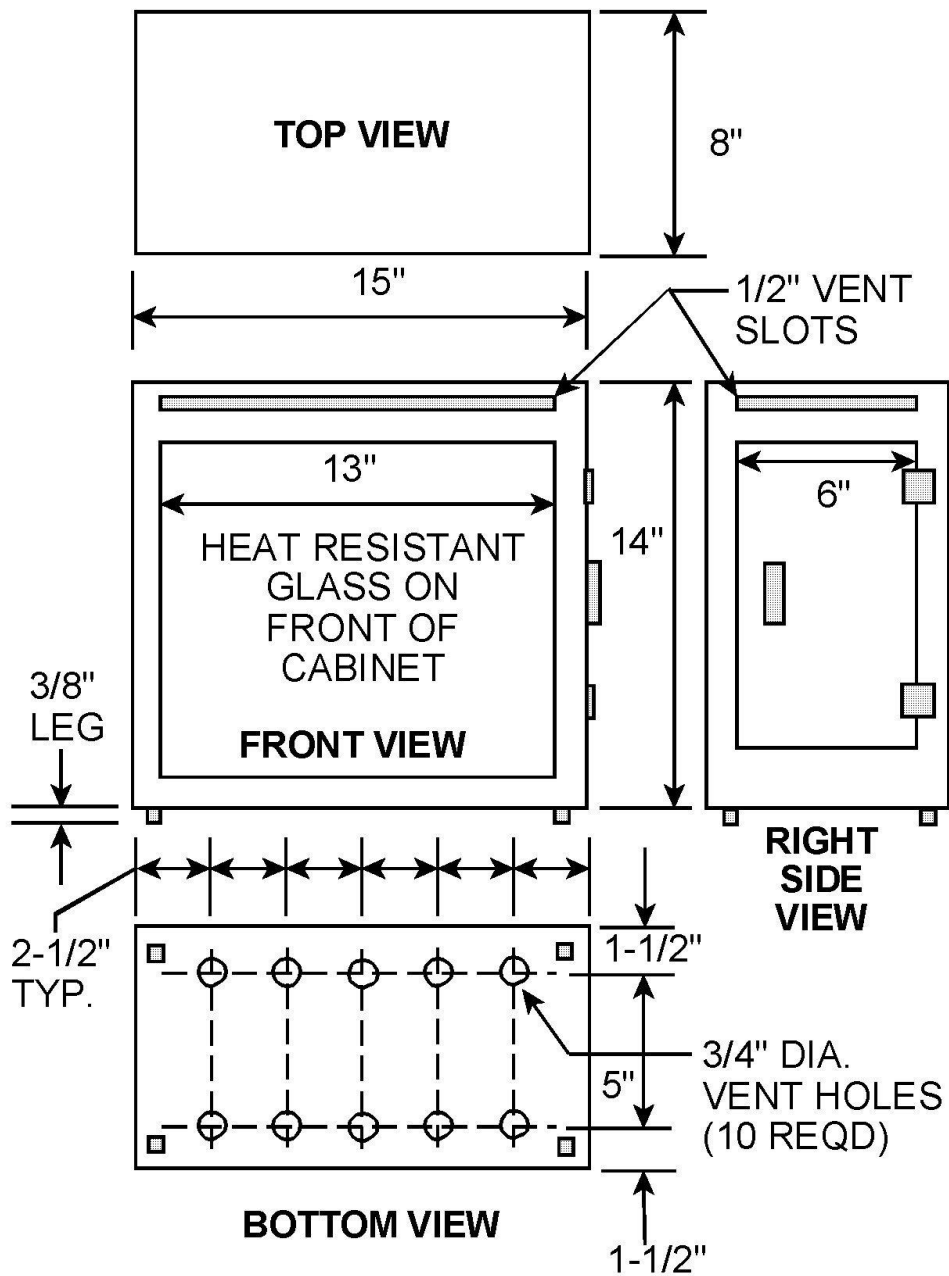
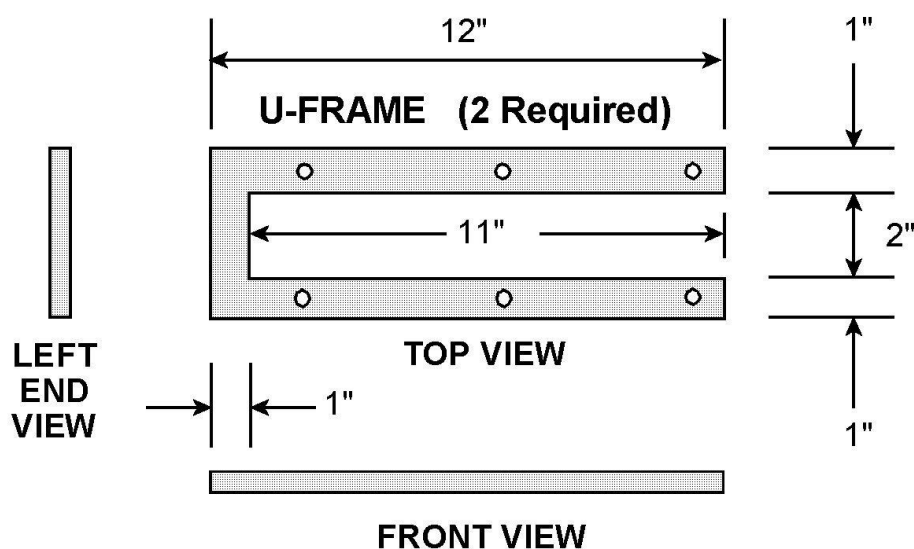


FIGURE 1

12. COMPLIANCE TEST EXECUTION....Continued

SPECIMEN SUPPORT FRAMES

NOTE: U-FRAME STAND SHALL SUPPORT MATCHING U-FRAMES 6-1/2" ABOVE BOTTOM OF CABINET

FIGURE 2

because of surface curvature, the specimen is cut to not more than 0.5 inch in thickness at any point. The maximum available length or width of a specimen is used where either dimension is less than 14 inches or 4 inches, respectively, unless surrogate testing is allowed by the COTR.

Typical test samples are shown in Figure 3.

PREPARATION OF SPECIMENS

Materials determined to have directional effects shall be oriented so as to produce the most unfavorable results. The sample should be oriented so that surface closest to the occupant compartment air space should face downward in the fixture (toward the flame).

Verify that materials with napped or tufted surfaces have been combed twice against the nap. Materials with a tight fiber loop construction, such as some vehicle carpets need not be combed.

12. COMPLIANCE TEST EXECUTION....Continued

TYPICAL TEST SAMPLE

COMPOSITE AND NON-COMPOSITE SAMPLES

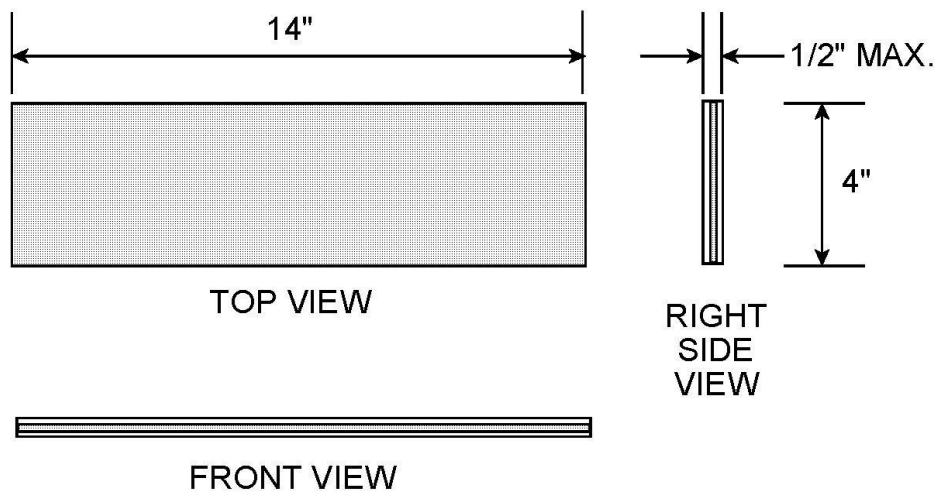


FIGURE 3

TEST PROCEDURE

- A. Install test specimen in "U" shaped frames exterior side down.

Heat resistant wire may be installed in the lower frame for additional support if bending or curling of the specimen during test is anticipated or if the specimen is less than 2 inches wide.

- B. Place specimen and frame assembly in the stand inside the burn box with the specimen free end nearest to the door.
- C. Turn on the gas supply and ignite the bunsen burner. Adjust the burner valve for a flame height of 1.5 inches.
- D. Position the top of the bunsen burner tube so that it is 0.75 inches below the center of the free end of the specimen.
- E. Expose the specimen to the burner flame for 15 seconds, + 0, -1. Turn off gas supply to burner and reset timer to zero.

12. COMPLIANCE TEST EXECUTION....Continued

- F. Begin timing flame progression when the flame from the burning specimen reaches a point 1.5 inches from the free end of the specimen. (Use the forward most point of visible flame as a reference point).
- G. Record the time it takes the flame to progress to a point 1.5 inches from the clamped end of the specimen. If the flame does not reach the specified end point, time its progress to the point where flaming stops, (if an extremely slow burning specimen is encountered the test may be aborted 5 minutes after the start of timing).
- H. Calculate the burn rate from the following formula.

$$B = 60 \times (D/T)$$

Where: B = Burn rate in inches per minute
 D = length flame traveled in inches
 T = Time in seconds for flame to travel D inches

SAFETY CONSIDERATIONS

A means of extinguishing flaming specimens shall be available during all tests. A standard CO₂ type fire extinguisher may be used for this purpose.

It should be noted that certain samples may produce noxious gases during combustion. For this reason it is strongly suggested that these tests be conducted under a fume hood or similar facility. Air turbulence around the burn cabinet (produced by the exhaust system) must be low level and MUST NOT, IN ANYWAY, EFFECT THE OUTCOME OF A TEST.

13. POST TEST REQUIREMENTS

The contractor shall re-verify all instrumentation and check data sheets. Make sure data is recorded in all data blocks.

14. REPORTS

14.1 MONTHLY STATUS REPORTS

The contractor shall submit a monthly Test Status Report and an Inventory Status Report to the COTR. The Status Reports shall be submitted until all final reports are accepted. Samples of the required Test Results Data Sheet and the Monthly Inventory Status Report are contained in the Data Sheets and Forms sections. The reports shall be submitted in accordance with the schedule requirements of the contract or purchase order.

14.2 APPARENT NONCOMPLIANCE

Any indication of a test failure shall be communicated by telephone to the COTR within 24 hours with written notification mailed within 48 hours (Saturdays and Sundays excluded). A Notice of Test Failure (see Forms section) with a copy of the test data sheet shall be included.

In the event of a test failure, a post test calibration check of some critically sensitive test equipment and instrumentation may be required for verification of accuracy. The necessity for the calibration shall be at the COTR's discretion and shall be performed without additional costs to the OVSC.

14.3 FINAL TEST REPORTS

14.3.1 COPIES

In the case of a test failure, **SEVEN** copies of the Final Test Report shall be submitted to the COTR for acceptance within three weeks of test completion. The Final Test Report format to be used by all contractors can be found in the "Report Section".

Where there has been no indication of a test failure, **FOUR** copies of each Final Test Report shall be submitted to the COTR within three weeks of test completion. Payment of contractor's invoices for completed compliance tests may be withheld until the Final Test Report is accepted by the COTR. Contractors are requested to NOT submit invoices before submitting copies of the Final Test Report.

Contractors are required to submit the first Final Test Report in draft form within two weeks after the compliance test is conducted. The contractor and the COTR will then be able to discuss the details of both test conduct and report content early in the compliance test program.

Contractors are required to PROOF READ all Final Test Reports before submittal to the COTR. The OVSC will not act as a report quality control office for contractors. Reports containing a significant number of errors will be returned to the contractor for correction, and a "hold" will be placed on invoice payment for the particular test.

14. REPORTS....Continued

14.3.2 REQUIREMENTS

The Final Test Report, associated documentation (including photographs) are relied upon as the chronicle of the compliance test. The Final Test Report will be released to the public domain after review and acceptance by the COTR. For these reasons, each final report must be a complete document capable of standing by itself.

The contractor should use **detailed** descriptions of all compliance test events. Any events that are not directly associated with the standard but are of technical interest should also be included. The contractor should include as much **detail** as possible in the report.

Instructions for the preparation of the first three pages of the final test report are provided below for the purpose of standardization.

14.3.3 FIRST THREE PAGES

A. FRONT COVER --

A heavy paperback cover (or transparency) shall be provided for the protection of the final report. The information required on the cover is as follows:

- (1) Final Report Number such as 302-ABC-9X-001

where --

302 is the FMVSS tested
 ABC are the initials for the laboratory
 9X is the Fiscal Year of the test program
 001 is the Group Number (001 for the 1st test,
 002 for the 2nd test, etc.)

- (2) Final Report Title And Subtitle such as

SAFETY COMPLIANCE TESTING FOR FMVSS NO. 302
 Flammability of Interior Materials

 World Motors Corporation
 199X XYZ SafeRider

- (3) Contractor's Name and Address such as

COMPLIANCE TESTING LABORATORIES, INC.
 4335 West Dearborn Street
 Detroit, Michigan 48090-1234

14. REPORTS....Continued

NOTE: DOT SYMBOL WILL BE PLACED BETWEEN ITEMS (3) AND (4)

- (4) Date of Final Report completion
- (5) The words "FINAL REPORT"
- (6) The sponsoring agency's name and address as follows

U. S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
National Highway Traffic Safety Administration
Safety Assurance
Office of Vehicle Safety Compliance
400 Seventh Street, SW
Mail Code: NSA-32
Washington, DC 20590

14. REPORTS....Continued

B. FIRST PAGE AFTER FRONT COVER --

A disclaimer statement and an acceptance signature block for the COTR shall be provided as follows

This publication is distributed by the U. S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, in the interest of information exchange. The opinions, findings and conclusions expressed in this publication are those of the author(s) and not necessarily those of the Department of Transportation or the National Highway Traffic Safety Administration. The United States Government assumes no liability for its contents or use thereof. If trade or manufacturers' names or products are mentioned, it is only because they are considered essential to the object of the publication and should not be construed as an endorsement. The United States Government does not endorse products or manufacturers.

Prepared By: _____

Approved By: _____

Approval Date: _____

FINAL REPORT ACCEPTANCE BY OVSC:

Accepted By: _____

Acceptance Date: _____

14. REPORTS....Continued**C. SECOND PAGE AFTER FRONT COVER --**

A completed Technical Report Documentation Page (Form DOT F1700.7) shall be completed for those items that are applicable with the other spaces left blank. Sample data for the applicable block numbers of the title page follows.

Block 1 -- REPORT NUMBER

302-ABC-9X-001

Block 2 -- GOVERNMENT ACCESSION NUMBER

Leave blank

Block 3 -- RECIPIENT'S CATALOG NUMBER

Leave blank

Block 4 -- TITLE AND SUBTITLE

Final Report of FMVSS 302 Compliance Testing of 199X XYZ SafeRider

Block 5 -- REPORT DATE

March 1, 199X

Block 6 -- PERFORMING ORGANIZATION CODE

ABC

Block 7 -- AUTHOR(S)

John Smith, Project Manager
Bill Doe, Project Engineer

Block 8 -- PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER

ABC-DOT-XXX-001

Block 9 -- PERFORMING ORGANIZATION NAME AND ADDRESS

Compliance Testing Laboratories, Inc
4335 West Dearborn Street
Detroit, MI 48090-1234

14. REPORTS....Continued**Block 10 -- WORK UNIT NUMBER**

Leave blank

Block 11 -- CONTRACT OR GRANT NUMBER

DTNH22-9X-D-12345

Block 12 -- SPONSORING AGENCY NAME AND ADDRESS

US Department of Transportation
National Highway Traffic Safety Administration
Safety Assurance
Office of Vehicle Safety Compliance
400 Seventh Street, SW, Mail Code: NSA-32
Washington, DC 20590

Block 13 -- TYPE OF REPORT AND PERIOD COVERED

Final Test Report
Feb. 15 to Mar. 15, 199X

Block 14 -- SPONSORING AGENCY CODE

NSA-32

Block 15 -- SUPPLEMENTARY NOTES

As Required

Block 16 -- ABSTRACT

Compliance tests were conducted on interior materials from a 199X XYZ SafeRider passenger car in accordance with the specifications of the Office of Vehicle Safety Compliance Test Procedure No. TP-302-XX for the determination of FMVSS 302 compliance. Test failures identified were as follows:

None

NOTE: Above wording must be shown with appropriate changes made for a particular compliance test. Any questions should be resolved with the COTR.

14. REPORTS....Continued**Block 17 -- KEY WORDS**

Compliance Testing
Safety Engineering
FMVSS 302

Block 18 -- DISTRIBUTION STATEMENT

Copies of this report are available from --

National Highway Traffic Safety Administration
Technical Reference Division
Room 5108 (NAD-52)
400 Seventh St., SW
Washington, DC 20590
Telephone No.: 202-366-4946

Block 19 -- SECURITY CLASSIFICATION OF REPORT

Unclassified

Block 20 -- SECURITY CLASSIFICATION OF PAGE

Unclassified

Block 21 -- NUMBER OF PAGES

Add appropriate number

Block 22 -- PRICE

Leave blank

14. REPORTS....Continued

14.3.4 TABLE OF CONTENTS

Final test report Table of Contents shall include the following:

- A. Section 1 — Purpose of Compliance Test
- B. Section 2 — Compliance Data Summary
- C. Section 3 — Test Data
- D. Section 4 — Test Equipment List and Calibration Information
- E. Section 5 — Photographs
- F. Section 6 — Notice of Test Failure (if applicable)

15. DATA SHEETS

FLAMMABILITY TEST RESULTS

TEST REPORT NO. _____

VEH. MOD YR/MAKE/MODEL: _____

TEST DATE: _____

TEST LABORATORY: _____

TEST CONDUCTED BY: _____

TEST ITEM*	COMPOSITION	BURN DIRECTIONS	SAMPLE DIMENSIONS (in.)
A-		A1 - Longitudinal	
		A2 - Longitudinal	
		A3 - Transverse	
		A4 - Transverse	
B-		B1 - Longitudinal	
		B2 - Longitudinal	
		B3 - Transverse	
		B4 - Transverse	
C-		C1 - Longitudinal	
		C2 - Longitudinal	
		C3 - Transverse	
		C4 - Transverse	
D-		D1 - Longitudinal	
		D2 - Longitudinal	
		D3 - Transverse	
		D4 - Transverse	

* From Items Listed In Section 2

15. DATA SHEETS...Continued

TEST ITEM*	COMPOSITION	BURN DIRECTIONS	SAMPLE DIMENSIONS (in.)
A-		E1 - Longitudinal	
		E2 - Longitudinal	
		E3 - Transverse	
		E4 - Transverse	
B-		F1 - Longitudinal	
		F2 - Longitudinal	
		F3 - Transverse	
		F4 - Transverse	

REQUIREMENTS: A Burn Rate in excess of 4.0 inches per minute shall constitute a failure unless the specimen burned less than 60 seconds and the flame traveled less than 2 inches from the point where timing was started.

BURN DIRECTION	NOTES*	BURN DISTANCE (inches)	BURN TIME (Seconds)	BURN RATE (in./min.)	PASS	FAIL
A1						
A2						
A3						
A4						
B1						
B2						
B3						
B4						
C1						
C2						
C3						
C4						
D1						
D2						

15. DATA SHEETS....Continued

BURN DIRECTION	NOTES*	BURN DISTANCE (inches)	BURN TIME (Seconds)	BURN RATE (in./min.)	PASS	FAIL
D3						
D4						
E1						
E2						
E3						
E4						
F1						
F2						
F3						
F4						

- * NOTES:
1. Specimen did not ignite.
 2. Specimen ignited but self-extinguished prior to entering time zone.
 3. Test was discontinued after 5.0 minutes.
 4. The (**) denotes that specimens were not provided by the manufacturer or by NHTSA
 5. Specimen ignited but did not burn to the timing zone in 5.0 minutes

REMARKS:

RECORDED BY: _____ DATE: _____

APPROVED BY: _____

16. FORMS....Continued

LABORATORY NOTICE OF TEST FAILURE TO OVSC

FMVSS NO.: 302 TEST DATE: _____

LABORATORY: _____

CONTRACT NO.: _____; DELV. ORDER NO.: _____

LABORATORY PROJECT ENGINEER'S NAME: _____

TEST SPECIMEN DESCRIPTION: _____

VEHICLE MAKE/MODEL: _____

PART NO.: _____ MFR: _____

TEST FAILURE DESCRIPTION: _____

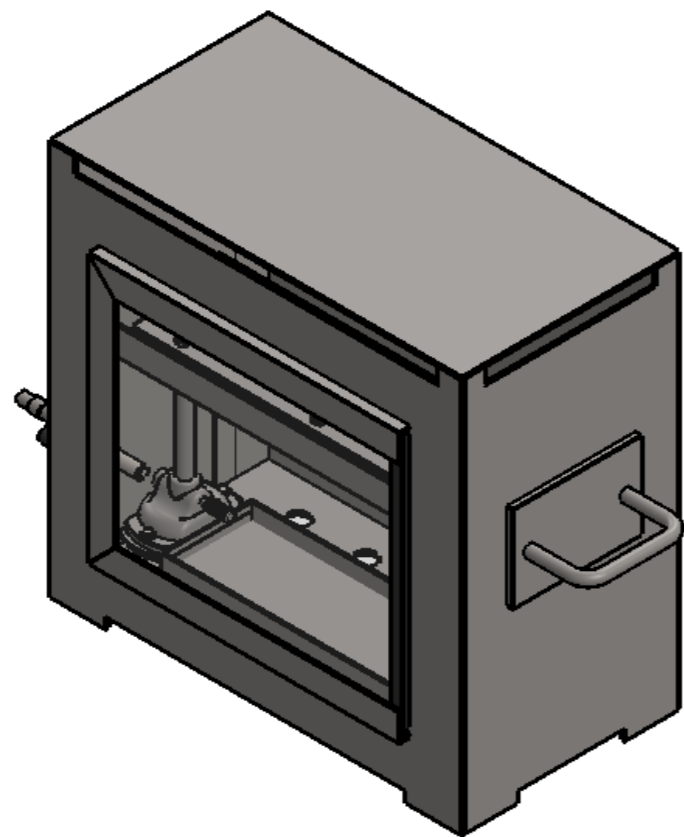
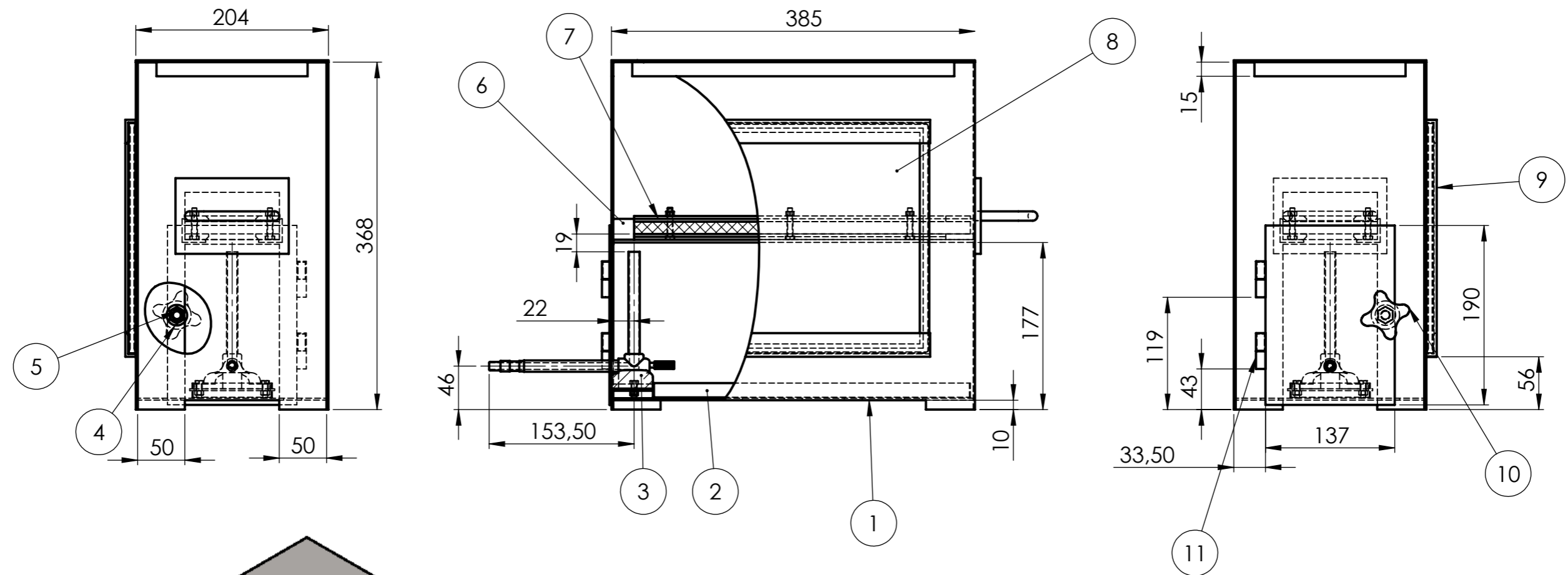
FMVSS REQUIREMENT, PARAGRAPH §__ : _____

NOTIFICATION TO NHTSA (COTR) : _____

DATE: _____ BY: _____

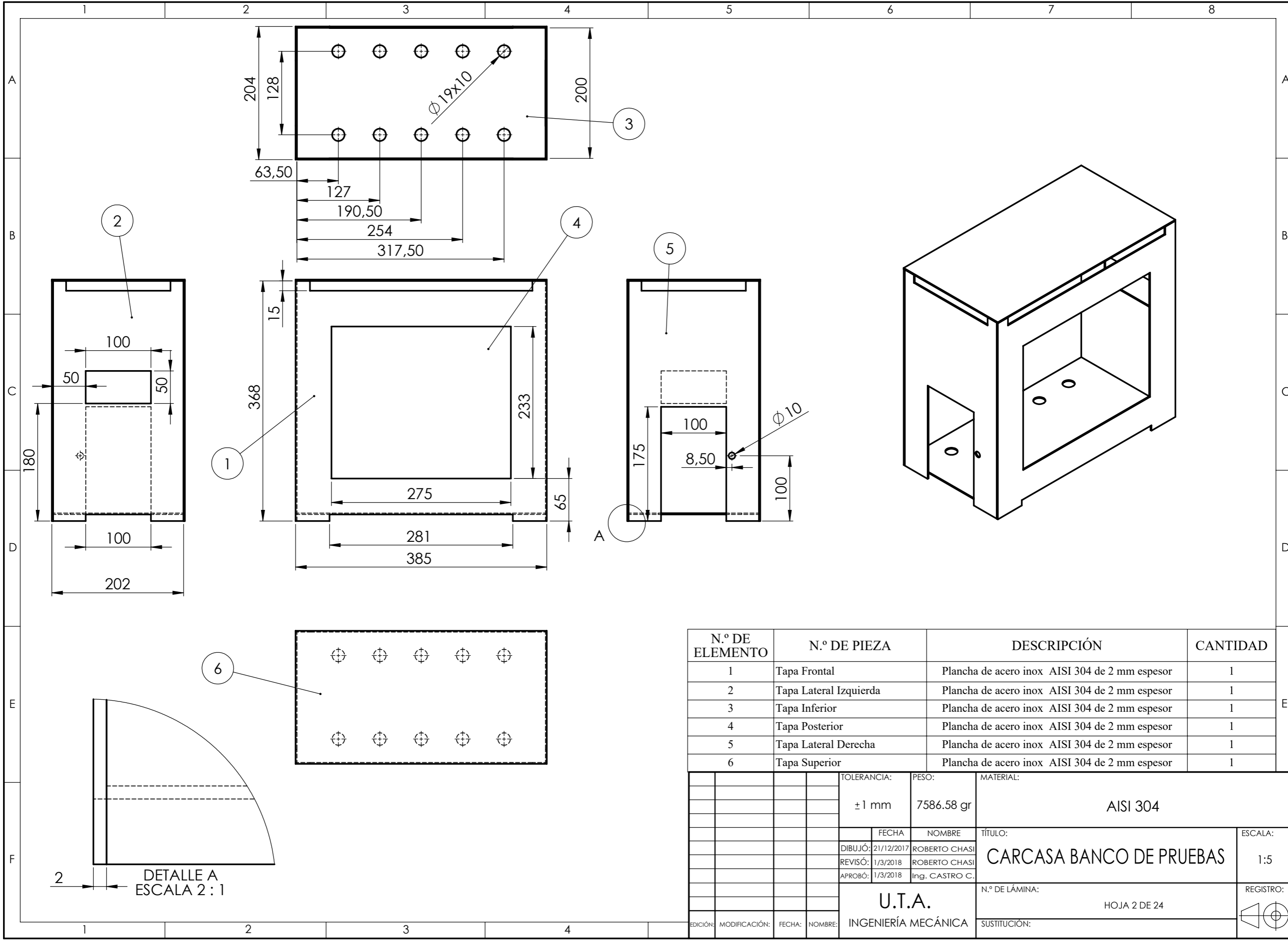
REMARKS: _____

**Anexo 19.-PLANOS DE
CONSTRUCCIÓN DEL
BANCO DE PRUEBAS
DE INFLAMABILIDAD
DE MATERIALES**



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	CARCASA	ACERO INOX AISI 304 2mm DE ESPESOR	1
2	RECOLECTOR DE DESCHOS	ACERO INOX AISI 304 2mm DE ESPESOR	1
3	SISTEMA DE IGNICIÓN	ACERO INOX AISI 304 Y MECHERO BUNSEN	1
4	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M10 x 1.5, with 15 WAF --C		1
5	B18.2.3.5M - Hex bolt M10 x 1.5 x 45 --45C		1
6	GUÍAS PORTAMUESTRAS	PERFIL L ACERO INOX. 25x25x3 mm	2
7	PORTAMUESTRAS	ACERO INOX AISI 304 6mm DE ESPESOR	1
8	VENTANA DE ACCESO	CRISTAL TEMPLADO DE 6 mm espesor	1
9	MARCO VENTANA DE ACCESO	PERFIL L ACERO INOX. 25x25x3 mm	1
10	MANILLA-PASADOR	ACERO INOX.	1
11	BISAGRAS	ACERO INOX	2

TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:	
±1mm		14389.04 gr		VARIOS	
FECHA:		NOMBRE:		TÍTULO:	
DIBUJÓ: 12/1/2018		ROBERTO CHASI		BANCO DE PRUEBAS	
REVISÓ: 16/1/2018		ROBERTO CHASI		ESCALA:	
APROBÓ: 16/1/2018		ING. CASTRO C.		1:5	
U.T.A.				N.º DE LÁMINA:	
INGENIERÍA MECÁNICA				HOJA 1 DE 24	
EDICIÓN:		MODIFICACIÓN:		REGISTRO:	
FECHA:		NOMBRE:		SUSTITUCIÓN:	

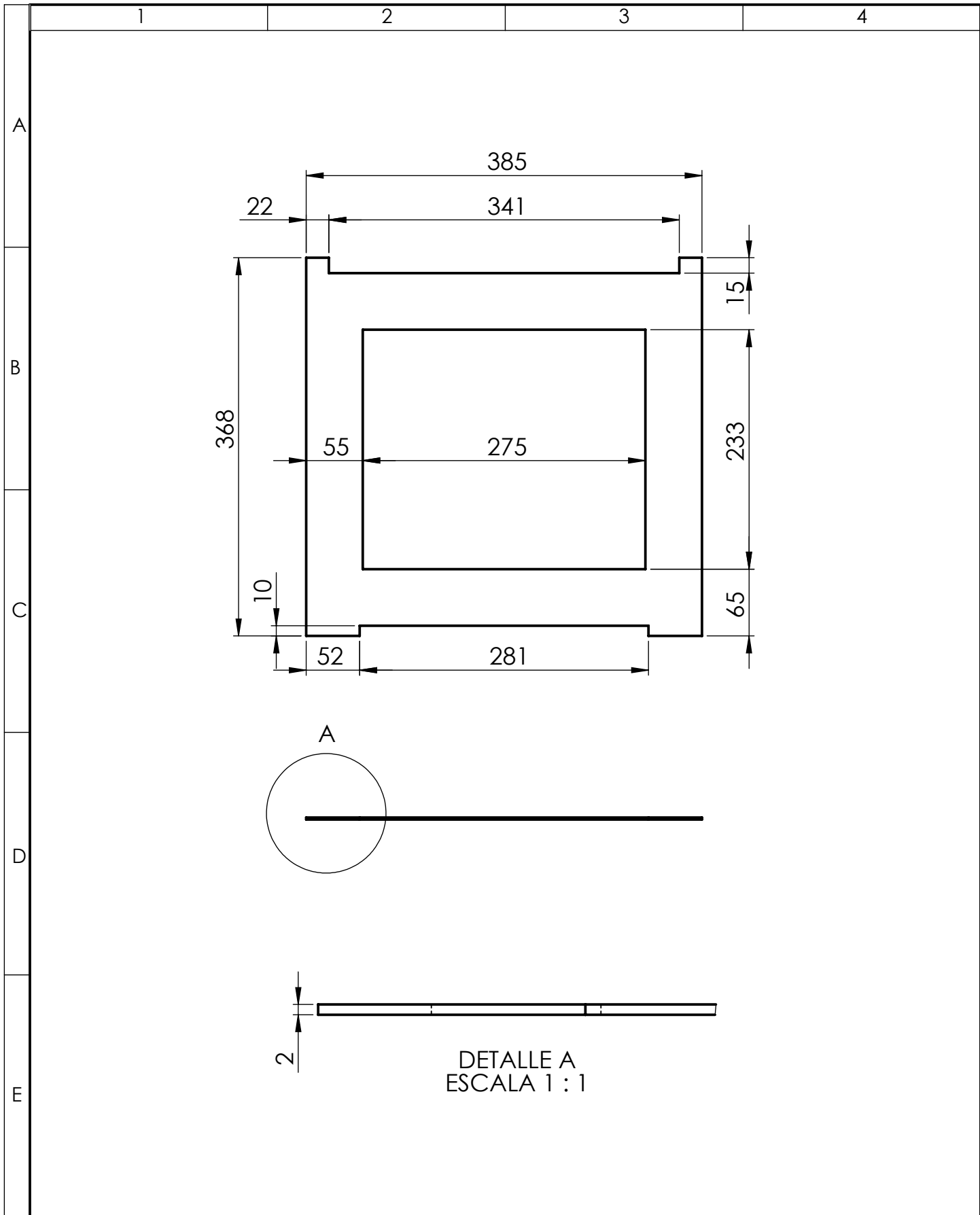


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Tapa Frontal	Plancha de acero inox AISI 304 de 2 mm espesor	1
2	Tapa Lateral Izquierda	Plancha de acero inox AISI 304 de 2 mm espesor	1
3	Tapa Inferior	Plancha de acero inox AISI 304 de 2 mm espesor	1
4	Tapa Posterior	Plancha de acero inox AISI 304 de 2 mm espesor	1
5	Tapa Lateral Derecha	Plancha de acero inox AISI 304 de 2 mm espesor	1
6	Tapa Superior	Plancha de acero inox AISI 304 de 2 mm espesor	1

TOLERANCIA:		PESO:	MATERIAL:	
±1 mm		7586.58 gr	AISI 304	
FECHA:		NOMBRE:		ESCALA:
DIBUJÓ: 21/12/2017		ROBERTO CHASI		1:5
REVISÓ: 1/3/2018		ROBERTO CHASI		
APROBÓ: 1/3/2018		Ing. CASTRO C.		
U.T.A.			N.º DE LÁMINA:	REGISTRO:
INGENIERÍA MECÁNICA			HOJA 2 DE 24	
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCIÓN:

CARCASA BANCO DE PRUEBAS

DETALLE A
ESCALA 2 : 1



				TOLERANCIA: ±1 mm	PESO: 1114.88 gr	MATERIAL: AISÍ 304	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO: TAPA FRONTAL	ESCALA: 1:5
				DIBUJÓ: 13/12/2017	ROBERTO CHASI		
				REVISÓ: 12/1/2018	ROBERTO CHASI		
				APROBÓ: 12/1/2018	ING. CASTRO C.		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA: HOJA 3 DE 24	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	

1

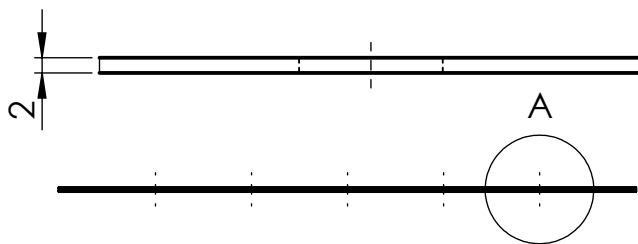
2

3

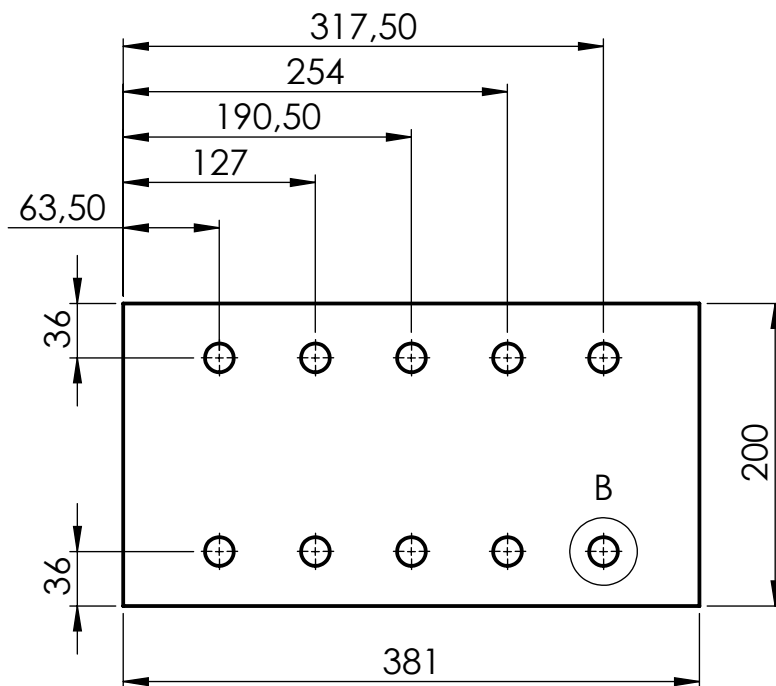
4

A

DETALLE A
ESCALA 1 : 1



B

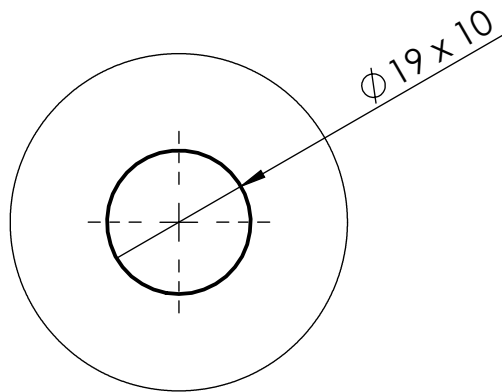


C

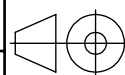
D

E

DETALLE B
ESCALA 1 : 1



				TOLERANCIA: ± 1 mm	PESO: 1173.84 gr	MATERIAL: AISÍ 304	
						TÍTULO: TAPA INFERIOR	ESCALA: 1:5
				FECHA	NOMBRE		
				DIBUJO: 13/12/2017	ROBERTO CHASI		
				REVISO: 2/3/2018	ROBERTO CHASI		
				APROBO: 2/3/2018	ING. CASTRO C.		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA: HOJA 4 DE 24	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	



1

2

3

4

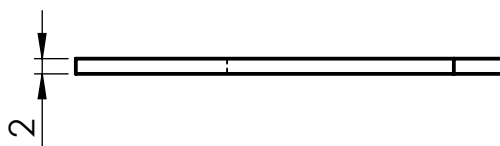
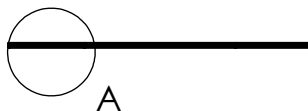
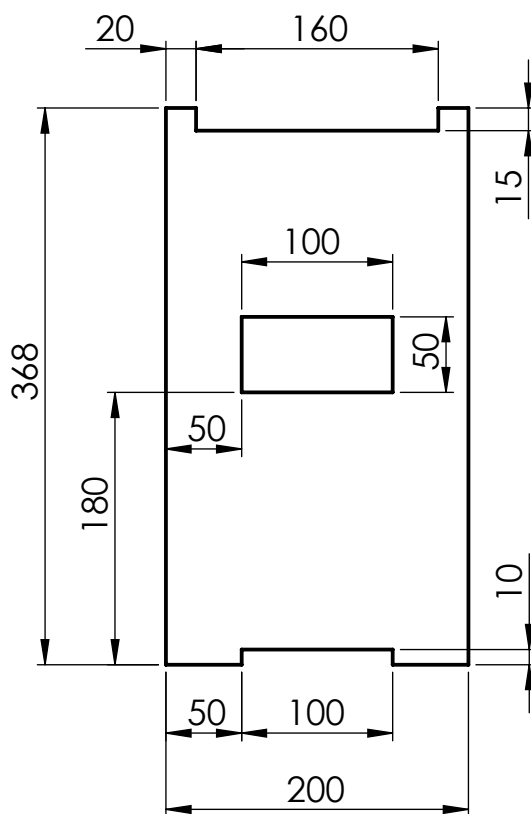
A

B

C

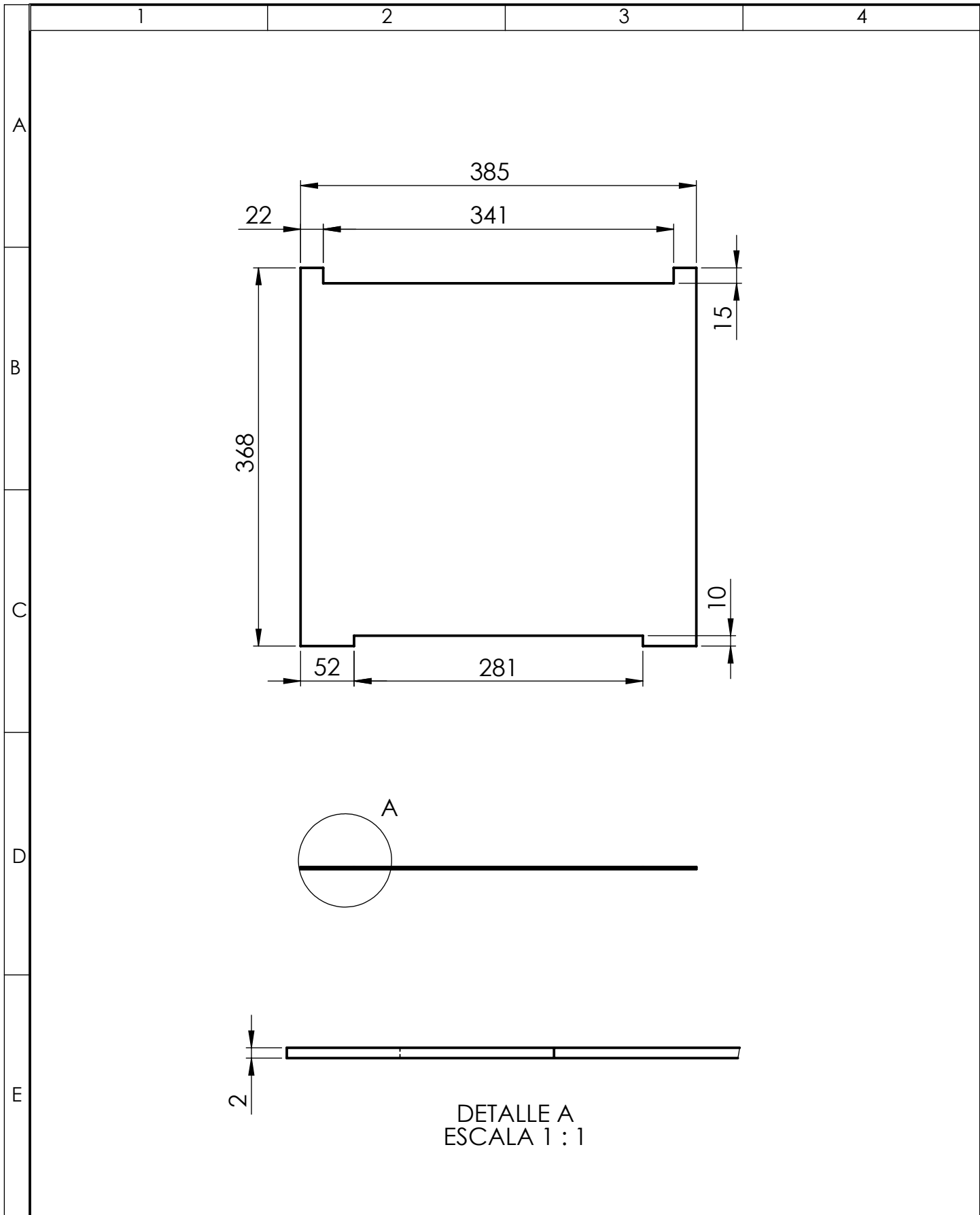
D

E



DETALLE A
ESCALA 1 : 1

				TOLERANCIA: ± 1 mm	PESO: 1043.20 gr	MATERIAL: AISÍ 304	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJÓ: 13/12/2017	ROBERTO CHASI	TAPA LATERAL IZQUIERDA	1:5
				REVISÓ: 12/1/2018	ROBERTO CHASI		
				APROBÓ: 12/1/2018	Ing. CASTRO C.		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA: HOJA 6 DE 24	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	



DETALLE A
ESCALA 1 : 1

				TOLERANCIA: ±1 mm	PESO: 2140.08 gr	MATERIAL: AISI 304		
						TÍTULO: TAPA POSTERIOR	ESCALA: 1:5	
				DIBUJÓ:	FECHA:		ROBERTO CHASI	
				REVISÓ:	FECHA:		ROBERTO CHASI	
				APROBÓ:	FECHA:	ING. CASTRO C.		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA: HOJA 7 DE 24	REGISTRO:	
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:		

1

2

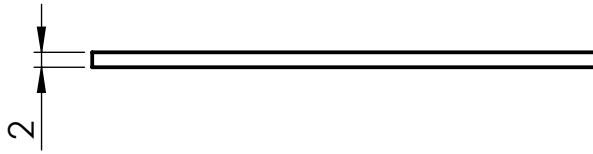
3

4

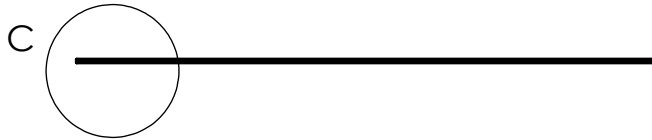
A

DETALLE C
ESCALA 1:1

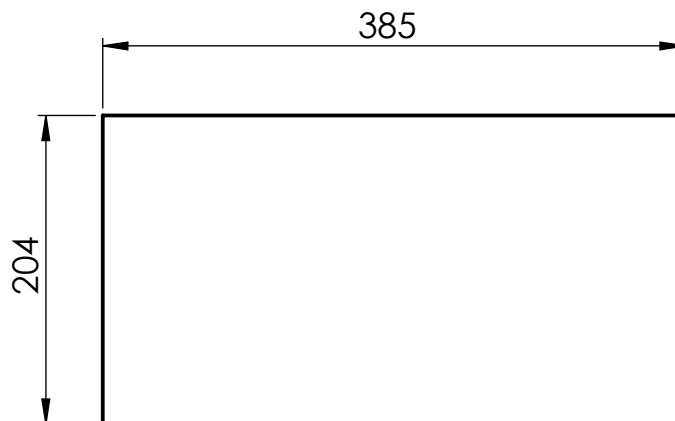
B



C



D



E

				TOLERANCIA: $\pm 1 \text{ mm}$	PESO: 1256.64 gr	MATERIAL: AISÍ 304	
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO:
				DIBUJO:	13/12/2017	ROBERTO CHASI	TAPA SUPERIOR
				REVISO:	12/1/2018	ROBERTO CHASI	
				APROBO:	12/1/2018	Ing. CASTRO C.	
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA: HOJA 8 DE 24	ESCALA: 1:5
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	REGISTRO:

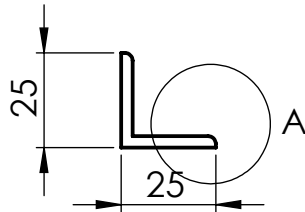
1

2

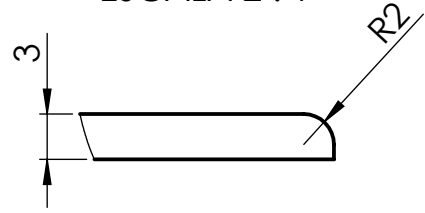
3

4

A



DETALLE A
ESCALA 2:1



B

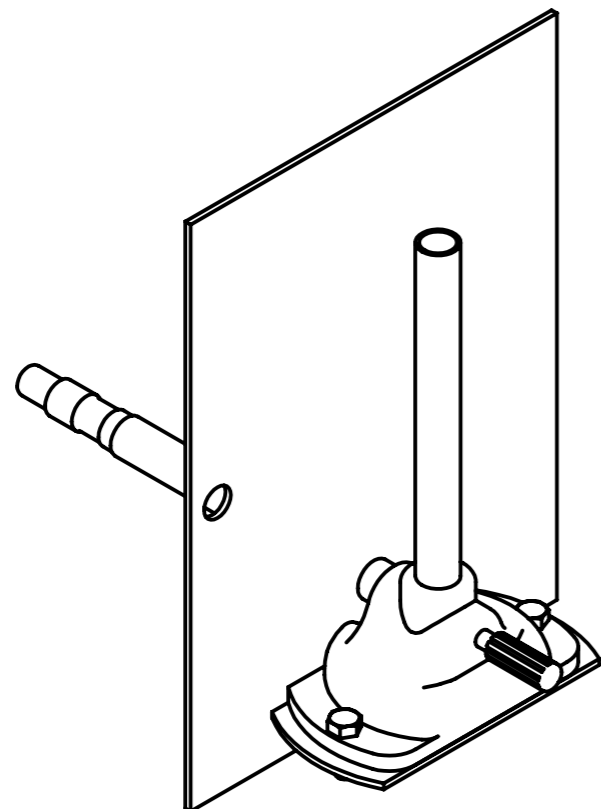
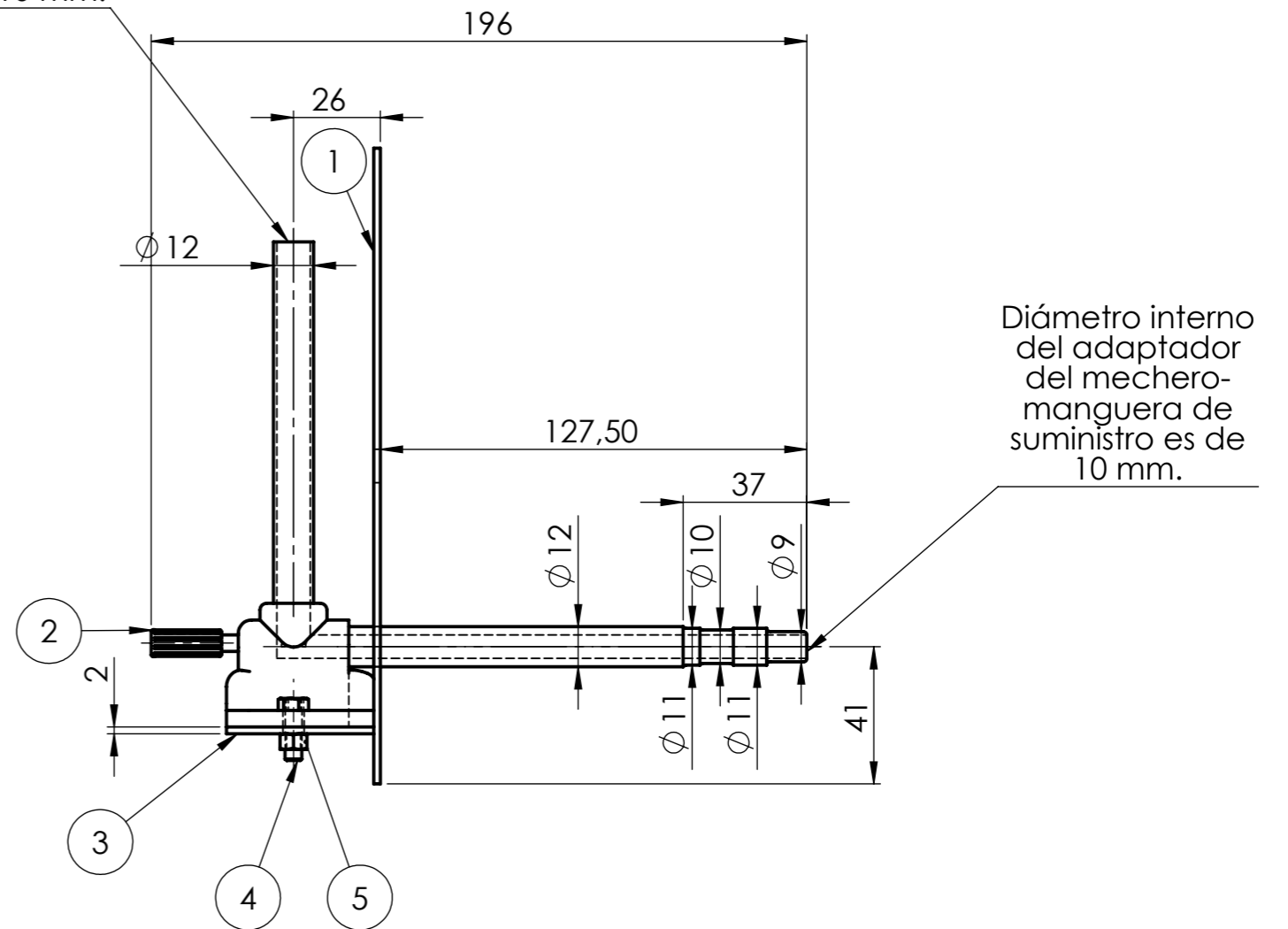
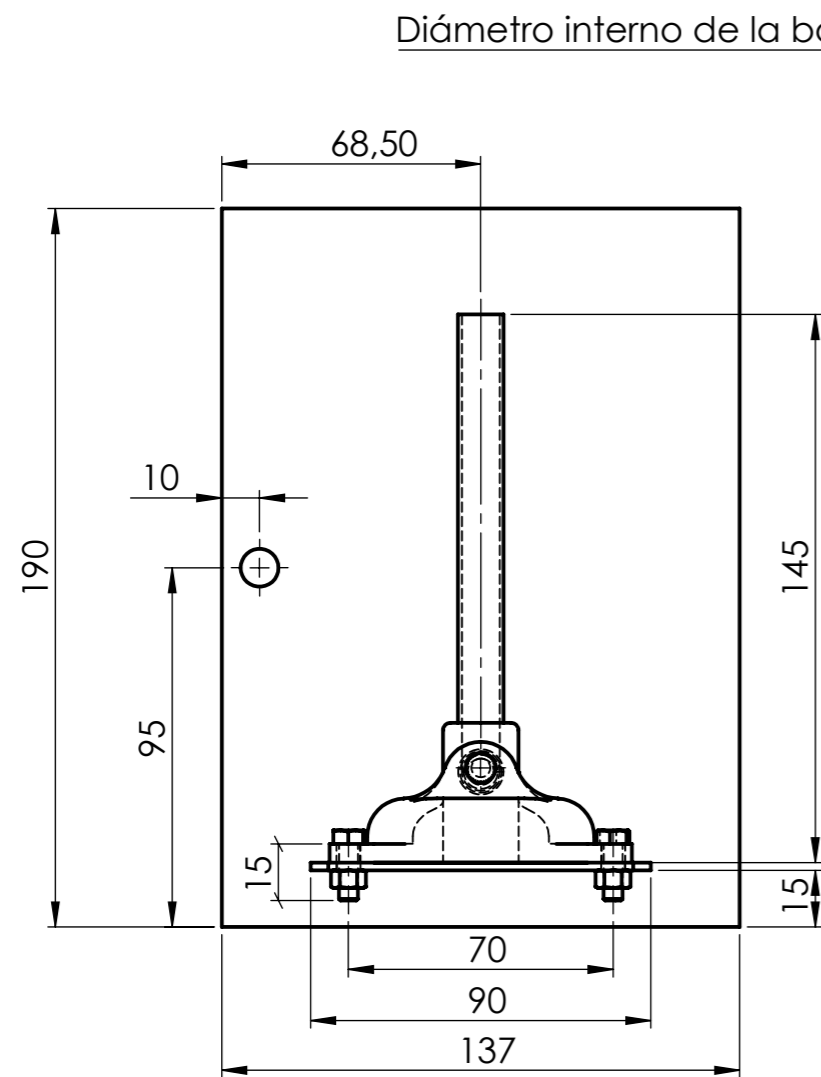
C

D

E

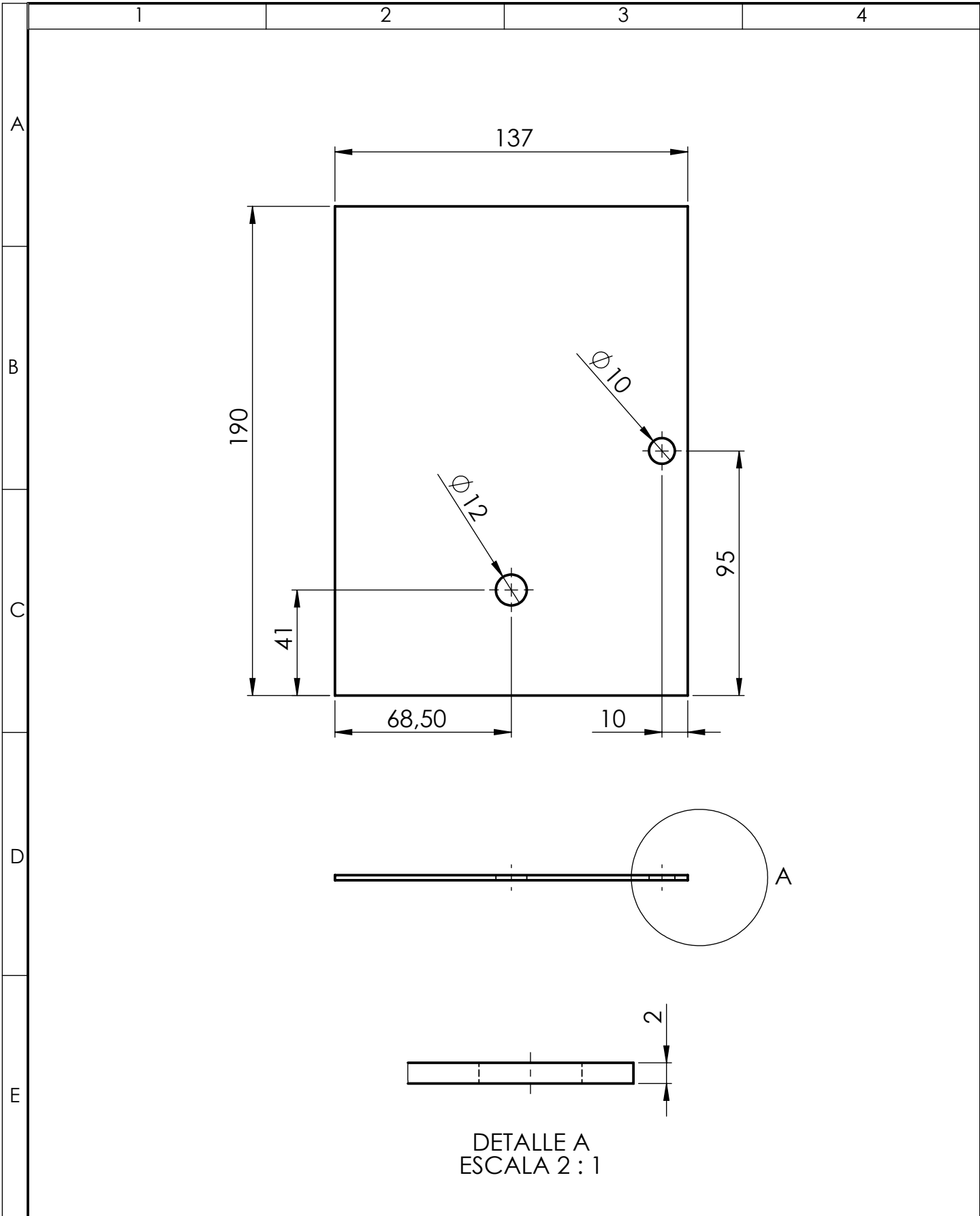
381

				TOLERANCIA: $\pm 1\text{mm}$	PESO: 424.54 gr	MATERIAL: AISÍ 304	
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO:
					DIBUJÓ: 12/1/2018	ROBERTO CHASI	GUÍA PORTAMUESTRAS
					REVISÓ: 12/1/2018	ROBERTO CHASI	
					APROBÓ: 12/1/2018	ING. CASTRO .C	
				U.T.A.		N.º DE LÁMINA:	ESCALA:
				INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 9 DE 24	1:2
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCIÓN:		REGISTRO:	



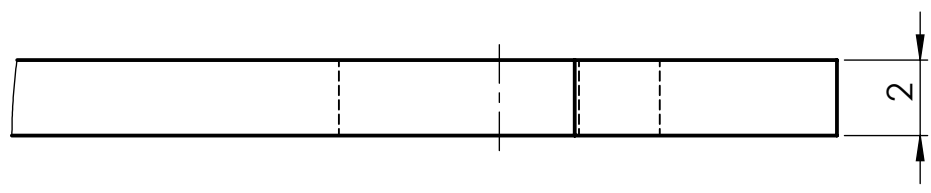
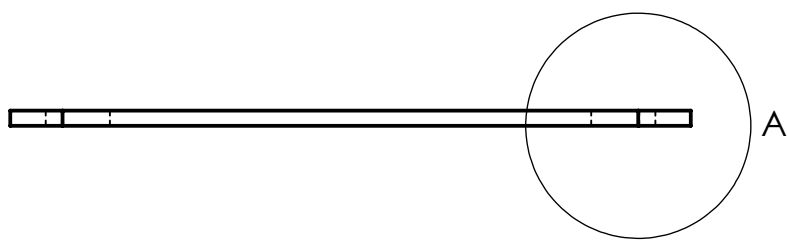
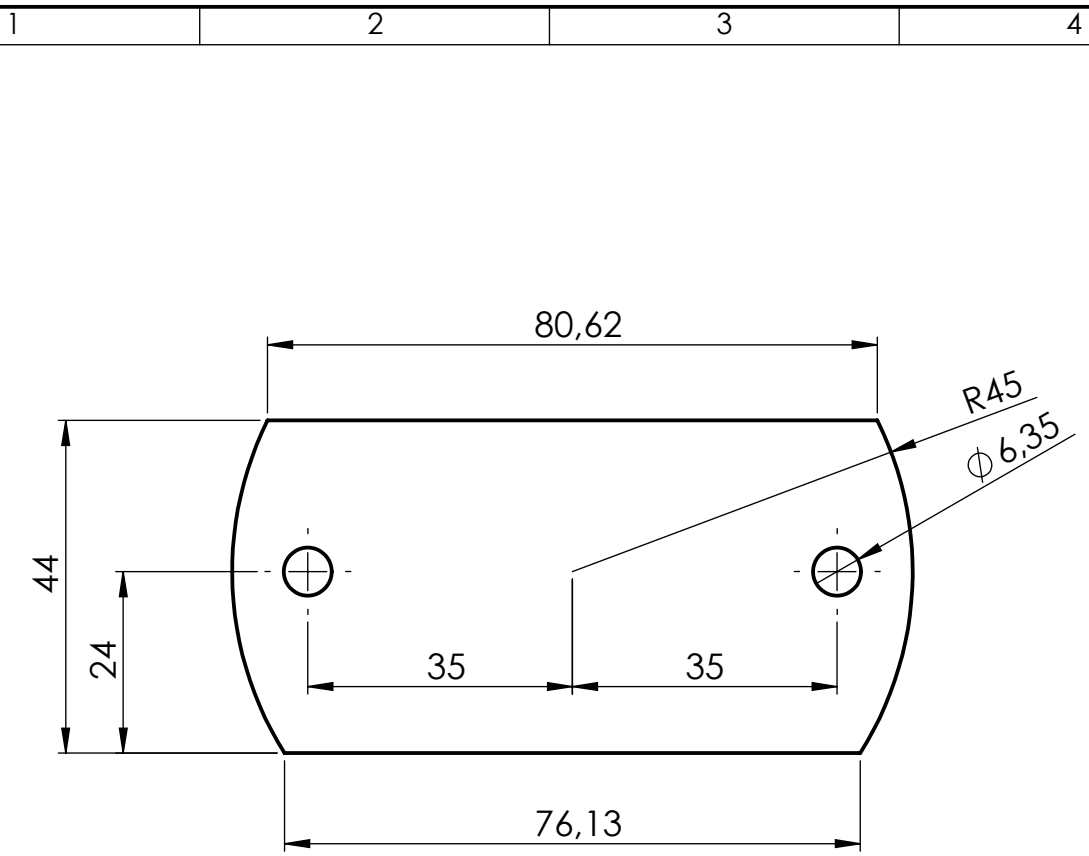
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PUERTA SISTEMA IGNICIÓN	AISI 304. 2 mm de espesor	1
2	MECHERO BUNSEN	Acero INOX.	1
3	BASE PARA MECHERO	AISI 304. 2 mm de espesor	1
4	B18.2.3.5M - Hex bolt M5 x 0.8 x 25 --25C	Perno acero inox. 1/4 in	2
5	B18.2.4.1M - Hex nut, Style 1, M5 x 0.8 --D-C	Tuerca acero inox. 1/4 in	2

TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
±1mm	983.76 gr	VARIOS	
FECHA:	NOMBRE:	TÍTULO:	ESCALA:
DIBUJÓ: 4/1/2018	ROBERTO CHASI	SISTEMA DE IGNICIÓN	1:2
REVISÓ: 12/1/2018	ROBERTO CHASI		
APROBÓ: 12/1/2018	ING. CASTRO C.		
U.T.A.		N.º DE LÁMINA:	REGISTRO:
INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 10 DE 24	
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	SUSTITUCIÓN:	



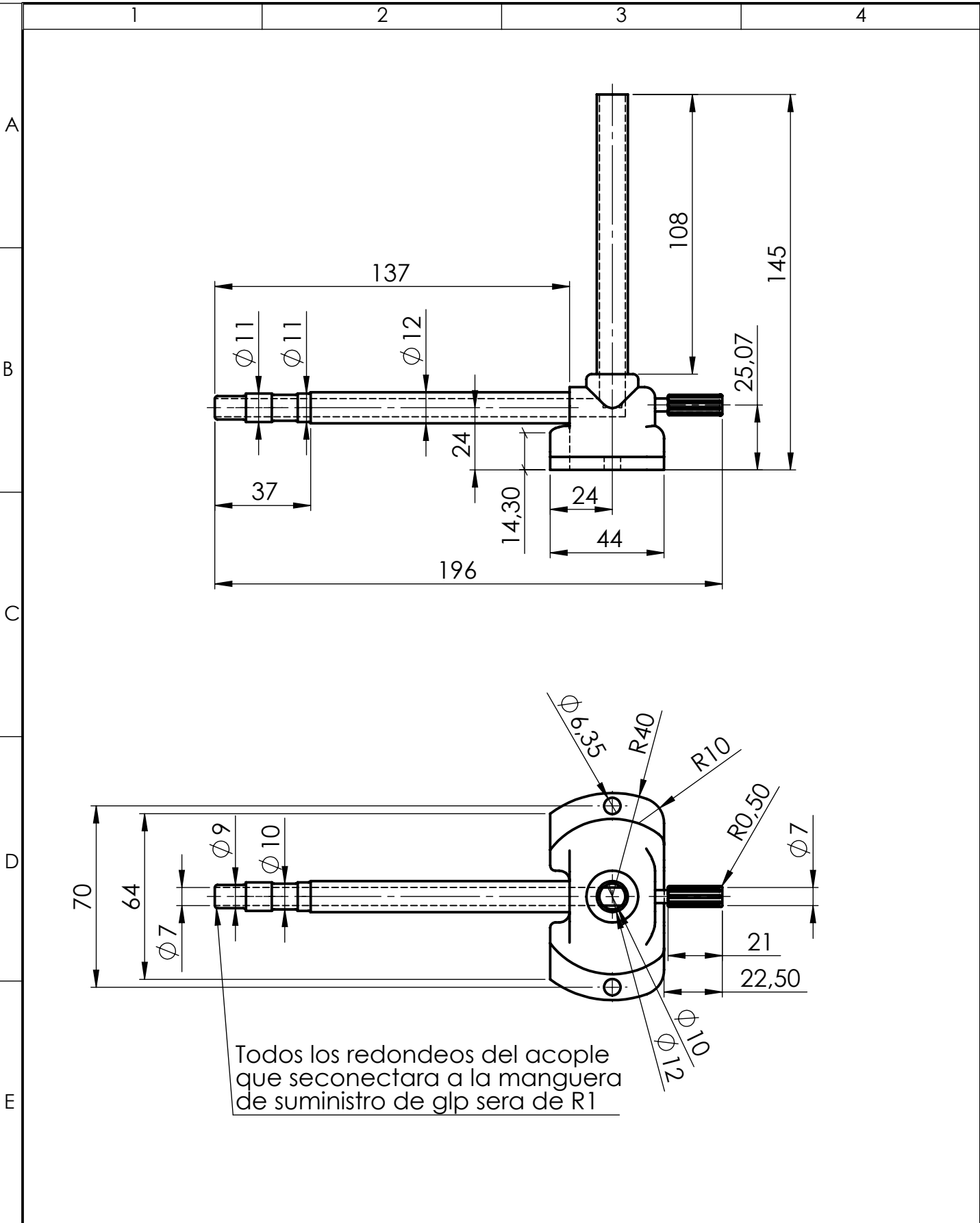
DETALLE A
ESCALA 2 : 1

				TOLERANCIA: ±1mm	PESO: 413.41 gr	MATERIAL: AISÍ 304	
						TÍTULO: PUERTA SISTEMA DE IGNICIÓN	ESCALA: 1:2
						N.º DE LÁMINA: HOJA 11 DE 24	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		SUSTITUCIÓN:	



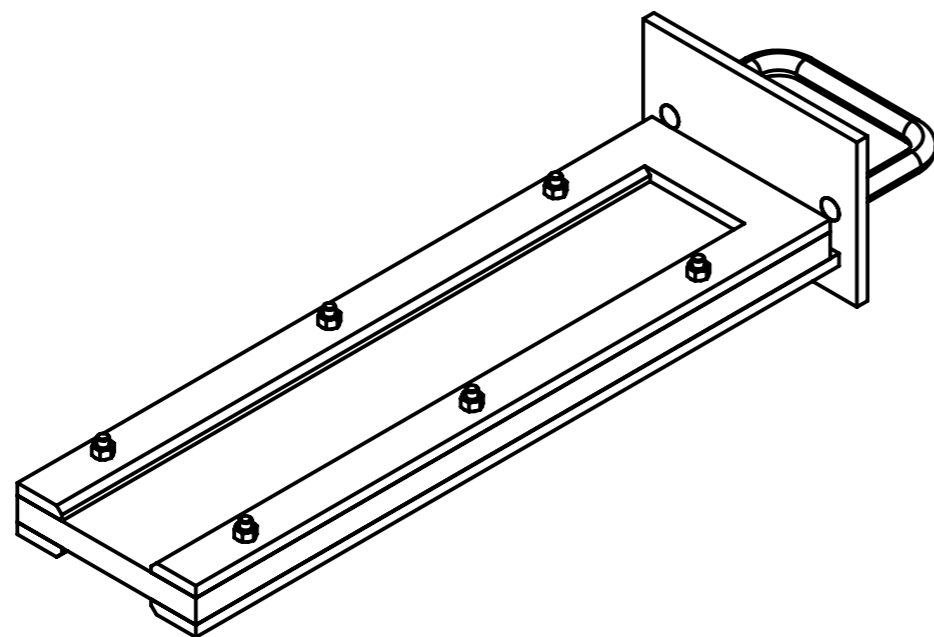
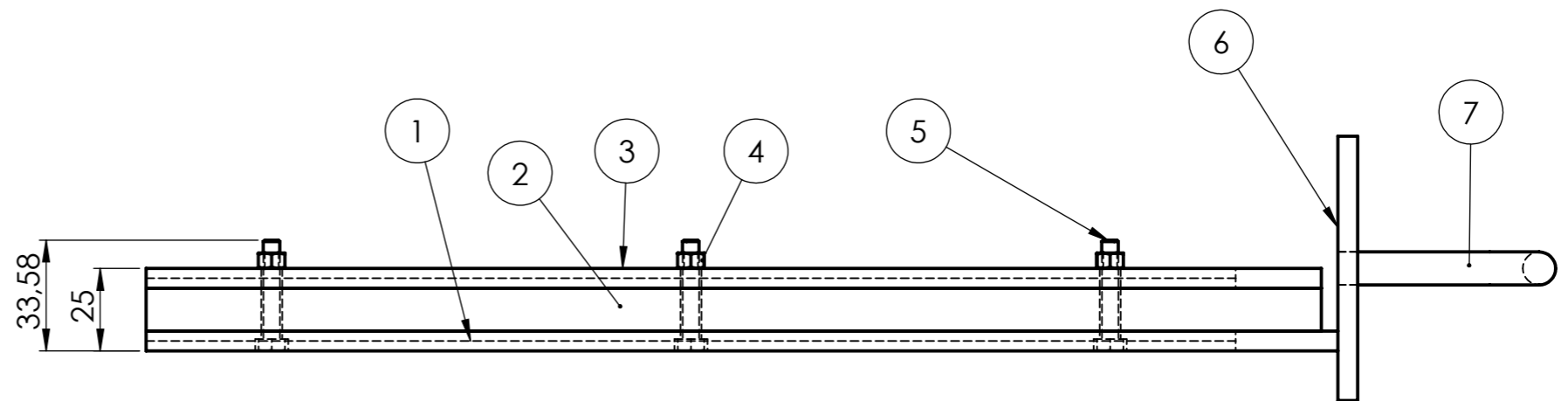
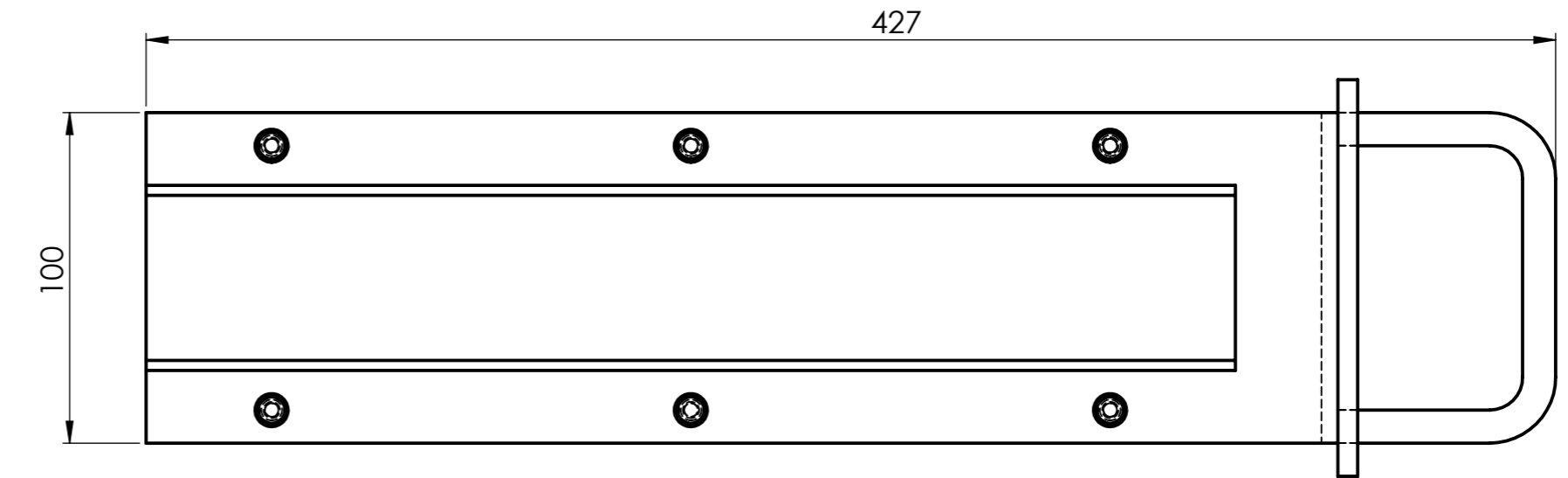
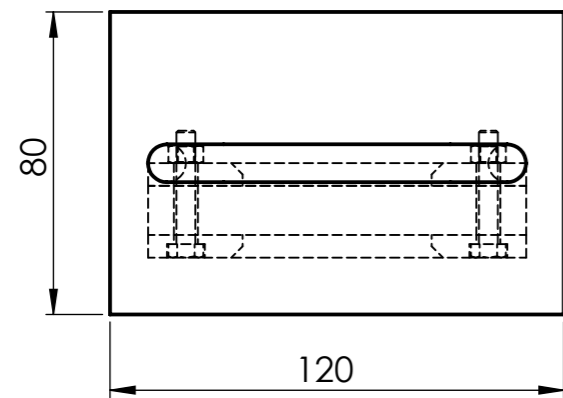
DETALLE A
ESCALA 5 : 1

				TOLERANCIA: ± 1mm	PESO: 59.65 gr	MATERIAL: AISÍ 304	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO: BASE PARA EL MECHERO	ESCALA: 1:1
				DIBUJÓ: 4/1/2018	ROBERTO CHASI		
				REVISÓ: 12/1/2018	ROBERTO CHASI		
				APROBÓ: 12/1/2018	ING. CASTRO C.	N.º DE LÁMINA: HOJA 12 DE 24	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		SUSTITUCIÓN:	



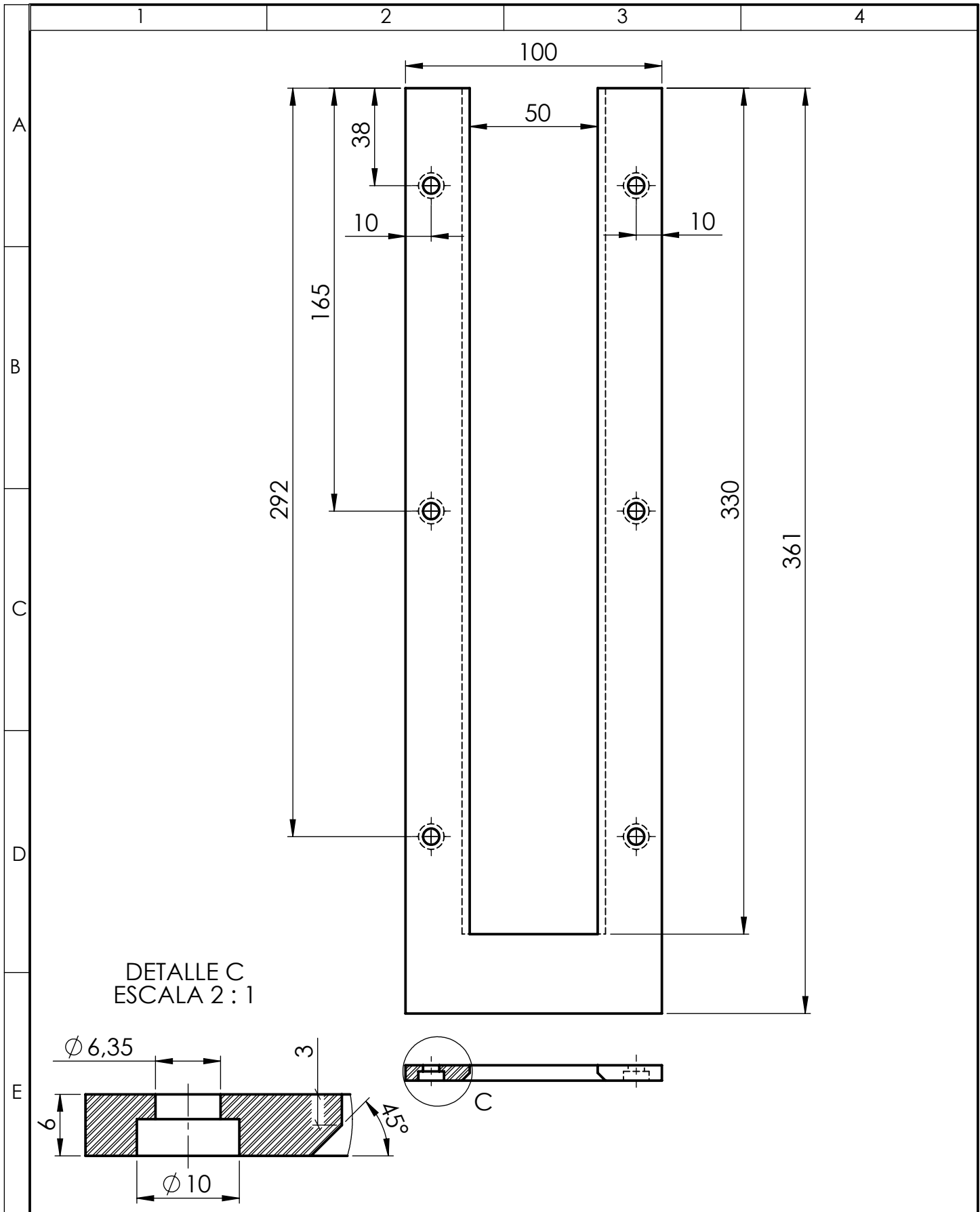
Todos los redondeos del acople que seconectara a la manguera de suministro de glp sera de R1

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±1mm	509.32 gr	AISI 304	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJÓ: 4/1/2018	ROBERTO CHASI	MECHERO BUNSEN	1:2
				REVISÓ: 12/1/2018	ROBERTO CHASI		
				APROBÓ: 12/1/2018	ING. CASTRO C.		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA:	REGISTRO:
						HOJA 13 DE 24	
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCIÓN:			

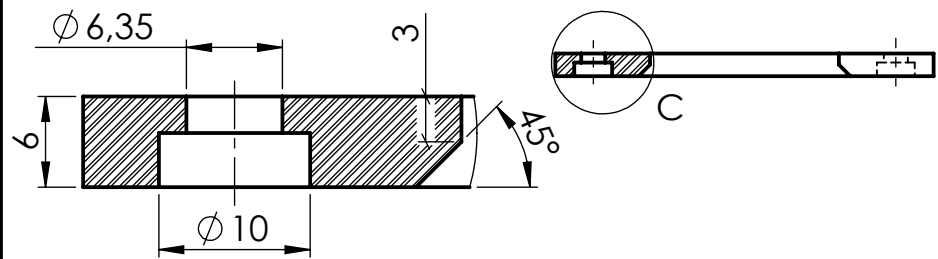


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	BASE PORTAMUESTRAS	Material AISI 304 de 6 mm espesor	1
2	MUESTRA	Material Nylon	1
3	SUJETADOR PORTAMUESTRAS	Material AISI 304 de 6 mm espesor	1
4	B18.2.4.1M - Hex nut, Style 1, M5 x 0.8 --D-C	ACERO INOX de 1/4 in	6
5	B18.2.3.5M - Hex bolt M5 x 0.8 x 30 --30C	ACERO INOX de 1/4 in	6
6	TAPA PORTAMUESTRAS	Material AISI 304 de 6 mm espesor	1
7	MANILLA PORTAMUESTRAS	Material AISI 304 de 6 mm espesor	1

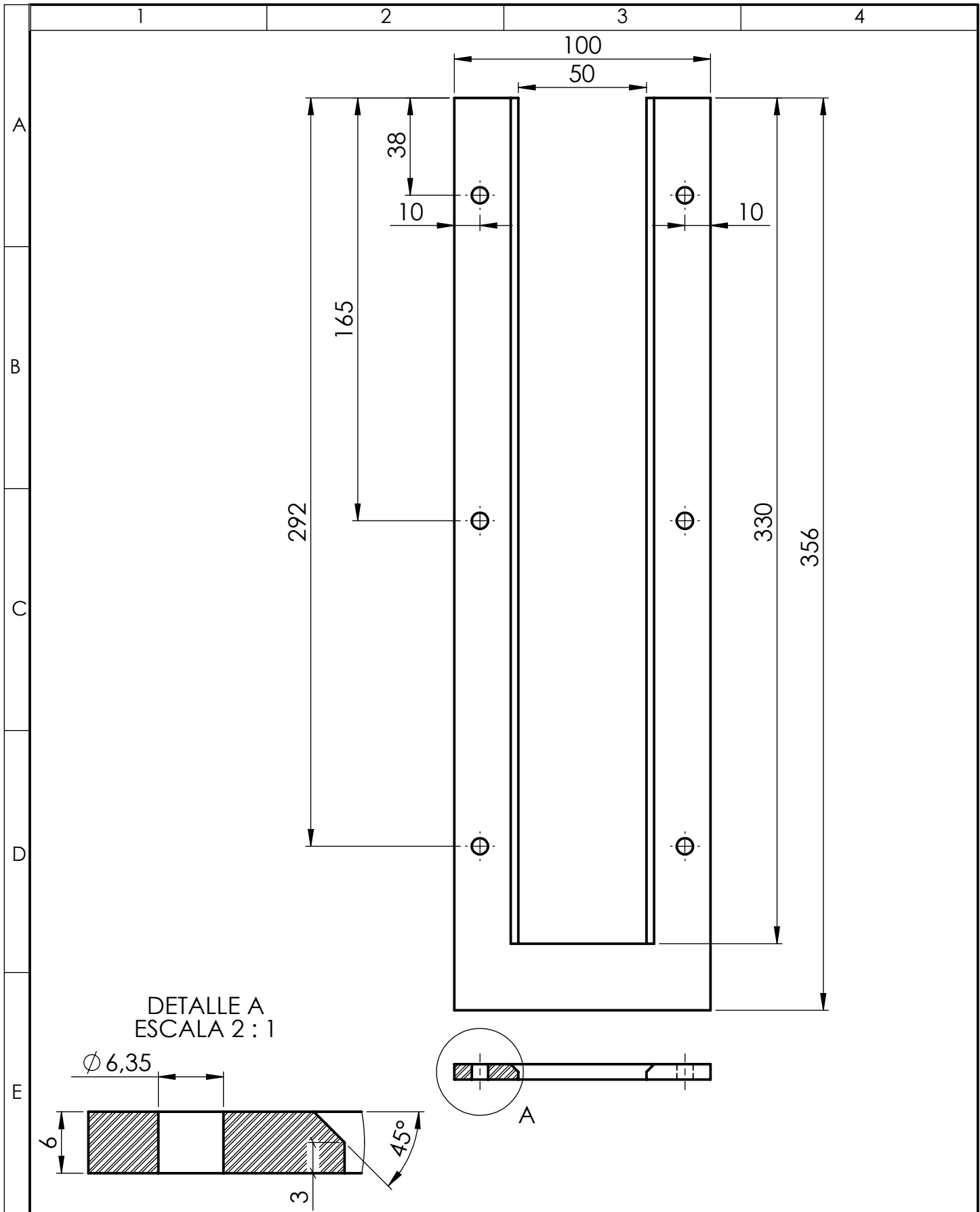
TOLERANCIA:		PESO:	MATERIAL:	
± 1mm		2897.41 gr	VARIOS	
FECHA:		NOMBRE:		ESCALA:
DIBUJÓ:	4/1/2018	ROBERTO CHASI		1:2
REVISÓ:	12/1/2018	ROBERTO CHASI		
APROBÓ:	12/1/2018	ING. CASTRO C.		
U.T.A.			N.º DE LÁMINA:	REGISTRO:
INGENIERÍA MECÁNICA			HOJA 14 DE 24	
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCIÓN:



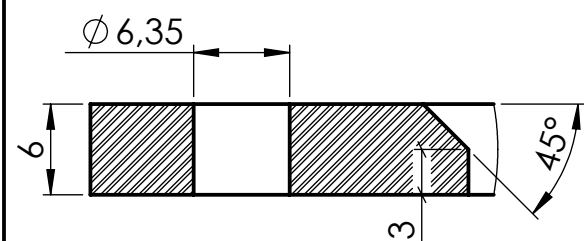
DETALLE C
ESCALA 2 : 1



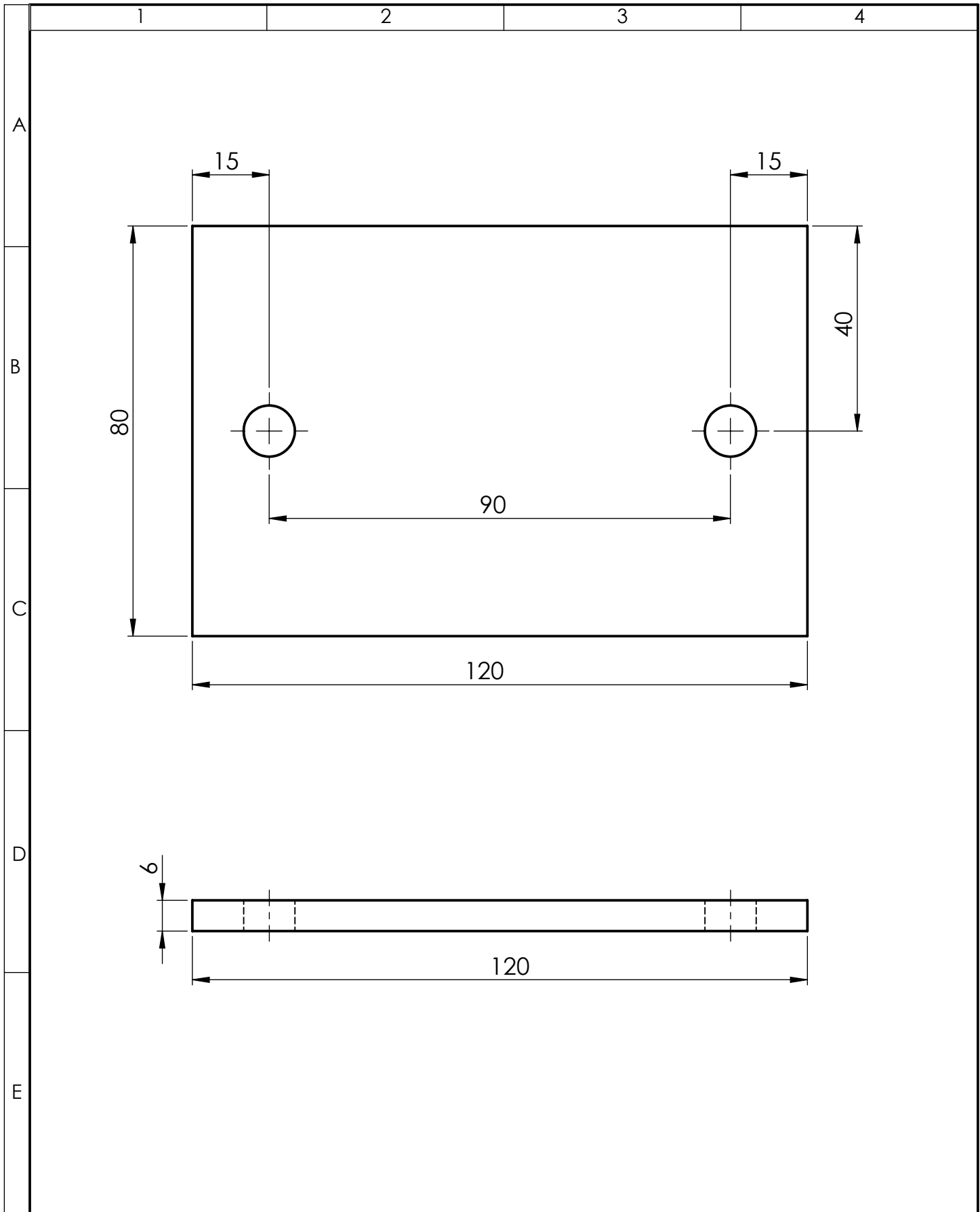
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±1 mm	899.87 gr	AISI 304	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJÓ: 4/1/2018	ROBERTO CHASI	BASE PORTAMUESTRAS	1:2
				REVISÓ: 12/1/2018	ROBERTO CHASI		
				APROBÓ: 12/1/2018	ING. CASTRO C.		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA:	REGISTRO:
						HOJA 15 DE 24	
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCIÓN:			



DETALLE A
ESCALA 2 : 1



				TOLERANCIA: ±1mm	PESO: 883.92 gr	MATERIAL: AISI 304		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		
				DIBUJÓ: 4/1/2018	ROBERTO CHASI	SUJETADOR PORTAMUESTRAS		
				REVISÓ: 12/1/2018	ROBERTO CHASI			ESCALA: 1:2
				APROBÓ: 12/1/2018	ING. CASTRO C.			REGISTRO:
				U.T.A.		N.º DE LÁMINA:	HOJA 16 DE 24	
				INGENIERÍA MECÁNICA		SUSTITUCIÓN:		
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:					



				TOLERANCIA: ±1	PESO: 453.26 gr	MATERIAL: AISI 304	
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO:
					DIBUJÓ: 4/1/2018	ROBERTO CHASI	TAPA PORTAMUESTRAS
					REVISÓ: 12/1/2018	ROBERTO CHASI	
					APROBÓ: 12/1/2018	ING. CASTRO C.	
				U.T.A.		N.º DE LÁMINA:	ESCALA:
				INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 17 DE 24	1:1
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCIÓN:		REGISTRO:	

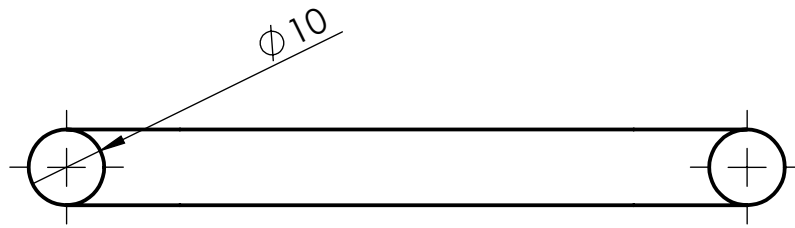
1

2

3

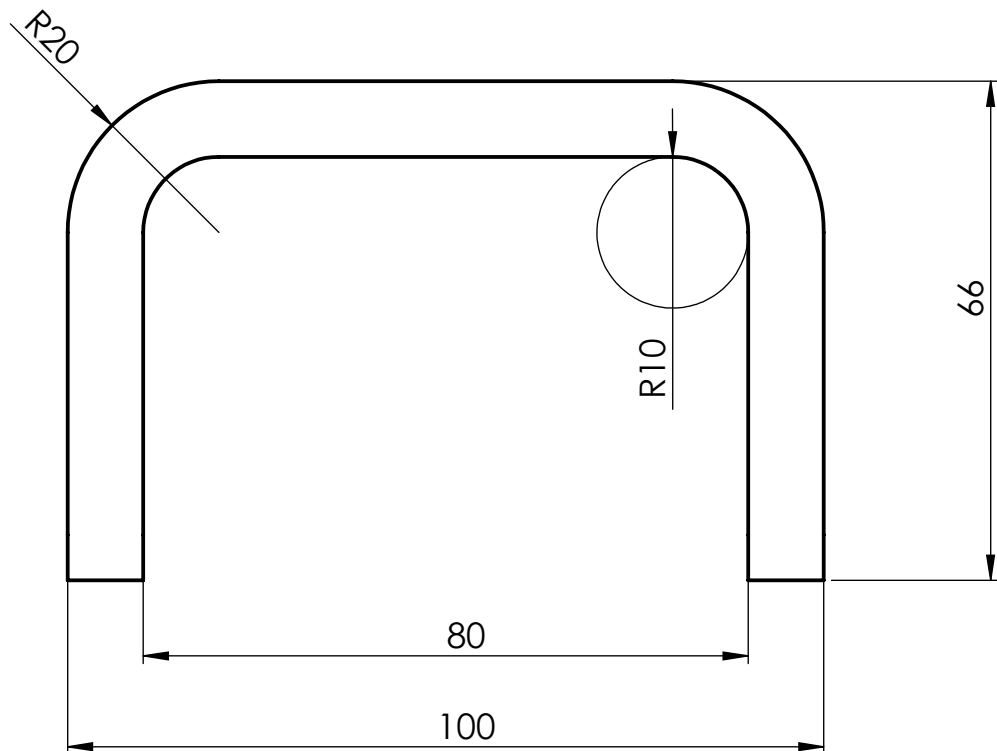
4

A



B

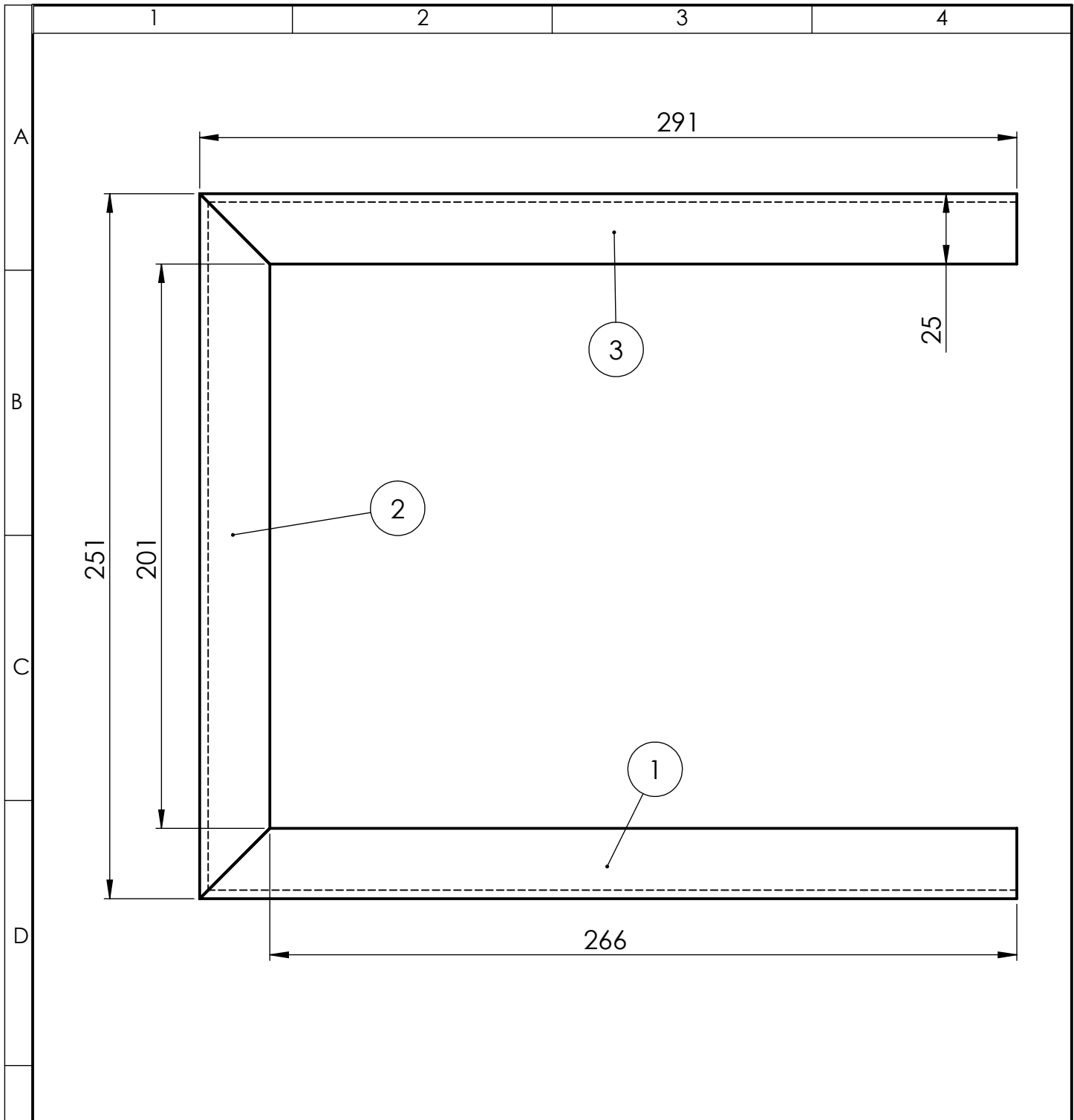
C



D

E

				TOLERANCIA: $\pm 1\text{mm}$	PESO: 125.11 gr	MATERIAL: AISI 304	
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO:
					DIBUJÓ: 4/1/2018	ROBERTO CHASI	MANILLA PORTAMUESTRAS
					REVISÓ: 12/1/2018	ROBERTO CHASI	
					APROBÓ: 12/1/2018	ING. CASTRO C.	
				U.T.A.		N.º DE LÁMINA:	ESCALA:
				INGENIERÍA MECÁNICA		HOJA 18 DE 24	1:1
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	REGISTRO:



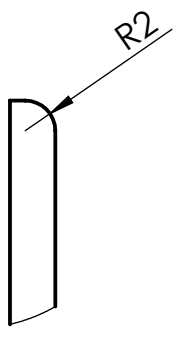
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	GUÍA HORIZONTAL INFERIOR	Ángulo de 25*11*3 mm acero AISI 304	1
2	GUÍA VERTICAL	Ángulo de 25*11*3 mm acero AISI 304	1
3	GUÍA HORIZONTAL SUPERIOR	Ángulo de 25*11*3 mm acero AISI 304	1

TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:	
±1mm		623.54 gr		VARIOS	
FECHA		NOMBRE		TÍTULO:	
DIBUJÓ: 4/1/2018		ROBERTO CHASI		MARCO VENTANA DE ACCESO	
REVISÓ: 12/1/2018		ROBERTO CHASI			
APROBÓ: 12/1/2018		ING. CASTRO C.			
U.T.A.				N.º DE LÁMINA:	
INGENIERÍA MECÁNICA				HOJA 19 DE 24	
EDICIÓN:		MODIFICACIÓN:		FECHA:	
				REGISTRO:	

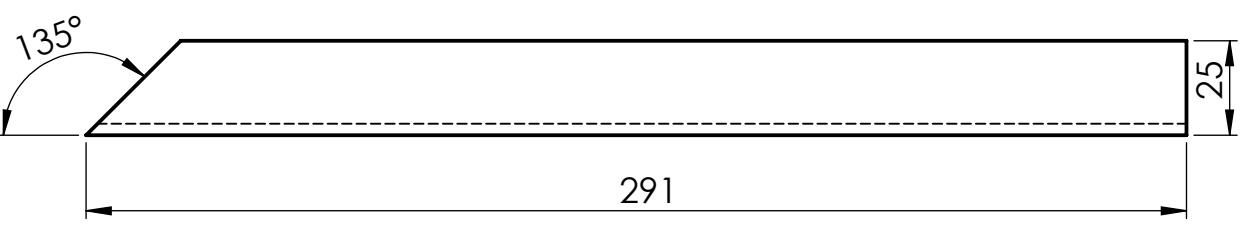
1 2 3 4

A

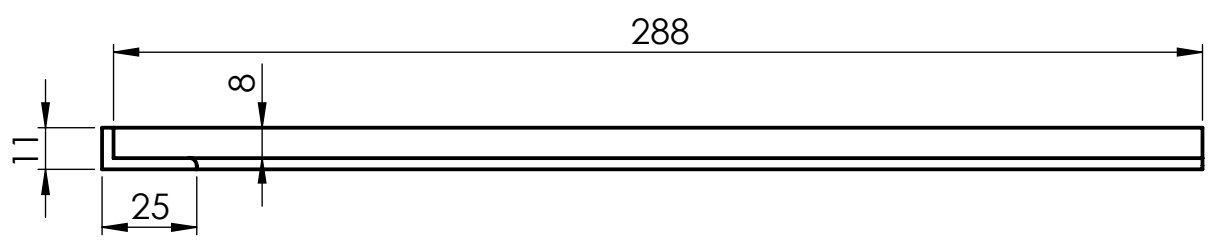
DETALLE A
ESCALA 2 : 1



B



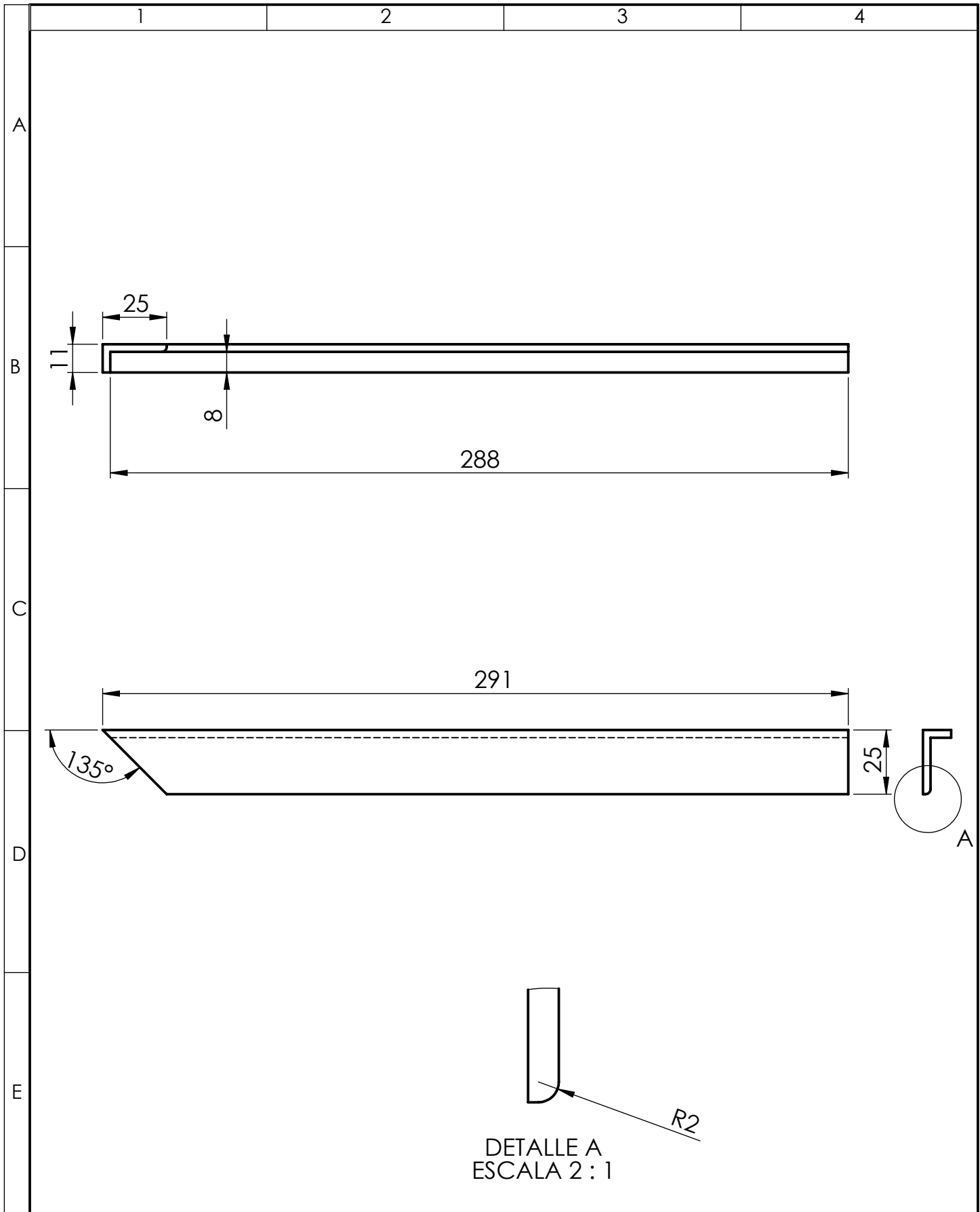
C



D

E

				TOLERANCIA: ±1mm	PESO: 220.86 gr	MATERIAL: AISI 304	
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO:
					DIBUJÓ: 4/1/2018	ROBERTO CHASI	GUÍA HORIZONTAL INFERIOR VENTANA DE ACCESO
					REVISÓ: 12/1/2018	ROBERTO CHASI	
					APROBÓ: 12/1/2018	ING. CASTRO C.	
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA:	ESCALA:
							HOJA 20 DE 24
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	REGISTRO:



DETALLE A
ESCALA 2 : 1

				TOLERANCIA: ±1mm	PESO: 220.85 gr	MATERIAL: AISI 304	
						ESCALA: 1:2	
				DIBUJÓ: 4/1/2018	ROBERTO CHASI	TÍTULO: GUÍA HORIZONTAL SUPERIOR VENTANA DE ACCESO	
				REVISÓ: 12/1/2018	ROBERTO CHASI		
				APROBÓ: 12/1/2018	ING. CASTRO C.		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA: HOJA 21 DE 24	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	

1

2

3

4

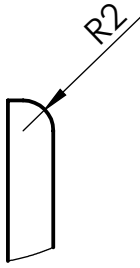
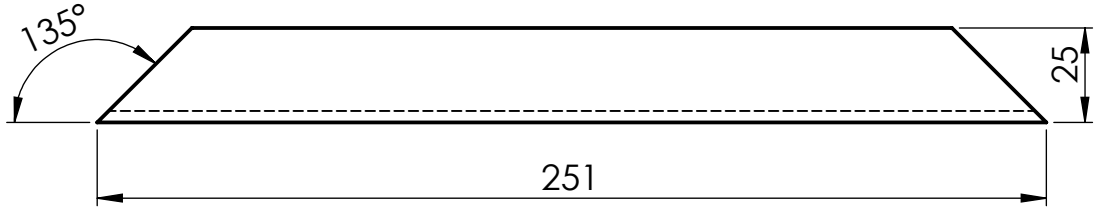
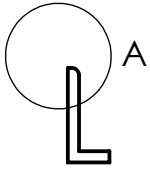
A

B

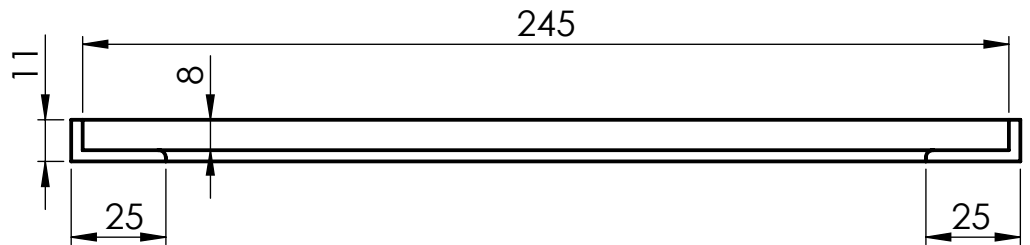
C

D

E



DETALLE A
ESCALA 2 : 1



				TOLERANCIA: $\pm 1\text{mm}$	PESO: 181.83 gr	MATERIAL: AISI 304	
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO:
					DIBUJÓ: 4/1/2018	ROBERTO CHASI	GUÍA VERTICAL VENTANA DE ACCESO
					REVISÓ: 12/1/2018	ROBERTO CHASI	
					APROBÓ: 12/1/2018	ING. CASTRO C.	
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º DE LÁMINA: HOJA 22 DE 24	ESCALA: 1:2
EDICIÓN:	MODIFICACIÓN:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCIÓN:	REGISTRO:

