



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

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

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE EMERGENCIA DE
DESMONTAJE DE ASIENTO DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES
SINIESTRADOS”**

Autor: David Sebastián Chamorro Mera

Christian Paul Palate Chango

Tutor: Ing. Víctor Rodrigo Espín Guerrero, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Febrero - 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: " **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE EMERGENCIA DE DESMONTAJE DE ASIENTOS DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES SINIESTRADOS** ", elaborado por los Sres. David Sebastián Chamorro Mera, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1805331053 y Christian Paul Palate Chango, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1804719712, estudiantes de la carrera de Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Trabajo Experimental es original de los autores.
- Ha sido revisado cada uno de los capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad

Ambato, febrero 2024



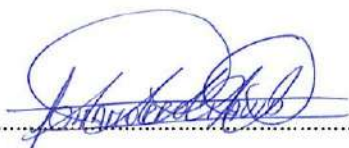
.....
Ing. Víctor Rodrigo Espín Guerrero, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **David Sebastián Chamorro Mera**, con C.I. 1805331053 y **Christian Paul Palate Chango**, con C. I. 1804719712 declaramos que todas las contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente Proyecto Técnico con el tema: " **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE EMERGENCIA DE DESMONTAJE DE ASIENTOS DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES SINIESTRADOS** ", así como también las ideas de diseño, parámetros, criterios, análisis, gráficas, conclusiones y recomendaciones son de nuestra exclusiva responsabilidad como autores del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



David Sebastián Chamorro Mera

C.I. 1805331053

AUTOR



Christian Paul Pálate Chango

C.I. 1804719712

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedemos los derechos en línea patrimoniales de nuestro trabajo experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de nuestro trabajo experimental dentro de las regulaciones de la universidad, siempre y cuando su reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando nuestros derechos de autor.

Ambato, febrero 2024



David Sebastián Chamorro Mera

C.I. 1805331053

AUTOR



Christian Paul Pálate Chango

C.I. 1804719712

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por los estudiantes David Sebastián Chamorro Mera y Christian Paul Palate Chango, de la Carrera de Mecánica bajo el tema: " **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE EMERGENCIA DE DESMONTAJE DE ASIENTOS DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES SINIESTRADOS** ".

Ambato, febrero 2024

Para constancia firma:



.....
Ing. Mg. Diego Fernando Núñez Núñez
MIEMBRO CALIFICADOR



.....
Ing. Mg. Christian Byron Castro Miniguano
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico el siguiente trabajo a mi hijo Joaquín y mi esposa Tatiana, por llenarme de mucho amor y darme la fuerza necesaria para cada día esforzarme y superarme más, de igual manera a mis padres, Milton Raúl Chamorro Muñiz y Alexandra Rosario Mera Vargas, por ayudarme y apoyarme en cada momento de mi vida, sin ellos no hubiera sido posible alcanzar esta meta, a mi hermano André Josué, por siempre aconsejarme y desearme lo mejor, a mi abuelito Salomón Mera, por enseñarme a que por más difícil que sea la vida, siempre hay esperanza para ser mejor, y con gran amor, admiración y respeto a mi abuelita Charito Vargas, por todos sus valores y enseñanzas.

Chamorro Mera David Sebastián

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis padres Washington Eduardo Palate Pilla y María Rosario Chango Palate, que gracias a su apoyo incondicional me encuentro cumpliendo una meta más en mi vida, los admiro y les agradezco el enorme esfuerzo que hicieron para proveerme de todo lo necesario a lo largo de mis estudios, por enseñarme a nunca rendirme y por brindarme de su cariño incondicional, no tengo palabras para agradecerles todo lo que han hecho por mí.

A mis tíos porque me apoyaron en las decisiones que he tomado a lo largo de esta formación académica y brindarme su ayuda cuando la he requerido, ustedes son un ejemplo para mí y espero seguir contando con su apoyo, gracias por sus oraciones, porque sé que gracias a ellas hoy estoy cumpliendo este sueño que he tenido desde hace mucho tiempo.

Palate Chango Christian Paul

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por siempre darme la fortaleza, sabiduría, inteligencia, prudencia y paciencia para lograr todo lo que me he propuesto.

A mis padres, por cuidarme, ayudarme y apoyarme a lo largo de mi vida y formación académica y ser siempre mi respaldo en todos los momentos y decisiones de mi vida.

A mi tutor, el Ing. Víctor Rodrigo Espín Guerrero, por compartir sus conocimientos y ayuda en el desarrollo de este proyecto de titulación.

Al Ing. Paul Barriga gerente general de la empresa "Asientos American" por abrirme las puertas de su empresa desde un principio, y compartir sus conocimientos prácticos en la construcción del proyecto.

A los Ings. Fabricio Medina y Bryan Medina por abriros las puertas de carrocerías "ALME", y darnos la oportunidad de usar sus instalaciones con el fin de realizar las pruebas de funcionamiento del proyecto.

A la Universidad Técnica de Ambato, a la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, y a cada uno de los docentes que conforman esta dichosa facultad.

Chamorro Mera David Sebastián

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por cuidar de mí y de mi familia, por haber llegado hasta esta etapa de mi vida y por haberme llenado de amistades sinceras a lo largo de mi formación académica. Agradezco a mis padres por brindarme su apoyo incondicional. Agradezco a toda mi familia en general por haberme apoyado y brindado palabras de aliento para seguir adelante en mis estudios.

A mi tutor, Ing. Espín Guerrero Víctor Rodrigo por brindarme su apoyo, por tenerme paciencia y sobre todo por sus consejos con los cuales hemos desarrollado un buen proyecto. Gracias por compartir sus conocimientos y por cómo supo guiarnos hacia la meta, me llevaré grabados los buenos momentos que compartimos.

Un sincero agradecimiento al Ing. Paul Barriga por abrir las puertas de su taller "Asientos American" para realizar este proyecto, por impartirnos sus conocimientos y también por los consejos brindados, me servirán para desenvolverme de mejor manera en mi campo profesional. No me queda más que decirle muchas gracias.

Agradezco al ingeniero Fabricio Medina y a todos los que conforman la empresa "ALME" por proveernos de un bus interprovincial para realizar las evaluaciones respectivas de nuestro proyecto dentro de su unidad.

Palate Chango Christian Paul

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	i
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DERECHOS DE AUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO	xviii
ABSTRACT.....	xix
CAPÍTULO I.....	1
1 MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 TEMA	1
1.2 Antecedentes investigativos	1
1.3 Justificación.....	2
1.4 Fundamentación teórica.	3
1.4.1 Normas utilizadas para la creación de asientos.....	3
1.4.2 Método de elementos finitos	3
1.4.3 Fundamentos del método de elementos finitos (MEF)	4
1.4.4 Elementos de malla	5
1.4.5 Tipos de elementos en el análisis de elementos finitos.....	5
1.4.6 Proceso de discretización	5
1.4.7 Mallado por elementos finitos.....	6
1.4.8 Análisis modal.....	6
1.4.9 Análisis dinámico y estático.....	7
1.4.10 Resistencia de materiales	7

1.4.11	Análisis de esfuerzos.....	8
1.4.12	Criterio de Von Mises.....	8
1.4.13	Deformaciones mecánicas.....	8
1.4.14	Deformación elástica.....	8
1.4.15	Deformación plástica	9
1.4.16	Fractura	9
1.4.17	Factor de seguridad	10
1.4.18	Resultado de análisis	11
1.4.19	Procesos de fabricación de asientos	11
1.5	Objetivos	12
1.5.1	Objetivo general	12
1.5.2	Objetivos específico	12
CAPÍTULO II		13
2	METODOLOGÍA	13
2.1	Materiales.....	13
2.1.1	Propiedades mecánicas de materiales	17
2.2	Métodos.....	18
2.3	Nivel o tipo de investigación.....	19
2.3.1	Plan de recolección de datos	19
2.3.2	Plan de procesamiento de análisis.....	20
2.3.3	Metodología aplicada al proyecto	20
2.3.4	Etapas de desarrollo del proyecto	21
2.3.5	Diagrama de recolección, procesamiento y análisis	21
2.4	Diseño del asiento interprovincial.....	22
CAPÍTULO III.....		24
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
3.1	Análisis y discusión de los resultados.....	24
3.1.1	Parámetros para el diseño.....	24
3.1.1.1	Ángulos de inclinación.....	24
3.1.1.2	Descripción de la estructura evaluada.....	24

3.1.1.3	Análisis de alternativas para el sistema de desmontaje.....	25
3.1.1.4	Partes de la estructura del asiento	29
3.1.1.5	Aparato de ensayo según la norma NTE INEN 2708.	31
3.1.2	Diseño de los componentes.....	33
3.1.2.1	Determinación de fuerzas que actúan en el asiento según la norma NTE INEN 2708.	33
3.1.3	Diseño de los componentes.....	36
3.1.4	Análisis de convergencia del asiento interprovincial.....	58
3.1.5	Propiedades del acero ASTM A500 grado A.....	59
3.2	Diseño mediante elementos finitos, utilizando un programa CAE.	61
3.2.1	Análisis modal del asiento interprovincial.....	61
3.2.2	Análisis estático del asiento interprovincial con el sistema de emergencia	63
3.2.2.1	Resultados del análisis estático	64
3.2.3	Diseño dinámico del asiento con el sistema de emergencia	66
3.2.3.1	Análisis de resistencia del asiento según la norma 2708	66
3.2.3.2	Ubicación de las fuerzas.....	67
3.2.3.3	Posiciones del asiento a 90,100,110 y 120 grados.	67
3.2.3.4	Cumplimientos de requisitos mínimos del asiento	77
3.2.4	Discusión de resultados.....	83
3.3	Análisis del asiento según reglamento R14	85
3.3.1	Modelado CAD/CAE del bloque pélvico y torácico de los asientos	86
3.3.2	Mallado de los asientos y bloque torácico y pélvico	87
3.3.3	Aplicación de cargas en los bloque pélvicos y torácicos	88
3.4	Construcción del prototipo.....	91
3.4.1	Construcción del asiento.	92
3.5	Pruebas de funcionamiento.	94
3.5.1	Extracción estándar de heridos en un bus interprovincial.....	95
3.5.2	Pasos para el rescate mediante el método tradicional	95
3.6	Aplicación de las pruebas de funcionamiento.....	97
3.6.1	Evaluación del tiempo de rescate utilizando implementos típicos.....	97

3.6.2	Evaluación del tiempo de rescate utilizando el sistema de emergencia de desmontaje de asiento.	101
3.7	Costos del proyecto.	105
3.7.1	Costos del material.	105
3.7.2	Costos de los accesorios.	106
3.7.3	Costos de mano de obra.	107
3.7.4	Costos de uso de máquina.	107
3.7.5	Costos totales	107
CAPÍTULO IV.....		109
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	109
4.1	CONCLUSIONES	109
4.2	RECOMENDACIONES	110
BIBLIOGRAFÍA		112
ANEXOS		116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1. Materiales utilizados en la construcción de los asientos.....	13
Tabla 2. 2. Equipos y herramientas utilizados en la construcción de los asientos. ...	14
Tabla 2. 3. Implementos de seguridad utilizados.....	16
Tabla 2. 4. Propiedades mecánicas del acero ASTM A36.....	17
Tabla 2. 5. Propiedades mecánicas del acero ASTM A500.....	18
Tabla 3. 1. Valoración del resultado de comparación entre criterios.....	27
Tabla 3. 2. Enfrentamiento entre las alternativas, teniendo como criterio el costo. .	27
Tabla 3. 3. Enfrentamiento entre las alternativas, teniendo como criterio el peso....	27
Tabla 3. 4. Enfrentamiento entre las alternativas, con el criterio de mantenimiento.	28
Tabla 3. 5. Enfrentamiento entre las alternativas, con el criterio de eficiencia.	28
Tabla 3. 6. Enfrentamiento entre las alternativas, con el criterio de seguridad.	28
Tabla 3. 7. Resultado del enfrentamiento entre alternativas.	29
Tabla 3. 8. Descripción del material y la geometría de los elementos.....	31
Tabla 3. 9. Diseño CAD de los componentes del asiento interprovincial.....	32
Tabla 3. 10. Ingreso progresivo de la fuerza 1 a los diferentes tiempos con 0.2 segundos de una fuerza constante.	34
Tabla 3. 11. Ingreso progresivo de la fuerza 2 a los diferentes tiempos con 0.2 segundos de una fuerza constante.	35
Tabla 3. 12. ASD relación de esbeltez.	51
Tabla 3. 13. Análisis de convergencia de malla del asiento.....	58
Tabla 3. 14. Posición del asiento a ensayar a los diferentes ángulos.	67
Tabla 3. 15. Análisis de los asientos inclinado a 90 grados.....	70
Tabla 3. 16. Análisis de los asientos inclinado a 100 grados.....	72
Tabla 3. 17. Análisis de los asientos inclinado a 110 grados.....	74
Tabla 3. 18. Análisis de los asientos inclinado a 120 grados.....	76
Tabla 3. 19. Verificación de cumplimiento y aceptación del asiento a 90°.	78
Tabla 3. 20. Verificación de cumplimiento y aceptación de los asientos a 100°.	79
Tabla 3. 21. Verificación de cumplimiento y aceptación del asiento a 110°.	80
Tabla 3. 22. Verificación de cumplimiento y aceptación del asiento a 120°.	82
Tabla 3. 23. Materiales insertados en la biblioteca del programa CAE.....	84
Tabla 3. 24. Análisis asiento reglamento R14.....	89
Tabla 3. 25. Partes que conforman la base del asiento y el asiento.	92

Tabla 3. 26. Evaluación del tiempo de rescate de un herido en la fila 1.....	98
Tabla 3. 27. Evaluación del tiempo de rescate de un herido en la fila 3.....	99
Tabla 3. 28. Evaluación del tiempo de rescate de un herido en la fila 5.....	100
Tabla 3. 29. Registro de tiempos de extracción sin el sistema de desmontaje.....	100
Tabla 3. 30. Evaluación del tiempo de rescate de un herido en la fila 1.....	102
Tabla 3. 31. Evaluación del tiempo de rescate de un herido en la fila 3.....	102
Tabla 3. 32. Evaluación del tiempo de rescate de un herido en la fila 5.....	103
Tabla 3. 33. Registro de tiempos de extracción con el sistema de desmontaje.....	104
Tabla 3. 34. Comparación de resultados.	104
Tabla 3. 35. Costos de la estructura metálica de los asientos y sistema de desmontaje.....	105
Tabla 3. 36. Costos de los accesorios externos e internos de los asientos.	106
Tabla 3. 37. Costos de mano de obra.	107
Tabla 3. 38. Costos de las maquinarias y equipos usados para la construcción.....	107
Tabla 3. 39. Costos totales.	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1. Coordenadas nodales (i,j,m) y desplazamiento de nodos.....	4
Figura 1. 2. Módulo de elasticidad y de cizallamiento de materiales.	9
Figura 1. 3. Esquema de modos de rotura en fractura.....	10
Figura 1. 4. Proceso de fabricación de asientos.	11
Figura 2. 1. Diagrama de recolección, procesamiento y análisis.....	22
Figura 2. 2. Medidas estándar del asiento para servicio interprovincial.....	23
Figura 3. 1. Medidas referenciales del asiento de bus interprovincial.....	25
Figura 3. 2. Asiento de bus interprovincial con separación por placas.....	25
Figura 3. 3. Asiento de bus interprovincial sin separación.	26
Figura 3. 4. Asiento de bus interprovincial con separación tubular.....	26
Figura 3. 5. Partes imprescindibles que conforma el asiento de bus.	29
Figura 3. 6. Dispositivo para ensayo según normativa NTE INEN 2708.....	32
Figura 3. 7. Medidas de asientos.....	37
Figura 3. 8. Posición anatómica de humanos en asientos.	38
Figura 3. 9. Regiones de asientos.....	38
Figura 3. 10. Diseño del espaldar.....	39
Figura 3. 11. Selección de perfil circular IPAC.....	41
Figura 3. 12. Diseño de base del asiento.....	42
Figura 3. 13. Selección del tubo cuadrado IPAC.....	44
Figura 3. 14. Diseño de la Base.	45
Figura 3. 15. Propiedades del diseño.	45
Figura 3. 16. Perfil de tubo cuadrado, para estructura del asiento de autobús.....	48
Figura 3. 17. Diseño de patas.....	48
Figura 3. 18. Diseño del sistema de reclinación.	51
Figura 3. 19. Propiedades del material para el diseño de pernos.....	52
Figura 3. 20. Sistema de emergencia.	53
Figura 3. 21. Diseño de placa T.	55
Figura 3. 22. Sección de la placa de T.	55
Figura 3. 23. Diagrama para la viga.....	56
Figura 3. 24. Datos de sección de viga.	57
Figura 3. 25. Convergencia de malla.	59
Figura 3. 26. Propiedades del material ASTM A500 grado A.....	60

Figura 3. 27. Propiedades del material ASTM A36.....	60
Figura 3. 28. Mallado de la geometría del asiento interprovincial.	61
Figura 3. 29. Unión de elemento de malla del asiento interprovincial.	62
Figura 3. 30. Estadística de la malla obtenidas del programa CAE, para el ensayo del asiento.	62
Figura 3. 31. Detalles de la calidad de malla para el ensayo del asiento.	62
Figura 3. 32. Condiciones de carga de la estructura del asiento.	63
Figura 3. 33. Restricciones de la estructura del asiento.	64
Figura 3. 34. Deformación de la estructura del asiento.	65
Figura 3. 35. Esfuerzo de la estructura del asiento.	65
Figura 3. 36. Factor de seguridad de la estructura del asiento.	66
Figura 3. 37. Ubicación del aparato de ensayo.	67
Figura 3. 38. Distribución de cargas para un asiento a 90°.....	68
Figura 3. 39. Condiciones de frontera del asiento y contactos	69
Figura 3. 40. Curva desplazamiento nodo 55589.	78
Figura 3. 41. Curva desplazamiento nodo 62918.	80
Figura 3. 42. Curva desplazamiento nodo 65023.	81
Figura 3. 43. Curva desplazamiento nodo 65023.	82
Figura 3. 44. Modelado CAE bloque torácico y pélvico.	86
Figura 3. 45. Mallado del asiento y bloque torácico y pélvico.	87
Figura 3. 46. Estadística de la malla obtenidas del programa CAE, para el cinturón del asiento.....	87
Figura 3. 47. Propiedades de la malla, para el cinturón del asiento.....	88
Figura 3. 48. Resultado de los asientos.....	88
Figura 3. 49. Material insertado en la biblioteca en el programa CAE, para el ensayo del cinturón del asiento.	91
Figura 3. 50. Diagrama de proceso de construcción.....	91
Figura 3. 51. Impacto frontal de bus interprovincial.....	94
Figura 3. 52. Esquema de distribución de asientos en bus interprovincial.	94
Figura 3. 53. Bus interprovincial ALME.	95
Figura 3. 54. Collarín, Tabla de rescate y cinturón araña.	97
Figura 3. 55. Rescate típico de una persona herida dentro de un bus interprovincial.	98

Figura 3. 56. Asiento desmontado tipo camilla.	101
Figura 3. 57. Rescate utilizando sistema de emergencia de desmontaje a una persona herida dentro de un bus interprovincial.....	101

RESUMEN EJECUTIVO

En este proyecto se presenta la necesidad de introducir un sistema de emergencia de desmontaje en los asientos de los buses interprovinciales, debido a que, si un bus tiene un accidente o volcamiento, no existe camillas de emergencia que puedan cubrir a todos los pasajeros heridos y llevarlos al centro médico de forma inmediata.

Primero se recopiló información para el desarrollo del análisis por elementos finitos y los criterios de aceptación y rechazo según la norma NTE INEN 2708, bajo los cuales se realizaron los análisis. Posteriormente se diseñó la estructura, teniendo en cuenta los parámetros de diseño según las normativas vigentes. Luego se efectuó la simulación con una serie de ensayos por elementos finitos de la estructura del asiento considerando a los diferentes grados de inclinación y se observaron los desplazamientos que sufren en cada uno, además, de verificar la resistencia del mismo, para brindar fiabilidad en el momento de la presentación del prototipo, los datos obtenidos en los diferentes ensayos fueron registrados y comparados con los valores de requerimiento de la normativa vigente con el objetivo de sustentar la calidad y seguridad, y con esto facilitar la construcción. Finalmente se realizaron los planos técnicos y se procedió con la construcción de la estructura del asiento juntamente con el sistema de emergencia de desmontaje y se verificó su funcionamiento.

Este proyecto buscó facilitar el rescate de los pasajeros heridos en un accidente de autobús y reducir el tiempo de asistencia de los servicios de emergencia, lo que aumentaría la tasa de supervivencia de los pasajeros heridos.

Palabras claves: Asiento de bus, Bus interprovincial, Desmontaje de asientos, NTE INEN 2708, Ensayo estático, Reglamento N.80, Pasajeros heridos.

ABSTRACT

This project presents the need to introduce an emergency disassembly system in the seats of interprovincial buses. Because, if a bus has an accident or overturns, there are no emergency stretchers that can cover all the injured passengers and take them to the medical center immediately.

First, information was collected for the development of the finite element analysis and the acceptance and rejection criteria according to the NTE INEN 2708 standard, under which the analyses were carried out. Subsequently, the structure was designed, considering the design parameters according to the regulations in force. Then the simulation was carried out with a series of finite element tests of the seat structure considering the different degrees of inclination and the displacements suffered in each one were observed, in addition, to verify its resistance, to provide reliability at the time of the presentation of the prototype, the data obtained in the different tests were recorded and compared with the requirement values of the current regulations in order to support the quality and safety, and thus facilitate the construction. Finally, the technical drawings were drawn up and the seat structure was built together with the emergency disassembly system and its operation was verified.

This project aimed to facilitate the rescue of passengers injured in a bus accident and to reduce the assistance time of the emergency services, which would increase the survival rate of the injured passengers.

Keywords: Bus seat, Interprovincial bus, Seat removal, NTE INEN 2708, Static test, Regulation N.80, Injured passengers.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 TEMA

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE EMERGENCIA DE DESMONTAJE DE ASIENTOS DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES SINIESTRADOS.”

1.2 Antecedentes investigativos

La seguridad en los medios de transporte públicos siempre ha sido un pilar fundamental desde sus inicios, cuando Blaise Pascal en 1662, creó una línea de vehículos públicos que circuló durante poco más de una década, en la actualidad la seguridad es un factor obligatorio en muchos países como requisito para que un bus pueda ser producido y mucho más para que pueda circular, la empresa que desee fabricar buses necesitan cumplir varias normas de seguridad y no solo en la parte carrocería, sino también en la construcción de asientos.

La complejidad se debe a las propias características técnicas que debe cumplir cualquier vehículo que se destine al transporte de personas. También a que, en muchas ocasiones, el vehículo no se diseña integralmente por un solo fabricante; así, de una fábrica sale el chasis; es decir, la plataforma con sus sistemas termodinámicos e instalaciones, y se completa en un carrocería ajeno al chasis, donde se le acopla la carrocería completa con todos sus elementos y accesorios [1].

Uno de los pioneros en la seguridad de medios de transporte público, enfocados en la seguridad de asientos es la empresa española E-Rescue, que diseñó el sistema del mismo nombre el cual es el primer sistema post-accidente que facilita el rescate de las víctimas de accidentes de autobús y reduce el tiempo de intervención de los servicios de emergencia, lo que aumenta la tasa de supervivencia de las víctimas y minimiza los daños. E-Rescue es el primer sistema de inmovilización y extracción de víctimas para vehículos [2].

En el documento publicado en la red social Research Gate [3], el estudio se centra en la seguridad y validación de una estructura de asiento demostrando la importancia de realizar el análisis y fabricación de un asiento utilizando las normas establecidas, en

este caso la validación fue mediante la norma AIS023 la cual evalúa la seguridad de los asientos de autobús mediante la prueba con el maniquí híbrido III. También en el trabajo de titulación de C. Cagua y J. Vélez, “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MECANISMO PARA FACILITAR EL ACCESO A LOS VEHÍCULOS DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD DE MIEMBROS INFERIORES”, Trabajo de grado, Escuela de ingeniería de Antioquia, Colombia. [4], se puede observar que un diseño apropiado de asiento, juntamente con un mecanismo adaptable a la situación que se necesita, puede ser aprovechado tanto por su funcionalidad como por la comodidad que brinda a los usuarios.

En el Ecuador se utilizan las normas INEN, para la fabricación de asientos, sin embargo, las carroceras no siempre fabrican sus propios asientos, por lo que existen varias empresas que se dedican a esto. Las normas que deben cumplir varían de acuerdo con el asiento que vayan a fabricar, ya sea urbano o interprovincial, siendo este último, el caso de la empresa "ASIENTOS AMERICAN", en la cual se realizó el presente proyecto, buscando adaptar un sistema de emergencia desmontable a los asientos para buses interprovinciales de dicha empresa.

1.3 Justificación

Los accidentes en medios de transporte son uno de los hechos más desafortunados que pueden existir ya que se pierde la vida de pasajeros, pilotos y también de rescatistas. En este contexto en el Ecuador uno de los índices de mayor número de muertes está dado por causa de accidentes de buses interprovinciales, las víctimas aumentan significativamente por no tener una vía rápida de escape y los rescatistas no pueden hacer mucho en esas condiciones. Según los datos de la Agencia Nacional de Tránsito existieron en lo que va del año 2022 alrededor de 2500 víctimas y 15000 lesionados [5].

Debido a lo expuesto anteriormente muchas de las víctimas o lesionados son provocados tanto durante y luego del accidente esto debido a varios factores. El tiempo de reacción tanto de los rescatistas como de las personas que sufren el accidente se ve gravemente afectado debido a condiciones desfavorables, entre las que se puede mencionar que no se cuenta con implementos de primeros auxilios ni una forma rápida de ayudar a las personas atascadas. Por lo cual se puede intuir que

las probabilidades de rescate o de vida de cada una de las personas son relativamente bajas, esto sin contar factores externos al medio de transporte.

El presente trabajo tiene como propósito el diseño y la construcción de un sistema desmontable para buses interprovinciales siniestrados y que cuenta con un compartimento en el cual se dispondrán de kits de primeros auxilios. Con esto se busca dar a los rescatistas medios que ayudarán al pronto rescate y dará a las personas que sufran el accidente a poder tratar algún tipo de complicación que pueda presentar luego del accidente. La finalidad de implementar esto surge por la necesidad de reducir los problemas expuestos anteriormente.

1.4 Fundamentación teórica.

1.4.1 Normas utilizadas para la creación de asientos

El reglamento Técnico Ecuatoriano que tiene referenciado a la norma INEN 2708 [6], la cual a su vez es una traducción del reglamento número 80 de la comisión económica de las Naciones Unidas para Europa, es la norma para realizar los análisis de resistencia para la fabricación de asientos, la cual es una parte fundamental para que la empresa realice una auto-declaratoria de calidad en sus productos al Centro de Fomento Metal Mecánico, se realizó un análisis estático y dinámico físicamente de la estructura mediante el método de elementos finitos.

Siendo así el análisis se lo realizó en base a la norma NTE:2708 por la entidad mencionada para realizar ensayos de simulación de estructuras de buses. Cada uno de estos requisitos son necesarios para que una fábrica pueda homologar y producir productos, como en el caso de este estudio enfocado a la estructura de un asiento.

1.4.2 Método de elementos finitos

El método de elementos finitos parte de la geometría de la pieza y la somete a cargas y restricciones, que se subdividen en partes más pequeñas, conocidos como elementos, los cuales representan un dominio. La finalidad de la geometría dividida es resolver un problema más grande, es decir se subdivide en problemas más simples por lo cual la computadora resuelve el problema de manera más fácil [7].

1.4.3 Fundamentos del método de elementos finitos (MEF)

La forma más intuitiva de comprender el método de elementos finitos es partir de la teoría de aplicación de una placa sometida a una tensión plana. El MEF se puede entender desde el punto de vista estructural, como una generalización del cálculo matricial de estructuras al análisis de los sistemas continuos. El método en sí nace como una evolución de aplicaciones a sistemas estructurales [8].

Un elemento finito "e" viene definido por los nodos que contiene, siendo estos (i,j,m) y por el contorno de líneas que unen. El elemento también tiene desplazamientos "u" de cualquier punto del elemento que se aproximan por un vector columna \vec{u} como se muestra en la Figura 1. 1 [8].

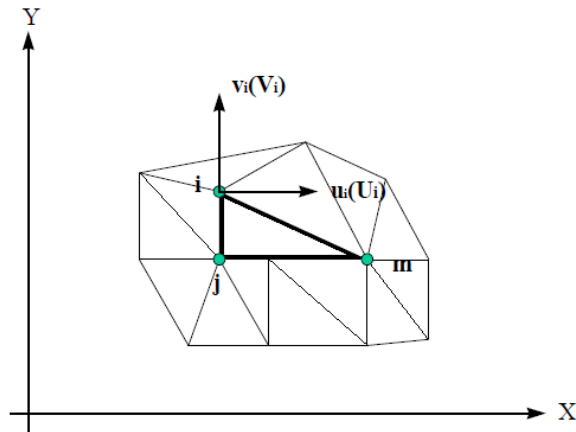


Figura 1. 1. Coordenadas nodales (i,j,m) y desplazamiento de nodos [8].

La fórmula de \mathbf{u} se muestra en la ecuación 1.

$$\vec{u} = \sum N_i a_i^e = \begin{bmatrix} N_i & N_j & \dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \vec{a}_i \\ \vec{a}_j \\ \dots \end{bmatrix}^e = N_a^e \quad \text{Ec. (1)}$$

Siendo N funciones dadas de posición dadas (Funciones de forma) y a^e es un vector formado por los desplazamientos nodales de los elementos considerados para el caso de una placa sometida a tensión plana [8].

U: son los movimientos horizontales y verticales en un punto cualquiera del elemento.

a_i : son los desplazamientos del nodo i.

Partiendo de esto se tiene el fundamento en el cual se basan todos los programas de elementos finitos.

1.4.4 Elementos de malla

Una parte fundamental para realizar el análisis por elementos finitos son los elementos de malla los cuales pueden ser elementos en 1,2 y 3 dimensiones en función del modelo que se vaya a simular. El MEF siempre es un modelo tridimensional por lo cual si un elemento es 1D o 2D es necesario definir 1 o 2 dimensiones [9].

1.4.5 Tipos de elementos en el análisis de elementos finitos

En el análisis de elementos finitos se debe tener en cuenta los tipos de elementos con los que se puede trabajar una vez que ya se tenga el modelo, a continuación, se dará una conceptualización general de los elementos tipo Shell, beam y truss.

- **Elementos tipo shell**

Los elementos tipo Shell se utilizan para cuando se necesita modelar una estructura en la que una dimensión (espesor) es significativamente menor que las otras dimensiones y las tensiones en la dirección del espesor son insignificantes [10].

- **Elementos beam**

Son conocidos como elementos de viga y se utilizan para modelar componentes en donde una dimensión (longitud) es significativamente mayor que las otras dos dimensiones y solo la tensión en la dirección a lo largo del eje de la viga es significativa [10].

- **Elementos truss**

Los elementos truss son varillas que solo pueden soportar cargas de tracción o compresión. No tienen resistencia a la flexión; por lo tanto son útiles para modelar marcos articulados [10].

1.4.6 Proceso de discretización

El método de elementos finitos se basa en transformar un cuerpo de naturaleza continua en un modelo aproximado, esta transformación se denomina discretización del modelo. El conocimiento de lo que está sucediendo en el interior de este modelo del cuerpo aproximado se obtiene mediante la interpolación de los valores conocidos como nodos. Es por tanto una aproximación de los valores de una función a partir del conocimiento de un número determinado y finito de puntos [8].

El continuo o el cuerpo completo se divide en un número finito de partes "elementos", cuyo comportamiento se especifica mediante finitos parámetros asociados a los nodos descritos anteriormente [8].

1.4.7 Mallado por elementos finitos

La importancia de disponer de un medio para evaluar los errores que se pueden cometer en el cálculo radica en que permite el refinamiento de éstos. La finalidad del mallado es conseguir resultados por debajo de un error marcado.

Existen tres formas de refinamiento de problemas:

- Método H: Consiste en la reducción del error actuando directamente sobre el tamaño del elemento y manteniendo constante la función de forma. Presenta dos inconvenientes, el método es el más lento desde el punto de vista de velocidad de convergencia y se pierde el control sobre el mallado, pudiendo generarse mallas distorsionadas [8].
- Método P: Consiste en ir aumentando progresivamente el grado de polinomios de interpolación (Funciones de formar), manteniendo fijo el tamaño de los elementos. Tiene mayor velocidad de convergencia que el método H, sin embargo, presenta el problema de acotar el grado máximo del polinomio. Un grado muy alto podría provocar rizado en las soluciones [8].
- Método HP: Consiste en el uso secuencial de ambas técnicas. En primer lugar se optimiza el mallado a la geometría y posteriormente se modifica el grado del polinomio hasta alcanzar el error deseado [8].

En el análisis de la presente tesis no se empleó ninguna técnica de este tipo de mallado.

1.4.8 Análisis modal.

El análisis modal es una serie de pasos mediante los cuales tienen la finalidad de describir una estructura bajo las propiedades de ésta, pudiendo ser dinámicas o parámetros modales que son la frecuencia, el amortiguamiento y los modos de vibración. Sin falta cada estructura tiene frecuencia natural y modos de vibración que dependen principalmente de la masa y la rigidez de la estructura. Para el diseño es necesario identificar cada una de las frecuencias y conocer cómo estas actúan al aplicar

una fuerza a la estructura. Siendo así, el análisis modal es un proceso útil para describir, comprender y modelar el comportamiento de las estructuras.

Una definición más simple se podría dar a partir de la comparación de estos procesos con el análisis de frecuencia. En el análisis de frecuencia una señal compleja se descompone en un grupo de ondas senoidales más simples con parámetros individuales de frecuencia y amplitud, en cambio en el análisis modal la deformación de la estructura se divide en una serie de modos simples de deformación con parámetros de frecuencia y amortiguamiento [11].

1.4.9 Análisis dinámico y estático

De acuerdo con Gonzales M., algunas de las cargas que actúan sobre las estructuras metálicas tienen un valor que no cambia con el tiempo. El peso propio de la viga es un claro ejemplo de este tipo de cargas. Existen también otro tipo de cargas como las cargas vivas que si cambian su valor con respecto al tiempo, pero lo hacen en periodos largos pueden considerarse como constantes con un valor parecido al máximo que alcancen para fines de análisis. Cuando en un análisis se toman en cuenta estas cargas permanentes como las descritas anteriormente, se denomina análisis estático [12].

Las estructuras pueden estar sujetas a acciones externas cuya magnitud varía rápidamente con el tiempo como los sismos o el viento. Los efectos que producen se los puede calcular mediante el análisis dinámico [12].

1.4.10 Resistencia de materiales

Según la investigación de Cervera M. la resistencia de materiales tiene como objetivo principal brindar al ingeniero el medio necesario para analizar y diseñar estructuras o componentes capaces de soportar cargas y acciones a las que estos están sometidos en la vida real. Tanto el análisis como el diseño de estructuras, con lleva a la determinación de tensiones y deformaciones. Estos conceptos son por tanto indispensables en lo que a resistencia de materiales se refiere [13].

Además la resistencia de materiales con la teoría de elasticidad son partes integrales en la mecánica de sólidos deformables estudia casos como el estudio de la resistencia y la rigidez que también puede interpretarse como estados de tensiones y estados de deformaciones [13].

1.4.11 Análisis de esfuerzos

El modelo de elementos finitos, para la validación del sistema de emergencia desmontable en asientos se lo realizará con un programa de simulación. Por lo cual se analizaron distintos elementos y se determinaron varios factores como la deformación de asientos o anclajes y se determinará si el asiento resistirá o no las cargas asumidas y las reales mediante un factor de seguridad.

1.4.12 Criterio de Von Mises.

Este criterio dicta que la cedencia o llamada también fluencia inicia cuando el valor de esfuerzo efectivo sea mayor al valor crítico. Este criterio es más exacto que el criterio de Tresca ya que tiene la ventaja de utilizar una ecuación general y evita el cálculo de esfuerzos principales [14].

1.4.13 Deformaciones mecánicas

La deformación mecánica puede definirse como el cambio de la forma de un material como resultado de la aplicación de fuerzas y es medida por el cambio en su longitud. Dicha deformación puede ser por extensión o compresión. La deformación mecánica puede resultar de una variedad de influencias internas o externas, incluyendo parámetros como presión, temperatura o cambios estructurales [15].

1.4.14 Deformación elástica

El grado con que una estructura se deforma depende de la magnitud impuesta. Para muchos metales sometidos a tracción, la tensión y la deformación son proporcionales según la relación de la ley de Hooke, como se muestra en la ecuación 2 [16].

$$\sigma = E\epsilon \quad \text{Ec. (2)}$$

Esta relación se conoce como ley de Hooke y la constante de proporcionalidad E, siendo éste el módulo de elasticidad, ϵ siendo la deformación unitaria y σ el esfuerzo. Para la mayoría de los metales más comunes la magnitud de este módulo está comprendida entre los valores que se muestran en la Figura 1. 2 [16].

La deformación elástica está presente en la realidad en el diseño y construcción como por ejemplo en neumáticos, prendas de vestir, edificios y puentes, estructuras metálicas, resortes, entre otros. Así también dependiendo de la construcción que se

vaya a realizar existen diferentes módulos de elasticidad dependiendo del material, como se puede observar en la Figura 1. 2

Tabla 6.1 Módulos de elasticidad y de cizalladura a temperatura ambiente y coeficiente de Poisson para varios metales y aleaciones					
Metal o aleación	Módulo de elasticidad		Módulo de cizalladura		Coeficiente de Poisson
	psi × 10 ⁶	MPa × 10 ⁴	psi × 10 ⁶	MPa × 10 ⁴	
Aluminio	10,0	6,9	3,8	2,6	0,33
Latón	14,6	10,1	5,4	3,7	0,35
Cobre	16,0	11,0	6,7	4,6	0,35
Magnesio	6,5	4,5	2,5	1,7	0,29
Níquel	30,0	20,7	11,0	7,6	0,31
Acero	30,0	20,7	12,0	8,3	0,27
Titanio	15,5	10,7	6,5	4,5	0,36
Tungsteno	59,0	40,7	23,2	16,0	0,28

Figura 1. 2. Módulo de elasticidad y de cizallamiento de materiales [16].

Cuando se cumple que la deformación es proporcional a la tensión, se denomina deformación elástica. El módulo de elasticidad se puede interpretar como la rigidez, o sea como la resistencia de un material a la deformación elástica, cuando mayor es el módulo, más rígido es el material y por ende la deformación elástica es menor [16].

1.4.15 Deformación plástica

La deformación elástica únicamente persiste hasta deformaciones de alrededor de 0,005 a medida que el material se deforma más allá de este punto, la tensión deja de ser proporcional a la deformación y ocurre lo que se conoce como la deformación plástica, la cual es permanente, es decir, no recuperable [16].

Desde un punto de vista atómico, la deformación plástica corresponde a la rotura de los enlaces entre los átomos vecinos más próximos y a la reformación de estos con nuevos vecinos, ya que un gran número de átomos o moléculas se mueven unos respecto de otros, y al eliminar la tensión no vuelven a sus posiciones originales [16].

1.4.16 Fractura

Según la tesis de Fuentes J. a la hora de analizar el comportamiento mecánico de un material se distinguen tres regímenes: elástico, plástico y fractura. Conocer el último estado del comportamiento mecánico es de vital importancia a la hora de diseñar estructuras o componentes. La rotura final viene siempre precedida de inestabilidades o roturas locales que actúan como defectos en situaciones de discontinuidad en el material. La finalidad del estudio de la fractura es determinar el comportamiento de

los elementos mecánicos estructurales considerando la existencia de fallas, sea cual sea su origen, en el material, hasta que se puede definir condiciones y criterios de rotura [17].

En la fractura existen 3 modos de roturas diferentes, el modo a tracción, cortante o de torsión, en un sólido esto puede pasar en cualquiera de los tres métodos como se muestra en la Figura 1. 3.

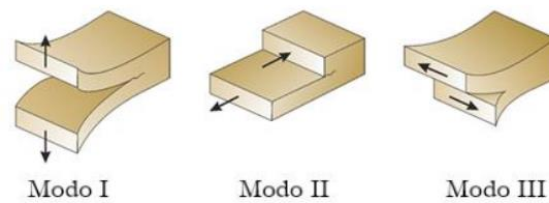


Figura 1. 3. Esquema de modos de rotura en fractura [17].

1.4.17 Factor de seguridad

El factor de seguridad es un término que se usa en el diseño de ingeniería, el cual funciona como una garantía del diseñador para establecer que el producto o componente de ingeniería va a resistir una carga de diseño y una carga adicional al mismo, es decir cada producto o componente debe estar diseñado para soportar más cargas que las cargas operacionales reales, lo cual se puede calcular como carga última sobre la carga admisible [18].

El factor de seguridad de un componente o producto dependerá de varios factores como:

- Tipo de material dúctil-frágil.
- Tipo de carga estáticos-dinámico.
- Cargas cíclicas.
- Intensidad de concentración de tensiones.
- Precisión y complejidad de la tensión durante el cálculo.
- Ambiente, temperatura y presión del diseño.
- Impacto de falla.
- Costo de componente o material
- Tasa de corrosión.

- Frecuencia de mantenimiento.

1.4.18 Resultado de análisis

El análisis de elementos finitos es un método computarizado para predecir cómo reaccionará un producto ante diferentes fuerzas, calor, flujo de fluidos y otros efectos físicos del mundo real. La simulación de elementos finitos permite comprobar si un producto se romperá, desgastará o funcionará como se espera. Se denomina análisis, pero en el proceso de desarrollo de productos, se utiliza para predecir qué ocurrirá cuando se utilice un producto [19].

El análisis de elementos finitos descompone un objeto real en un gran número de elementos finitos, como pequeños cubos. Las ecuaciones matemáticas permiten predecir el comportamiento de cada elemento.

El análisis de elementos finitos predice el comportamiento de los productos afectados por una variedad de efectos físicos como: el esfuerzo mecánico, vibración mecánica, fatiga, movimiento, transferencia de calor, flujo de fluidos, electrostática, moldeo por inyección de plástico, entre otros [19].

1.4.19 Procesos de fabricación de asientos

El proceso de la fabricación de asientos se está establecido de la siguiente manera en la mayoría de los fabricantes de asientos en la ciudad de Ambato, omitiendo ciertas variables el proceso de fabricación de asientos quedaría como se muestra a continuación en la Figura 1. 4.

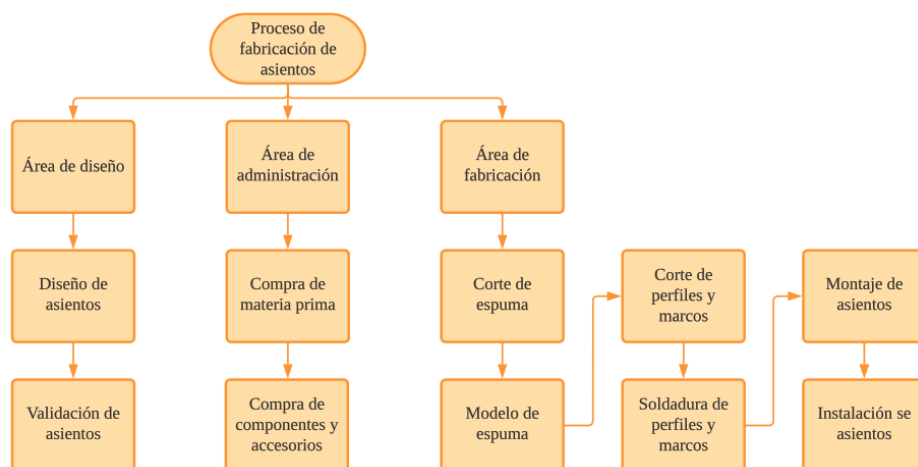


Figura 1. 4. Proceso de fabricación de asientos.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

- Diseñar y construir el sistema de emergencia de desmontaje para asientos de autobuses interprovinciales siniestrados para asegurar y facilitar la evacuación de ocupantes inmovilizados debido a lesiones.

1.5.2 Objetivos específico

- Investigar los parámetros necesarios para el diseño e implementación del sistema de emergencia de desmontaje de asientos de autobuses interprovinciales.
- Diseñar el asiento y el sistema de emergencia de desmontaje con sus diferentes elementos considerando las normas y requerimientos de fabricación.
- Construir el asiento con el sistema de emergencia de desmontaje en base al diseño propuesto en esta investigación.
- Evaluar el funcionamiento del sistema de emergencia de desmontaje de asientos de autobús interprovincial, mediante la aplicación de pruebas que se realizarán en la empresa.

CAPÍTULO II

2 METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Los materiales utilizados en la construcción de los asientos se detallan en la Tabla 2. 1 y en la Tabla 2. 2 se describen los equipos y herramientas.

Tabla 2. 1. Materiales utilizados en la construcción de los asientos.










PERFILES		
Tipo de perfil	Descripción	Imagen
Angulo	Acero estructural ASTM A500, utilizado para la fabricación de la base.	
Angulo	Acero estructural ASTM A500, utilizado para la fabricación del cojín.	
Angulo	Acero estructural ASTM A500, utilizado para la fabricación del soporte lateral.	
Tubo Cuadrado	Acero estructural ASTM A500, utilizado para la fabricación de la base estructural.	
Tubo Cuadrado	Acero estructural ASTM A500, utilizado para la fabricación de la base del asiento.	

Tabla 2. 1. Materiales utilizados en la construcción de los asientos,
(Continuación).

Platina	Platina de acero ASTM A36, utilizado para el sistema de inclinación y para reforzar la base del asiento.	
Tubo Circular	Tubo circular estructural ASTM A500, necesario para la fabricación del espaldar del asiento.	
Tubo Circular	Tubo circular estructural ASTM A500, necesario para la fabricación de uniones entre el espaldar y la base del asiento.	
Perfil en U	Perfil en U estructural de acero ASTM A500, necesario para la fabricación del cojín.	

En la construcción también se utilizaron los siguientes equipos, máquinas y herramientas.

Tabla 2. 2. Equipos y herramientas utilizados en la construcción de los asientos.


EQUIPOS		
Equipo	Descripción	Imagen
Soldadora MIG marca Electra 290 pro	Proceso de soldadura por arco con un electrodo consumible bajo la acción de un gas protector inerte que participa en dicho proceso.	

Tabla 2. 2. Equipos y herramientas utilizados en la construcción de los asientos,
(Continuación).

Soldadora eléctrica.	Herramienta eléctrica utilizada para soldar, funciona convirtiendo energía eléctrica en calor, que a su vez provoca la fusión del material utilizado.	
HERRAMIENTAS		
Equipo	Descripción	Imagen
Taladro INGCO de 500 w / 2800 rpm / 110 v uped5008	Es una máquina que puede realizar agujeros esto debido a la rotación que adquiere una broca sujeta en su cabezal.	
Atornillador eléctrico INGCO ed2808 / 280w / 750 rpm mandril de 10 mm torque 20+1	Es una máquina que nos permite ajustar o desajustar un tornillo esto debido a la rotación que adquiere un desarmador en el cabezal siendo que este puede ser de estrella o plano.	
Cortadora eléctrica de Mesa.	Las cortadoras eléctricas nos permiten realizar cortes en un segmento más amplio de materiales como metales, cerámicas y materiales construcción.	
Amoladora	Máquina eléctrica portátil que sirve para cortar, desbastar y pulir.	
Dobladora	Máquina utilizada para doblar platinas de hasta 5 mm de espesor a diferentes grados de inclinación	

Tabla 2. 2. Equipos y herramientas utilizados en la construcción de los asientos, (continuación).

Sierra	Máquina utilizada para cortar tubos a un ángulo de 45 grados.	
Cortadora Laser	Máquina utilizada para cortar planchas de un espesor de hasta 12 milímetros.	
Taladro de mesa	Herramienta eléctrica que pueda atornillarse en el piso o en una mesa de trabajo, especialmente para agujeros precisos en distintos materiales.	

Además, en la Tabla 2. 3 se mencionan los implementos de seguridad que se utilizaron durante la construcción y que son necesarios para evitar cualquier tipo de lesión.

Tabla 2. 3. Implementos de seguridad utilizados.





IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD		
Implemento	Descripción	Imagen.
Gafas de protección	Gafas de protección utilizadas para evitar que entren partículas en los ojos producto de trabajos de cortes.	

Figura 2. 3. Implementos de seguridad utilizados, (Continuación).

Casco de protección en áreas de corte.	Utilizado para evitar que partículas de metal puedan causar algún daño producido por el corte del material.	
Guantes de protección	Insumo de protección utilizado para la protección de manos con el fin de evitar, cortes, mutilaciones o quemaduras.	
Casco de protección de soldadura	Casco que se utiliza en el proceso de soldadura con el fin de proteger los ojos y vista del soldador. Además de poder visualizar los rayos de soldadura.	

2.1.1 Propiedades mecánicas de materiales

Los perfiles empleados para la fabricación de los asientos son de acero ASTM A36 y el acero ASTM A500, gracias a sus excelentes propiedades de resistencia, capacidad de soldadura y ductilidad. A continuación, en la Tabla 2. 4 y Tabla 2. 5 se detallan las propiedades del acero ASTM A36 y del acero ASTM A500 respectivamente.

Tabla 2. 4. Propiedades mecánicas del acero ASTM A36.

Propiedades mecánicas		Notas
Resistencia a la tracción	400-550 MPa	Placas de acero, formas y barras.
Limite elástico (Esfuerzo de fluencia)	250 MPa	Espesor < 200 mm u 8 in. Espesor de placas de acero > 200
Elongación	20 %	Placas y barras en 200 mm (8 in.) Placas y barras en 50 mm (2 in.)

Tabla 2. 4. Propiedades mecánicas del acero ASTM A36, (Continuación).

Dureza de Brinell	119-162 HBW	Basado en la conversión de resistencia a la tracción
Módulo de elasticidad	200 GPa	-
Prueba de Impacto de Charpy (Energía absorbida)	27 J	formas estructurales, ubicación alternativa del núcleo.
Módulo de corte	79,3 GPa	-
Fy del acero A36 (Limite de fluencia)	250 MPa	-

Tabla 2. 5. Propiedades mecánicas del acero ASTM A500.

Propiedades mecánicas		Notas
Esfuerzo a la fluencia.	317,2 MPa	Placas de acero, formas y barras.
Esfuerzo a la tensión	400 MPa	-
Elongación mínima	23%	En 50 mm
Densidad	7,9 g/cm ³	-
Fy del acero ASTM A500 (Limite de fluencia)	290 MPa	-
Fu	400 MPa	-

2.2 Métodos

Para la elaboración del siguiente proyecto se recopiló información acerca del diseño y construcción de asientos además de realizar las respectivas mediciones del asiento con la empresa en la que se trabajó. Se realizó en su mayoría una investigación de tipo bibliográfico complementando el trabajo con la parte práctica haciendo uso de los diferentes softwares de análisis, esto con el fin de verificar el correcto dimensionamiento del sistema de emergencia desmontable. En base a en toda esta información e investigación se procedió a la construcción del asiento, a su vez estará respaldada por los resultados obtenidos y los planos técnicos del diseño.

2.3 Nivel o tipo de investigación

- **Exploratorio**

Se determinó que el alcance del estudio es la realización de un sistema de emergencia desmontable con el fin de que dicho sistema sea acoplable a un asiento de bus interprovincial. El estudio se realiza ya que el tema de brindar seguridad en los asientos de buses interprovinciales en el Ecuador no es un tema relevante en la realidad actual, a diferencia de otros países donde cada asiento debe cumplir con un sistema de seguridad, por lo cual en esta instancia se quiere dejar cimentada la base para futuras investigaciones y que se tenga un punto de partida en cual guiarse.

- **Descriptivo**

Describir el proceso de diseño, construcción y análisis del asiento, además de los resultados obtenidos en las simulaciones que describen dichos resultados.

- **Correlacional**

El análisis correlaciona, el asiento con el mecanismo, respecto al análisis de esfuerzos de un asiento sin el mecanismo así se determinó que el asiento es viable para una posible implementación.

- **Campo**

Para recolectar la información en este apartado fue necesario visitar la empresa con la que se trabajará con el fin de recopilar medidas de asientos, información acerca de la maquinaria y las herramientas que conforman el proceso de construcción del asiento. Además de verificar los datos de análisis del asiento en los informes de validación.

2.3.1 Plan de recolección de datos

Las fuentes por las cuales se obtendrá la información son trabajos realizados con anterioridad del mismo tema, además de libros y artículos científicos. Y también por medio de la investigación de campo.

El fin de realizar un plan de recolección de datos es verificar y validar la resistencia del asiento conjuntamente con el mecanismo para su construcción y dejar la base para la implementación, todo esto mediante las diferentes simulaciones que se realizarán por el análisis de elementos finitos, mismas que están complementadas en la presente

investigación por medio de la bibliografía y de los planos técnicos, en la construcción se realizaron pruebas de funcionamiento las cuales ayudaron a esquematizar las ventajas , desventajas , aciertos y errores.

Toda la información y teoría recolectada sirve como fundamentación y guía para entender todos los temas que abarcan el diseño y construcción de este sistema de emergencia, siendo así más fácil de comprender y reflejar el conocimiento adquirido.

2.3.2 Plan de procesamiento de análisis

El estudio tiene como punto de partida conocer los conceptos del método de elementos finitos y del modelo. En el método de elementos finitos, un elemento no se evalúa de manera global sino se divide en varias partes para combinar las ecuaciones de estas y resolver el sistema. El modelado, que se describe como la esquematización de un modelo simplificado del modelo real, se caracteriza por ser una aproximación con bajo porcentaje de error.

Se procede a obtener los datos como el tipo de elementos estructurales, dimensiones básicas del asiento elaborado y materiales empleados. Así como también los tipos de cargas a las que está sometido el componente. La recolección de la información también se efectúa por medio de la simulación por elementos finitos, para obtener aproximaciones de los resultados esperados logrados mediante el metamodelo planteado.

Una vez definido el modelo se procede a programarlo y ejecutarlo, de la misma manera como se recopilarán los resultados mediante la simulación por elementos finitos, se lo hace tomando los datos obtenidos mediante el modelo simplificado de los asientos de autobús urbano.

2.3.3 Metodología aplicada al proyecto

Para la elaboración del presente proyecto, se toma en cuenta el cumplimiento de parámetros establecidos, los cuales garantizan el funcionamiento del asiento y el mecanismo de manera correcta. Estos parámetros son establecidos más adelante conforme se desarrolle el trabajo.

Debido a la naturaleza y el tipo de proyecto, se cuenta con el suficiente sustento bibliográfico para recurrir a un diseño experimental, en el que se toman las bases ya

establecidas por otros proyectos, e implementar mejoras y reducción de costos de materiales y construcción, logrando así un nuevo modelo con mejoras.

Después, se procede con el diseño final del asiento y el sistema a través de software CAD/CAE especializado, a través de los cuales se realizó simulaciones de funcionamiento, cálculo estructural, diseño de planos, obteniendo datos aproximados a la realidad.

Finalmente, luego de realizada la construcción del asiento y sistema, se procede a la verificación del trabajo, a través de pruebas de resistencia, por lo que se podrán implementar mejoras de acuerdo con las pruebas realizadas luego de esta actividad.

2.3.4 Etapas de desarrollo del proyecto

Identificación: En la primera etapa se recolecta la información de distintas fuentes en busca de proyectos similares realizados con anterioridad o enfocados a temas similares con los cuales se procede a realizar la fundamentación teórica además de recopilar información de manera presencial.

Diseño: En esta etapa se realiza el diseño mediante un software CAD/CAE, tomando como punto de partida la información recopilada en fuentes bibliográficas y la investigación de campo.

Construcción: En esta etapa se procede a la construcción del asiento y el mecanismo de acuerdo con lo planificado y con los parámetros de diseño previstos además de verificar su correcto funcionamiento.

Pruebas: Finalmente se realiza un análisis para determinar cuáles fueron las ventajas, desventajas, aciertos y errores detectados en las pruebas de funcionamiento.

2.3.5 Diagrama de recolección, procesamiento y análisis

A continuación, en la Figura 2. 1 se indica el diagrama del proceso para el diseño y construcción del asiento y el sistema de emergencia. Este tipo de diagramas se lo realizó con el fin de mostrar todos los pasos de manera ordenada que se utilizaron para realizar este proyecto tanto físico como práctico, y es una base para futuras investigaciones o para tomar de referencia de cómo realizar un diseño y construcción de un proyecto.

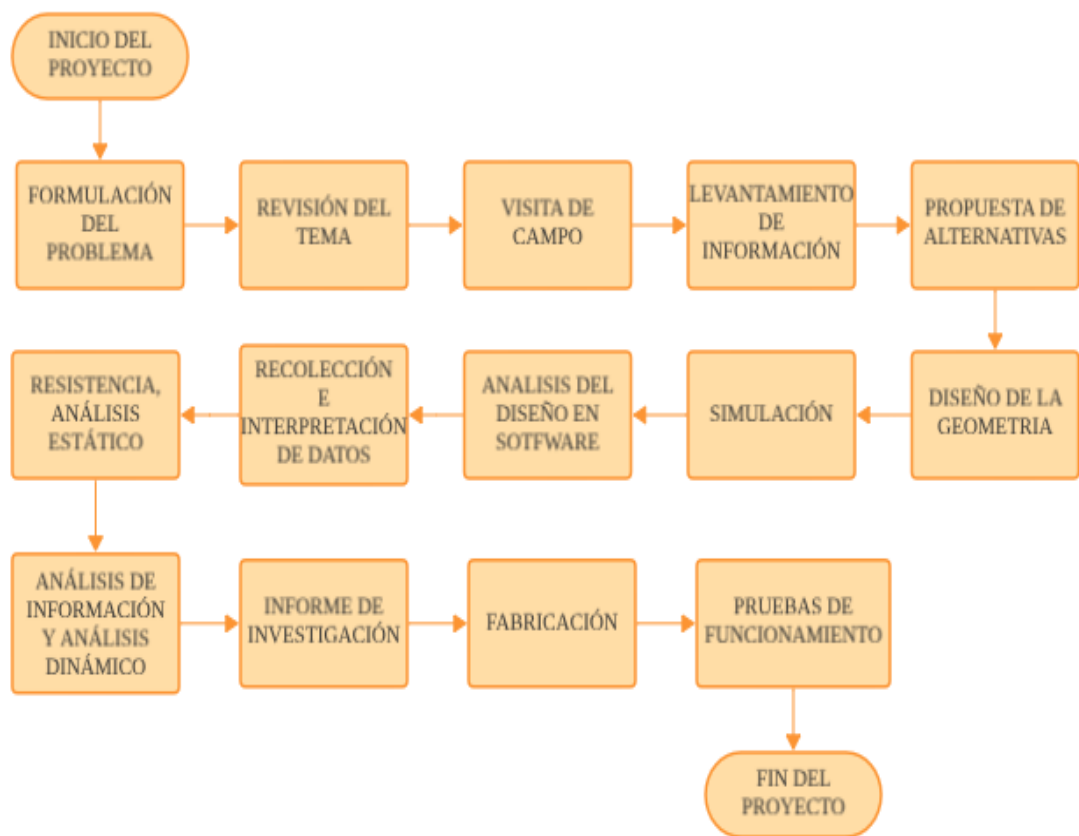


Figura 2. 1. Diagrama de recolección, procesamiento y análisis.

Se determinó que el alcance del estudio es la realización de un sistema de emergencia desmontable con el fin de que dicho sistema sea acoplable a un asiento de bus interprovincial, con esto se busca impulsar futuras investigaciones en el área de seguridad para buses interprovinciales.

2.4 Diseño del asiento interprovincial

El diseño del asiento interprovincial en base a las normas de Ecuador es un proceso esencial para garantizar la seguridad y comodidad de los pasajeros en los autobuses interprovinciales. La norma INEN 034 [20] es la Norma Técnica Ecuatoriana que establece los elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores.

La seguridad y la comodidad de los pasajeros en los vehículos son aspectos cruciales que no pueden pasarse por alto. Para garantizar que los asientos de los vehículos cumplan con los estándares de seguridad, comodidad y ergonomía adecuados, existe una norma esencial: la Norma INEN 043:2010.

Esta norma, establecida por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), establece los requisitos y especificaciones clave para los asientos de vehículos. Su objetivo es asegurar que los asientos en los vehículos sean diseñados y fabricados de manera que los pasajeros viajen de forma segura y cómoda, sin comprometer la calidad ni la seguridad. En la Figura 2. 2 se muestran las medidas establecidas para el asiento de servicio Interprovincial.

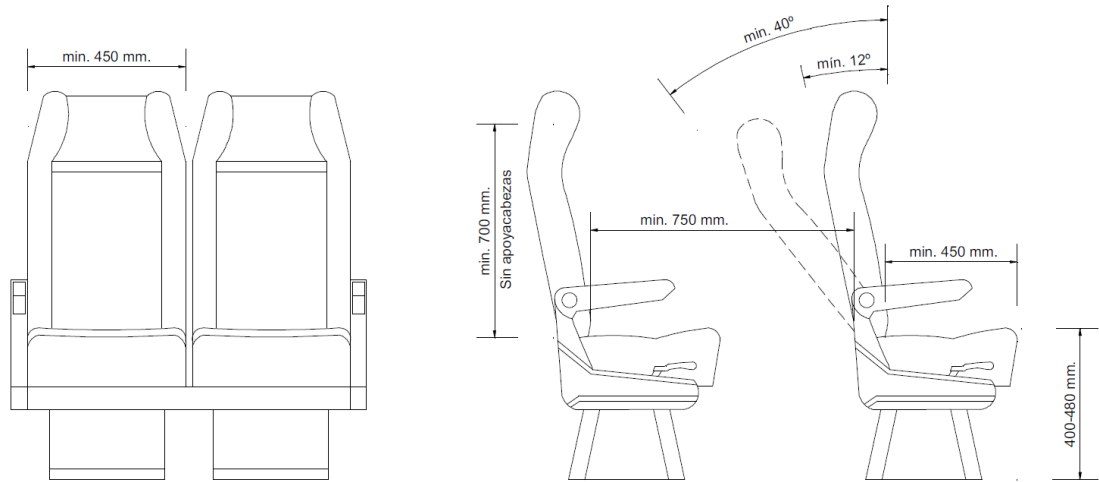


Figura 2. 2. Medidas estándar del asiento para servicio interprovincial.

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Parámetros para el diseño.

En el diseño de los dos asientos interprovinciales, se toman en cuenta distintos parámetros esenciales como se describen a continuación:

3.1.1.1 Ángulos de inclinación.

En el presente capítulo se abordó el proceso de diseño y el análisis del asiento, partiendo desde su geometría hasta sus respectivos análisis en cada una de las posiciones que permite el sistema de reclinación, siendo estos de 90, 100, 110 y 120 grados, además se calculó las fuerzas y alturas que se deberán aplicar en los puntos dictados por la norma, siendo la finalidad del análisis especificar la resistencia del asiento, sus puntos críticos, la deformación que tienen los asientos en los primeros momentos del impacto, y su comportamiento general bajo un análisis estático y dinámico.

3.1.1.2 Descripción de la estructura evaluada

Como se puede observar en la siguiente Figura 3. 1, la estructura aunque tiene una forma sencilla, permite que los pasajeros vayan sentados en un bus interprovincial, el asiento cuenta con una base, un cojín y un espaldar, luego se lo tapiza y se dan los acabados finales, para fines del análisis solo se tomó en cuenta la estructura, más no los acabados, y se tomó los dos asientos para el análisis ya que a diferencia de otros modelos, este asiento no viene soldado con el asiento de a lado, los asientos funciona de manera totalmente individual.

Las medidas totales del asiento tomando como referencia el piso son de 1110 mm de alto y 1000 mm de ancho, los mismos que se encuentran dentro de los parámetros de requerimiento de la normativa NTE INEN 1668 [21]. Las respectivas medidas se las encuentra en el Anexo 4. Además, este asiento debe ser desmontable es decir que no va a tener la misma resistencia que un asiento norma, por lo cual la base y cojín serán

modificados y estarán unidos mediante un sistema que esta detallado en la sección de diseño en la parte de cálculos.

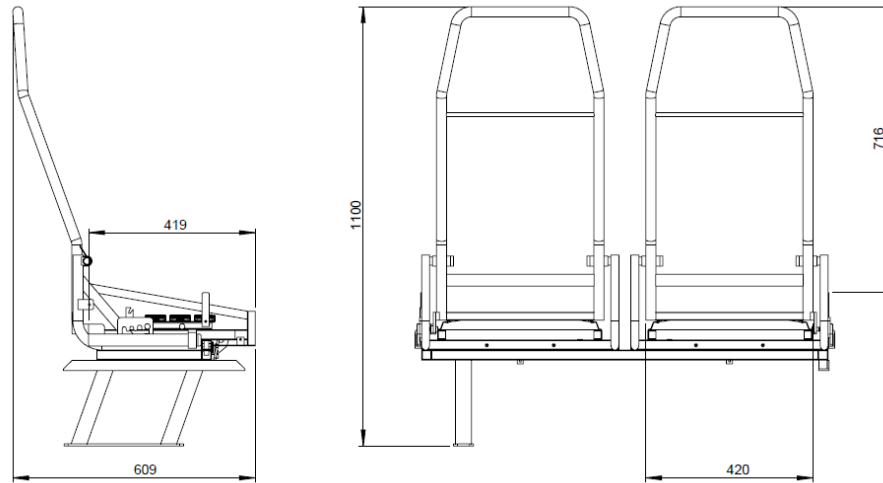


Figura 3. 1. Medidas referenciales del asiento de bus interprovincial.

3.1.1.3 Análisis de alternativas para el sistema de desmontaje.

Alternativa 1

El diseño de esta estructura cuenta con placas metálicas introducidas debajo de los asientos, la misma que se une con la base, para generar una separación de 10 milímetros, como se observa en la siguiente Figura 3. 2.

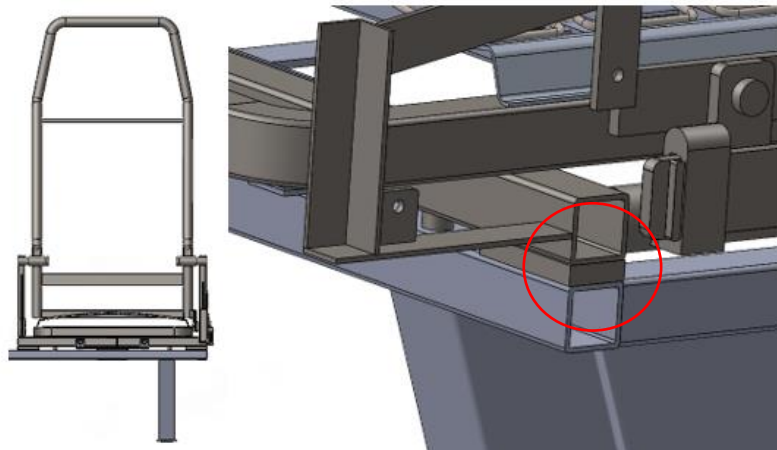


Figura 3. 2. Asiento de bus interprovincial con separación por placas.

Alternativa 2

Esta estructura cuenta con orificios en la base, los mismos que permiten asegurar el asiento a la base estructural y también que el sistema de emergencia de desmontaje pueda desplazarse en forma horizontal. Estas cavidades tienen forma circular y rectangular, como se observa en la siguiente Figura 3. 3.

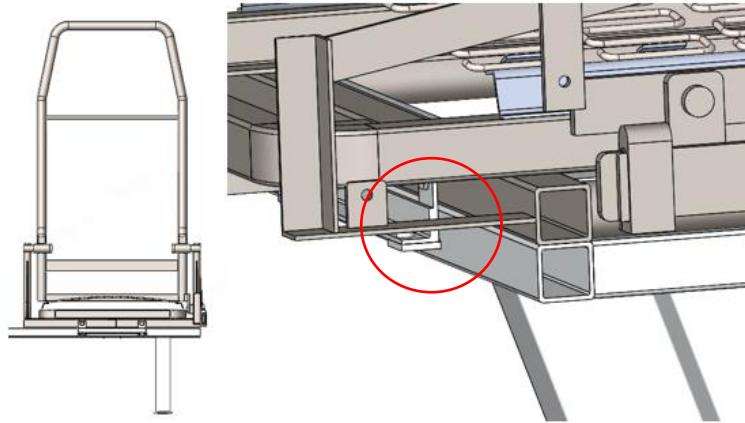


Figura 3. 3. Asiento de bus interprovincial sin separación.

Alternativa 3

La estructura del asiento cuenta con una separación de 10 milímetros utilizando tubos cuadrados cortos, los mismos que van unidos a perfiles tipo U mediante soldadura, esta separación permite al sistema de emergencia desplazarse de forma horizontal por esta separación, además este conjunto es el encargado de abordar al asiento y asegurarlo, el mismo que impide que se desplace de forma horizontal como se puede observar en la Figura 3. 4.

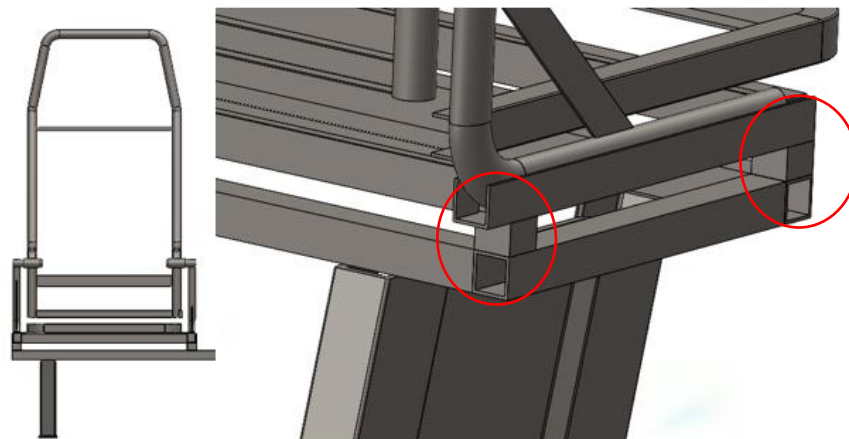


Figura 3. 4. Asiento de bus interprovincial con separación tubular.

Método ordinal corregido de criterios ponderados.

El método se fundamenta en enfrentar cada uno de los criterios de evaluación con los demás criterios de las alternativas participantes, este método permite que el diseñador evalúe según su juicio todas alternativas de combinaciones posibles, asignando valores de comparación, estos valores se los presenta en la Tabla 3. 1.

Tabla 3. 1. Valoración del resultado de comparación entre criterios [22].

Valor	Interpretación
1	Si el criterio de la fila es superior al de la columna que es comparado
0.5	Si el criterio de la fila es equivalente al de la columna que es comparado
0	Si el criterio de la fila es inferior al de la columna que es comparado

Primer criterio para ponderar

Los criterios de ponderación para este enfrentamiento son el costo de cada una de las alternativas, como se muestra en la Tabla 3. 2.

Tabla 3. 2. Enfrentamiento entre las alternativas, teniendo como criterio el costo.

COSTO	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1	-	0	0,5	1,5	0,25
Alternativa 2	1	-	1	3	0,5
Alternativa 3	0,5	0	-	1,5	0,25
TOTAL				6	1

En esta ponderación se tuvo como resultado ganador a la alternativa 2 por su bajo costo, al no utilizar materiales de separación entre ensambles.

Segundo criterio para ponderar

Los criterios de ponderación para este enfrentamiento son el peso de cada una de las alternativas, como se indica en la Tabla 3. 3.

Tabla 3. 3. Enfrentamiento entre las alternativas, teniendo como criterio el peso.

PESO	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1	-	0	0	1	0,17
Alternativa 2	1	-	1	3	0,5
Alternativa 3	1	0	-	2	0,33
TOTAL				6	1

En esta ponderación se tuvo como resultado ganador a la alternativa 2 por su bajo peso al no utilizar perfiles ni placas adicionales para la separación entre estructuras.

Tercer criterio para ponderar

Los criterios de ponderación para este enfrentamiento son la facilidad de mantenimiento de cada una de las alternativas, como se muestra en la Tabla 3. 4.

Tabla 3. 4. Enfrentamiento entre las alternativas, con el criterio de mantenimiento.

MANTENIMIENTO	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1	-	1	0	2	0,33
Alternativa 2	0	-	0	1	0,17
Alternativa 3	1	1	-	3	0,5
TOTAL				6	1

En esta ponderación se tuvo como resultado ganador a la alternativa 3 por su facilidad en el mantenimiento debido a la configuración de los asientos.

Cuarto criterio para ponderar

Los criterios de ponderación para este enfrentamiento son la eficiencia de cada una de las alternativas, como se indica en la Tabla 3. 5.

Tabla 3. 5. Enfrentamiento entre las alternativas, con el criterio de eficiencia.

EFICIENCIA	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1	-	0	0,5	1,5	0,25
Alternativa 2	1	-	1	3	0,5
Alternativa 3	0,5	0	-	1,5	0,25
TOTAL				6	1

En esta ponderación se tuvo como resultado ganador a la alternativa 2 debido a que este diseño presenta una mayor eficiencia a las demás.

Quinto criterio para ponderar

Los criterios de ponderación para este enfrentamiento son la seguridad que ofrece cada una de las alternativas, como se muestra en la Tabla 3. 6.

Tabla 3. 6. Enfrentamiento entre las alternativas, con el criterio de seguridad.

SEGURIDAD	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1	-	0	0	1	0,17
Alternativa 2	1	-	1	3	0,5
Alternativa 3	1	0	-	2	0,33
TOTAL				6	1

En esta ponderación se tuvo como resultado ganador a la alternativa 2.

Conclusión de los criterios evaluados

La alternativa 2 es la que obtuvo una mayor valoración en comparación con las otras alternativas, por lo tanto, se considera que es la alternativa de diseño más adecuada para la continuación del proyecto, como se puede ver en la Tabla 3. 7.

Tabla 3. 7. Resultado del enfrentamiento entre alternativas.

Alternativas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
COSTO	0,25	0,5	0,25
PESO	0,17	0,5	0,33
MANTENIMIENTO	0,17	0,33	0,5
EFICIENCIA	0,25	0,5	0,25
SEGURIDAD	0,17	0,5	0,33
$\Sigma+1$	2,01	3,33	2,66
VALIDACIÓN	3	1	2

3.1.1.4 Partes de la estructura del asiento

En el diseño de los asientos de buses interprovinciales se busca brindar un diseño que disminuya el peso y el costo de fabricación, En la Figura 3. 5 se muestra el esquema de las partes constitutivas de la estructura de un asiento.

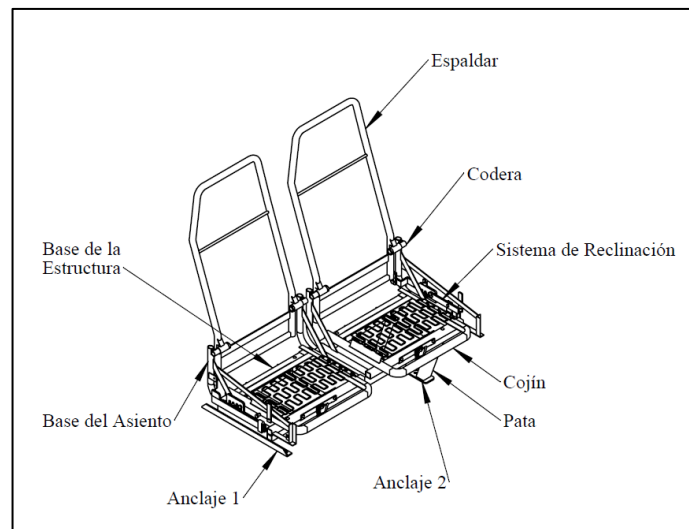


Figura 3. 5. Partes imprescindibles que conforma el asiento de bus.

Espaldar

El espaldar es una estructura fundamental a la hora de diseñar y construir cualquier tipo de asiento, es importante que el espaldar ofrezca comodidad y seguridad a los usuarios, es por eso por lo que deben estar fabricados con materiales de calidad y buenas propiedades mecánicas como es el caso del acero ASTM A36.

Codera

La codera cumple una función muy importante la cual es unir el espaldar con el cojín, debe estar hecho de un material sumamente resistente como es el acero ASTM A500, esto permite tener una mayor resistencia para realizar el análisis y la construcción.

Cojín

El cojín es igual de importante que el espaldar, este elemento juntamente con los dos elementos mencionados anteriormente cierran una configuración de un asiento básico, tiene la finalidad de brindar una superficie estable y rígida para brindar apoyo a las extremidades inferiores, muslos y pelvis deben estar hechos con materiales resistentes y tapizados con materiales ligeros y flexibles.

Base del asiento

La base del asiento, dependiendo de la configuración que se vaya a realizar, puede diseñarse o no, como es el caso de los asientos de buses urbanos, que cuentan con un cojín, el espaldar y la base de la estructura. En nuestro caso, es necesario diseñar la base del asiento, debido a que los asientos de buses interprovinciales cuentan con un sistema de inclinación y con más peso, por lo cual por fines de resistencia se implementa la base del asiento que va unida a la base de la estructura, además de brindar mayor altura al asiento, debe estar diseñado con materiales livianos pero resistentes para evitar un peso excesivo.

Base de la estructura

La base de la estructura va unida al asiento, esto es necesario para brindar una altura adecuada al usuario que lo está utilizando, además permite la inclinación del asiento y estiramiento de extremidades inferiores por medio del espacio que hay entre el piso y el asiento. Deberían estar hechos de materiales, resistentes y generalmente van soldados con la base del asiento.

Patas y anclajes

Las patas van unidas a la base del asiento y a los anclajes, este último permite la unión a la carrocería, generalmente están construidas en acero ASTM A36, son elementos

estructurales indispensables para evitar que el asiento sea arrancado de la carrocería en el momento de un accidente.

Sistema de reclinación

La reclinación es propia de los asientos de buses interprovinciales, que brindan al usuario, comodidad y movilidad, generalmente los sistemas de reclinación permiten intercambiar de 3 a 4 posiciones que generalmente, son ángulos de 90, 100, 110 y 120 grados.

Tabla 3. 8. Descripción del material y la geometría de los elementos.

Elemento	Descripción
Anclaje	Placa de acero ASTM A36 de 5mm de espesor
Pata	Placa de acero ASTM A36 de 5mm de espesor
Cojín	Tubo tipo c de acero ASTM A500 de 2mm de espesor
Base de la estructura	Tubo cuadrado de acero ASTM A500 de 2mm de espesor
Espaldar	Tubo redondo de acero ASTM A500 de 2mm de espesor
Base del asiento	Tubo elíptico de acero ASTM A500 de 2mm de espesor
Codera	Tubo redondo de acero ASTM A500 de 2mm de espesor
Sistema de reclinación	Placa de acero ASTM A36 de 6mm, 4mm y 3mm de espesor

Es necesario conocer las partes constitutivas de un asiento como se indica en la Tabla 3. 8, lo cual permite tener un entendimiento general a la hora de interpretar los resultados para los análisis que se realizaron, así se podrá comprender como actúa el asiento cuando se le aplican cargas y que es lo que podría suceder con el mismo en el caso de un accidente.

3.1.1.5 Aparato de ensayo según la norma NTE INEN 2708.

Según la norma NTE INEN 2708, VEHÍCULOS AUTOMOTORES. ASIENTOS DE VEHÍCULOS DE GRANDES DIMENSIONES PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS. RESISTENCIA DE LOS ASIENTOS Y DE SUS ANCLAJES. REQUISITOS Y MÉTODO DE ENSAYO, es necesario diseñar un aparato que muchas veces se denomina “Rodillo de fuerzas”, que básicamente es un perfil circular cortado en el medio, como se muestra en la Figura 3. 6. Para el análisis de resistencia,

fue necesario colocar dos rodillos, los cuales van ubicados en las partes superior e inferior de los asientos, según la norma deben estar en un rango de 0,70 a 0,80 m para el superior y 0,45 a 0,55 m para el inferior, es necesario para aplicar las fuerzas que simularán un choque.

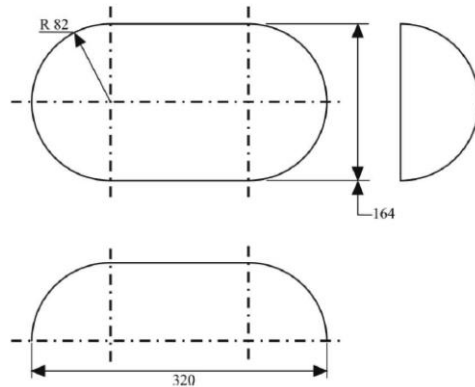


Figura 3. 6. Dispositivo para ensayo según normativa NTE INEN 2708.

Los componentes se realizaron en un software CAD, siguiendo las especificaciones de la normativa NTE INEN 1668 y de la empresa con la cual se trabaja en el prototipo. Teniendo, de manera general, las partes constitutivas del asiento a ensayar como se las muestra en la Tabla 3. 9, para un mayor detalle e información se cuenta con planos técnicos del ensamble y cada una de las partes que componen los subensambles detallados los cuales se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 3. 9. Diseño CAD de los componentes del asiento interprovincial.

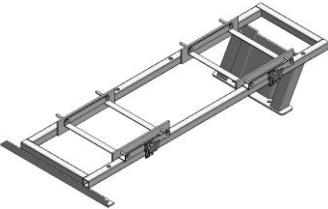

Descripción	Modelación CAD
Diseño de la base del asiento.	
Diseño del asiento.	

Figura 3.9. Diseño CAD de los componentes del asiento interprovincial,
(Continuación).



3.1.2 Diseño de los componentes.

3.1.2.1 Determinación de fuerzas que actúan en el asiento según la norma NTE INEN 2708.

Según la norma NTE INEN 2708 se deben aplicar dos cargas en la parte posterior del espaldar, la fuerza 1 igual a $(1000/H_1) \pm 50\text{N}$, la cual tendrá valores entre 0,70 m-0,80 m, simultáneamente se aplicará una fuerza 2 igual a $(2000/H_2) \pm 50\text{N}$, donde H_2 tomará valores de entre 0,45m-0,55 m, donde las alturas h toman como punto de referencia desde el piso hasta el punto de aplicación de la carga.

Así primero se calculan las fuerzas, asumiendo las alturas en los rangos establecidos en la norma ya antes mencionada.

Cálculo de fuerzas.

Se determinó la fuerza F_1 según el capítulo 12 de la NTE INEN 2708, utilizando la ecuación 3.

Fórmula:

$$F_1 = \frac{1000}{H_1} + 50 \text{ N} \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde:

F_1 : es la fuerza y se representa en Newtons [N]

H₁: altura comprendida entre 0,70 m y 0,80 m

Se asume que la altura H₁ será igual a 0,70 metros.

$$F_1 = \frac{1000}{H_1} + 50 \text{ N}$$

$$F_1 = \frac{1000}{0,70} + 50 \text{ N}$$

$$F_1 = 1478,6 \text{ N}$$

Se obtuvo la fuerza 2 según el capítulo 12 de la NTE INEN 2708 mediante la ecuación 4 que se muestra a continuación.

Fórmula:

$$F_2 = \frac{2000}{H_2} + 100 \text{ N} \quad \text{Ec. (4)}$$

Donde:

F₂: es la fuerza y se representa en Newtons [N]

H₂: altura comprendida entre 0,45 m y 0,55 m

Se asume que la altura H₂ será igual a 0,45 metros.

$$F_2 = \frac{2000}{H_2} + 100 \text{ N} = \frac{2000}{0,45} + 100 \text{ N}$$

$$F_2 = 4544,4 \text{ N}$$

Las diferentes fuerzas fueron ingresadas de manera progresiva para poder observar de mejor manera el comportamiento de los rodillos sobre los asientos, Teniendo en cuenta que las fuerzas de actuación de los rodillos deben ser constantes durante 0,2 segundos, la tabulación respectiva se la puede observar en las Tabla 3. 10 y Tabla 3. 11.

Tabla 3. 10. Ingreso progresivo de la fuerza 1 a los diferentes tiempos con 0.2 segundos de una fuerza constante.

Tiempo (s)	Fuerza (N)
0	0
0,01	200
0,02	400
0,03	600

Tabla 3. 10. Ingreso progresivo de la fuerza 1 a los diferentes tiempos con 0.2 segundos de una fuerza constante, (Continuación).

0,04	800
0,05	1000
0,06	1200
0,07	1400
0,08	1478,6
0,09	1478,6
0,1	1478,6
0,11	1478,6
0,12	1478,6
0,13	1478,6
0,14	1478,6
0,15	1478,6
0,16	1478,6
0,17	1478,6
0,18	1478,6
0,19	1478,6
0,2	1478,6
0,21	1478,6
0,22	1478,6
0,23	1478,6
0,24	1478,6
0,25	1478,6
0,26	1478,6
0,27	1478,6
0,28	1478,6

Tabla 3. 11. Ingreso progresivo de la fuerza 2 a los diferentes tiempos con 0.2 segundos de una fuerza constante.

Tiempo (s)	Fuerza (N)
0	0
0,01	500
0,02	1000
0,03	1500
0,04	2000
0,05	2500
0,06	3000
0,07	3500
0,08	4000
0,09	4544,4
0,1	4544,4
0,11	4544,4
0,12	4544,4

Tabla 3.11. Ingreso progresivo de la fuerza 2 a los diferentes tiempos con 0.2 segundos de una fuerza constante, (Continuación).

0,13	4544,4
0,14	4544,4
0,15	4544,4
0,16	4544,4
0,17	4544,4
0,18	4544,4
0,19	4544,4
0,2	4544,4
0,21	4544,4
0,22	4544,4
0,23	4544,4
0,24	4544,4
0,25	4544,4
0,26	4544,4
0,27	4544,4
0,28	4544,4
0,29	4544,4

3.1.3 Diseño de los componentes

Para el diseño de los componentes se utilizó la resistencia nominal de la especificación AISC D2, en los cuales se especifican los métodos LRFD y ASD para placas y perfiles en L con agujeros.

Espaldar

Para el diseño del espaldar se utilizó una tubería redonda de acero ASTM A500 grado A con un diámetro de 25,4 mm y con un espesor de 2 mm, este material se escogió debido a que tiene excelentes propiedades que se las puede observar en la Tabla 2. 1, la geometría que tiene nuestro espaldar y sus respectivas dimensiones se las puede observar en la siguiente Figura 3. 7, así también como las partes que la componen se las puede observar en el Anexo 7.

En el proceso de diseño de los asientos del espaldar y otros componentes, se llevó a cabo la respectiva investigación la cual está reflejada en el capítulo I. Como parte de este proceso, se tomaron como referencia los asientos de autobús que actualmente circulan en el mercado.

La decisión de utilizar estos asientos existentes en el mercado local como punto de partida se basa en la idea de aprovechar la experiencia y las mejores prácticas ya establecidas en la industria. Estos asientos han sido diseñados y fabricados teniendo en cuenta las necesidades de los pasajeros, la seguridad, la comodidad y la durabilidad, y han pasado por pruebas y evaluaciones rigurosas.

Al utilizar estos asientos como referencia, se buscó adaptar y personalizar el diseño para satisfacer las necesidades específicas del proyecto de tesis. Esto incluye la optimización de materiales y características para garantizar que los asientos cumplan con los estándares de seguridad, comodidad y eficiencia requeridos.

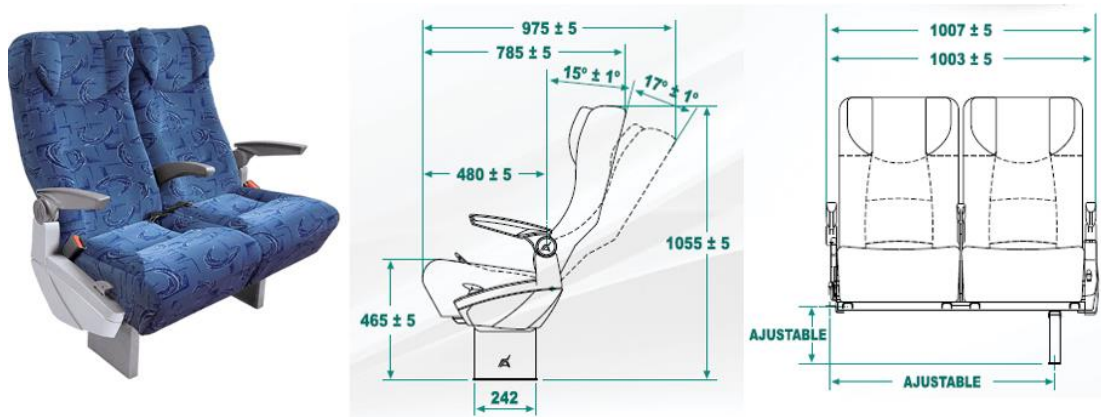


Figura 3. 7. Medidas de asientos [23].

En el proceso de diseñar un asiento ergonómico para autobuses, se observó que las diferencias en comparación con el estándar previo no fueron significativas, a excepción del ángulo del hombro. Estas diferencias se debieron a las diversas actividades realizadas por los pasajeros, como leer, utilizar dispositivos móviles o comer, entre otras. Sin embargo, se encontró una marcada disparidad en el plano sagital entre las dos posturas: la postura activa asumida por los pasajeros y la postura relajada. En la postura activa, se notaron ángulos ligeramente más abiertos en la pantorrilla y el cuello en comparación con la postura relajada, como se ve en la Figura 3. 8 [24].

El estudio de las posiciones anatómicas se realizó con el fin de verificar que el espaldar cumpla con las medidas anatómicas, esto es necesario tanto para diseñar un nuevo tipo de espaldar para cualquier asiento, como también en el caso en el que se utilice un

espaldar ya homologado dichas medidas se pueden observar en los planos y en cada una de las simulaciones que se realizaron a diferentes ángulos de inclinación.

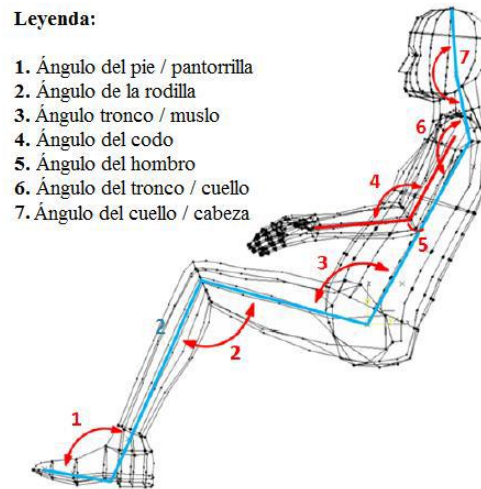


Figura 3. 8. Posición anatómica de humanos en asientos [24].

El autor Bolaños C. empleó la metodología del escaneado 3D para adquirir los contornos del cuerpo humano, centrándose especialmente en la parte posterior que estará en contacto directo con el asiento. Aunque existen otras metodologías, como el método REBA, que analiza las posturas del cuerpo humano, independientemente de si son estáticas o dinámicas, y evalúa los ángulos entre las diferentes partes del cuerpo a través de un diagrama rectilíneo de palo, esta metodología se adapta a la obtención de los perfiles de estudio, en particular, las curvaturas fisiológicas de la espalda, como se indica en la Figura 3. 9. El enfoque del estudio se centra en la recopilación precisa de los perfiles de la parte posterior del cuerpo para orientar el diseño del respaldo del asiento [24].

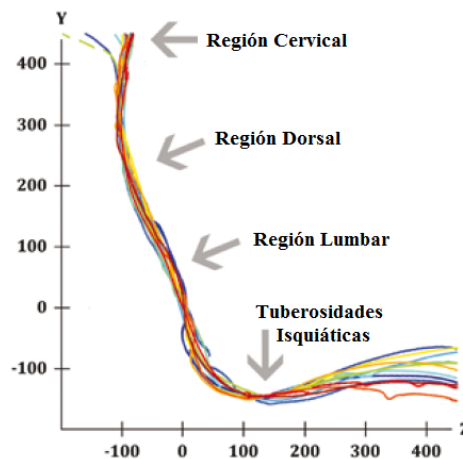


Figura 3. 9. Regiones de asientos [24].

Por lo tanto, el respaldo diseñado según los datos anteriores adopta una posición ergonómica para el pasajero y cumple con los ángulos de inclinación especificados en el NTE INEN 1668. Este diseño se basa en la recopilación precisa de los perfiles del cuerpo humano, centrándose en las curvaturas fisiológicas de la espalda, y se ajusta para garantizar una posición cómoda y ergonómica para el pasajero, cumpliendo así con los estándares de seguridad y comodidad establecidos en el NTE INEN 1668. La Figura 3. 10, correspondiente representa la forma y posición del respaldo diseñado para asegurar la satisfacción de estas pautas ergonómicas.

Diseño de la estructura del espaldar.

Para el diseño de la estructura del espaldar mostrada en la Figura 3. 10, se establecen los parámetros detallados a continuación.

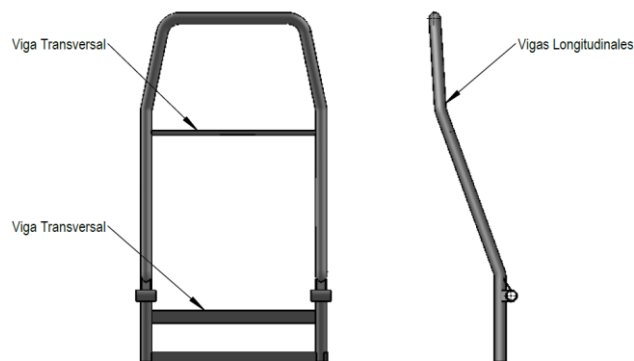


Figura 3. 10. Diseño del espaldar.

Consideraciones para las vigas longitudinales y transversales.

El peso máximo de una persona es de 150 Kg (este valor esta asumido en función del Anexo 6 correspondiente al índice de masa corporal), siendo este el valor máximo que se encuentra en este anexo. Además, cabe señalar que se puede asumir un peso promedio de una persona es de 75 Kg, sin embargo, hemos optado por tomar el peso máximo.

Peso requerido = 150 Kg / (vigas longitudinales y vigas transversales).

Peso requerido = 37,5 Kg.

Longitud = 771,8 mm = 77,18 cm

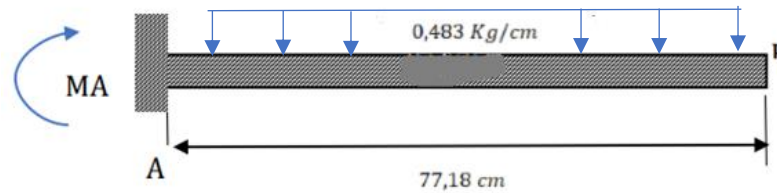
Carga distribuida = 37,5 Kg/77,18 cm = 0,483 Kg/cm

Límite de fluencia = ASTM A500 = $3234 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

Factor de diseño = 1,5

Diagrama del cuerpo libre DCL

Determinación de las cargas críticas.



La viga longitudinal se trabajó como un tipo de viga en voladizo sometida a flexión, el momento crítico se determinó por la ecuación 5:

$$M = \frac{qL^2}{2} \quad \text{Ec. (5)}$$

Donde:

q: La carga distribuida.

L: Longitud

Por lo cual la ecuación nos queda de la siguiente manera y nos da el siguiente resultado.

$$M = \frac{0,49 * (77,18)^2}{2}$$

$$M = 1459,40 \text{ Kg} * \text{cm}$$

Determinación del esfuerzo permisible.

El esfuerzo Permisible se calculó mediante la ecuación 6.

$$F_b = 0,66F_y \quad \text{Ec. (6)}$$

Donde:

F_b: Esfuerzo permisible (Kg/cm²)

F_y = S_y: Límite de fluencia del acero ASTM A500 = $3234 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

$$F_b = 0,66 * 3234 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = 2134,44 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Determinación del módulo de sección.

$$S_x = \frac{M}{F_b} = \frac{1459,40}{2134,44} = 0,68 \text{ cm}^3 \quad \text{Ec. (7)}$$

Donde S_x, W : Módulo de sección (cm^3).

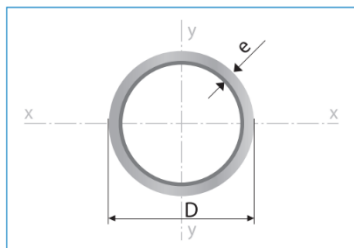
M: Momento = 1459,40 Kg * cm

Fb: Esfuerzo Permisible = 2134.44 $\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

Por lo que: $S_x \text{ req.} = 0,68 \text{ cm}^3$

Selección del perfil.

Como el módulo de sección dio un valor de $0,68 \text{ cm}^3$, se buscó en un catálogo estandarizado, que en este caso fue IPAC, un tubo con sección mayor o igual a $0,68 \text{ cm}^3$, así en la siguiente tabla se tiene una opción para un tubo redondo para un módulo de sección de $0,68$ cómo se indica en la Figura 3. 11, la empresa utiliza un tubo redondo de 2 mm de espesor y una pulgada de diámetro, este tubo tiene un módulo de sección más próxima de $0,80$ por lo cual se selecciona este, ya que está dentro de los parámetros calculados



Designaciones		Área	Peso	Propiedades Estáticas			
Diámetro Exterior	Espesor			Flexión			
D	e	A	P	I	W	i	
pulg.	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	
3/4	19,10	1,40	0,78	0,61	0,30	0,32	0,63
		1,50	0,83	0,65	0,32	0,34	0,62
		1,80	0,98	0,77	0,37	0,39	0,61
		2,00	1,07	0,84	0,39	0,41	0,61
7/8	22,20	1,40	0,92	0,72	0,50	0,45	0,74
		1,50	0,98	0,77	0,53	0,47	0,73
		1,80	1,16	0,91	0,61	0,55	0,72
		2,00	1,27	1,00	0,66	0,59	0,72
1	25,40	1,40	1,06	0,83	0,76	0,60	0,85
		1,50	1,13	0,88	0,81	0,64	0,85
		1,80	1,33	1,05	0,93	0,74	0,84
		2,00	1,47	1,15	1,01	0,80	0,83

Figura 3. 11. Selección de perfil circular IPAC.

Por lo cual la selección del tubo es correcta, ya que:

$$Sx. req. = 0,68 < Sx. Tab = 0,80$$

Diseño de la base inferior del asiento

Para el diseño de la base de los asientos se utilizó un tubo ovalado de acero ASTM A 500 grado A con un espesor de 2,5 mm, en los tubos cuadrados se encuentran incrustadas dos varillas lisas a diferentes distancias las mismas que permitirán fijar el asiento completo a la base, además, cuenta con 4 perforaciones las mismas que permiten ensamblar el asiento con la base, mediante el sistema de emergencia de desmontaje, como se puede observar en la siguiente Figura 3. 12.

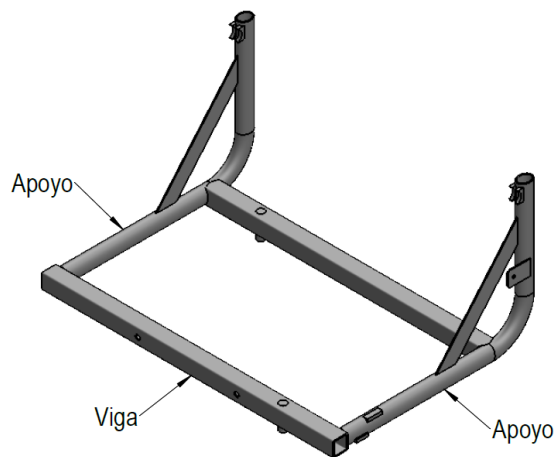


Figura 3. 12. Diseño de base del asiento.

Consideraciones para las vigas longitudinales y transversales.

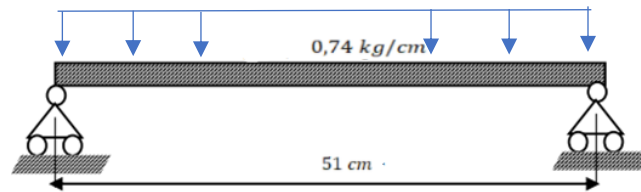
El peso máximo de una persona es de 150 Kg (este valor esta asumido en función del Anexo 6 correspondiente al índice de masa corporal), siendo este el valor máximo que se encuentra en este anexo. Además, cabe señalar que se puede asumir un peso promedio de una persona es de 75 Kg, sin embargo, hemos optado por tomar el peso máximo.

- Peso requerido= es la carga para ubicar sobre cada viga, la base del asiento está conformada por dos vigas longitudinales y dos vigas transversales. Por lo cual el

$$Pr = \frac{150Kg}{4} = 37,5 \text{ kg.}$$

- Longitud = 510 mm = 51 cm.
- Carga Distribuida = 0,74 kg/cm.
- Límite de fluencia Acero ASTM A500 = $Fy = 3234 \frac{kg}{cm^2}$

Determinación de cargas críticas.



De acuerdo con el diagrama del cuerpo libre, se trabajó como una viga sometida a flexión, el momento crítico se determina a partir de la ecuación 8:

$$M = \frac{qL^2}{8} \quad \text{Ec. (8)}$$

Donde:

M: Momento (kg * cm)

Q: Carga Distribuida : $0,74 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$

L: Longitud: 51 cm

Por lo que:

$$M = \frac{0,74 * (51\text{cm})^2}{8}$$

$$\mathbf{M = 240.6 \text{ Kg * cm}}$$

Determinación del esfuerzo permisible Fb.

La Teoría de falla de la energía de la distorsión aplica un factor de diseño $nd=1,5$ el esfuerzo permisible se simplifica como indica la ecuación 6.

Donde:

Fb: Esfuerzo Permisible.

Fy = Sy: Límite de fluencia: $Sy = 2957 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$

Por lo cual:

$$F_b = 0,66 \left(3234 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$F_b = 2134,44 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Determinación del módulo de sección.

$$S_x = \frac{M}{F_b} = \frac{240,59}{2134,44} = 0,11 \text{ cm}^3$$

Donde:

Sx = W: Módulo de sección (cm³).

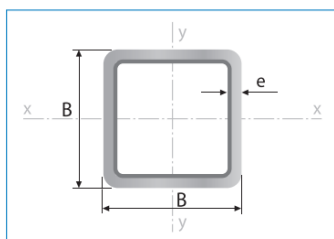
M: Momento = 240,6 Kg * cm

$$F_b = 2134,44 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Por lo cual Sx. req = 0,11

Selección del tubo cuadrado.

En base al módulo de sección de 0,11 se procedió a escoger un tubo cuadrado de una sección mayor o igual a 0,11 en este caso el más cercano es de 0,93 sin embargo, la empresa trabaja con un tubo de 2 mm de espesor con 25 mm de lado y módulo de sección de 1,19 por lo cual se procederá a escoger dicho tubo en la figura 3.13.



Designaciones	Área	Peso	Propiedades Estáticas			
			Eje x-x = y-y			
			Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro	
B	e	A	I	W	i	
mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	
25	1,40	1,27	1,00	1,16	0,93	0,95
	1,50	1,35	1,06	1,22	0,97	0,95
	1,80	1,59	1,25	1,39	1,11	0,94
	2,00	1,74	1,36	1,49	1,19	0,93

Figura 3. 13. Selección del tubo cuadrado IPAC.

Así el módulo de sección requerido es de 0,11 y el escogido es de 1,19 por lo cual:

$$S_{xreq} < S_{xTab}.$$

$$0,11 < 1,19$$

Sin embargo, se pudo seleccionar cualquier tubo de los 3 anteriores ya que están dentro de parámetros establecidos.

Diseño de la base del asiento

Para el diseño de la base se utilizó un tubo cuadrado de acero ASTM A 500 grado A, con un espesor de 2,5 milímetros para tener una forma rectangular, el mismo que cuenta con diferentes perforaciones para el acople del ensamblaje de los dos asientos y para que el sistema de emergencia de desmontaje pueda cumplir la función de unir el asiento con la base, como se muestra en la Figura 3. 14, así como en la Figura 3. 15 se muestra las propiedades del material utilizadas para el diseño.

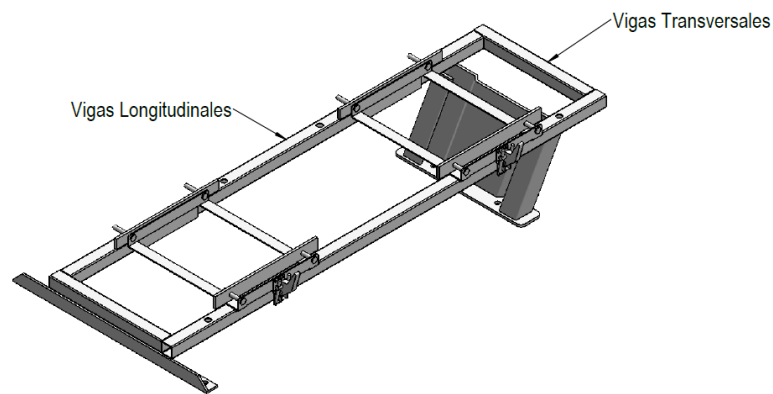


Figura 3. 14. Diseño de la Base.

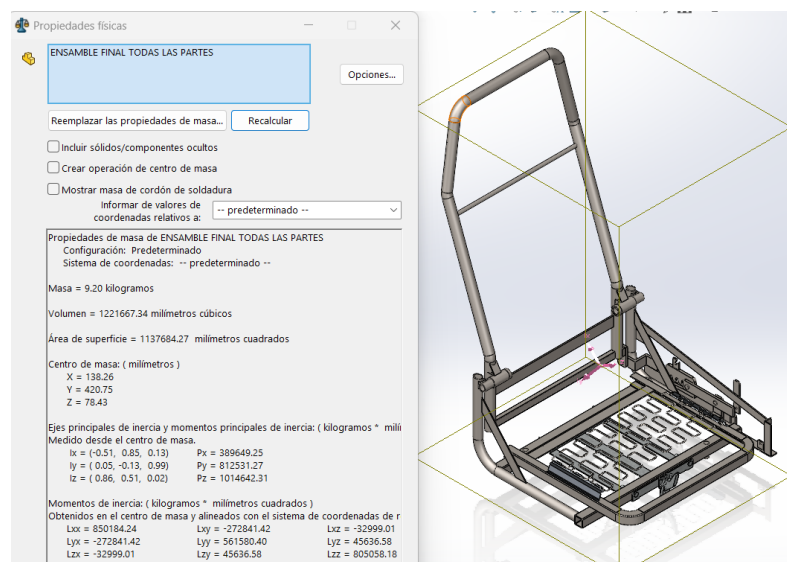


Figura 3. 15. Propiedades del diseño.

Consideraciones para las vigas longitudinales y transversales.

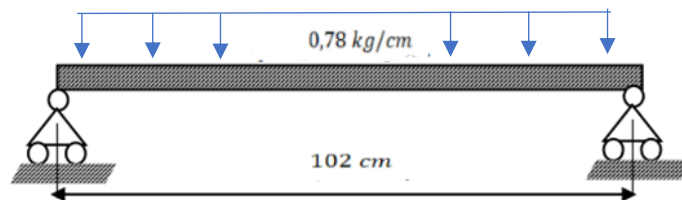
El peso máximo de una persona es de 150 Kg (este valor esta asumido en función del Anexo 6 correspondiente al índice de masa corporal), siendo este el valor máximo que se encuentra en este anexo. Además, cabe señalar que se puede asumir un peso promedio de una persona es de 75 Kg, sin embargo, hemos optado por tomar el peso máximo.

- Peso de la estructura= 9.20 Kg
- Peso total = 2 personas + 2 asientos

$$2 * 150 \text{ kg} + 9,20 \text{ kg} * 2 = 318,4 \text{ kg}$$
- Peso requerido = es la carga para ubicar sobre cada viga, el soporte del asiento está conformado por dos vigas longitudinales y dos vigas transversales. Por lo cual el

$$Pr = 318,4 \text{ kg}/4 = 79.6 \text{ kg}.$$
- Longitud = 510 mm = 102 cm.
- Carga Distribuida = 0,78 kg/cm.
- Límite de fluencia Acero ASTM A500 = $F_y = 3234 \text{ Kg}/\text{cm}^2$.

Determinación de cargas críticas.



De acuerdo con el diagrama del cuerpo libre, se trabajó como una viga sometida a flexión, el momento crítico se determina a partir de la ecuación 8:

Donde:

M: Momento (Kg*cm)

Q: Carga Distribuida: $0,78 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$

L: Longitud: 102 cm

Por lo que:

$$M = \frac{0,78 * (102)^2}{8}$$

$$M = 1014,39 \text{ Kg} * \text{cm}$$

Determinación del esfuerzo permisible Fb.

La Teoría de falla de la energía de la distorsión aplica un factor de diseño $n_d=1,5$ el esfuerzo permisible se simplifica a la siguiente ecuación 6.

Donde:

Fb: Esfuerzo Permisible.

Fy = Sy: Límite de fluencia: Sy = 2957 Kg/cm².

Por lo cual:

$$F_b = 0,66 \left(3234 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$F_b = 2134,44 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Determinación del Módulo de sección.

$$S_x = \frac{1014,39}{2134,44} = 0,47$$

Donde:

Sx = W: Módulo de sección (cm³).

M = Momento = 1014,39 Kg * cm

Fb = 2134.44 Kg/cm²

Por lo cual Sxreq.:

$$S_{xreq.} = 0,47$$

Selección del tubo cuadrado.

En base al módulo de sección W de 0,47 se procedió a escoger un tubo cuadrado de una sección igual o mayor y de un espesor de 2mm, la empresa trabaja con un tubo de

2mm así en el catálogo de IPAC se selecciona el perfil como se muestra en la Figura 3. 16.



Designaciones		Área	Peso	Propiedades Estáticas		
				Eje x-x = y-y		
B	e	A	P	I	W	i
mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm
25	1,40	1,27	1,00	1,16	0,93	0,95
	1,50	1,35	1,06	1,22	0,97	0,95
	1,80	1,59	1,25	1,39	1,11	0,94
	2,00	1,74	1,36	1,49	1,19	0,93

Figura 3. 16. Perfil de tubo cuadrado, para estructura del asiento de autobús.

El módulo de sección requerido es de 0,47 cm³ y el escogido es de 1,19 cm³, siendo el tubo escogido de 25 mm de lado, 1,19 de módulo de sección y 2 mm de espesor, así nos queda la siguiente relación:

$$S_{xreq.} < S_{xTab.}$$

$$0,47 < 1,19$$

Tanto en la selección del tubo para la base de los asientos y para el soporte del asiento se pudo escoger un tubo de menor espesor para abaratar costos y peso de la estructura en general, sin embargo, se ha escogido estos tubos debido a que la empresa los utiliza y los presentes cálculos son para respaldar que el tubo está bien seleccionado.

Diseño de las patas

Las patas de los dos asientos están construidas con los materiales ASTM A36. Estas piezas permiten unir la estructura del asiento a la estructura del bus, para ello cuentan con perforaciones circulares como se observa en la Figura 3. 17.

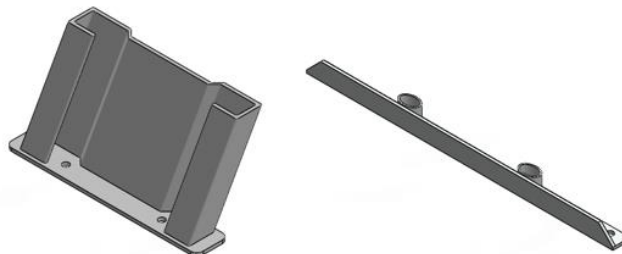


Figura 3. 17. Diseño de patas.

Para el diseño de las patas se a considerado los fundamentos de diseño de columnas cuyo diagramas se muestra a continuación.



- Peso del asiento: $9,20\text{kg} * 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 90,252 \text{ N}$
- Peso del pasajero: $150 * 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 1471,5 \text{ N}$
- Peso de la base: $4,28 * 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 41,98$

La carga total que la pata del asiento debe soportar es:

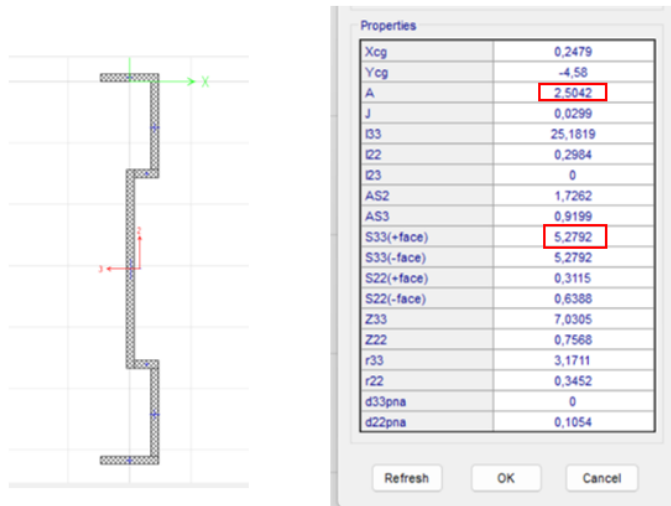
$$F_t = 1603,73 \text{ N} = 36 \text{ Klb}$$

Consideraciones para la columna.

- Peso máximo de una persona = 150 Kg
- Peso generado por la estructura = $9,20 * 20 = 18,40\text{Kg} + 4,28 \text{ kg}$ (peso de la base) = 22,68 Kg.
- Peso total = $22,68 + 150 * 2 = 322,68 \text{ Kg}$.
- Peso requerido = La carga debe distribuirse para dos patas, por lo cual el Pr = $322,68 / 2 = 161,34 \text{ Kg} = 355,7 \text{ libras}$
- Longitud = 21 cm
- Límite de fluencia a36 = 2531 Kg/cm³
- Como la estructura esta articulada el valor de K = 0,5

Inercias de la pata mediante el uso del programa SAP2000.

Siguiendo con el cálculo se obtuvo las inercias en ambos sentidos del perfil que tiene la pata, esto nos sirvió para que podamos sacar nuestra relación de esbeltez, tomando los valores de K = 0,5 y la longitud 0,285 m.



Así la inercia que ocuparemos será con respecto al eje x por lo cual la inercia nos dio un valor de $25,1819 \text{ in}^4$, así con este valor podremos sacar el radio de giro. Con un área de $2,50 \text{ in}^2$

Radio de giro.

Para el radio de giro usaremos la siguiente ecuación, así:

$$r = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{25,1819 \text{ in}^4}{2,50 \text{ in}^2}} \quad \text{Ec. (9)}$$

$$r = \sqrt{10,07276 \text{ in}^2} = 3,17 \text{ plg} = 80,51 \text{ mm}$$

Relación de esbeltez.

La relación de esbeltez se calcula mediante la siguiente formula:

$$\frac{KL}{r} = \frac{0,5 * 210 \text{ mm}}{80,51 \text{ mm}} = 1,30 \quad \text{Ec. (10)}$$

Siendo un valor de 1,30 para un F_y de 36 ksi, se tomará el valor utilizando el método ASD que es más riguroso en cuanto a las cargas, siendo la carga para superar de $1603,3 \text{ N} = 36 \text{ Klb}$, así se toma un valor interpolado de 21, que se muestra en la Tabla 3. 12.

Tabla 3. 12. ASD relación de esbeltez.

$\frac{Kl}{r}$	$F_y = 35\text{ksi}$		$F_y = 36\text{ksi}$		$F_y = 42\text{ksi}$		$F_y = 46\text{ksi}$		$F_y = 50\text{ksi}$					
	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$				
	ksi	ksi	ksi	ksi	ksi	ksi	ksi	ksi	ksi	ksi				
	ASD	LRFD	ASD	LRFD	ASD	LRFD	ASD	LRFD	ASD	LRFD				
1	21.0	31.5	1	21.6	32.4	1	25.1	37.8	1	27.5	41.4	1	29.9	45.0
2	21.0	31.5	2	21.6	32.4	2	25.1	37.8	2	27.5	41.4	2	29.9	45.0
3	20.9	31.5	3	21.5	32.4	3	25.1	37.8	3	27.5	41.4	3	29.9	45.0
4	20.9	31.5	4	21.5	32.4	4	25.1	37.8	4	27.5	41.4	4	29.9	45.0

$$\phi_c F_{cr} = 21,6 \text{ (Tabla 4-22 del AISC)}$$

$$\phi_c P_n = \phi_c F_{cr} * A_g = 21,6 * 2,50 = 52,5 \text{ Klb}$$

Siendo así $52,5 \text{ klb} > 36 \text{ Klb} = 2335.3 \text{ N} > 1603 \text{ N}$

Por lo cual la pata resiste y se esta usando una placa con dimensiones adecuadas.

Sistema de reclinación

El diseño del sistema de reclinación de los dos asientos como se indica en la Figura 3. 18, está realizado con el acero ASTM A36 debido a sus excelentes propiedades, como se observa en la Tabla 2. 4. Este sistema permite que los asientos puedan inclinarse a los diferentes grados de inclinación, siendo ésta una parte fundamental del asiento de autobús interprovincial para la misma que no se referenciarán sus dimensiones debido a un acuerdo de confidencialidad.

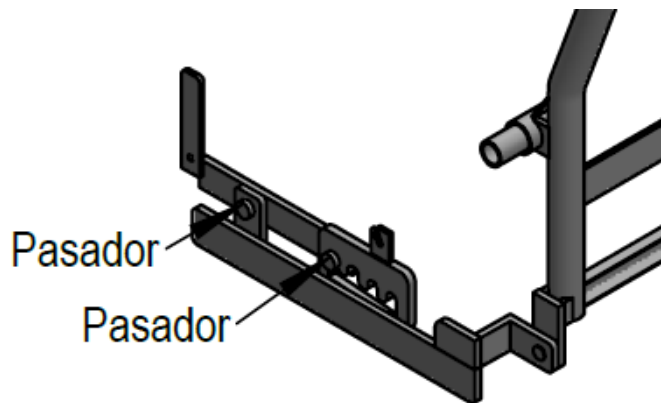


Figura 3. 18. Diseño del sistema de reclinación.

Consideraciones para el diseño de pernos.

- Peso máximo de una persona: 150 Kg
- Peso del espaldar: 3,02 Kg

Propiedades de masa de SimetríaEspaldar1
Configuración: Predeterminado <Como mecanizada>
Sistema de coordenadas: -- predeterminado --
Densidad = 7850.00 kilogramos por metro cúbico
Masa = 3.02 kilogramos
Volumen = 0.00 metros cúbicos
Área de superficie = 0.37 metros cuadrados
Centro de masa: (metros)
X = 0.20
Y = 0.38



Figura 3. 19. Propiedades del material para el diseño de pernos.

- Peso Total: 150Kg + 3,02 Kg (Peso del espaldar) = 153,02 Kg
- Fuerza: 1501,13 N
- Límite de fluencia Acero A36 = 2531 Kg/cm³

Esfuerzo cortante.

$$\sigma_c = \frac{F}{A} = \frac{1501,13 \text{ N}}{\frac{\pi}{4} * (0,011\text{m})^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 33,31 \text{ MPa}$$

Una vez encontrado el esfuerzo cortante este debe ser menor o igual a la siguiente ecuación:

$$\frac{S_y}{2\omega} \quad \text{Ec. (11)}$$

Siendo:

S_y: 250 MPa acero A36

ω: Factor de seguridad

Asumiremos un factor de seguridad de 1 como el mínimo, y en el caso que el esfuerzo cortante sea superior a este valor, nos indicará que el perno no soportará la carga aplicada. Mientras que si es lo contrario y es menor si soportará.

$$33,31 \text{ MPa} = \frac{S_y}{2\omega}$$

$$33,31 \text{ MPa} = \frac{250}{2 * 1}$$

$$33,31 \text{ MPa} = \frac{250}{2 * 1}$$

$$33,31 \text{ MPa} < 125 \text{ MPa}$$

El perno aguantará aproximadamente 4 veces la carga aplicada.

Sistema de emergencia

El sistema de emergencia es el conjunto de ciertas modificaciones en la base de los dos asientos y en el soporte de éste, así tanto el soporte con el asiento está unido por medio de la pieza que se indica en la Figura 3. 20, la misma que está sometida a cargas muy pequeñas cuando es manipulado el sistema de reclinación, sin embargo, la importancia de realizar un análisis en el perno del sistema radica en el momento de un accidente, y es esencial evidenciar su resistencia y cuanta carga puede ser aplicada antes de producirse algún fallo. A demás el sistema cuenta con un seguro el cual unirá al sistema con la base del asiento y el cojín, dicho seguro es adquirido, por lo cual no se añadirá un cálculo específico y no estará detallado en los planos, pero si en los costos.

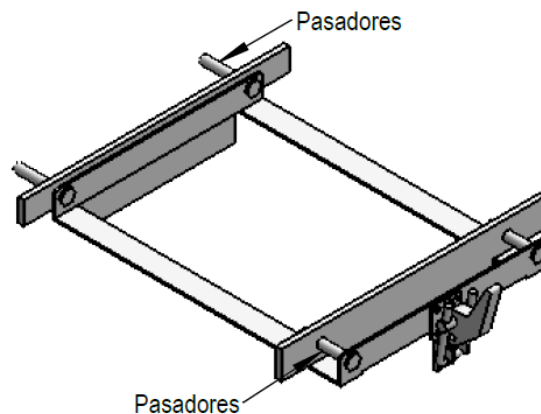


Figura 3. 20. Sistema de emergencia.

Consideraciones para el diseño de pernos.

- Peso máximo de una persona =150 Kg
- Peso generado por la estructura =9,20*2=18,40 Kg+4,28 Kg (peso de la base) =22,68 Kg.
- Peso total para dos sistemas=22,68+150*2=322,68 Kg.

- Peso total para un sistema=4,28 Kg+9,20 Kg+150 Kg=163,48 Kg
- Fuerza para utilizar=163,48* 9,81 = 1603,74N/ 4 pernos=400,935N
- Limite Perno de Acero A36= 250 MPa.

Esfuerzo cortante (Falla por corte del perno)

La carga que soporta el perno esta de manera perpendicular, por lo cual, se debe analizar la falla por corte en el perno, de la siguiente manera:

$$\sigma_c = \frac{F}{A} = \frac{400.935 \text{ N}}{\frac{\pi}{4} * (0.011\text{m})^2} = 4218895,015 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 4,219 \text{ MPa}$$

Una vez encontrado el esfuerzo cortante este debe ser menor o igual a la ecuación 11:

Siendo:

Sy: 250 MPa

ω : Factor de seguridad

En este caso asumiremos un factor de seguridad de 1 como el mínimo, y en el caso que el esfuerzo cortante sea superior a este valor, nos indicará que el perno no aguantará en el caso de un choque, y el factor de seguridad está por debajo del mínimo, en el caso de que el valor del cortante calculado sea menor o igual, el valor nos indica que los pernos no fallarán por rotura.

$$4,219 \text{ MPa} = \frac{S_y}{2\omega}$$

$$4,219 \text{ MPa} = \frac{250}{2 * 1}$$

$$4,219 \text{ MPa} = \frac{250}{2 * 1}$$

$$4,219 \text{ MPa} < 125\text{MPa}$$

Aquí se puede observar que el cortantes es menor a la expresión mencionada por lo cual el perno soportará 29,60 veces la carga anteriormente dicha antes de cortarse.

Consideraciones para el diseño de placa en T.

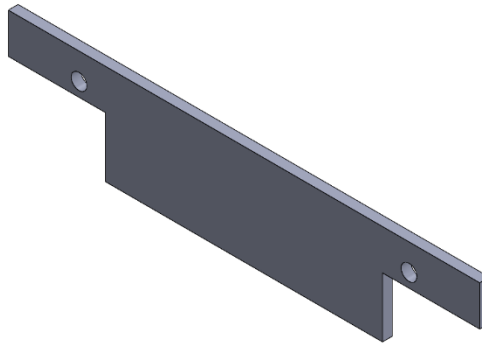


Figura 3. 21. Diseño de placa T.

Para el diseño de la placa en T calcularemos únicamente la resistencia de diseño permisible a la tensión y a la fractura por el método ASD que es más riguroso en cuanto a cargas y además el área crítica.

Datos:

Placa 3/16 in * 2

d = 7/16 in



Figura 3. 22. Sección de la placa de T.

$$ABC = 2 - \left(\frac{7}{16} + \frac{1}{8} \right) = 1,43 \text{ plg} = 36,32 \text{ mm}$$

$$An = 1,43 * \frac{3}{16} = 0,26 \text{ plg}^2 = 167,74 \text{ mm}^2$$

Resistencias permisibles

ASD

$$\frac{P_n}{\Omega_t} = \frac{F_y * A_g}{\Omega_t} = \frac{36 * 0,375}{1,67} = 8,08 \text{ klb} = 35,94 \text{ N}$$

$$\frac{P_n}{\Omega_t} = \frac{F_y * A_e}{\Omega_t} = \frac{58 * 0,26}{2} = 7,54 \text{ klb} = 335,8 \text{ N}$$

Una vez calculados las resistencias permisibles se escoge el menor valor que en este caso sería 7,54 klb siendo esta la carga máxima que puede resistir.

La carga máxima para resistir es de 1603,73 N y en klb sería de 0,36 klb por lo cual la placa no sufrirá una fractura ya que se cumple:

$$7,54 \text{ klb} < 36 \text{ klb} = 335,8 \text{ N} < 1603,73 \text{ N}$$

Las placas aquí mostradas son un soporte para los pernos y nos ayudan a unir también las placas rectangulares, los cálculos realizados son para determinar si podría existir una falla por rotura en los agujeros, según los resultados en el caso de que la carga aplicada este directamente sobre los agujeros estos se veras afectados hasta el punto fallar.

Consideraciones para la viga.

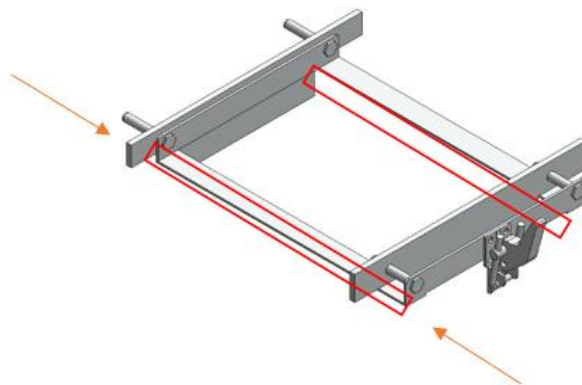


Figura 3. 23. Diagrama para la viga.

Para el diseño de las placas se trabajará como vigas y así poder determinar si existiría o no pandeo en el caso de un choque. Para lo cual se tomará las siguientes consideraciones:

- Fuerza que ejerce compresión.
- $L = 255,7 \text{ mm}$
- $E = 200 \text{ GPa}$ acero ASTM A36

La sección de la viga tiene los siguientes datos:

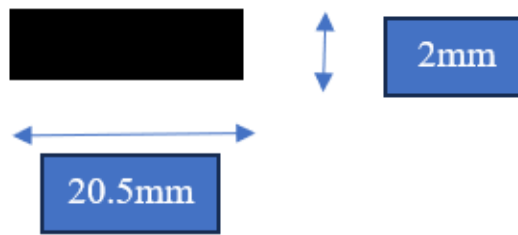


Figura 3. 24. Datos de sección de viga.

La viga al estar sometida a compresión se comprobará con la siguiente ecuación:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{\beta L^2} \quad \text{Ec. (12)}$$

Siendo:

E: límite de elasticidad (GPa)

L: longitud (mm)

I: Inercia (mm⁴)

$\beta = 0.5$ (Viga Bi empotrada)

El único dato que falta es la inercia y se calculará de la siguiente manera:

$$I_x = \frac{1}{12} 20,5\text{mm} * 2\text{mm}^3 = 13,66 \text{ mm}^4$$

$$I_y = \frac{1}{12} 2\text{mm} * 20,5\text{mm}^3 = 1499,81\text{mm}^4$$

Se escoge el eje débil que en este caso sería el eje x y el valor a tomar es de 13.66 mm^4 , así la carga crítica sería:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 200 * 10^3 * 13,66 \text{ mm}^4}{0,5 * 255,7 \text{ mm}^2} = 824,80 \text{ N}$$

Ahora para comprobar debemos realizar la siguiente comprobación:

$$\sigma = \frac{P}{A} < \sigma_{adm}(\text{limite elastico})$$

Por lo cual la carga debe ser menor al límite elástico del material. Siendo

$$P < 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 2\text{mm} * 20,5\text{mm} = 8200 \text{ N}$$

En este caso la carga crítica fue de 824,80 N y es menor que los 8200 N por lo cual la carga máxima aplicable con respecto al límite elástico del material es de 824,80 N, es decir que la carga crítica mantendrá estable la estructura y no abra pandeo.

Sin embargo este cálculo esta realizado únicamente para la viga sin tomar una carga aplicada, en el caso del asiento y la estructura la carga aplicada es de 1603,74 N que no está directamente sobre las placas, pero al existir un choque esta carga iría contra las placas mencionadas y al ser 1603,74 N mayor a la carga crítica de 824,80 N las placas podrían fallar por pandeo, hay que tomar en cuenta que la carga del asiento soporta todo el sistema por lo que es menos probable que exista un pandeo pero no imposible.

3.1.4 Análisis de convergencia del asiento interprovincial

El análisis de convergencia de malla se llevó a cabo con el propósito de evaluar la influencia del tamaño de la malla en la precisión de los resultados en el contexto de la simulación de los asientos interprovinciales. La densidad de la malla es un parámetro en el análisis por elementos finitos y puede afectar significativamente la precisión de los resultados. Este análisis es esencial para garantizar que los resultados sean confiables y válidos para los propósitos de esta investigación. En la Tabla 3. 13 se evidencia el tamaño de malla y cómo afecta en la calidad de la malla, número de nodos, desplazamiento total y en el esfuerzo de Von Mises.

Tabla 3. 13. Análisis de convergencia de malla del asiento.

Tamaño de malla	Calidad	Nº nodos	Deformación	Esfuerzo Von Mises	Nº de solución	Tasa convergencia
4	0,9314	114671	0,51203	108,88	1	N/A
5	0,90988	82684	0,5045	116,43	2	6,93%
6	0,88413	67362	0,50611	121,92	3	4,72%
8	0,85867	55821	0,50233	116,44	4	-4,49%
10	0,84556	51683	0,50075	113,44	5	-2,58%
12	0,83667	49901	0,50061	112,27	6	-1,03%
14	0,83373	48921	0,50219	110,97	7	-1,16%

Se evaluaron varios tamaños de malla y se analizaron la deformación total y el esfuerzo Von Mises. En relación con la deformación total, se observó que a medida que se refinaba la malla, la deformación total se mantuvo constantemente en torno a 0,5 mm en todas las iteraciones, con cambios mínimos. Esto indica que la convergencia se ha

alcanzado, sin observar variaciones significativas en la deformación a medida que se ajusta la malla. En lo que respecta al esfuerzo Von Mises, no se observó una tendencia clara a medida que cambia el tamaño de la malla. Los valores varían, pero no se apreció cambios drásticos. Sin embargo, dentro del rango de tamaños de malla evaluados se puede observar que los valores de esfuerzo son sensibles al tamaño de malla.

Por lo tanto, en base al análisis de convergencia de malla, se trabajó con un tamaño de malla de 5 mm para las simulaciones nodales, análisis estático y pruebas de resistencia de acuerdo con la normativa CEPE R80 y R14 del asiento interprovincial. Este tamaño de malla ha demostrado ser adecuado al proporcionar resultados precisos y estables en términos de deformación y esfuerzo Von Mises. También en el estudio de (Baya, 2022), el tamaño de malla seleccionado fue de 5 mm porque capturó la mayor cantidad de detalles del asiento y permitió obtener mejores resultados en el estudio realizado, como se muestra en la Figura 3. 25.

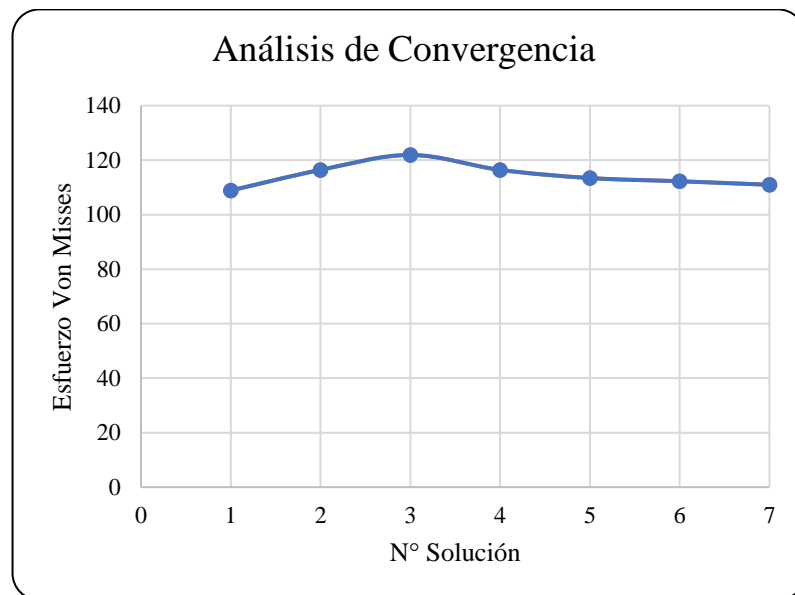


Figura 3. 25. Convergencia de malla.

3.1.5 Propiedades del acero ASTM A500 grado A

El material utilizado en diferentes partes, como tuberías redondas, cuadradas, rectangulares y ovaladas, ha sido evaluado mediante un ensayo realizado por Martínez [25]. Las propiedades específicas de este material se detallan en la Tabla 3.6. Además, estas propiedades del material se han incorporado en la sección "Engineering Data" del programa de simulación como se muestra en la Figura 3. 26.

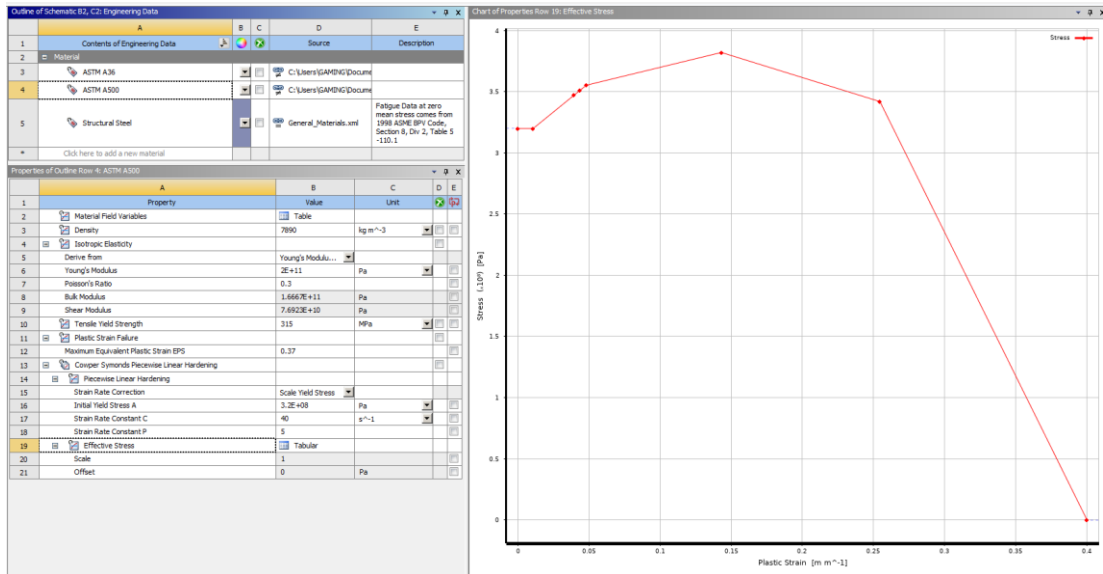


Figura 3. 26. Propiedades del material ASTM A500 grado A.

Para el acero estructural ASTM A36, se identificaron diversas partes de los asientos interprovinciales que utilizarán este material, incluyendo platinas, placas y ángulos. Las propiedades de este material se basan en un ensayo realizado por Martínez [25] y se detallan en la Tabla 3.7. Además, estas propiedades del material se incorporaron en la sección "Engineering Data" del programa CAE para su consideración en el análisis y diseño del asiento como se indica en la Figura 3. 27.

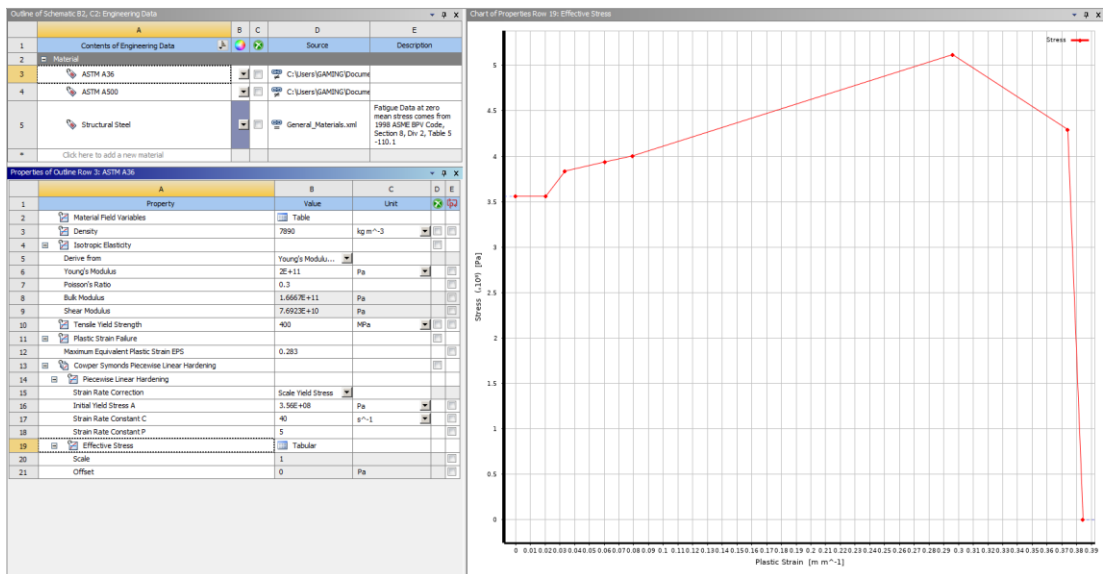


Figura 3. 27. Propiedades del material ASTM A36.

3.2 Diseño mediante elementos finitos, utilizando un programa CAE.

3.2.1 Análisis modal del asiento interprovincial

El asiento interprovincial posee sus propias frecuencias naturales y modos de vibración, los cuales dependen principalmente de la masa y rigidez del sistema. En el diseño y análisis de la seguridad del asiento, es esencial identificar estas frecuencias naturales y comprender cómo influyen en la respuesta del asiento ante cargas o excitaciones dinámicas. El análisis modal se convierte así en una herramienta esencial para describir, comprender y modelar el comportamiento dinámico del asiento interprovincial, proporcionando información valiosa para su diseño y rendimiento.

Mallado del asiento interprovincial

Luego del análisis de convergencia de malla, se determinó que un tamaño de malla de 5 mm ofrece una calidad óptima para el análisis de los asientos interprovinciales como se muestra en la Figura 3. 28. Este tamaño de malla se aplicó de manera consistente a todos los elementos de la estructura, lo que garantizó una representación precisa de la geometría y una convergencia satisfactoria en los resultados. La elección de este tamaño de malla se basa en los hallazgos de calidad y convergencia, lo que respalda la confiabilidad de los resultados obtenidos en el análisis modal y en otros aspectos de la simulación.

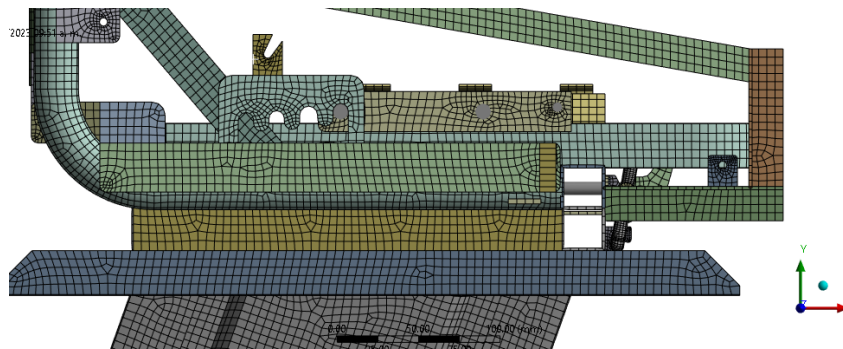


Figura 3. 28. Mallado de la geometría del asiento interprovincial.

En la Figura 3. 29, se aprecia la calidad del mallado obtenido en la geometría diseñada para simulaciones de impacto. Se empleó una malla compuesta por elementos tipo Shell, la elección ideal para analizar estructuras de acero. En esta malla, se han empleado tanto elementos rectangulares como triangulares. La característica principal de estos elementos es su falta de espesor visible y su área constante, lo cual se deriva

de sus propiedades elásticas inherentes. Los contactos utilizados fueron de tipo Share o compartidos, este tipo de contacto se lo utilizo a fin de salvaguardar la integridad de los recursos computacionales y el tiempo de simulación, además, mediante este tipo de contacto existe menor probabilidad de que exista una falla en la simulación del asiento.

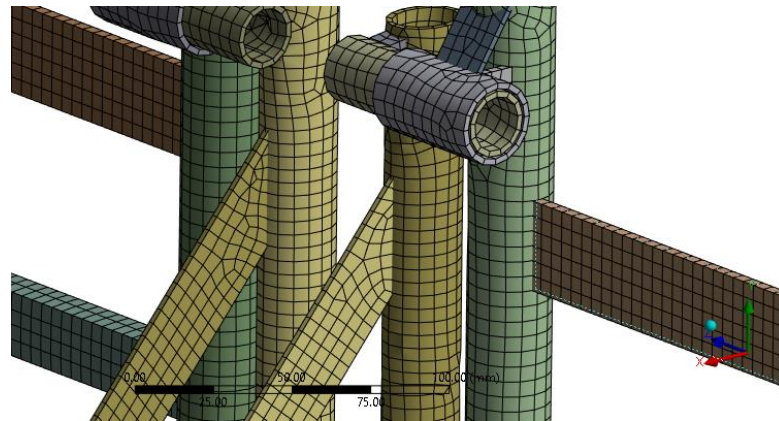


Figura 3. 29. Unión de elemento de malla del asiento interprovincial.

Una vez terminado el mallado de la estructura es necesario detallar la estadística de la malla con relación a la calidad del elemento, siendo así se obtuvieron los siguientes valores que se muestra en la Figura 3. 30 y Figura 3. 31.

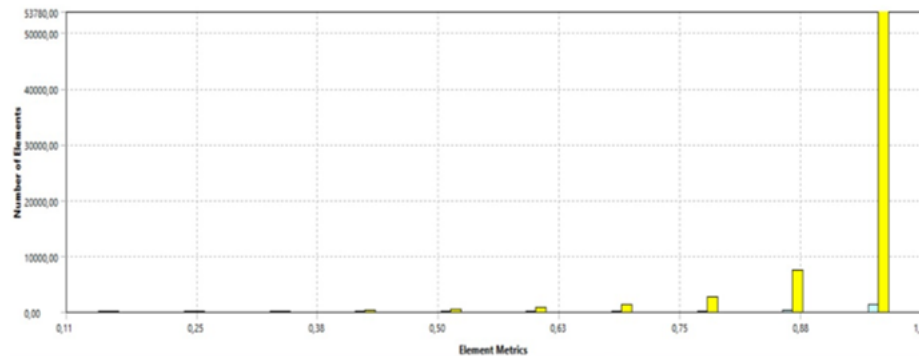


Figura 3. 30. Estadística de la malla obtenidas del programa CAE, para el ensayo del asiento.

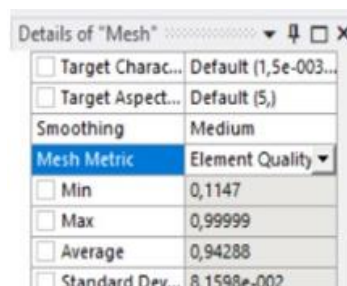


Figura 3. 31. Detalles de la calidad de malla para el ensayo del asiento.

3.2.2 Análisis estático del asiento interprovincial con el sistema de emergencia

Después de realizar el análisis modal, se realizó un análisis estático de los asientos interprovinciales. El análisis estático se enfoca en la respuesta de la estructura a cargas estáticas. Esto es importante para evaluar cómo el asiento responde a situaciones donde las fuerzas son constantes o cambian lentamente, como la carga del pasajero.

- **Carga del Pasajero:** Para el análisis estático de los asientos, se tiene en cuenta una carga de 70 kilogramos por pasajero, lo que suma un total de 140 kilogramos para dos pasajeros. Esta carga simula con precisión la fuerza ejercida por los pasajeros que ocupan los asientos, y es fundamental para evaluar cómo los asientos resisten y distribuyen esta carga. Además, se incorpora el efecto de la gravedad como el peso propio del asiento, lo que contribuye a una representación completa de las condiciones de carga estática en el análisis como se indica en la Figura 3. 32.

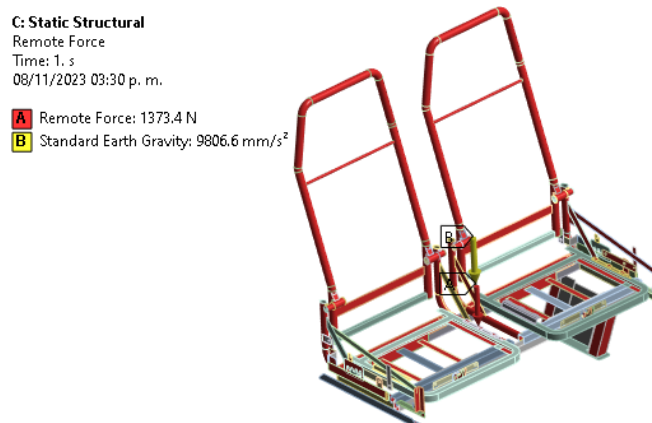


Figura 3. 32. Condiciones de carga de la estructura del asiento.

Este tipo de configuración de carga se lo hizo con el fin de obtener el factor de seguridad, que nos ayudó a validar la resistencia del asiento, ya que el presente proyecto está enfocado a la construcción del asiento. Dicha configuración no está sometida al cumplimiento de ninguna norma, y se lo hizo con el fin de verificar que no existe elementos sueltos.

- **Restricciones en conexiones:** Las restricciones en las conexiones de los asientos con el piso y la pared del autobús son fundamentales para replicar las condiciones reales de sujeción. Estas restricciones modelan cómo el asiento está anclado en su entorno (ángulo y pata de los asientos), lo que influye en la distribución de las

tensiones y deformaciones bajo las cargas aplicadas, como se observan en la Figura 3. 33.

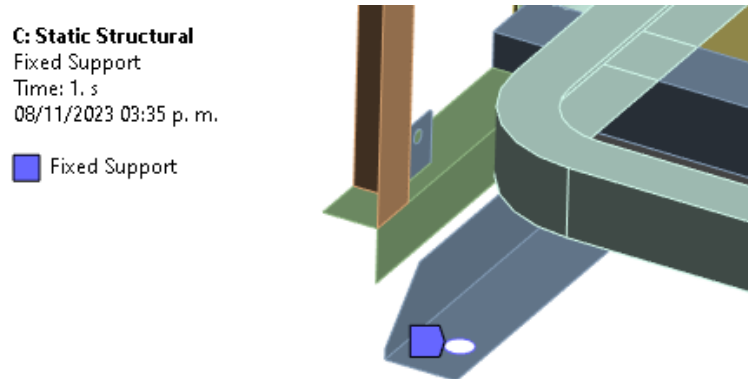


Figura 3. 33. Restricciones de la estructura del asiento.

- **Tamaño de malla de 5 mm:** La malla con un tamaño de 5 mm se ha utilizado para representar la geometría del asiento en el análisis estático. Este tamaño de malla se determinó como óptimo durante el análisis de convergencia de malla, lo que garantiza resultados precisos y eficiencia computacional.
- **Materiales utilizados:** Se ha empleado el material ASTM A500 para la tubería y ASTM A36 para las placas y ángulos en la simulación. La elección de materiales es crucial para determinar las propiedades de rigidez y resistencia del asiento bajo carga estática.

3.2.2.1 Resultados del análisis estático

- **Deformación**

Se ha identificado una deformación máxima de 0,5984 milímetros en toda la estructura de los dos asientos. Este valor revela una distorsión significativa, destacando un fenómeno de pandeo en la parte central de los asientos. Además, se ha observado que los respaldos de los asientos son las áreas que presentan los mayores desplazamientos, lo cual se puede apreciar claramente en la Figura 3. 34.

La deformación obtenida aquí es únicamente para obtener el factor de seguridad del asiento, y es irrelevante comparar estos valores con la norma.

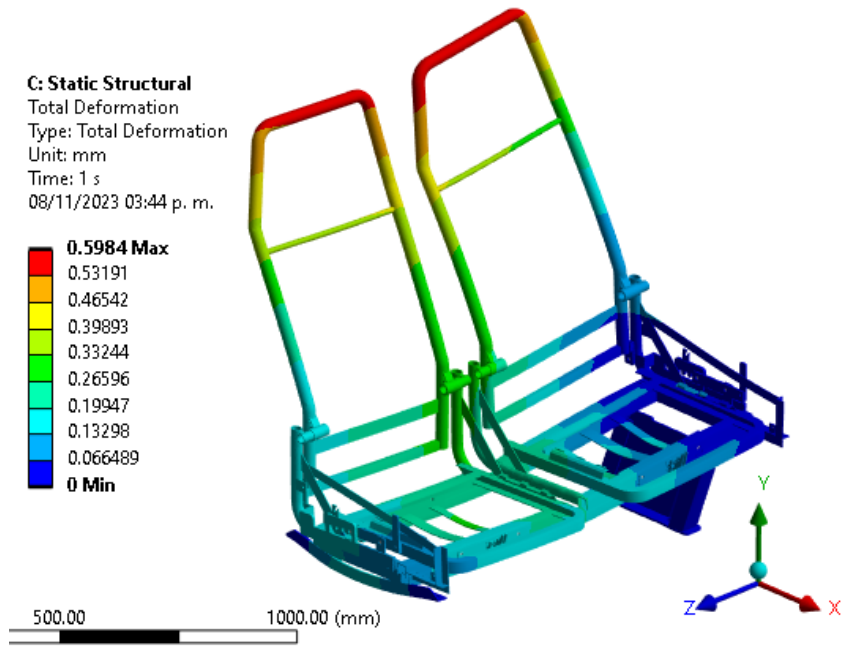


Figura 3. 34. Deformación de la estructura del asiento.

- **Esfuerzo de asiento**

Se ha identificado un esfuerzo máximo de 140,43 (MPa) como la carga máxima que la estructura de los dos asientos que puede resistir con seguridad. Este esfuerzo máximo se ha evaluado bajo las condiciones de carga específicas, incluyendo la carga de los pasajeros y el propio peso del asiento, como se indica en la Figura 3. 35.

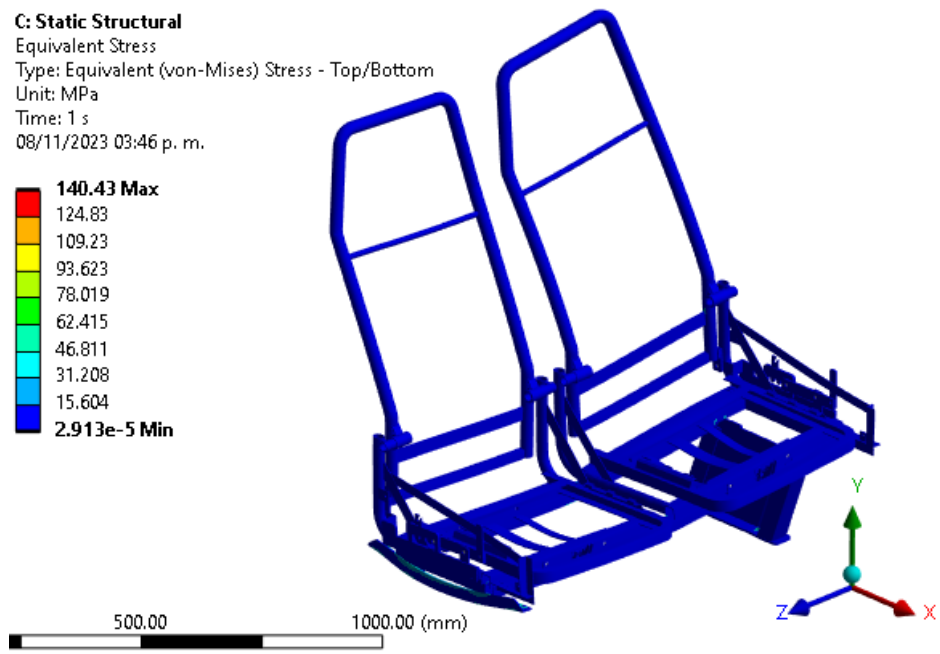


Figura 3. 35. Esfuerzo de la estructura del asiento.

- **Factor de seguridad**

El análisis estático ha revelado un sólido factor de seguridad de 2,8483 como se ve en la Figura 3. 36, para los asientos interprovinciales. Este valor indica con claridad que la estructura del asiento es altamente capaz de soportar las cargas a las que es sometida, incluyendo la carga de los pasajeros y el propio peso del asiento.

El factor de seguridad proporciona una garantía fundamental de resistencia y confiabilidad de la estructura. Con un valor superior a 1, se demuestra que el asiento es apto para el proceso de fabricación y cumple con los estándares requeridos de seguridad y rendimiento. Estos resultados respaldan la estructura de los asientos para su uso en el autobús interprovincial, asegurando la tranquilidad de los pasajeros en términos de seguridad y comodidad.

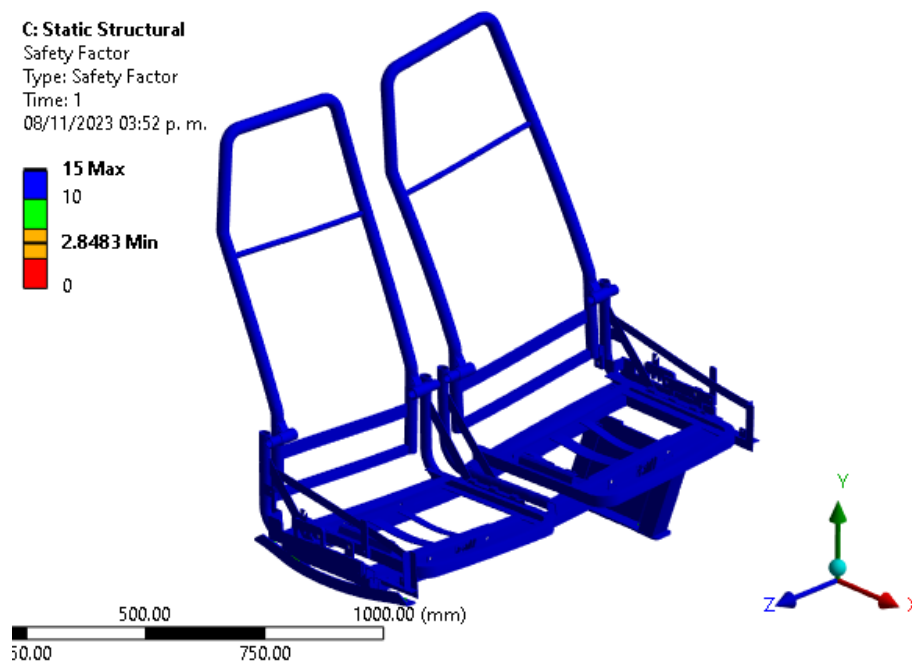


Figura 3. 36. Factor de seguridad de la estructura del asiento.

3.2.3 Diseño dinámico del asiento con el sistema de emergencia

3.2.3.1 Análisis de resistencia del asiento según la norma 2708

Después de llevar a cabo el análisis modal y el análisis estático de los asientos, se procedió a realizar pruebas de funcionamiento para evaluar el comportamiento del asiento en distintos ángulos: 90, 100, 110 y 120 grados. Además, se incorporan los rodillos de fuerza de acuerdo con las especificaciones de la normativa a diferentes alturas.

3.2.3.2 Ubicación de las fuerzas

Una vez que fueron calculadas las fuerzas, se ubicó el aparato de ensayo en los asientos a las diferentes alturas como lo establece la normativa NTE INEN 2708, donde posteriormente se ubicaron las cargas respectivas con sus correspondientes tabulaciones, como se muestra en la siguiente Figura 3. 37.

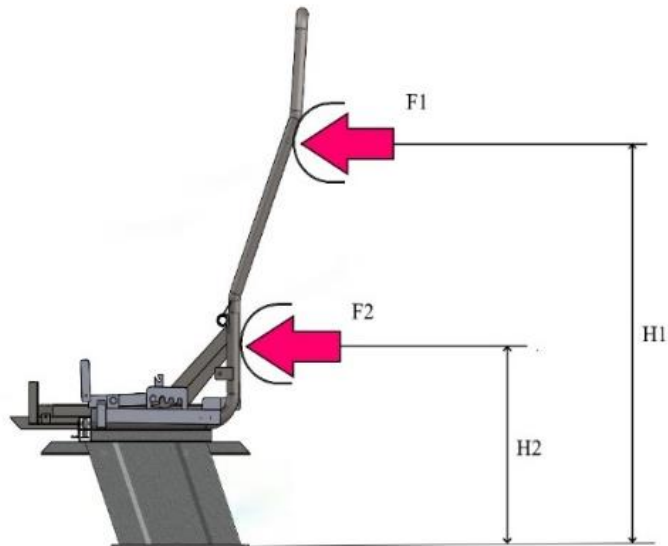


Figura 3. 37. Ubicación del aparato de ensayo.

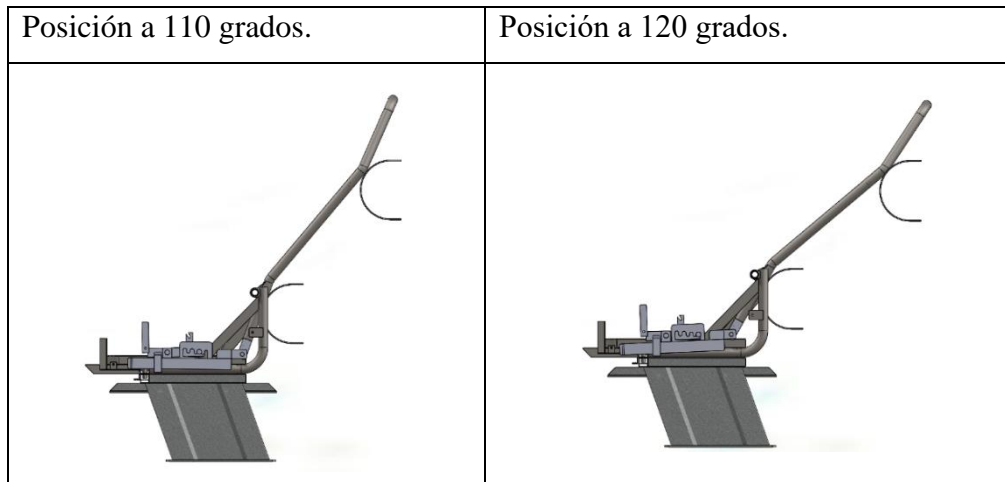
3.2.3.3 Posiciones del asiento a 90,100,110 y 120 grados.

El aparato de ensayo se ubicó en los asientos para ensayar, el mismo que cuenta con un grado diferente de inclinación como son: 90°, 100°, 110° y 120°, como se muestran en la Tabla 3. 14.

Tabla 3. 14. Posición del asiento a ensayar a los diferentes ángulos.

Posición a 90 grados.	Posición a 100 grados.
<p>Este diagrama muestra el aparato de ensayo con el brazo inclinado a un ángulo de 90 grados respecto a la base del asiento.</p>	<p>Este diagrama muestra el aparato de ensayo con el brazo inclinado a un ángulo de 100 grados respecto a la base del asiento.</p>

Tabla 3. 15. Posición del asiento a ensayar a los diferentes ángulos, (Continuación).



Análisis inclinación a 90 grados.

La ubicación de las diferentes cargas se distribuyó de manera horizontal, las mismas que afectan de manera significativa a los nodos 37332 y 38354, donde posteriormente se mostrarán en la tabla de resultados sus deformaciones máximas, las F1 y la F2 están distribuidas como se muestra en la Figura 3. 38.

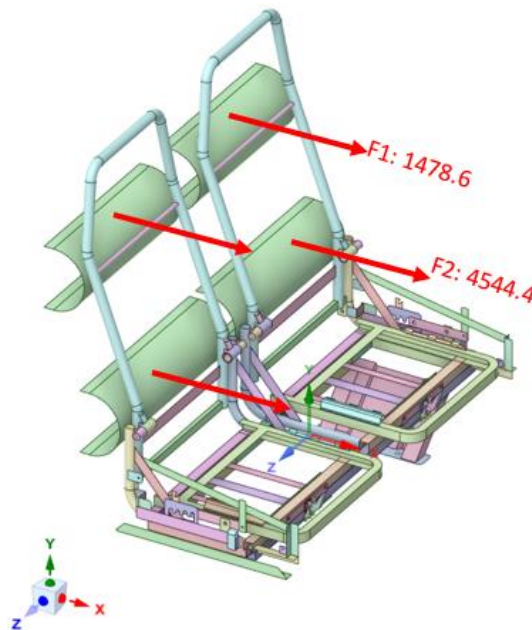


Figura 3. 38. Distribución de cargas para un asiento a 90°.

Se implementaron restricciones fijas en las conexiones de la pata y el ángulo de los asientos, para asegurar que estas partes permanezcan en su lugar durante las pruebas, como se muestra en la Figura 3. 39 Además, se introdujo un control de hourglass de

0,03 en toda la estructura. El control de hourglass es una técnica que se utilizó en el análisis de elementos finitos para prevenir deformaciones artificiales no deseadas en la malla de elementos.

También se aplicó un control de desplazamiento en los rodillos de fuerza para que se desplacen en el eje X de acuerdo con las condiciones de las pruebas. Este control permite simular de manera precisa la dinámica de los rodillos de fuerza y evaluar cómo afectan los asientos en diferentes escenarios. Además, también se puede observar en la Figura 3. 39 los contactos que existen en la estructura siendo los de color azul los contactos que están fijos, en color rojo los contactos que están libres, y en color café en los cuales se unen 3 o más elementos.

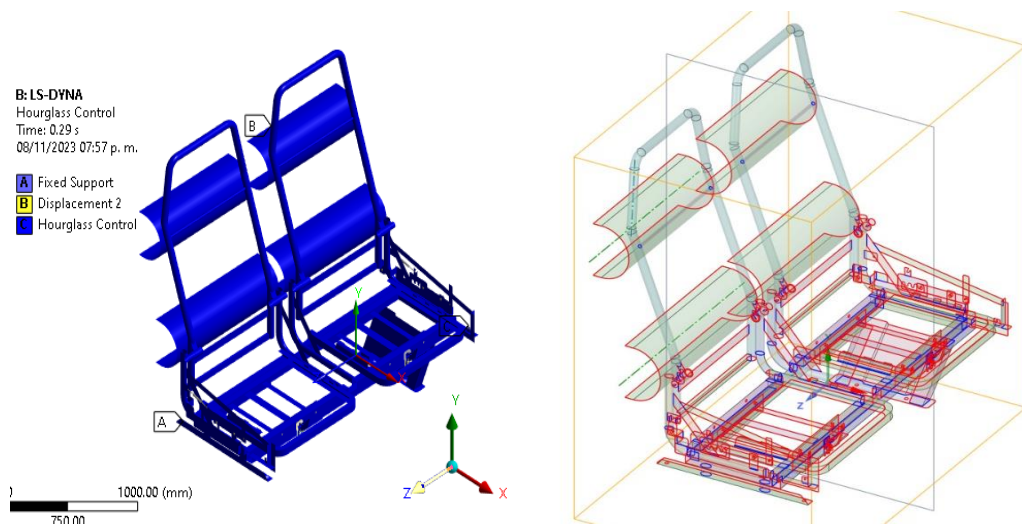


Figura 3. 39. Condiciones de frontera del asiento y contactos

Cuando un elemento experimenta hourglassing, lo que significa que la deformación se distribuye de manera irregular dentro del elemento, en lugar de ser uniforme. Este fenómeno puede dar como resultados numéricos no físicamente precisos y puede afectar la precisión del análisis. El control de hourglass en el programa CAE se refiere a un conjunto de parámetros y opciones que se pueden ajustar para mitigar o controlar el efecto de hourglassing en las simulaciones por elementos finitos.

A continuación, la Tabla 3. 15 hasta la Tabla 3. 18 se muestra los resultados del diseño de los asientos a distintas inclinaciones, cuando está sometido a las diversas cargas.

Tabla 3. 15. Análisis de los asientos inclinado a 90 grados.



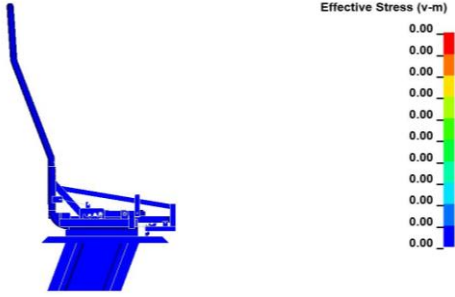
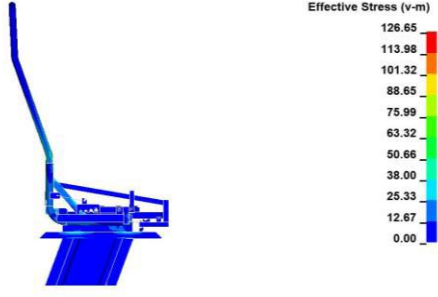

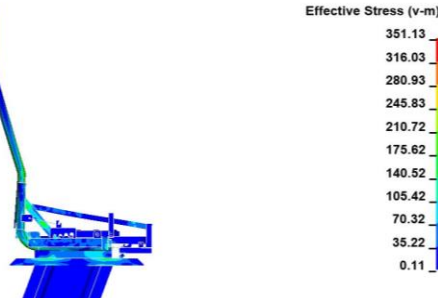
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL 			
Simulación:	01	Angulo:	Asiento de: 90°
Fecha:	20/07/2023	Cargas:	F1=1478,6 F2=4544,4
Asiento:	Interprovincial.	Alturas:	H1=0,70 H2=0,45
Normativa:	NTE INEN 2708	Tiempo de aplicación.	0,2 segundos
Software:	ANSYS WORKBENCH LS- DYNA	Cantidad de nodos	42558 nodos
Ordenador:	Lenovo i7-10750H 2,60GHz	Tiempo de procesamiento.	6h y 10 min.
RAM:	32	Realizado por:	Chamorro S. Palate C.
Núcleos del ordenador:	8 núcleos.	Revisado por:	Ing. Espín Víctor
RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN:			
			
Tiempo= 0		Tiempo = 0,0319	
			
Tiempo= 0,0609		Tiempo= 0,0899	

Tabla. 3. 15. Análisis de los asientos inclinado a 90 grados, (Continuación).

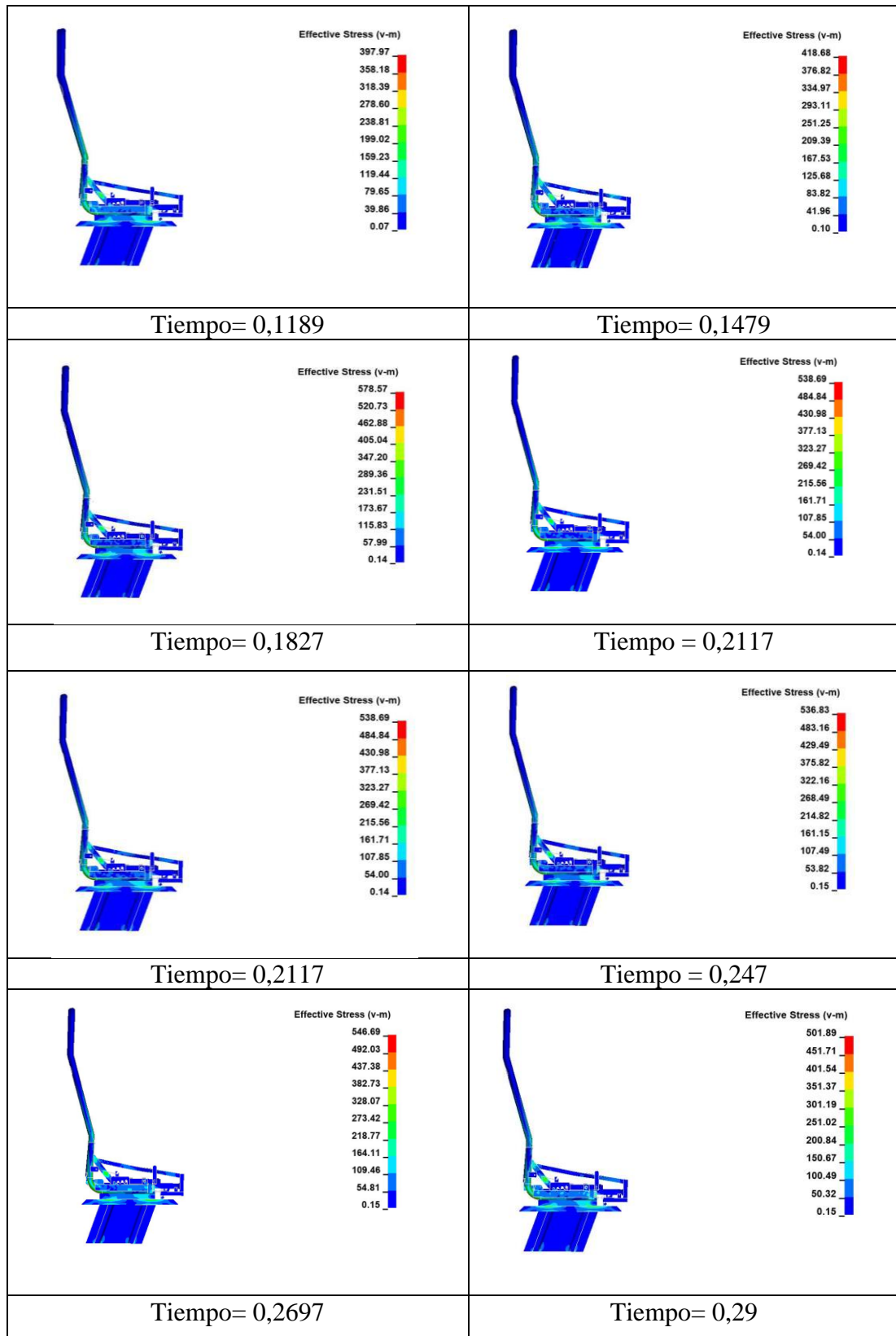


Tabla 3. 16. Análisis de los asientos inclinado a 100 grados.



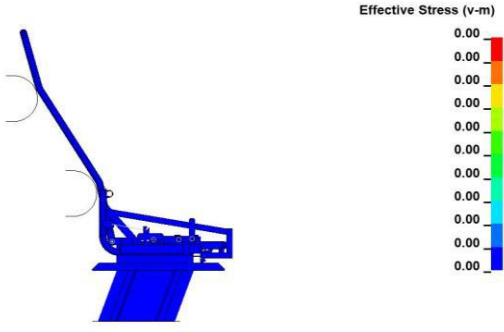
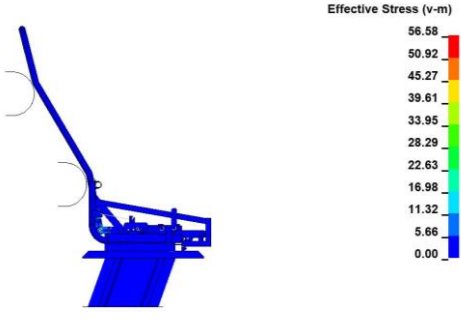
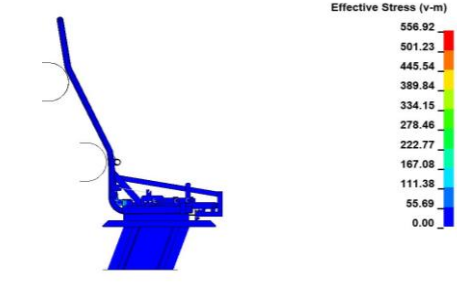
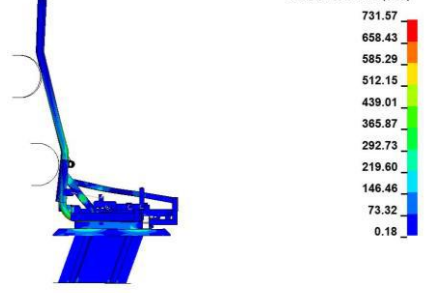
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL 			
Simulación:	01	Angulo:	Asiento de: 90°
Fecha:	20/07/2023	Cargas:	F1=1478,6 F2=4544,4
Asiento:	Interprovincial.	Alturas:	H1=0,70 H2=0,45
Normativa:	NTE INEN 2708	Tiempo de aplicación.	0,2 segundos
Software:	ANSYS WORKBENCH LS-DYNA	Cantidad de nodos.	42558 nodos
Ordenador:	Lenovo i7-10750H 2,60GHz	Tiempo de procesamiento.	6h y 10 min.
RAM:	32	Realizado por:	Chamorro S. Palate C.
Núcleos del ordenador:	8 núcleos.	Revisado por:	Ing. Espín Guerrero Víctor Rodrigo
RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN:			
Tiempo= 0		Tiempo = 0,0319	
			
Tiempo= 0,0609		Tiempo= 0,0899	
			
Tiempo= 0,1189		Tiempo= 0,1479	

Tabla. 3. 17. Análisis de los asientos inclinado a 100 grados, (Continuación).

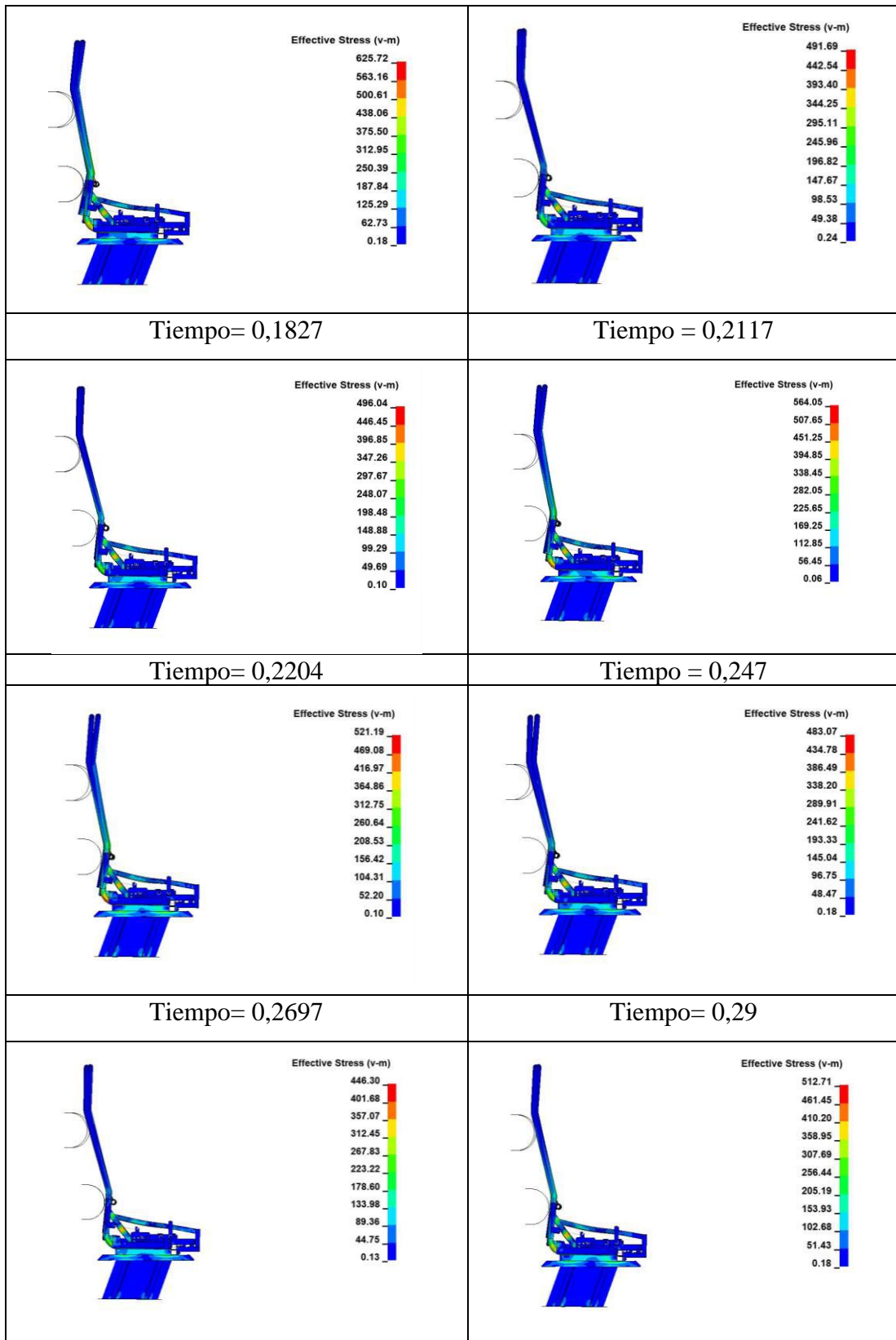


Tabla 3. 17. Análisis de los asientos inclinado a 110 grados.



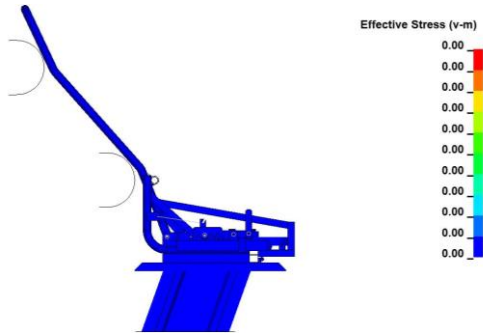
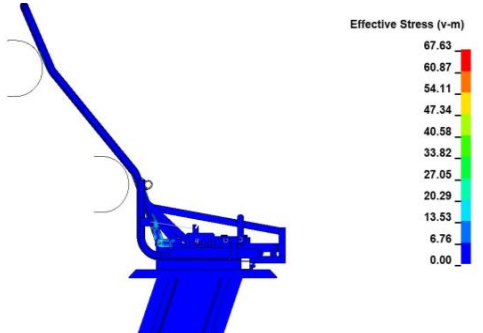
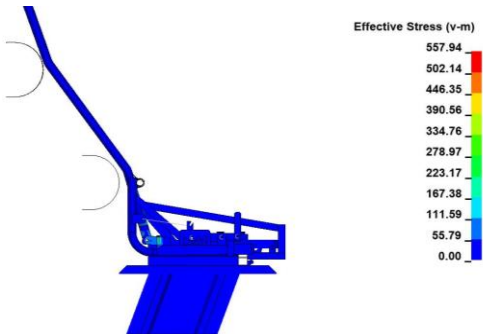
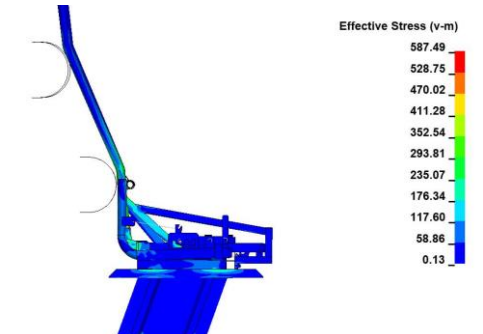
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL 			
Simulación:	01	Angulo:	Asiento de: 90°
Fecha:	20/07/2023	Cargas:	F1=1478,6 F2=4544,4
Asiento:	Interprovincial.	Alturas:	H1=0,70 H2=0,45
Normativa:	NTE INEN 2708	Tiempo de aplicación.	0,2 segundos
Software:	ANSYS WORKBENCH LS-DYNA	Cantidad de nodos.	42558 nodos
Ordenador:	Lenovo i7-10750H 2,60GHz	Tiempo de procesamiento.	6h y 10 min.
RAM:	32	Realizado por:	Chamorro S. Palate C.
Núcleos del ordenador:	8 núcleos.	Revisado por:	Ing. Espín Guerrero Víctor Rodrigo
RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN:			
Tiempo= 0		Tiempo = 0.0319	
			
Tiempo= 0,0609		Tiempo= 0,0899	
			
Tiempo= 0,1189		Tiempo= 0,1479	

Tabla. 3. 18. Análisis de los asientos inclinado a 110 grados, (Continuación).

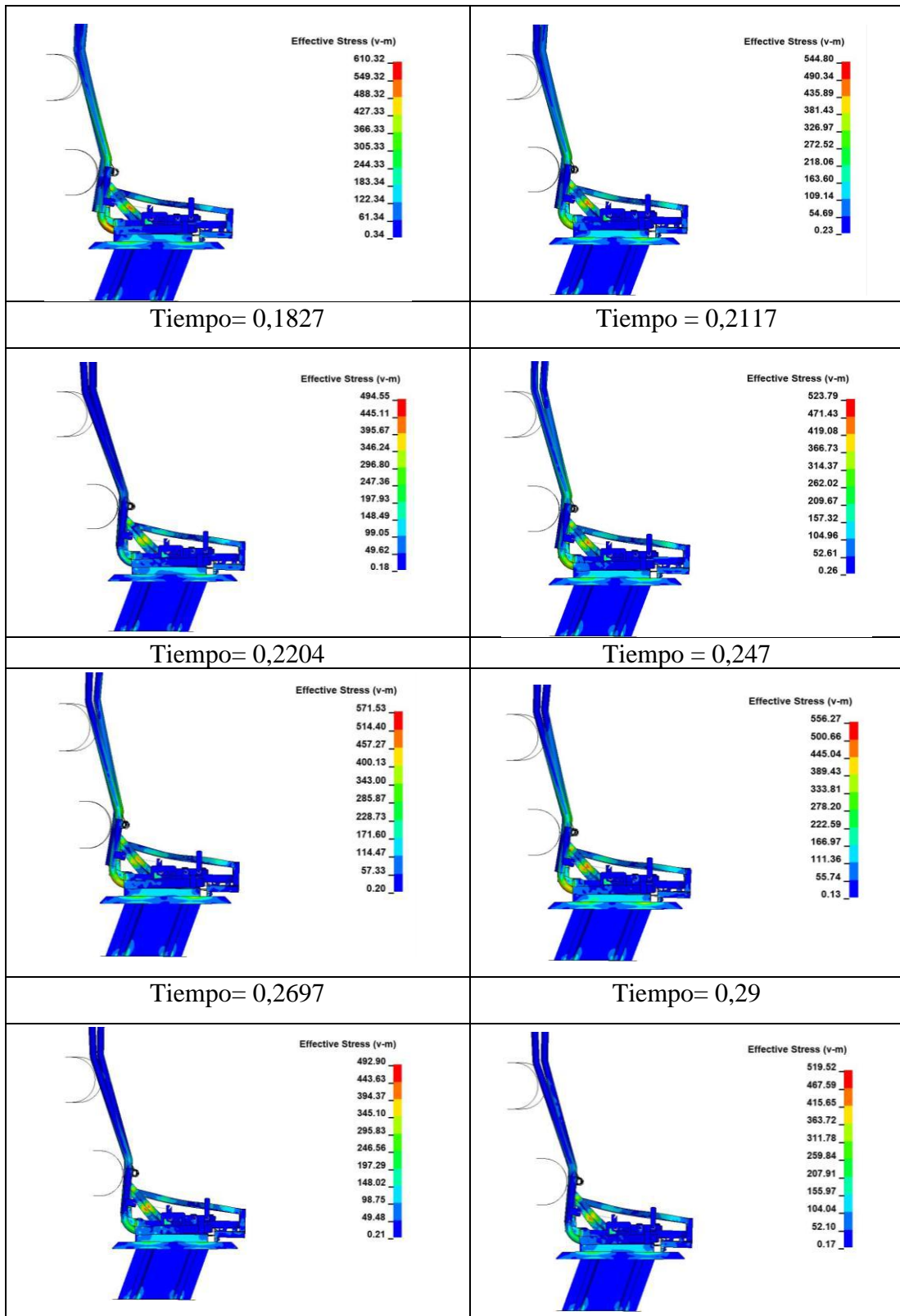


Tabla 3. 18. Análisis de los asientos inclinado a 120 grados.



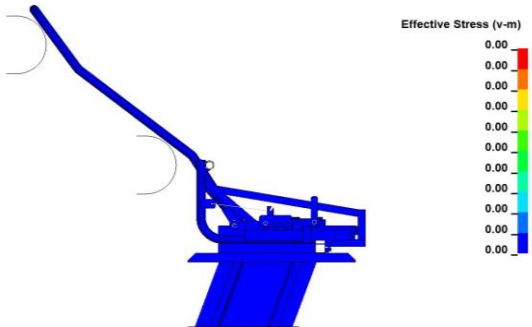
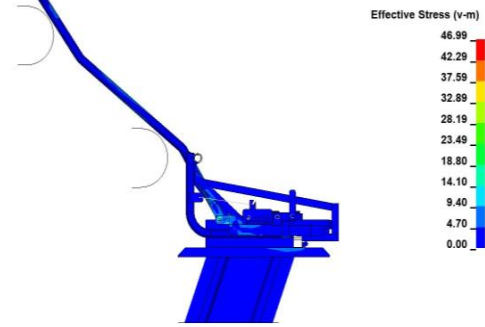
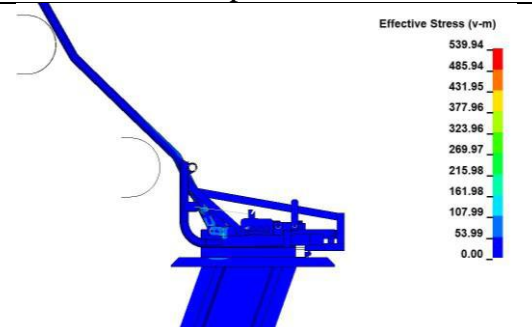
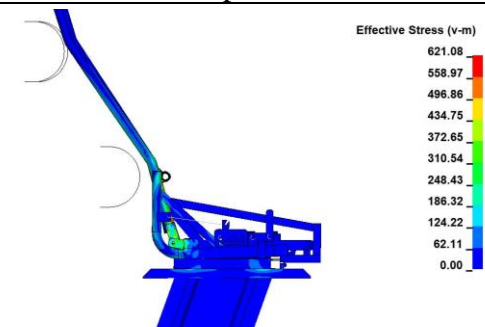
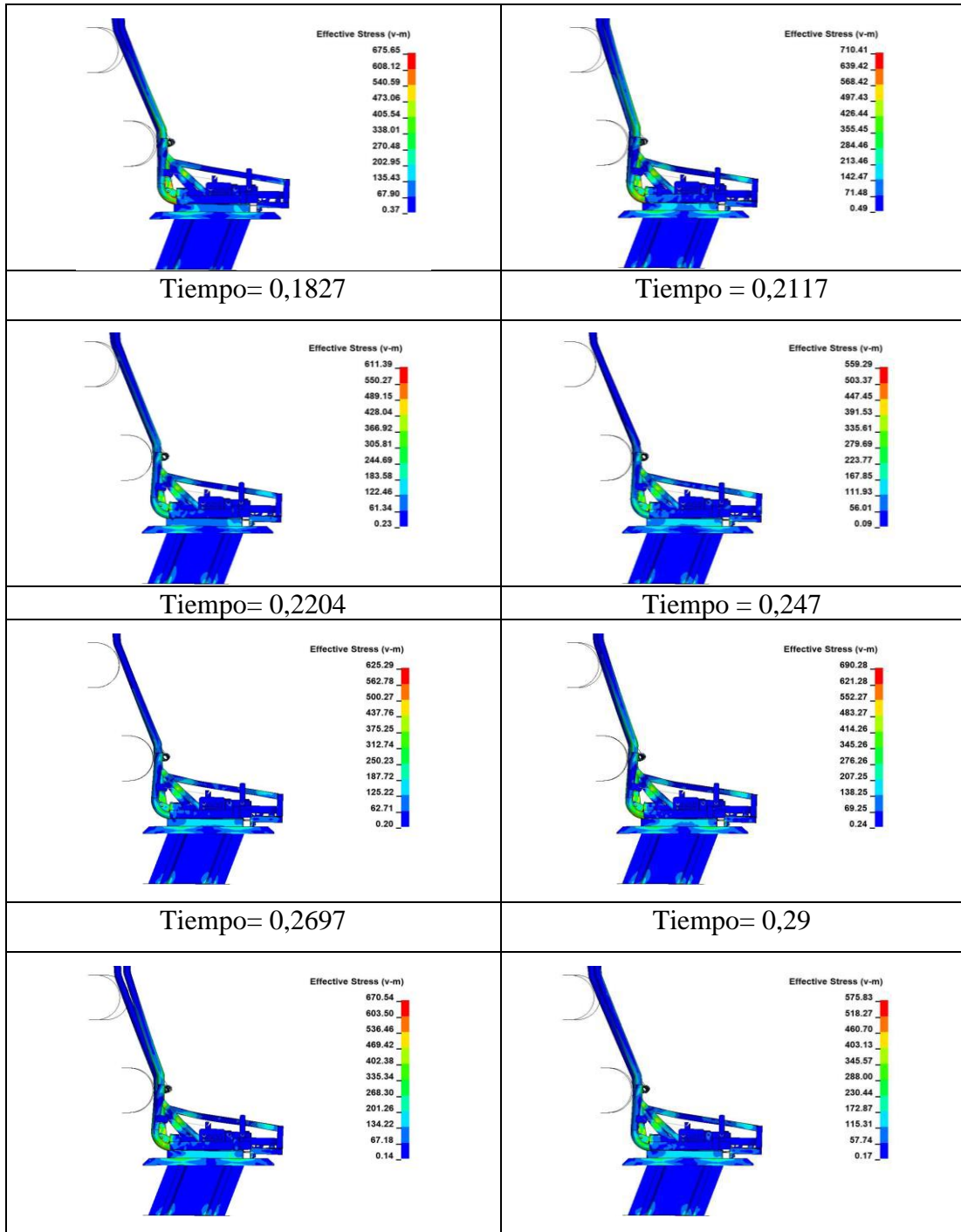
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL 			
Simulación:	01	Angulo:	Asiento de: 90°
Fecha:	20/07/2023	Cargas:	F1=1478,6 F2=4544,4
Asiento:	Interprovincial.	Alturas:	H1=0,70 H2=0,45
Normativa:	NTE INEN 2708	Tiempo de aplicación.	0.2 segundos
Software:	ANSYS WORKBENCH LS-DYNA	Cantidad de nodos.	42558 nodos
Ordenador:	Lenovo i7-10750H 2,60GHz	Tiempo de procesamiento.	6h y 10 min.
RAM:	32	Realizado por:	Chamorro S. Palate C.
Núcleos del ordenador:	8 núcleos.	Revisado por:	Ing. Espín Guerrero Víctor Rodrigo
RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN:			
Tiempo= 0		Tiempo = 0.0319	
			
Tiempo= 0,0609		Tiempo= 0,0899	
			
Tiempo= 0,1189		Tiempo= 0,1479	

Tabla. 3. 19. Análisis de los asientos inclinado a 120 grados, (Continuación).



3.2.3.4 Cumplimientos de requisitos mínimos del asiento

El siguiente análisis detalla el cumplimiento de los requisitos mínimos de desplazamiento que el asiento del conductor de autobús debe satisfacer para ser aprobado según la normativa R80 como se muestra en la Tabla 3. 19. Se procederá a

verificar estos requisitos para los cuatro ángulos específicos en los cuales se llevaron a cabo las simulaciones correspondientes.

Tabla 3. 19. Verificación de cumplimiento y aceptación del asiento a 90°.

NORMA: NTE INEN 2708: Inclinación 90°		
NTE INEN 2708	Valor obtenido	Cumplimiento
La estructura de los asientos no debe experimentar deformaciones que excedan los 400,00 mm.	Nodo 55589: 72,064 mm	Si
No debería haber un movimiento que supere los 100,00 mm en la posición H1, que es la altura del impactador 1.	Nodo 63522: 44,142 mm	Si
No debe haber un desplazamiento que supere los 50,00 mm en la posición H2, que es el lugar de impacto del impactador 2.	Nodo: 62339 10,994mm	Si
Ninguna parte de los asientos, la base ni ningún accesorio deben desprenderse durante la prueba.	N/A	Si
Los asientos deben permanecer firmemente sujeto, incluso en caso de que se produzca el desprendimiento de uno de sus anclajes.	N/A	Si
No debe haber fracturas en los componentes, ni desprendimientos, ni bordes o esquinas que puedan causar daño.	N/A	Si

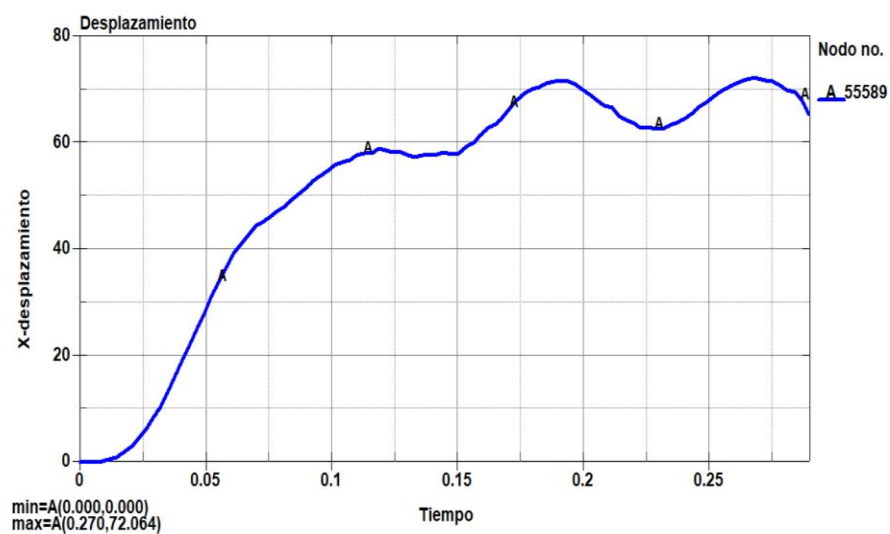


Figura 3. 40. Curva desplazamiento nodo 55589.

Los resultados obtenidos en los dos asientos según los criterios de la norma NTE INEN 2708 reflejan un cumplimiento satisfactorio en todos los aspectos analizados, como se muestra en la Tabla 3. 20. La estructura de los dos asientos muestra deformaciones que están dentro de los límites permitidos, y los desplazamientos en las posiciones *H1* y *H2* se mantienen por debajo de los valores máximos establecidos por la normativa. Además, la integridad de las partes de los asientos se mantiene, sin desprendimientos ni daños evidentes, durante la prueba. La sujeción de los asientos permanece firme, incluso en situaciones simuladas de desprendimiento de anclajes, y no se observan fracturas ni daños que podrían representar un riesgo para los pasajeros. Estos resultados indican que el diseño y la construcción de los asientos cumplen con los estándares de seguridad y resistencia especificados en el reglamento R80.

Tabla 3. 20. Verificación de cumplimiento y aceptación de los asientos a 100°.

NORMA NTE INEN 2708: Inclinación 100°		
NTE INEN 2708	Valor obtenido	Cumplimiento
La estructura del asiento no debe experimentar deformaciones que excedan los 400,00 mm.	Nodo 62918: 245,12 mm	Si
No debería haber un movimiento que supere los 100,00 mm en la posición <i>H1</i> , que es la altura del impactador 1.	Nodo: 63784 139,51 mm	No
No debe haber un desplazamiento que supere los 50,00 mm en la posición <i>H2</i> , que es el lugar de impacto del impactador 2.	Nodo: 26,895 26,89 mm	Si
Ninguna parte de los asientos, la base ni ningún accesorio deben desprenderse durante la prueba.	N/A	Si
Los asientos deben permanecer firmemente sujeto, incluso en caso de que se produzca el desprendimiento de uno de sus anclajes.	N/A	Si
No debe haber fracturas en los componentes, ni desprendimientos, ni bordes o esquinas que puedan causar daño.	N/A	Si

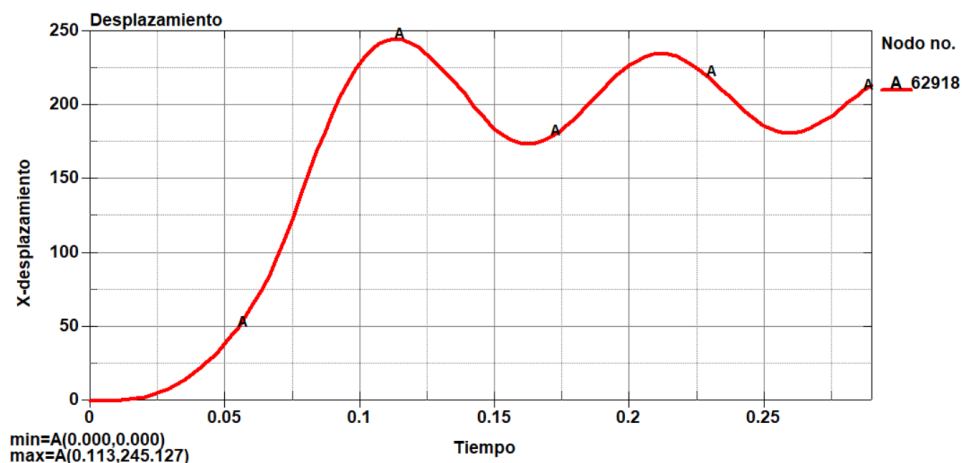


Figura 3. 41. Curva desplazamiento nodo 62918.

Según la normativa NTE INEN 2708 para una inclinación de 100° como se indica en la Tabla 3. 21, los dos asientos cumplen con algunos de los criterios especificados. La estructura de los asientos no experimenta deformaciones que excedan el límite establecido de 400,00 mm, registrando un valor de 245,12 mm en el nodo 62918, indicando cumplimiento con este requisito. Además, el desplazamiento en la posición *H2*, lugar de impacto del impactador 2, es de 26,89 mm, satisfaciendo el requisito de no superar los 50,00 mm.

Sin embargo, hay áreas de mejora evidentes. El desplazamiento en la posición *H1*, altura del impactador 1, es de 139,51 mm, superando el límite de 100,00 mm establecido por la normativa, lo que indica una falta de cumplimiento en este aspecto. A pesar de este hallazgo, los asientos muestran un buen desempeño en la retención de partes, firmeza y ausencia de fracturas, desprendimientos o bordes afilados que puedan causar daño, lo que sugiere una robustez estructural en estos aspectos específicos.

Tabla 3. 21. Verificación de cumplimiento y aceptación del asiento a 110° .

NORMA: NTE INEN 2708: Inclinación 110°		
NTE INEN 2708	Valor obtenido	Cumplimiento
La estructura de los asientos no debe experimentar deformaciones que excedan los 400,00 mm.	Nodo 65023: 317,43 mm	Si
No debería haber un movimiento que supere los 100,00 mm en la posición <i>H1</i> , que es la altura del impactador 1.	Nodo: 65535 187,66 mm	No

Figura 3. 22. Verificación de cumplimiento y aceptación del asiento a 110°, (Continuación).

No debe haber un desplazamiento que supere los 50,00 mm en la posición <i>H2</i> , que es el lugar de impacto del impactador 2.	Nodo: 64702 29,17 mm	Si
Ninguna parte del asiento, la base ni ningún accesorio deben desprenderse durante la prueba.	N/A	Si
Los asientos deben permanecer firmemente sujeto, incluso en caso de que se produzca el desprendimiento de uno de sus anclajes.	N/A	Si
No debe haber fracturas en los componentes, ni desprendimientos, ni bordes o esquinas que puedan causar daño.	N/A	Si

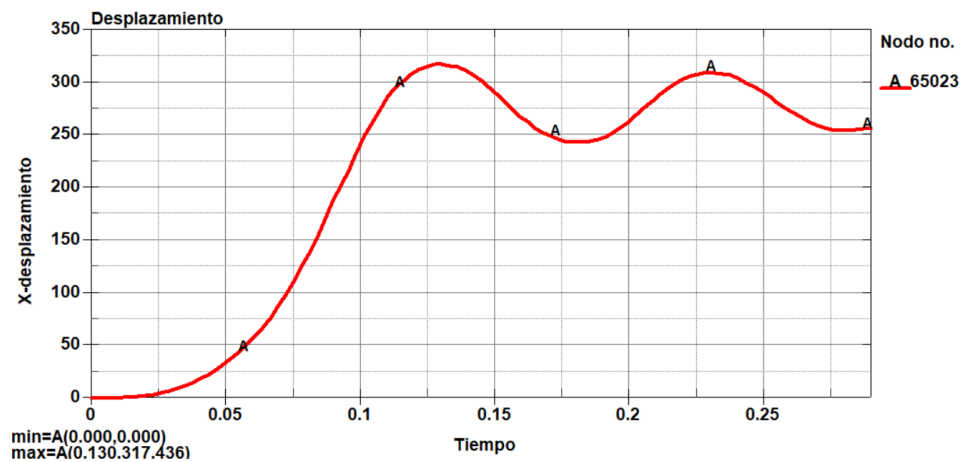


Figura 3. 42. Curva desplazamiento nodo 65023.

En la evaluación de los asientos según la norma NTE INEN 2708 para una inclinación de 120° como se ve en la Tabla 3. 22, se observan resultados mixtos. La estructura de los asientos cumple con el requisito de deformación máxima, registrando 317,43 mm en el nodo 65023, por debajo del límite de 400,00 mm establecido por la normativa.

Sin embargo, se identifican áreas de no conformidad. El desplazamiento en la posición *H1*, que es la altura del impactador 1, es de 187,66 mm, superando el límite de 100.00 mm, lo que indica una falta de cumplimiento en este aspecto específico. Por otro lado, el desplazamiento en la posición *H2*, lugar de impacto del impactador 2, es de 29,17 mm, cumpliendo con el requisito de no superar los 50,00 mm. En términos de retención de partes, firmeza y ausencia de fracturas, desprendimientos o bordes afilados, los

asientos demuestran un rendimiento adecuado, cumpliendo con los criterios de la norma en estos aspectos particulares.

Tabla 3. 22. Verificación de cumplimiento y aceptación del asiento a 120°.

NORMA: NTE INEN 2708: Inclinación 120°		
NTE INEN 2708	Valor obtenido	Cumplimiento
La estructura de los asientos no debe experimentar deformaciones que excedan los 400,00 mm.	Nodo 58869: 388.84 mm	Si
No debería haber un movimiento que supere los 100,00 mm en la posición H1, que es la altura del impactador 1.	Nodo: 65046 228.23 mm	No
No debe haber un desplazamiento que supere los 50,00 mm en la posición H2, que es el lugar de impacto del impactador 2.	Nodo: 64702 34.76 mm	Si
Ninguna parte de los asientos, la base ni ningún accesorio deben desprenderse durante la prueba.	N/A	Si
Los asientos deben permanecer firmemente sujeto, incluso en caso de que se produzca el desprendimiento de uno de sus anclajes.	N/A	Si
No debe haber fracturas en los componentes, ni desprendimientos, ni bordes o esquinas que puedan causar daño.	N/A	Si

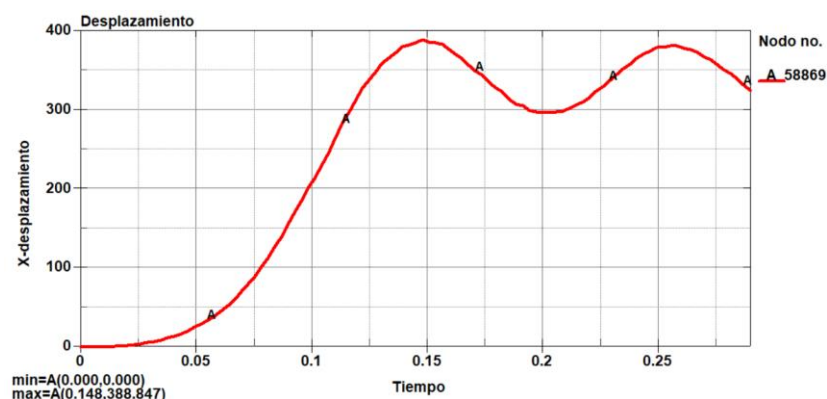


Figura 3. 43. Curva desplazamiento nodo 65023.

En la evaluación del asiento según la norma CEPE UNECE R80 para una inclinación de 120°, se observa un desempeño general aceptable con algunos puntos de atención. La estructura del asiento cumple con el requisito de deformación máxima, registrando

388,84 mm en el nodo 58869, lo cual se encuentra dentro del límite establecido por la normativa de 400,00 mm.

Sin embargo, se identifican áreas de no conformidad. El desplazamiento en la posición *H1*, correspondiente a la altura del impactador 1, es de 228,23 mm, superando el límite de 100,00 mm e indicando una falta de cumplimiento en este aspecto específico. Por otro lado, el desplazamiento en la posición *H2*, que es el lugar de impacto del impactador 2, es de 34,76 mm, cumpliendo con el requisito de no superar los 50,00 mm. En términos de retención de partes, firmeza y ausencia de fracturas, desprendimientos o bordes afilados, el asiento demuestra un rendimiento adecuado, cumpliendo con los criterios de la norma en estos aspectos particulares.

3.2.4 Discusión de resultados

Los resultados de las simulaciones conforme a la norma CEPE UNECE R80 para diferentes inclinaciones del asiento reflejan un cumplimiento generalizado de los requisitos establecidos para la retención del pasajero y la integridad estructural. En términos de deformaciones máximas, desplazamientos en las posiciones *H1* y *H2*, sujeción firme de los dos asientos, y ausencia de fracturas o desprendimientos, el diseño y construcción del asiento demuestran conformidad con los estándares de seguridad y resistencia especificados en la normativa. No obstante, se destaca una no conformidad específica en la inclinación de 100°, donde el desplazamiento en la posición *H1* excede el límite establecido de 100,00 mm. Este hallazgo sugiere que, a mayores inclinaciones, como en el caso de 100°, se experimenta un aumento en el desplazamiento del respaldo del asiento.

Es fundamental reconocer que este incremento en el desplazamiento del respaldo puede deberse a la mayor inclinación de los asientos, lo que genera fuerzas adicionales sobre la estructura. Aunque se observa esta no conformidad en el desplazamiento en *H1*, es crucial señalar que los asientos mantienen un rendimiento satisfactorio en otros aspectos críticos, como la retención de partes y la ausencia de fracturas. Este análisis subraya la importancia de considerar cómo las variaciones en la inclinación pueden afectar diferentes parámetros de seguridad y señala la necesidad de ajustar el diseño de los dos asientos para adaptarse a diversas situaciones, especialmente en inclinaciones más pronunciadas. Además, a manera de información y como constancia

que están definidos en la simulación del ensayo dinámico del asiento se detallan los materiales utilizados como se puede observar en la Tabla 3. 23.

Tabla 3. 23. Materiales insertados en la biblioteca del programa CAE.

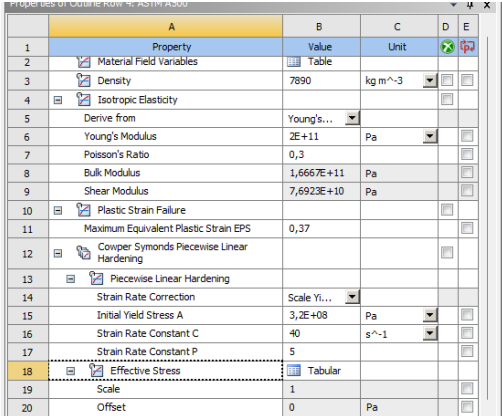
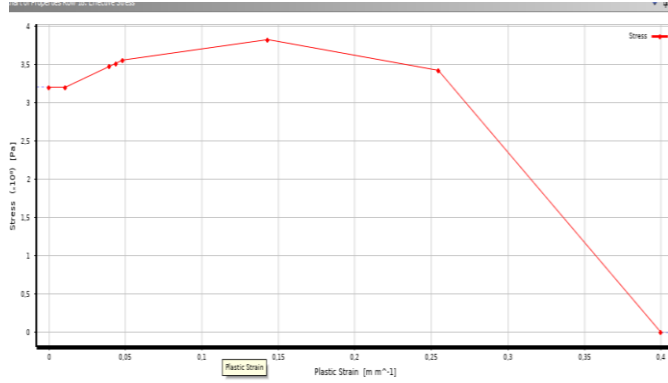
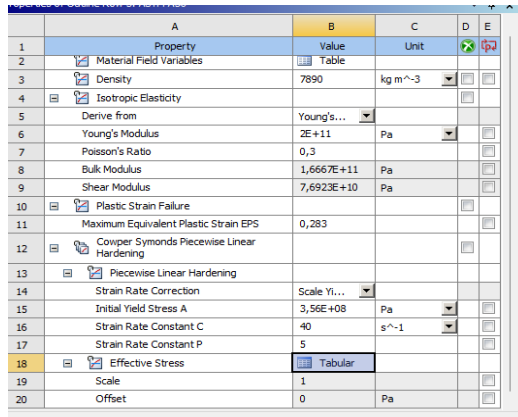
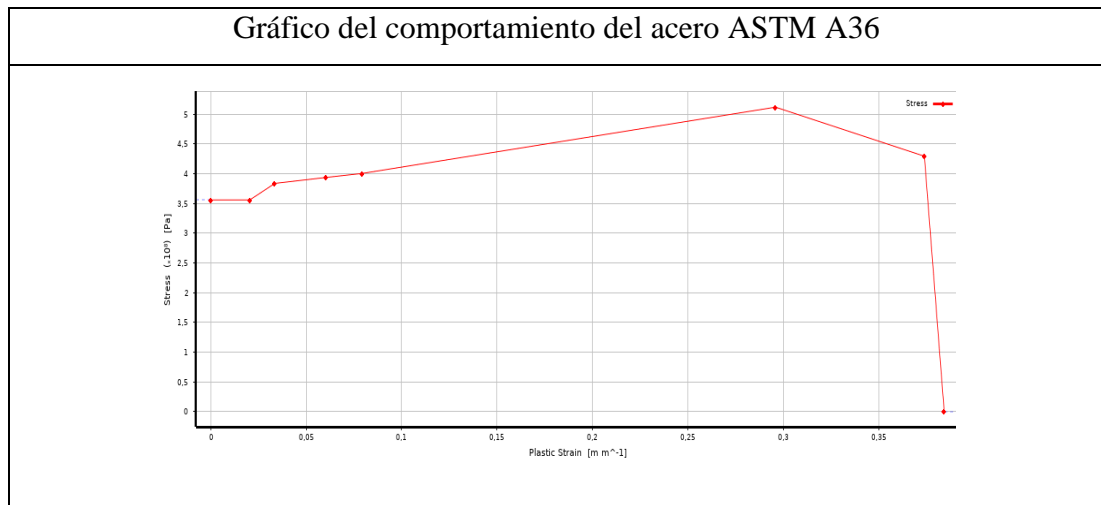
Materiales utilizados en la simulación																																										
Propiedades del acero ASTM A500																																										
 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Property</th> <th>Value</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Density</td> <td>7890</td> <td>kg m⁻³</td> </tr> <tr> <td>Young's Modulus</td> <td>2E+11</td> <td>Pa</td> </tr> <tr> <td>Poisson's Ratio</td> <td>0,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bulk Modulus</td> <td>1,6667E+11</td> <td>Pa</td> </tr> <tr> <td>Shear Modulus</td> <td>7,6923E+10</td> <td>Pa</td> </tr> <tr> <td>Maximum Equivalent Plastic Strain EPS</td> <td>0,37</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Initial Yield Stress A</td> <td>3,2E+08</td> <td>Pa</td> </tr> <tr> <td>Strain Rate Constant C</td> <td>40</td> <td>s⁻¹</td> </tr> <tr> <td>Strain Rate Constant P</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Effective Stress</td> <td>Tabular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Scale</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Offset</td> <td>0</td> <td>Pa</td> </tr> </tbody> </table>				Property	Value	Unit	Density	7890	kg m ⁻³	Young's Modulus	2E+11	Pa	Poisson's Ratio	0,3		Bulk Modulus	1,6667E+11	Pa	Shear Modulus	7,6923E+10	Pa	Maximum Equivalent Plastic Strain EPS	0,37		Initial Yield Stress A	3,2E+08	Pa	Strain Rate Constant C	40	s ⁻¹	Strain Rate Constant P	5		Effective Stress	Tabular		Scale	1		Offset	0	Pa
Property	Value	Unit																																								
Density	7890	kg m ⁻³																																								
Young's Modulus	2E+11	Pa																																								
Poisson's Ratio	0,3																																									
Bulk Modulus	1,6667E+11	Pa																																								
Shear Modulus	7,6923E+10	Pa																																								
Maximum Equivalent Plastic Strain EPS	0,37																																									
Initial Yield Stress A	3,2E+08	Pa																																								
Strain Rate Constant C	40	s ⁻¹																																								
Strain Rate Constant P	5																																									
Effective Stress	Tabular																																									
Scale	1																																									
Offset	0	Pa																																								
Gráfico de comportamiento del acero ASTM A500																																										
 <table border="1"> <caption>Approximate data points from the Stress-Strain graph</caption> <thead> <tr> <th>Plastic Strain [m.m⁻¹]</th> <th>Stress (x10⁸) [Pa]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0.02</td> <td>3.2</td> </tr> <tr> <td>0.05</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>0.15</td> <td>3.8</td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td>0.35</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>0.4</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>				Plastic Strain [m.m ⁻¹]	Stress (x10 ⁸) [Pa]	0	0	0.02	3.2	0.05	3.5	0.15	3.8	0.25	3.4	0.35	1.0	0.4	0																							
Plastic Strain [m.m ⁻¹]	Stress (x10 ⁸) [Pa]																																									
0	0																																									
0.02	3.2																																									
0.05	3.5																																									
0.15	3.8																																									
0.25	3.4																																									
0.35	1.0																																									
0.4	0																																									
Propiedades del acero ASTM A36																																										
 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Property</th> <th>Value</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Density</td> <td>7890</td> <td>kg m⁻³</td> </tr> <tr> <td>Young's Modulus</td> <td>2E+11</td> <td>Pa</td> </tr> <tr> <td>Poisson's Ratio</td> <td>0,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bulk Modulus</td> <td>1,6667E+11</td> <td>Pa</td> </tr> <tr> <td>Shear Modulus</td> <td>7,6923E+10</td> <td>Pa</td> </tr> <tr> <td>Maximum Equivalent Plastic Strain EPS</td> <td>0,283</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Initial Yield Stress A</td> <td>3,56E+08</td> <td>Pa</td> </tr> <tr> <td>Strain Rate Constant C</td> <td>40</td> <td>s⁻¹</td> </tr> <tr> <td>Strain Rate Constant P</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Effective Stress</td> <td>Tabular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Scale</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Offset</td> <td>0</td> <td>Pa</td> </tr> </tbody> </table>				Property	Value	Unit	Density	7890	kg m ⁻³	Young's Modulus	2E+11	Pa	Poisson's Ratio	0,3		Bulk Modulus	1,6667E+11	Pa	Shear Modulus	7,6923E+10	Pa	Maximum Equivalent Plastic Strain EPS	0,283		Initial Yield Stress A	3,56E+08	Pa	Strain Rate Constant C	40	s ⁻¹	Strain Rate Constant P	5		Effective Stress	Tabular		Scale	1		Offset	0	Pa
Property	Value	Unit																																								
Density	7890	kg m ⁻³																																								
Young's Modulus	2E+11	Pa																																								
Poisson's Ratio	0,3																																									
Bulk Modulus	1,6667E+11	Pa																																								
Shear Modulus	7,6923E+10	Pa																																								
Maximum Equivalent Plastic Strain EPS	0,283																																									
Initial Yield Stress A	3,56E+08	Pa																																								
Strain Rate Constant C	40	s ⁻¹																																								
Strain Rate Constant P	5																																									
Effective Stress	Tabular																																									
Scale	1																																									
Offset	0	Pa																																								

Tabla. 3. 23. Materiales insertados en la biblioteca del programa CAE.
(Continuación)



3.3 Análisis del asiento según reglamento R14

La necesidad de cumplir con la regulación CEPE R14 se desprende de la importancia crítica de garantizar la seguridad de los ocupantes de vehículos, especialmente en lo que respecta a la eficacia de los cinturones de seguridad. La CEPE R14 establece estándares detallados y requisitos técnicos que los cinturones de seguridad deben cumplir para asegurar su diseño adecuado, instalación segura y rendimiento eficaz en caso de accidentes o impactos.

Los resultados obtenidos en las simulaciones proporcionan información valiosa sobre el comportamiento del sistema de sujeción, incluidos los cinturones de seguridad, en diversas condiciones y escenarios de impacto. Estos resultados, cuando se comparan con los criterios establecidos en la CEPE R14, permiten evaluar si los cinturones cumplen con los estándares de seguridad necesarios.

La CEPE R14 aborda aspectos clave, como la resistencia del cinturón, la capacidad de retención, la absorción de energía y otros factores que son cruciales para garantizar la protección adecuada de los ocupantes en situaciones de colisión. La implementación de esta regulación es esencial para respaldar la seguridad vehicular y garantizar que los cinturones de seguridad cumplan con los estándares internacionales reconocidos.

3.3.1 Modelado CAD/CAE del bloque pélvico y torácico de los asientos

La realización del modelado CAD/CAE de los bloques torácico y pélvico, así como del cinturón de seguridad, es un paso crucial en el diseño y análisis de la seguridad de los asientos interprovinciales. Este enfoque permite obtener representaciones digitales detalladas y precisas de estos componentes, lo que facilita la simulación y evaluación de su desempeño bajo diversas condiciones.

El bloque torácico y pélvico en el modelo CAD/CAE puede considerarse una representación virtual anatómica que simula la estructura del torso humano. Estos modelos son esenciales para comprender cómo interactúan los cinturones de seguridad con el cuerpo humano y evaluar la efectividad de la sujeción en diferentes escenarios de impacto.

Topología compartida

El modelo del cinturón de seguridad en CAE implica la representación tridimensional de este componente crucial para la seguridad vehicular. Esto incluye detalles como la geometría y las características de sujeción. Al integrar estos modelos en los asientos, se pueden realizar simulaciones y análisis de seguridad más precisos, lo que contribuye a optimizar el diseño del asiento para garantizar la máxima protección de los ocupantes como se ve en la Figura 3. 44.

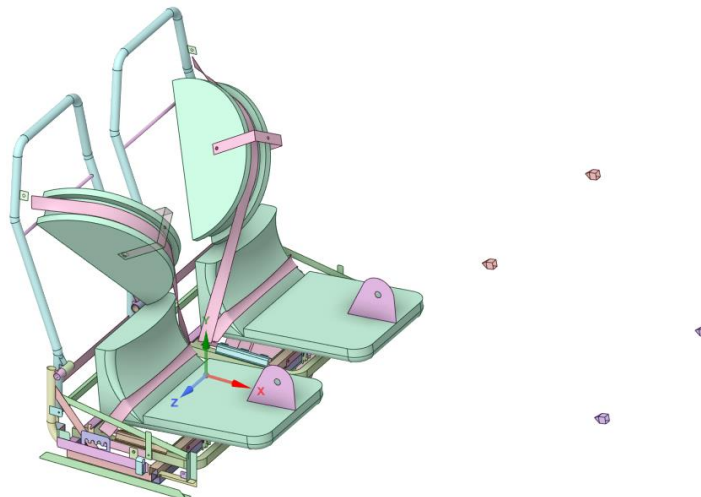


Figura 3. 44. Modelado CAE bloque torácico y pélvico.

3.3.2 Mallado de los asientos y bloque torácico y pélvico

La elección de un tamaño de malla de 5 mm para el asiento se respalda en un análisis detallado que asegura la convergencia de los resultados. Este tamaño más pequeño permite una representación precisa de las deformaciones y tensiones locales en los asientos, especialmente en áreas críticas donde se espera una mayor complejidad estructural.

En contraste, la malla de 20 mm aplicada al bloque torácico y pélvico también se apoya en un proceso de convergencia que validó la eficiencia de esta elección. Dado que estas regiones pueden tener menos detalles críticos en comparación con los dos asientos, el uso de elementos de mayor tamaño optimiza el rendimiento computacional sin comprometer significativamente la precisión de los resultados, como se muestra en la Figura 3. 45.

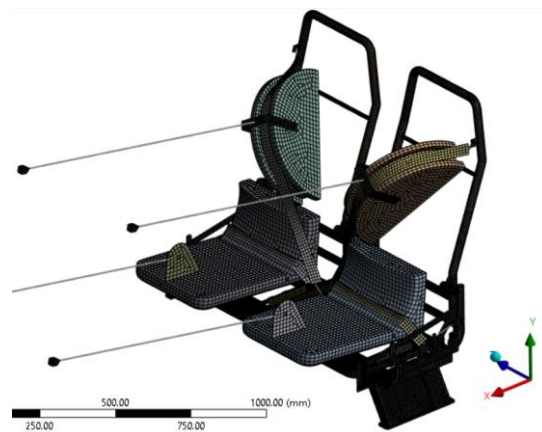


Figura 3. 45. Mallado del asiento y bloque torácico y pélvico.

Una vez definida la malla es necesario también indicar la estadística de malla con respecto a la calidad del elemento, así se obtuvo la siguiente estadística de malla.

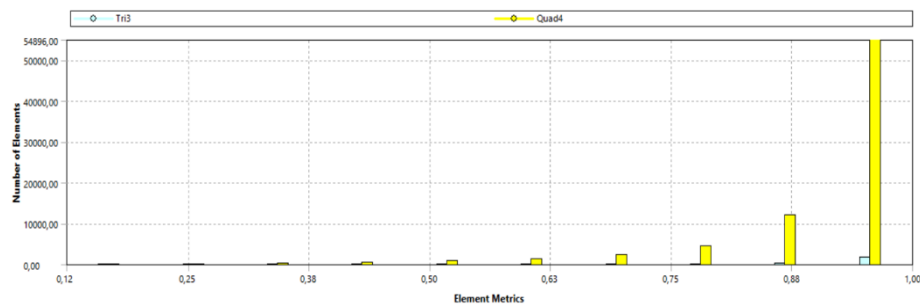


Figura 3. 46. Estadística de la malla obtenidas del programa CAE, para el cinturón del asiento.

Y además también se muestran los siguientes datos obtenidos:

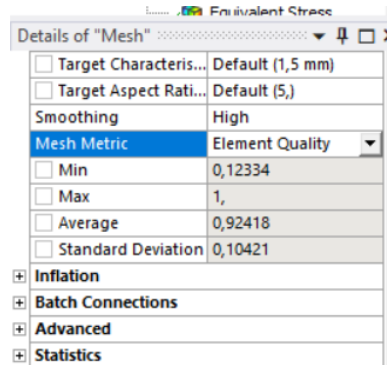


Figura 3. 47. Propiedades de la malla, para el cinturón del asiento.

3.3.3 Aplicación de cargas en los bloque pélvico y torácicos

Las simulaciones se llevaron a cabo aplicando cargas específicas a los bloques pélvico y torácico, fundamentales para evaluar el comportamiento del sistema en condiciones realistas como se indica en la Figura 3. 48. En el bloque pélvico, se aplicó una carga de 6408,6 N, mientras que en el bloque torácico la carga fue de 4500 N establecidos en la CEPE R14. Estas magnitudes de carga se seleccionaron cuidadosamente para representar las condiciones típicas de fuerzas que podrían actuar sobre estas regiones anatómicas en situaciones de impacto o frenado brusco.

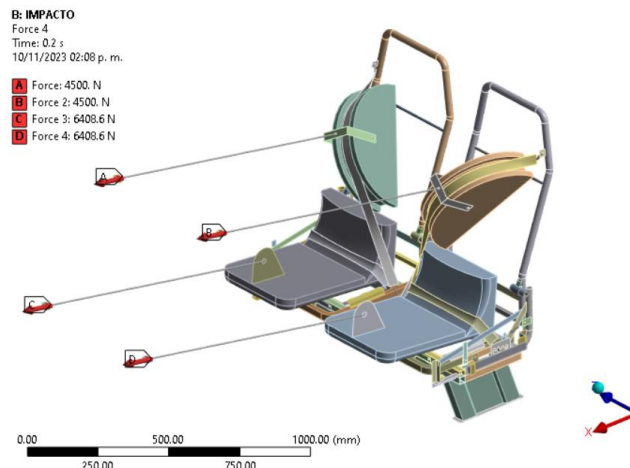


Figura 3. 48. Resultado de los asientos.

Al asignar estas cargas a los bloques pélvico y torácico, se busca simular de manera precisa las fuerzas que experimentarían estas partes del cuerpo humano durante eventos de colisión. Estas simulaciones permitirán evaluar cómo responde el sistema

de los asientos en relación con la interacción entre la estructura y los cinturones de seguridad.

La sujeción de los asientos se lleva a cabo de manera consistente con la metodología utilizada en la simulación bajo la CEPE R14. En este caso, se enfoca en la pata y el ángulo de los dos asientos, asegurando que estos componentes estén anclados para replicar condiciones realistas durante el proceso de simulación.

Tabla 3. 24. Análisis asiento reglamento R14.



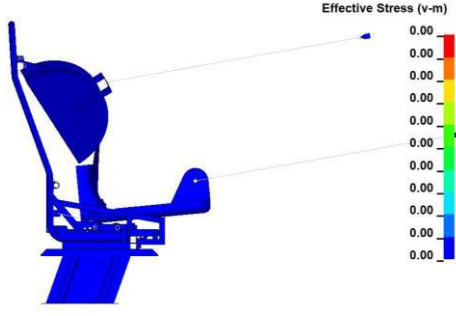
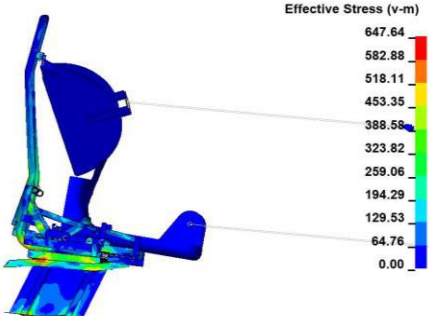
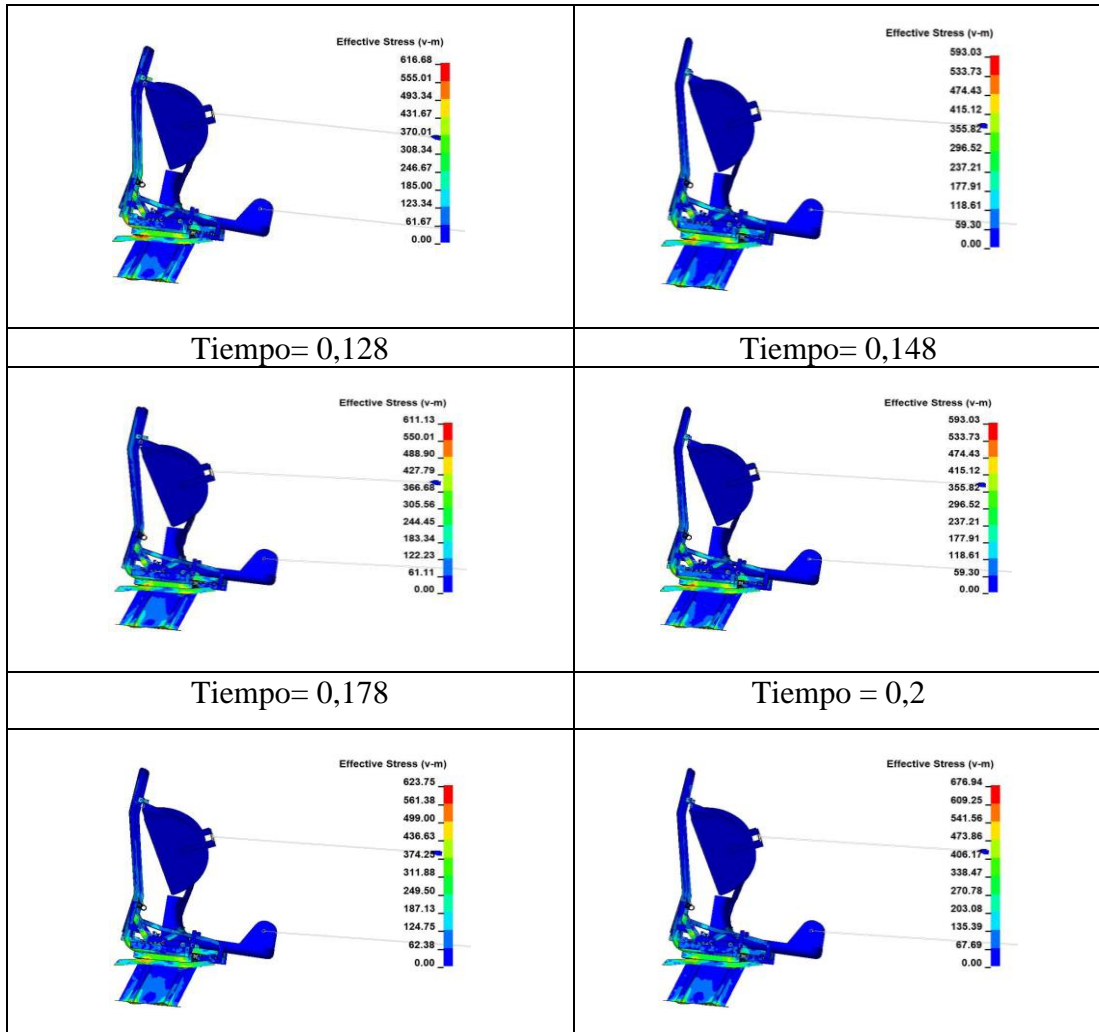
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL 			
Simulación:	01		
Fecha:	20/07/2023		
Asiento:	Interprovincial.		
Normativa:	CEPE R14	Tiempo de aplicación.	0,2 segundos
Software:	ANSYS WORKBENCH LS-DYNA	Cantidad de nodos.	nodos
Ordenador:	Lenovo i7-10750H 2.60GHz	Tiempo de procesamiento.	6 h y 10 min.
RAM:	32	Realizado por:	Chamorro S. Palate C.
Núcleos del ordenador:	8 núcleos.	Revisado por:	Ing. Espín Guerrero Víctor Rodrigo
RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN:			
Tiempo= 0		Tiempo = 0,068	
			
Tiempo= 0,088		Tiempo= 0,108	

Tabla 3. 24. Análisis asiento reglamento R14, (Continuación).



Según la normativa R14, el asiento no experimenta deformaciones excesivas, los anclajes no se fracturan y resisten el tiempo de simulación. Es un indicador positivo del rendimiento del sistema de retención en condiciones de colisión simuladas. Estos resultados sugieren que el diseño y la construcción del asiento cumplen con los estándares de seguridad establecidos en la normativa R14 de la CEPE como se comprueba en la Tabla 3. 24.

Los materiales utilizados para esta simulación del cinturón de seguridad son los mismos que se utilizó para la simulación dinámica, sumado a esta simulación el poliéster el cual está presente en los cinturones y se detalla en la Figura 3. 49.

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Field Variables	Table			
3	Density	1390	kg m ⁻³		
4	Isotropic Elasticity				
5	Derive from	Young's Modulus a...			
6	Young's Modulus	1,1E+10	Pa		
7	Poisson's Ratio	0,39			
8	Bulk Modulus	1,6667E+10	Pa		
9	Shear Modulus	3,9568E+09	Pa		

Figura 3. 49. Material insertado en la biblioteca en el programa CAE, para el ensayo del cinturón del asiento.

3.4 Construcción del prototipo.

A partir de los cálculos realizados y las especificaciones dadas por la empresa, se procedió a la fabricación del prototipo. A continuación, en la Figura 3. 50 se muestra el diagrama de flujo en el proceso de fabricación de cada uno de los elementos que conforman la silla.

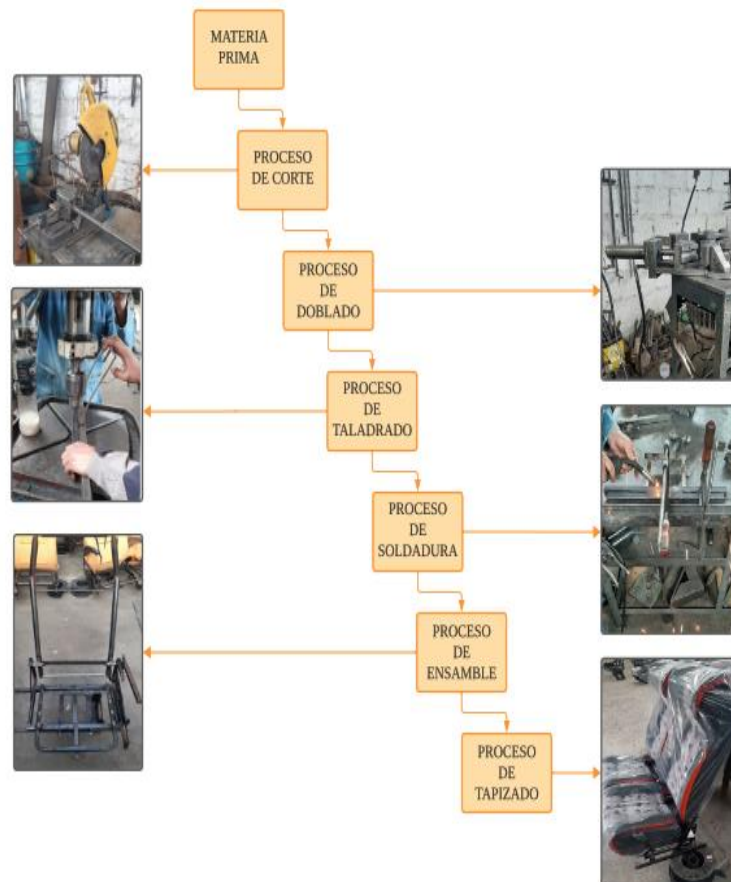


Figura 3. 50. Diagrama de proceso de construcción.

3.4.1 Construcción del asiento.

La construcción del asiento se hizo en el taller de la empresa "Asientos American", a continuación, se presentará cada una de las partes que conforman el asiento, las mismas que fueron cortadas, soldadas, taladradas, amoladas y ensambladas, hasta finalmente tener el asiento como se muestra en la Tabla 3. 25.

También se detallan los tiempos que se demoró cada operación, además de una pequeña descripción de cada una de las partes.

Tabla 3. 25. Partes que conforman la base del asiento y el asiento.











Parte/Pieza	Descripción.	Procesos aplicados.	Tiempo (min)
Espaldar. 	Componente principal de los asientos, elaborado con un tubo circular, barrilla corrugada, platina y perfil U.	Corte Doblado Soldadura Pintura Amolado	20 12 30 5 10
Base del asiento. 	Componente que está unido al espaldar este fabricado con tubo ovalado, tubo cuadrado, tubo circular y platina	Corte Doblado Soldadura Pintura Amolado	15 10 20 5 10
Base de la estructura 	Estructura que va unida al sistema de desmontaje, permite acoplar y desacoplar.	Corte Doblado Soldadura Pintura Amolado	20 18 20 6 12
Cojín. 	Elemento en el cual el usuario va sentado, está cubierto de esponja.	Corte Doblado Soldadura Pintura Amolado	10 5 8 5 5

Figura 3. 25. Partes que conforman la base del asiento y el asiento, (Continuación).

<p>Sistema de reclinación.</p> 	<p>Sistema que permite que se puede desacoplar el asiento de la base.</p>	<p>Corte Doblado Soldadura Pintura Amolado</p>	<p>18 10 15 4 4</p>
<p>Sistema de desmontaje.</p> 	<p>Sistema que permite cambiar de posiciones el asiento, va desde los 90,100,110 y 120 grados.</p>	<p>Corte Doblado Soldadura Pintura Amolado</p>	<p>15 5 5 5 10</p>
<p>Coderas.</p> 	<p>Permite acoplar una platina en la cual ira recubierta de plástico, cumple la función de apoyar los brazos del usuario.</p>	<p>Corte Pintura Amolado</p>	<p>8 3 3</p>
<p>Pata.</p> 	<p>Parte fundamental que une la base de los asientos y los anclajes para incorporarlo en la carrocería del bus.</p>	<p>Corte Doblado Pintura Amolado</p>	<p>15 12 5 5</p>
<p>Ensamble de la estructura.</p> 	<p>Unión de todas las Piezas</p>	<p>Acople Atornillado Remachado Pintura Soldadura</p>	<p>30 20 20 30 80</p>
<p>Tapizado.</p> 	<p>Implementa, los accesorios, la tela y las esponjas, además de los acabados finales.</p>	<p>Tapicería Detallado</p>	<p>190 52</p>
<p>Tiempo total de fabricación</p>			<p>810</p>

3.5 Pruebas de funcionamiento.

De acuerdo con la agencia nacional de tránsito ANT, en el 2023 se registraron 74 accidentes de tránsito en las que se involucraron buses interprovinciales, en los cuales nos indica que 54 fueron choques y 20 volcamientos. Los choques se produjeron con distintos vehículos como son: automóviles, camiones, camionetas y motocicletas, donde se registran 12 personas fallecidas y 205 personas heridas [26].



Figura 3. 51. Impacto frontal de bus interprovincial.

Según el informe de Paucar Carlos sobre impactos frontales nos indican que las personas más afectadas en una colisión son el conductor y los pasajeros ubicados en las primeras filas del transporte pueden sufrir lesiones graves o incluso la muerte, debido a que la fuerza del impacto se distribuye desde el punto de colisión a lo largo del bus. Debido a esto, se procedió a realizar la evaluación del tiempo de rescate en las primeras filas del lado derecho de un bus interprovincial [27], cuya configuración de asientos y se muestra en la Figura 3. 46.

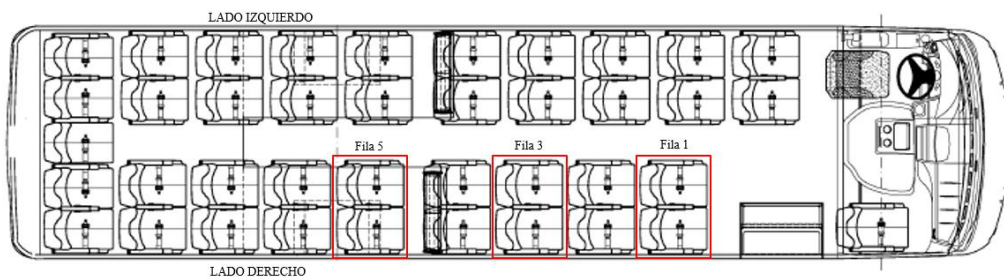


Figura 3. 52. Esquema de distribución de asientos en bus interprovincial.

Para las pruebas de funcionamiento se utilizó un bus interprovincial facilitado por carrocerías ALME de la ciudad de Ambato, como se puede observar en la Figura 3. 47

y se analizó en los asientos que se muestran en el esquema de la Figura 3. 46, siendo estos asientos los del lado derecho, ubicados en las fila 1,3 y 5, respectivamente. Este rescate se lo hizo con la asistencia del cuerpo de bomberos de la ciudad de Ambato con el fin de hacer el rescate lo más cercano a la realidad posible.



Figura 3. 53. Bus interprovincial ALME.

3.5.1 Extracción estándar de heridos en un bus interprovincial






En caso de siniestros en buses interprovinciales, de acuerdo con el ministerio de salud pública del Ecuador nos da el siguiente proceso de extracción e inmovilización de pasajeros en caso de accidentes. Los pasos son los siguientes:

- Evaluación de la situación: El primer paso es evaluar la situación de seguridad para determinar si es seguro extraer a la persona herida del bus.
- Acceso a la persona herida: Una vez que se haya determinado que es seguro, el siguiente paso es acceder a la persona herida.
- Evaluación de la persona herida: Una vez que se haya accedido a la persona herida, es importante evaluar su condición.
- Inmovilización de la persona herida: Es importante inmovilizarla para evitar que se lesione aún más, esto incluye inmovilizar la cabeza, el cuello, la espalda y las extremidades.
- Extracción de la persona herida: Esto se puede hacer con la ayuda de una camilla o una tabla de rescate.
- Traslado de la persona herida: Una vez que la persona herida haya sido extraída del bus, es necesario trasladarla a un centro de salud para recibir atención médica.

3.5.2 Pasos para el rescate mediante el método tradicional

Los pasos para la realización de un rescate utilizando el sistema tradicional se muestran en la Tabla 3. 25.

Tabla 3. 25. Pasos para el rescate mediante el método tradicional.

1. Colocar el collarín.	2. Introducir el chaleco.
	
3. Mover a la camilla rígida.	4. Ajustar el cinturón araña.
	
5. Extraer al herido.	
	

Pasos para el rescate mediante el asiento desmontable

Los pasos para la realización de un rescate utilizando el sistema de desmontaje de asientos se muestran en la Tabla 3. 26.

Tabla 3. 26. Pasos para el rescate mediante el asiento desmontable.

1. Colocar el collarín	2. Reclinar el asiento 120°
3. Cinchar al herido	4. Liberar asiento
5. Sacar asiento	

3.6 Aplicación de las pruebas de funcionamiento.

3.6.1 Evaluación del tiempo de rescate utilizando implementos típicos.

Como primera prueba se realiza el rescate de la persona herida de forma convencional como se muestra en la Figura 3. 54.



Figura 3. 54. Collarín, Tabla de rescate y cinturón araña.

Se realizó la evaluación juntamente con el cuerpo de bomberos de la ciudad de Ambato simulando que 1 persona se encuentra herida de gravedad, la misma que fue ubicada en la fila 1, fila 3 y fila 5.



Figura 3. 55. Rescate típico de una persona herida dentro de un bus interprovincial.

El rescate se hizo de manera tradicional utilizando los implementos necesarios con los cuales se obtuvieron los siguientes tiempos.

Tabla 3. 26. Evaluación del tiempo de rescate de un herido en la fila 1.



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL 			
Evaluación:	1	Fecha:	18/12/2023
Fila:	1	Rescatistas:	Bomberos
Edad:	28 años	Peso:	75 kg
Asiento desmontable:	NO	Realizado por:	Chamorro S. Palate C.
Unidad:	Bus interprovincial de la empresa ALME	Revisado por:	Ing. Espín Guerrero Víctor Rodrigo
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN:			
Tiempo de extracción del herido = 4min con 43s			

Tabla 3. 26. Evaluación del tiempo de rescate de un herido en la fila 1, (Continuación).


<p>Observación: El pequeño espacio y las gradas que existen al ingreso de la unidad dificulta la salida de los rescatistas y de la persona herida.</p>

Tabla 3. 27. Evaluación del tiempo de rescate de un herido en la fila 3.






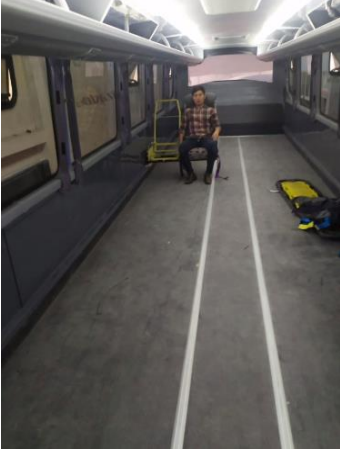
	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL</p>		
Evaluación:	2	Fecha:	18/12/2023
Fila:	3	Rescatistas:	Bomberos
Edad:	28 años	Peso:	75 kg
Asiento desmontable:	NO	Realizado por:	Chamorro S. Palate C.
Unidad:	Bus interprovincial de la empresa ALME	Revisado por:	Ing. Espín Guerrero Víctor Rodrigo
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN:			
Tiempo de extracción del herido = 5min con 10s			
			
<p>Observación: El pequeño espacio y las gradas que existen al ingreso de la unidad dificulta la salida de los rescatistas y de la persona herida.</p>			

Tabla 3. 28. Evaluación del tiempo de rescate de un herido en la fila 5.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL 			
Evaluación:	3	Fecha:	18/12/2023
Fila:	5	Rescatistas:	Bomberos
Edad:	28 años	Peso:	75 kg
Asiento desmontable:	NO	Realizado por:	Chamorro S. Palate C.
Unidad:	Bus interprovincial de la empresa ALME	Revisado por:	Ing. Espín Guerrero Víctor Rodrigo
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN:			
Tiempo de extracción del herido = 5min con 18s			
			
Observación: El pequeño espacio y las gradas que existen al ingreso de la unidad dificulta la salida de los rescatistas y de la persona herida.			

Registro de los tiempos de extracción de un bus interprovincial sin el sistema de desmontaje se observa en la Tabla 3. 29.

Tabla 3. 29. Registro de tiempos de extracción sin el sistema de desmontaje.

TIEMPO DE RESCATE DEL HERIDO DE MANERA TRADICIONAL	
Fila 1	4 minutos con 43 segundos
Fila 3	5 minutos con 10 segundos
Fila 5	5 minutos con 18 segundos

3.6.2 Evaluación del tiempo de rescate utilizando el sistema de emergencia de desmontaje de asiento.



Figura 3. 56. Asiento desmontado tipo camilla.

Para realizar esta evacuación se le capacitó al cuerpo de bomberos sobre el proceso de desmontaje y extracción del cuerpo del herido. En esta simulación el herido fue ubicado en la misma fila del rescate tradicional siendo así la fila 1, fila 3 y fila 5.



Figura 3. 57. Rescate utilizando sistema de emergencia de desmontaje a una persona herida dentro de un bus interprovincial.

Este rescate se hizo desmontando el asiento de la base con los cuales se obtuvieron los siguientes tiempos, los cuales se presenta en la Tabla 3. 30 hasta la Tabla 3. 32.

Tabla 3. 30. Evaluación del tiempo de rescate de un herido en la fila 1.




 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL 			
Evaluación:	4	Fecha:	18/12/2023
Fila:	1	Rescatistas:	Bomberos
Edad:	28 años	Peso:	75 kg
Asiento desmontable:	SI	Realizado por:	Chamorro S. Palate C.
Unidad:	Bus interprovincial de la empresa ALME	Revisado por:	Ing. Espín Guerrero Víctor Rodrigo
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN:			
Tiempo de extracción del herido = 2min con 35s			
			
Observación: El pequeño espacio y las gradas que existen al ingreso de la unidad dificulta la salida de los rescatistas y de la persona herida. Previo al rescate se tuvo que capacitar a el medio de emergencia para que puedan desmontar el asiento de la base de forma segura.			

Tabla 3. 31. Evaluación del tiempo de rescate de un herido en la fila 3.


 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL 			
Evaluación:	5	Fecha:	18/12/2023
Fila:	3	Rescatistas:	Bomberos
Edad:	28 años	Peso:	75 kg
Asiento desmontable:	SI	Realizado por:	Chamorro S. Palate C.

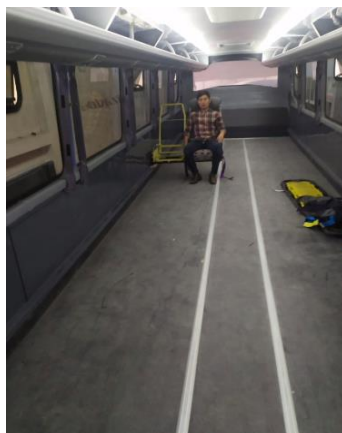
Tabla 3. 31. Evaluación del tiempo de rescate de un herido en la fila 3, (Continuación).

Unidad:	Bus interprovincial de la empresa ALME	Revisado por:	Ing. Espín Guerrero Víctor Rodrigo
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN:			
Tiempo de extracción del herido = 2min con 44s			
			
<p>Observación: El pequeño espacio y las gradas que existen al ingreso de la unidad dificulta la salida de los rescatistas y de la persona herida. Previo al rescate se tuvo que capacitar a el medio de emergencia para que puedan desmontar el asiento de la base de forma segura.</p>			

Tabla 3. 32. Evaluación del tiempo de rescate de un herido en la fila 5.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA SIMULACIÓN DEL IMPACTO FRONTAL		
Evaluación:	6	Fecha:	18/12/2023
Fila:	5	Rescatistas:	Bomberos
Edad:	28 años	Peso:	75 kg
Asiento desmontable:	SI	Realizado por:	Chamorro S. Palate C.
Unidad:	Bus interprovincial de la empresa ALME	Revisado por:	Ing. Espín Guerrero Víctor Rodrigo
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN:			
Tiempo de extracción del herido = 3min con 05s			

Tabla 3. 32. Evaluación 6 del tiempo de rescate de un herido en la fila 5, (Continuación).



Observación: El pequeño espacio y las gradas que existen al ingreso de la unidad dificulta la salida de los rescatistas y de la persona herida. Previo al rescate se tuvo que capacitar a el medio de emergencia para que puedan desmontar el asiento de la base de forma segura.

El registro de los tiempos de extracción de un bus interprovincial de manera tradicional se observa en la Tabla 3. 33.

Tabla 3. 33. Registro de tiempos de extracción con el sistema de desmontaje.

TIEMPO DE RESCATE DEL HERIDO UTILIZANDO EL SISTEMA DE EMERGENCIA DE DESMONTAJE	
Fila 1	2 minutos con 35 segundos
Fila 3	2 minutos con 44 segundos
Fila 5	3 minutos con 05 segundos

La comparación de resultados obtenidos se muestra en la Tabla 3. 34.

Tabla 3. 34. Comparación de resultados.

TIEMPO DE RESCATE DEL HERIDO			
Nº Fila	Extracción Tradicional	Sistema De Emergencia	Porcentaje de disminución
1	283 segundos	155 segundos	45,3 %
3	310 segundos	164 segundos	47,1 %
5	318 segundos	185 segundos	41,9 %
Promedio			44,8 %

Se pudo observar que hay una disminución porcentual de 44,8 % utilizando el sistema de emergencia de desmontaje de un asiento a comparación de un rescate tradicional.

3.7 Costos del proyecto.

Para el análisis de costos de un par de asientos de bus interprovincial con el sistema de desmontaje, se consideran los siguientes costos.

- Costos del material.
- Costos de accesorios.
- Costos de mano de obra.
- Costos del uso de máquinas.

3.7.1 Costos del material.

Los costos de los materiales utilizados en la construcción vienen detallados en la Tabla 3. 35 para realizar esta estructura también se utilizaron placas metálicas las mismas que se obtuvieron realizando cortes en un tol completo, para obtener el costo de estas placas primero se obtuvo el área del tol (2,98 m²) y luego el área de la placa requerida.

Tabla 3. 35. Costos de la estructura metálica de los asientos y sistema de desmontaje.

ESTRUCTURA METÁLICA DEL ASIENTO Y EL SISTEMA DE DESMONTAJE			
MATERIALES	MEDIDA REQUERIDA (m)	COSTO "6m" (\$)	COSTO POR MEDIDA (\$)
Tubo redondo de 25,4mm * 2mm	8,567	7,60	10,85
Angulo de 20mm * 2mm	0,17	4,64	0,13
Angulo de 25,4 * 2mm	0,744	5,80	0,72
Tubo redondo de 19,10mm * 2mm	0,32	5,10	0,27
Barrilla corrugada de 10 mm de diámetro	0,745	9,12	1,13
Platina de 31,80 mm * 4.76 mm	0,745	8,50	1,05
Platina de 19,05 mm * 3.17 mm	1,2	3,60	0,72
Platina de 25,4 mm * 6.35 mm	0,851	11,20	1,59
Perfil en U de 20 mm * 10 mm * 1 mm	0,745	5,50	0,68
Perfil en U de 25,4 * 20mm * 2mm	2,312	7,14	2,75
Platina de 50.8 mm * 6,35 mm	0,3	22,10	1,1
Tubo cuadrado de 25mm * 2mm	4,314	10,50	7,55
Platina de 50,8mm x 3.17mm	1,2	9,50	1,9
Angulo de 25,4 mm * 4,46 mm	0,455	11	0,83

Tabla 3. 35. Costos de la estructura metálica de los asientos y sistema de desmontaje, (Continuación).

MATERIAL	ÁREA REQUERIDA (m²)	COSTO DEL TOL "2.98 m²" (\$)	COSTO POR MEDIDA (\$)
Placa de 210 mm * 425 * 5 mm	0,09	100	3,02
Placa de 220mm * 297 * 3mm	0,13	84	3.66
SUBTOTAL			37,95

3.7.2 Costos de los accesorios

En la siguiente Tabla 3. 36 se muestran los costos necesarios para la obtención de accesorios y materiales de tapicería.

Tabla 3. 36. Costos de los accesorios externos e internos de los asientos.

ACCESORIOS EXTERNOS E INTERNOS DEL ASIENTO			
ELEMENTOS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO (\$)
Tela de polipropileno 300mm * 550mm	1	0,50	0,50
Madera triple 250mm * 200mm * 4mm	1	1,25	1,25
Esponja	1	2	2
Esponja inyectada espaldar	1	5	5
Esponja inyectada cojín	1	5	5
Tela recubrimiento	1	3	3
Cinturón de seguridad	1	6	6
Agarraderas plásticas	2	3	6
Carcasa plástica lateral	1	7	7
Carcasa plástica trasera	1	4,50	4,50
Carcasa plástica codera	1	4	4
Abrazadera de sujeción	2	3,50	7
Remaches 1/8	10	0,12	1,20
Pernos 7/16 pulgadas	3	0,30	0,90
Tornillos 7/16 pulgadas	3	0,50	1,50
SUBTOTAL			54,85

3.7.3 Costos de mano de obra.

Para el análisis de los costos de mano de obra se realizó la visita de campo a la empresa en la cual se estableció el personal necesario en el proceso de construcción, y así se obtuvieron los siguientes costos, como se observa en la Tabla 3. 37.

Tabla 3. 37. Costos de mano de obra.

MANO DE OBRA PARA LA REALIZACIÓN DEL ASIENTO			
CARGO	CANTIDAD DE HORAS	COSTO POR HORA (\$)	COSTO (\$)
Soldador	4	4,50	18,00
Tapicero	3	2,80	8,40
Doblador	2	2,80	5,60
Cortador	2,5	2,80	7,00
Costurera	1,25	2,80	3,50
Perforador	0,75	2,80	2,10
SUBTOTAL			44,60

3.7.4 Costos de uso de máquina.

El proyecto al contar con un taller con maquinaria ya implementada no presentó costo alguno para el proyecto, sin embargo, se definieron de igual manera los costos de uso de maquinaria que normalmente se cobra en un taller como se muestra en la Tabla 3. 38.

Tabla 3. 38. Costos de las maquinarias y equipos usados para la construcción.

MAQUINARIAS Y EQUIPOS USADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN			
MÁQUINA O EQUIPO	CANTIDAD DE HORAS	COSTO POR HORA (\$)	COSTO (\$)
Soldadora	4	5	20
Dobladora	2	4	8
Amoladora	1,50	3,5	5,25
Máquina de coser	1,25	2,5	3,125
Taladro de columna	0,75	4	3
Herramientas manuales de sujeción y apriete	4	2,5	10
SUBTOTAL			49,38

3.7.5 Costos totales

Los costos totales son el resultado del costo de la estructura, costo de accesorios, costo de mano de obra y el costo del uso de maquinarias. En la Tabla 3. 39 se detallan los costos totales del proyecto.

Tabla 3. 39. Costos totales.

COSTOS TOTALES	
SUBTOTALES	VALOR (\$)
Estructura	37,95
Accesorios	54,85
Mano de obra	44,60
Maquinaria y equipos	49,38
Subtotal	186,78
Utilidad 20%	37,36
Precio de venta	224,14

El precio unitario del asiento dual es de 186,78 dólares y la venta al público es de 224,14 dólares. Además, cabe señalar que por efectos de confidencialidad con la empresa "Asientos American" no se podrá proporcionar los planos del sistema de reclinación ni tampoco de la pata.

CAPÍTULO IV

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Para los parámetros de diseño del asiento se utilizó la NTE INEN 1668, los cuales nos brinda la altura y el ancho máximo que debe cumplir un asiento de bus interprovincial, partiendo de estos parámetros se pudo realizar un bosquejo y dimensionamiento de sistema de desmontaje, de esta manera se observó que dicho sistema no afecta a la altura y el ancho máximo del asiento, además se consideró el peso máximo de una persona, que es de 150 Kg, por otro lado se buscó la fácil accesibilidad al sistema de emergencia, la comodidad a la hora de manipularlo y lo más importante la seguridad del herido, son estos los parámetros cumplidos en el presente trabajo.
- El diseño de la estructura se lo hizo en un software CAD y posteriormente se realizó el análisis de la estructura en un software especializado en el método de elementos finitos (CAE), donde se realizó el análisis estático y dinámico, basados en el reglamento 14 y 80 de la CEPE, para el análisis estático se sacó un factor de seguridad de 2,84 y una deformación mínima de 0,5984 mm y un esfuerzo máximo de 140,43 (MPa), para el análisis dinámico se ocupó rodillos de fuerza con valores de 1478,6 N y 4544,4 N, obteniendo valores aceptables para su posterior fabricación, utilizando tubos en la mayor parte de la estructura con medidas de perfiles comerciales, todos los elementos que conforman el asiento fueron diseñados con las debidas especificaciones que nos brindó el fabricante en los catálogos y los requerimientos propios de una estructura de asiento de bus interprovincial.
- En la simulación se utilizó un tamaño de malla de 5mm, concluyendo que se abarco mayor cantidad de detalles en los diferentes elementos que conforman los asientos, aun en los elementos más críticos como son los pasadores o pernos que unen un perfil con otro. También se pudo observar que al utilizar este tamaño de malla hay menos gasto computacional, el mismo que permitió

obtener los resultados del ensayo en un menor tiempo y con mayor acercamiento a la realidad.

- En la construcción del prototipo se utilizó varios materiales los mismos que permitieron obtener un valor de fabricación de 224 dólares, este valor es cercano al valor de un asiento normal puesto al público, además se desarrollaron diferentes procesos de fabricación los mismos que se evidenciaron en el apartado de la construcción del prototipo, esto nos permitió obtener el tiempo de fabricación de la estructura la misma que es de 13,5 horas aproximadamente, cabe recalcar que la fabricación se lo hizo con una secuencia lineal de procesos.
- El correcto funcionamiento del asiento se evidencio en el apartado de pruebas, se lo hizo con un pasajero estándar de 28 años y un peso de 75 kg, la primera prueba fue de la manera tradicional y luego con el sistema de emergencia de desmontaje, en 3 filas diferentes. Al comparar estas dos formas de rescate se obtuvo una reducción en el tiempo de extracción, tomando como ejemplo la primera posición del asiento (F1), un rescate de la manera tradicional toma un tiempo de 4 minutos y 43 segundos, mientras que utilizando el sistema de desmontaje toma un tiempo de 2 minutos y 35 segundos. Cabe recalcar que este tiempo puede variar dependiendo de diferentes factores como: la fuerza de los rescatistas, el peso de los pasajeros y ubicación del pasajero dentro del bus interprovincial.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda recopilar más información para poder mejorar en un futuro el sistema de emergencia de desmontaje y así poder tomar en cuenta más parámetros de diseño. Además, se recomienda profundizar los ensayos en los diferentes tipos de choques existentes, ya que nuestro asiento se encuentra ensayado solo para un choque frontal, debido a que este es el más frecuente.

- Para la construcción del asiento se recomienda utilizar mejores procesos de fabricación, además se debería realizar una fabricación en serie, para disminuir el tiempo de construcción del asiento, ya que la fabricación en secuencia lineal de un asiento tomo más tiempo que una en serie.
- Cuando se realizó las pruebas de funcionamiento los rescatistas manifestaron tener incomodidad con los pies del pasajero, por lo cual se recomienda tener correas que impidan el movimiento de los pies para así evitar que entren en contacto con los rescatistas o le impidan movilidad. Además, se recomienda realizar las pruebas con diferentes pasajeros (peso), diferentes rescatistas y en diferentes posiciones (columnas y filas).
- Se recomienda diseñar y construir la camilla de la ambulancia para poder adecuar nuestro asiento a ella y así poder observar el comportamiento del conjunto en forma simultánea. Teniendo en cuenta que los miembros inferiores de una persona deben estar inmovilizados y sin presentar dobladuras de rodillas en ciertos casos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Doble Via, «SEGURIDAD EN BUSES: CUATRO FACTORES PARA UN TRANSPORTE SEGURO – dobleVIA Transporte Escolar e Institucional Quito.», 4 Factores de seguridad. Accedido: 1 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://transporte.doblevia.org/seguridad-en-buses-cuatro-factores-para-un-transporte-seguro/>
- [2] E-rescue, «E-Rescue System», E-Rescue Horizon 2020. Accedido: 1 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://e-rescue.com/es/e-rescue-system/>
- [3] S. Sharma, «Finite Element Analysis and Validation of Bus Seat Structure as per AIS023: Safety Features Evaluation of Bus Seat using Hybrid III Dummy», sep. 2020.
- [4] C. C. Murillo y J. E. V. Mesa, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MECANISMO PARA FACILITAR EL ACCESO A LOS VEHÍCULOS DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD DE MIEMBROS INFERIORES», 2006.
- [5] ANT, «Histórico estadísticas siniestros de tránsito – Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador – ANT». Accedido: 1 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.ant.gob.ec/historico-estadisticas-siniestros-de-transito/>
- [6] INEN, «Nte inen 2708 - Norma para construcción de asientos para buses - Quito – Ecuador Norma técnica - Studocu». agosto de 2013. Accedido: 6 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-tecnica-de-ambato/mecanismos/nte-inen-2708-norma-para-construccion-de-asientos-para-buses/49180764>
- [7] G. Mirlisenna, «Método de los elementos finitos: ¿qué es?», ESSS. Accedido: 23 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.esss.co/es/blog/metodo-de-los-elementos-finitos-que-es/>
- [8] Eduardo Frias Valero., «EL METODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS (MEF ó FEM).» Accedido: 3 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6294/06Efv06de23.pdf>

- [9] I. Y. M. AUTOMOTRIZ, «¿Qué es un mallado en FEA y cuántos tipos existen?», INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ. Accedido: 14 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-un-mallado-en-fea-y-cuantos-tipos-existen/>
- [10] 4Real Sim, «Continuum, shell, beam y truss elements, ¿cuál utilizar? - 4RealSim». Accedido: 14 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.4realsim.com/es/continuum-shell-beam-truss-elements/>
- [11] M. Rodriguez, «e-REdING. Biblioteca de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla.» Accedido: 23 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/3828/direccion/Cap%C3%ADtulos%2052F>
- [12] O. M. Gonzales Cuevas, *Análisis Estructural*. Editorial Limusa, 2002.
- [13] M. Cervera Ruiz, «Resistencia de Materiales.pdf». Accedido: 17 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://cervera.rmee.upc.edu/libros/Resistencia%20de%20Materiales.pdf>
- [14] J. L. G. Velázquez, *Metalurgia Mecánica*. Editorial Limusa, 2016.
- [15] Omega, «Optimizando Desempeño de Deformación Mecánica para Materiales No Homogéneos», <https://es.omega.com/>. Accedido: 14 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://es.omega.com/technical-learning/optimizando-el-desempeno-de-sensores-de-deformacion-mecanica.html>
- [16] W. D. Callister, *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*. Reverte, 1995.
- [17] J. D. Fuentes Benito, «Tesis JDfB.pdf». Accedido: 17 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/18877/Tesis%20JDfB.pdf?sequence=1>

- [18] What is Piping, «Factor de seguridad: definición, ecuación, ejemplos, calculadora (con PDF) – What Is Piping». Accedido: 14 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://whatispiping.com/factor-de-seguridad/>
- [19] AUTODESK, «Análisis de elementos finitos | Autodesk». Accedido: 14 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.autodesk.mx/solutions/finite-element-analysis>
- [20] INEN, «INEN 034- Elementos mínimos de seguridad en vehículos automotores». Accedido: 8 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.ant.gob.ec/wpfd_file/reglamento-tecnico-ecuadoriano-rte-inen-034/
- [21] INEN, «NTE INEN 1668 - Vehículos de transporte público de pasajeros intrarregional, interprovincial e interprovincial.» marzo de 2015. Accedido: 6 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/26203768/NTE_INEN_1668
- [22] J. L. Torres Mata, «Diseño y construcción de un asiento ergonómico para el conductor de autobús que cumpla con el reglamento RTE INEN 043 con fines de producción nacional.», bachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2015. Accedido: 26 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4427>
- [23] R. Fulton, «Asiento para autobuses AMAY, S.A. de C.V.» AMAYA ASTRON.
- [24] C. Bolaños, «Propuesta de Diseño Ergonómico Centrado en el Asiento del Usuario de Unidades de Transporte Interprovincial del Ecuador», Universidad Internacional SEK, Quito.
- [25] L. A. Martínez Calderón, «Análisis por el método de elementos finitos de los anclajes de cinturones de seguridad en asientos de autobús interprovincial para verificar su resistencia según la norma NTE INEN 2704 en la empresa Miviltech Soluciones Industriales S. A.», bachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Mecánica, 2017. Accedido: 24 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/25557>

[26] ANT, «¿Cuántos choques han existido en un bus interprovincial en el año 2023 en el Ecuador y cuántos volcamientos han tenido estos buses interprovinciales?» 2023. Accedido: 6 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ant.gob.ec/>

[27] C. I. Paucar Tubon, E. R. Pozo Safla, y S. M. Aquino Arroba, «Análisis de lesiones en el conductor para impactos frontales por simulación computacional», *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, vol. 7, n.º 1, pp. 1662-1693, 2022.

ANEXOS

Anexo 1. Reglamento N° 80 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE).

18.10.2019

ES

Diario Oficial de la Unión Europea

L 266/31

Solo los textos originales de la CEPE surten efectos jurídicos con arreglo al Derecho internacional público. La situación y la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento deben verificarse en la última versión del documento de la CEPE «TRANS/WP.29/343», que puede consultarse en: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocsts.html>.

Reglamento n.º 80 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) — Prescripciones uniformes relativas a la homologación de asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de viajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes 2019/1724

Incluye todo texto válido hasta:

el suplemento 3 de la serie 03 de enmiendas. Fecha de entrada en vigor: 10 de febrero de 2018

ÍNDICE

REGLAMENTO

1. Ámbito de aplicación
2. Definiciones
3. Solicitud de homologación
4. Homologación
5. Requisitos aplicables a los asientos
6. Requisitos aplicables a los anclajes de los asientos de un tipo de vehículo
7. Requisitos de instalación de asientos en un tipo de vehículo
8. Conformidad de la producción
9. Sanciones por no conformidad de la producción
10. Modificación y extensión de la homologación del tipo de asiento o del tipo de vehículo
11. Cese definitivo de la producción
12. Disposiciones transitorias
13. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de realizar los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo

APÉNDICES

1. Procedimientos de ensayo relativos a los asientos según el punto 5, a los anclajes según el punto 6.1.2 o a la instalación de asientos orientados hacia un lado conforme al punto 3 del apéndice 7
2. Procedimiento de ensayo de los anclajes de un vehículo en aplicación del punto 6.1.1
3. Mediciones que deberán efectuarse
4. Determinación de los criterios de aceptabilidad
5. Requisitos y procedimiento relativos al ensayo estático
6. Características de absorción de energía de la parte posterior de los respaldos de asientos
7. Requisitos relativos a la protección de los viajeros de los asientos orientados hacia delante conforme al punto 7.4.4

ANEXOS

1. Comunicación relativa a la concesión, la denegación, la extensión o la retirada de una homologación o al cese definitivo de la producción de uno o varios tipos de asientos de vehículos por lo que respecta a su resistencia, con arreglo al Reglamento n.º 80
2. Comunicación relativa a la concesión, la denegación, la extensión o la retirada de una homologación o al cese definitivo de la producción de un tipo de vehículo por lo que respecta a la resistencia de los anclajes de los asientos, con arreglo al Reglamento n.º 80
3. Disposición de las marcas de homologación
4. Procedimiento de determinación del punto «H» y del ángulo real del torso de las plazas de asiento en los vehículos de motor

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN
- 1.1. El presente Reglamento se aplica a:
 - a) los asientos destinados a ser instalados orientados hacia delante en vehículos de las categorías M₂ y M₃, de las clases II, III y B (1);
 - b) los vehículos de las categorías M₂ y M₃, de las clases II, III y B (1), con respecto a los anclajes de los asientos de viajeros y la instalación de asientos.
 - c) No se aplica a los asientos orientados hacia atrás ni a los apoyacabezas instalados en dichos asientos.
- 1.2. A solicitud del fabricante, se considerará que los vehículos de la categoría M₂ (1) homologados con arreglo al Reglamento n.º 17 cumplen los requisitos del presente Reglamento.
- 1.3. Los vehículos con varios asientos a los que les sea aplicable la excepción establecida en el punto 7.4 del Reglamento n.º 14 se homologarán con arreglo al presente Reglamento.
- 1.4. La instalación de asientos orientados hacia un lado estará prohibida en vehículos de las categorías M₂ (de las clases II, III y B) y M₃ (de las clases II, III y B), con excepción de los vehículos de la categoría M₃ (de las clases II, III y B) de una masa máxima en carga técnicamente admisible superior a 10 toneladas, a condición de que se cumplan los requisitos del punto 7.4.
- 1.5. El punto 1.4 no se aplicará a las ambulancias ni a los vehículos destinados a las fuerzas armadas, protección civil, bomberos y fuerzas de orden público.
2. DEFINICIONES
- A los efectos del presente Reglamento, se entenderá por:
 - 2.1. «Homologación de un asiento»: la homologación de un tipo de asiento en lo que se refiere a la protección de los ocupantes de los asientos orientados hacia delante respecto a su resistencia y al diseño de los respaldos.
 - 2.2. «Homologación de un vehículo»: la homologación de un tipo de vehículo en lo que se refiere a la resistencia de las partes de la estructura del vehículo en que se fijan los asientos y a la instalación de los mismos.
 - 2.3. «Tipo de asiento»: los asientos que no presentan entre sí diferencias esenciales respecto a las características que se indican a continuación, y que pueden afectar a su resistencia y peligrosidad:
 - 2.3.1. estructura, forma, dimensiones y materiales de las partes que soporten la carga;
 - 2.3.2. tipos y dimensiones del sistema de regulación y de bloqueo del respaldo;
 - 2.3.3. dimensiones, estructura y materiales de las fijaciones y soportes (por ejemplo, patas).
 - 2.4. «Tipo de vehículo»: los vehículos que no presentan entre sí diferencias esenciales respecto a los puntos siguientes:
 - 2.4.1. las características de fabricación pertinentes para el presente Reglamento; y
 - 2.4.2. el o los tipos de asiento homologados que lleve el vehículo, en su caso.
 - 2.5. «Asiento»: una estructura que puede anclarse a la estructura del vehículo, y que incluye la tapicería y los elementos de fijación, diseñada para su uso en un vehículo y para que se sienten en ella una o más personas adultas. Según su orientación, un asiento se define como sigue:
 - 2.5.1. «Asiento orientado hacia delante»: aquel que puede utilizarse con el vehículo en movimiento y que mira hacia la parte delantera del vehículo de manera que su plano vertical de simetría forma un ángulo de menos de +10 ° o -10 ° con el plano vertical de simetría del vehículo.

(1) Con arreglo a la definición que figura en la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.6/apdo. 2. – <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html>

- 2.5.2. «Asiento orientado hacia atrás»: aquel que puede utilizarse con el vehículo en movimiento y que mira hacia la parte trasera del vehículo de manera que su plano vertical de simetría forma un ángulo de menos de $+10^\circ$ o -10° con el plano vertical de simetría del vehículo.
- 2.5.3. «Asiento orientado hacia un lado»: aquel que puede utilizarse con el vehículo en movimiento y que mira hacia un lado del vehículo de manera que su plano vertical de simetría forma un ángulo de $+90^\circ$ ($\pm 10^\circ$) con el plano vertical de simetría del vehículo.
- 2.6. «Asiento individual»: el asiento diseñado y fabricado para que se siente en él un viajero.
- 2.7. «Asiento doble»: el asiento diseñado y fabricado para que se sienten en él dos viajeros, uno al lado del otro; se considerará que dos asientos situados uno al lado del otro sin estar interconectados son dos asientos individuales.
- 2.8. «Fila de asientos»: el asiento diseñado y fabricado para que se sienten en él tres o más viajeros, uno al lado del otro; no se considerará que varios asientos individuales o dobles contiguos son una fila de asientos.
- 2.9. «Cojín del asiento»: la parte del asiento colocada de manera casi horizontal y diseñada para soportar a un viajero sentado.
- 2.10. «Respaldo»: la parte del asiento que es casi vertical y está diseñada para que un viajero apoye en ella la espalda, los hombros y, posiblemente, la cabeza.
- 2.11. «Sistema de regulación»: el dispositivo que permite ajustar el asiento o sus partes en una posición apropiada para el viajero que esté sentado en dicho asiento.
- 2.12. «Sistema de desplazamiento»: un dispositivo que permite un desplazamiento lateral o longitudinal, sin posición intermedia fija, del asiento o de una de sus partes, para facilitar el acceso de los viajeros.
- 2.13. «Sistema de bloqueo»: un dispositivo que asegura el mantenimiento en posición de utilización del asiento y de sus partes.
- 2.14. «Anclaje»: la parte del suelo o de la carrocería del vehículo en que pueden fijarse los asientos.
- 2.15. «Elementos de fijación»: los pernos u otros elementos utilizados para fijar el asiento al vehículo.
- 2.16. «Carro»: el equipo de ensayo fabricado y utilizado para la reproducción dinámica de accidentes de carretera con choque frontal.
- 2.17. «Asiento auxiliar»: el asiento del maniquí colocado en el carro detrás del asiento que se ensaye. Este asiento será representativo del asiento que se utilice en el vehículo detrás del asiento que se ensaye.
- 2.18. «Plano de referencia»: el plano que pasa por los puntos de contacto de los talones del maniquí, utilizado para determinar el punto H y el ángulo real del torso en la plaza de asiento de los vehículos de motor conforme a lo prescrito en el anexo 4.
- 2.19. «Altura de referencia»: la altura del punto más alto del asiento por encima del plano de referencia.
- 2.20. «Maniquí»: el maniquí que se ajuste a las especificaciones de Hybrid II o III ^(?) para los asientos orientados hacia delante; o un maniquí que responda a las especificaciones relativas al maniquí para impactos laterales conforme al Reglamento n.º 95, anexo 6, para los asientos orientados hacia un lado.
- 2.21. «Zona de referencia»: el espacio entre dos planos longitudinales verticales, con una separación de 400 mm y simétricos respecto al punto H, y definidos por rotación del aparato en forma de cabeza descrito en el anexo 1 del Reglamento n.º 21, de la vertical a la horizontal. El aparato se colocará según la descripción de dicho anexo del Reglamento n.º 21 y se regulará en su longitud máxima de 840 mm y su longitud mínima de 736 mm para la limitación residual de dicho espacio.

(?) Las especificaciones técnicas y los planos detallados de Hybrid II y III, que corresponden a las principales dimensiones de un varón del percentil cincuenta de los Estados Unidos de América, y los requisitos de ajuste para el presente ensayo están depositados en la Secretaría General de las Naciones Unidas y pueden consultarse previa petición a la Secretaría de la Comisión Económica para Europa, Palacio de las Naciones, Ginebra, Suiza.

- 2.22. «Cinturón de tres puntos»: para los fines del presente Reglamento, también el cinturón que tiene más de tres puntos de anclaje.
- 2.23. «Distancia entre asientos»: en el caso de asientos orientados en la misma dirección, la distancia entre la cara anterior del respaldo de un asiento y la cara posterior del respaldo del asiento que le antecede, medida horizontalmente y a una altura de 620 mm por encima del suelo.
3. SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN
- 3.1. La solicitud de homologación de un asiento deberá presentarla el fabricante del asiento o su representante debidamente acreditado.
- 3.2. La solicitud de homologación del vehículo deberá presentarla el fabricante del vehículo o su representante debidamente acreditado.
- 3.3. La solicitud de homologación de un asiento o un vehículo deberá ir acompañada de los siguientes documentos por triplicado y de los siguientes elementos:
- 3.3.1. Para la homologación de un asiento:
- 3.3.1.1. Una descripción detallada del asiento, sus elementos de fijación y sus sistemas de regulación, desplazamiento y bloqueo.
- 3.3.1.2. Planos del asiento, de sus elementos de fijación y de sus sistemas de regulación, desplazamiento y bloqueo, a una escala adecuada y suficientemente detallados.
- 3.3.2. Para la homologación de un vehículo:
- 3.3.2.1. Una descripción detallada de las partes de la estructura del vehículo utilizadas como anclajes.
- 3.3.2.2. Planos de las partes del vehículo utilizadas como anclajes, a una escala adecuada y suficientemente detallados.
- 3.4. Deberá entregarse al servicio técnico encargado de la realización de los ensayos de homologación lo siguiente:
- 3.4.1. dos asientos representativos del tipo que se homologue, en caso de homologación de un asiento;
- 3.4.2. una parte de la estructura del vehículo, en caso de homologación de un vehículo.
4. HOMOLOGACIÓN
- 4.1. Si el asiento presentado para su homologación de acuerdo con el presente Reglamento cumple los requisitos pertinentes del punto 5, se concederá la homologación de ese tipo de asiento.
- 4.2. Si el vehículo presentado para su homologación con arreglo al presente Reglamento cumple los requisitos pertinentes de los puntos 6 y 7, se concederá la homologación de dicho tipo de vehículo.
- 4.3. Se asignará un número de homologación a cada tipo homologado. Sus dos primeros dígitos (actualmente 03, que corresponden a la serie 03 de enmiendas) indicarán la serie de enmiendas que incorporen las últimas enmiendas técnicas importantes introducidas en el Reglamento en el momento en que se expidió la homologación. La misma Parte contratante no asignará el mismo número a otro tipo de asiento o de vehículo.
- 4.4. La notificación de la concesión, extensión o denegación de la homologación de un tipo de asiento o de vehículo con arreglo al presente Reglamento se comunicará a las Partes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento por medio de un impreso que deberá ajustarse al modelo del anexo 1 o al del anexo 2 del presente Reglamento.
- 4.5. En cada asiento y en cada vehículo que se ajusten a tipos homologados con arreglo al presente Reglamento se colocará, de manera visible y en un lugar fácilmente accesible especificado en el formulario de homologación, una marca de homologación internacional que consistirá en:
- 4.5.1. la letra mayúscula «E» dentro de un círculo seguida del número que identifica al país emisor de la homologación (⁽¹⁾);

(¹) Los números de identificación de las Partes Contratantes del Acuerdo de 1958 figuran en el anexo 3 de la Resolución consolidada sobre la construcción de vehículos (R.E.3), documento ECE/TRANS/WP.29/78/Rev. 6, anexo 3-<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html>

- 4.5.2. el número del presente Reglamento, seguido de la letra mayúscula «R», un guion y el número de homologación a la derecha del círculo establecido en el punto 4.5.1.
- 4.6. La marca de homologación será claramente legible e indeleble.
- 4.7. Según los casos, la marca de homologación se situará en el asiento o los asientos, o bien en la placa de datos colocada en el vehículo por el fabricante, o cerca de la misma.
- 4.8. En el anexo 3 se ofrecen ejemplos de disposición de las marcas de homologación.
5. REQUISITOS APLICABLES A LOS ASIENTOS
- 5.1. Cada tipo de asiento orientado hacia delante deberá cumplir los requisitos de ensayo bien del apéndice 1 (ensayo dinámico) o bien de los apéndices 5 y 6 (ensayo estático), según lo elija el fabricante.
- 5.2. Los ensayos que haya superado el tipo de asiento se registrarán en el impreso de comunicación relativa a la homologación de un tipo de asiento, extendido con arreglo al modelo del anexo 1.
- 5.3. Todo sistema de regulación y de desplazamiento instalado incluirá un sistema de bloqueo, que funcionará automáticamente.
- 5.4. No será obligatorio que los sistemas de regulación y bloqueo funcionen de manera normal después del ensayo.
- 5.5. Se colocará un apoyacabezas en cada asiento delantero exterior de los vehículos de la categoría M₂ con una masa máxima que no sobrepase los 3 500 kg. Dicho apoyacabezas cumplirá los requisitos del Reglamento n.º 25 de las Naciones Unidas, modificado por la serie 04 de enmiendas.
6. REQUISITOS APLICABLES A LOS ANCLAJES DE LOS ASIENTOS DE UN TIPO DE VEHÍCULO
- 6.1. Los anclajes de los asientos del vehículo deberán superar:
- 6.1.1. el ensayo descrito en el apéndice 2;
- 6.1.2. o, si el asiento se halla en la parte de la estructura del vehículo que se está ensayando, los ensayos descritos en el apéndice 1. No será obligatorio que el asiento esté homologado, a condición de que cumpla los requisitos del punto 3.2.1 de dicho apéndice.
- 6.2. Se aceptará que se produzca una deformación permanente, incluida la rotura, de un anclaje o de la zona que lo rodea, siempre que la fuerza establecida se haya ejercido durante todo el período fijado.
- 6.3. En caso de que haya más de un tipo de anclaje en un vehículo, se ensayará cada una de las variantes para la obtención de la homologación del vehículo.
- 6.4. Podrá efectuarse un solo ensayo para homologar al mismo tiempo un asiento y un vehículo.
- 6.5. En el caso de los vehículos de la categoría M₃, se considerará que los anclajes de los asientos cumplen los requisitos de los puntos 6.1 y 6.2 si los anclajes de los cinturones de seguridad de las plazas de asientos correspondientes están montados directamente en los asientos que han de instalarse y cumplen a su vez los requisitos del Reglamento n.º 14, en caso necesario con la excepción prevista en el punto 7.4.
7. REQUISITOS DE INSTALACIÓN DE ASIENTOS EN UN TIPO DE VEHÍCULO
- 7.1. Todos los asientos instalados orientados hacia delante se homologarán con arreglo a los requisitos del punto 5 del presente Reglamento y si cumplen las siguientes condiciones:
- 7.1.1. el asiento tendrá una altura de referencia mínima de 1 m; y
- 7.1.2. el punto H del asiento que esté situado inmediatamente detrás se hallará menos de 72 mm por encima del punto H del asiento que se ensaye o, si el asiento que está detrás se halla a más de 72 mm de altura, el asiento se ensayará y homologará para la instalación en esa posición.
- 7.2. Si se concede la homologación de conformidad con el apéndice 1, serán aplicables los ensayos 1 y 2, con las siguientes salvedades:
- 7.2.1. El ensayo 1 no se realizará si la parte posterior del asiento no puede ser golpeada por un viajero no sujeto (es decir, cuando no haya ningún asiento orientado hacia delante o hacia un lado justo detrás del asiento que se ensaye).

- 7.2.2. El ensayo 2 no se realizará:
- 7.2.2.1. si la parte posterior del asiento no puede ser golpeada por un viajero sujeto; o
- 7.2.2.2. si el asiento que se halla detrás es un asiento orientado hacia delante y lleva un cinturón de tres puntos con anclajes que cumplen plenamente el Reglamento n.º 14 (sin excepción); o
- 7.2.2.3. si el asiento cumple los requisitos del apéndice 6 del presente Reglamento.
- 7.3. Si se conceden las homologaciones de conformidad con los apéndices 5 y 6, todos los ensayos serán aplicables, con las salvedades siguientes:
- 7.3.1. El ensayo del apéndice 5 no se realizará si la parte posterior del asiento no puede ser golpeada por un viajero no sujeto (es decir, cuando no haya ningún asiento orientado hacia delante justo detrás del asiento que se ensaye).
- 7.3.2. El ensayo del apéndice 6 no se realizará:
- 7.3.2.1. si la parte posterior del asiento no puede ser golpeada por un viajero sujeto; o
- 7.3.2.2. si el asiento que se halla detrás es un asiento orientado hacia delante y lleva un cinturón de tres puntos con anclajes que cumplen plenamente el Reglamento n.º 14 (sin excepción).
- 7.4. La instalación de asientos orientados hacia un lado estará supeditada al cumplimiento de las siguientes condiciones:
- 7.4.1. el asiento tendrá una altura de referencia mínima de 1 m;
- 7.4.2. el plano que pasa por los puntos H de los asientos adyacentes orientados hacia un lado será paralelo al plano de referencia;
- 7.4.3. la distancia horizontal entre la línea de los puntos H de dos asientos adyacentes orientados hacia un lado no superará los 725 mm ni será inferior a los 450 mm, medida horizontalmente entre los planos verticales longitudinales que atraviesan los centros de dichas plazas de asiento (véase la figura 1 en el apéndice 7); y
- 7.4.4. los viajeros de los asientos orientados hacia un lado estarán protegidos por una parte del vehículo (por ejemplo, una mampara, un tabique o la parte trasera de un asiento orientado hacia delante) por delante del asiento orientado hacia un lado que esté más avanzado. Dicha parte del vehículo cumplirá los requisitos del apéndice 7. Mantendrá su función de protección durante el ensayo.
8. CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
- Los procedimientos relativos a la conformidad de la producción deberán ajustarse a los enunciados en el apéndice 2 del Acuerdo (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2), teniendo en cuenta los requisitos siguientes:
- 8.1. Los asientos y vehículos homologados con respecto al presente Reglamento serán fabricados de modo que se ajusten al tipo homologado cumpliendo los requisitos establecidos en los puntos 5, 6 y 7 anteriores.
- 8.2. A fin de verificar el cumplimiento de los requisitos del punto 8.1, se llevarán a cabo controles adecuados de la producción. En este caso, tales controles pertinentes consistirán en comprobar las dimensiones del producto y la existencia de procedimientos para el control efectivo de la calidad de los productos.
- 8.3. La autoridad competente que concedió la homologación de tipo podrá en cualquier momento verificar los métodos de control de la conformidad aplicables a cada unidad de producción y efectuar con muestras cualquier ensayo que considere necesario entre los llevados a cabo para la homologación. La frecuencia normal de dichas verificaciones será de una vez al año.
9. SANCIONES POR NO CONFORMIDAD DE LA PRODUCCIÓN
- 9.1. Podrá retirarse la homologación de un tipo de asiento o de vehículo concedida con arreglo al presente Reglamento si no se cumplen los requisitos establecidos anteriormente.
- 9.2. Cuando una Parte Contratante del Acuerdo que aplique el presente Reglamento retire una homologación que había concedido anteriormente, informará de ello inmediatamente a las demás Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento mediante un impreso de comunicación conforme con el modelo del anexo 1 o del anexo 2 del presente Reglamento.

10. MODIFICACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA HOMOLOGACIÓN DEL TIPO DE ASIENTO O DEL TIPO DE VEHÍCULO
- 10.1. Debe notificarse toda modificación del tipo de asiento o del tipo de vehículo a la autoridad de homologación de tipo que homologó el tipo de asiento o de vehículo. A continuación, esta podrá optar por una de las posibilidades siguientes:
- 10.1.1. considerar que no es probable que las modificaciones introducidas tengan consecuencias negativas apreciables y que, en cualquier caso, el asiento o el vehículo siguen cumpliendo los requisitos; o
- 10.1.2. exigir un nuevo informe de ensayo al servicio técnico encargado de realizar los ensayos.
- 10.2. La confirmación o denegación de la homologación se comunicará a las Partes del Acuerdo que apliquen el presente Reglamento mediante el procedimiento indicado en el punto 4.4, especificándose las modificaciones.
- 10.3. La autoridad de homologación de tipo que expida la extensión de la homologación asignará un número de serie a cada extensión e informará de ello a las demás partes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento por medio de un formulario de comunicación conforme al modelo del anexo 1 o del anexo 2 del citado Reglamento.
11. CESE DEFINITIVO DE LA PRODUCCIÓN
- Cuando el titular de una homologación cese completamente de fabricar un tipo de vehículo homologado con arreglo al presente Reglamento, informará de ello al organismo que concedió la homologación. Tras la recepción de la correspondiente comunicación, dicho organismo informará a las demás Partes Contratantes del Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento mediante un formulario de comunicación conforme al modelo del anexo 1 o del anexo 2 del citado Reglamento.
12. DISPOSICIONES TRANSITORIAS
- 12.1. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 02 de enmiendas, ninguna Parte Contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión de homologaciones con arreglo al mismo en su versión modificada por la serie 02 de enmiendas.
- 12.2. A partir del 1 de noviembre de 2012, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento concederán homologaciones únicamente si se cumplen los requisitos del presente Reglamento en su versión modificada por la serie 02 de enmiendas.
- 12.3. A partir del 1 de noviembre de 2014, dejarán de ser válidas las homologaciones concedidas con arreglo al presente Reglamento, excepto las otorgadas conforme a los requisitos del este Reglamento modificado por la serie 02 de enmiendas.
- 12.4. A partir del 1 de noviembre de 2014, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento podrán denegar la primera matriculación nacional o regional (primera puesta en circulación) de un vehículo que no haya recibido la homologación de tipo con arreglo a la serie 02 de enmiendas de este Reglamento.
- 12.5. Incluso después de la fecha de entrada en vigor de la serie 02 de enmiendas, las homologaciones de los componentes conforme a la serie 01 de enmiendas seguirán siendo válidas y las Partes Contratantes que apliquen este Reglamento seguirán aceptándolas y no denegarán la concesión de extensiones de las homologaciones con arreglo a la serie 01 de enmiendas del presente Reglamento.
- 12.6. A partir de la fecha oficial de entrada en vigor de la serie 03 de enmiendas, ninguna Parte Contratante que aplique el presente Reglamento denegará la concesión de homologaciones con arreglo al presente Reglamento modificado por la serie 03 de enmiendas.
- 12.7. Transcurridos 24 meses a partir de la fecha de entrada en vigor de la serie 03 de enmiendas, las Partes Contratantes que apliquen el presente Reglamento concederán homologaciones, en el caso de vehículos nuevos, solo si se cumplen los requisitos del presente Reglamento modificado por la serie 03 de enmiendas.
- 12.8. Transcurrido un plazo de 60 meses a partir de la entrada en vigor de la serie 03 de enmiendas del presente Reglamento, las Partes Contratantes que apliquen este último podrán denegar la homologación de tipo nacional o regional y la primera matriculación nacional o regional (primera puesta en circulación) de un vehículo que no cumpla los requisitos de la serie 03 de enmiendas del presente Reglamento.
- 12.9. Incluso después de la fecha de entrada en vigor de la serie 03 de enmiendas, las homologaciones de los componentes conforme a la serie 01 o 02 de enmiendas seguirán siendo válidas y las Partes Contratantes que apliquen este Reglamento seguirán aceptándolas y no denegarán la concesión de extensiones de las homologaciones con arreglo a la serie 01 o 02 de enmiendas del presente Reglamento.

13. NOMBRES Y DIRECCIONES DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS RESPONSABLES DE REALIZAR LOS ENSAYOS DE HOMOLOGACIÓN Y DE LAS AUTORIDADES DE HOMOLOGACIÓN DE TIPO

Las Partes en el Acuerdo de 1958 que apliquen el presente Reglamento comunicarán a la Secretaría de las Naciones Unidas los nombres y las direcciones de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo que concedan la homologación y a los que deberán enviarse los certificados de homologación, o de extensión, denegación o retirada de la misma, expedidos en otros países.

Anexo 2. Reglamento N° 14 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE).

ACTOS ADOPTADOS POR ÓRGANOS CREADOS MEDIANTE ACUERDOS INTERNACIONALES

Solo los textos originales de la CEPE surten efectos jurídicos con arreglo al Derecho internacional público. La situación y la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento deben verificarse en la última versión del documento de la CEPE «TRANS/WP.29/343», que puede consultarse en:
<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocsts.html>

Reglamento n.º 14 de las Naciones Unidas. Prescripciones uniformes relativas a la homologación de vehículos por lo que respecta a los anclajes de los cinturones de seguridad [2019/2141]

Incorpora todo el texto válido hasta:

la serie 09 de enmiendas. Fecha de entrada en vigor: 29 de diciembre de 2018

ÍNDICE

REGLAMENTO

1. Ámbito de aplicación
2. Definiciones
3. Solicitud de homologación
4. Homologación
5. Especificaciones
6. Ensayos
7. Inspección durante los ensayos estáticos y después de los mismos para anclajes del cinturón de seguridad
8. Modificación y extensión de la homologación del tipo de vehículo
9. Conformidad de la producción
10. Sanciones por no conformidad de la producción
11. Instrucciones de funcionamiento
12. Cese definitivo de la producción
13. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de realizar los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo
14. Disposiciones transitorias

ANEXOS

1. Comunicación
2. Disposición de la marca de homologación
3. Emplazamiento de los anclajes efectivos
4. Procedimiento de determinación del punto «H» y del ángulo real del torso de las plazas de asiento en los vehículos de motor
5. Dispositivo de tracción
6. Número mínimo de puntos de anclaje y emplazamiento de los anclajes inferiores
7. Ensayo dinámico por el que puede optarse en lugar del ensayo estático de resistencia de los anclajes de los cinturones de seguridad
8. Especificaciones del maniquí

Anexo 3. Norma NTE INEN 2708



Quito – Ecuador

NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 2708
2013-08

VEHICULOS AUTOMOTORES. ASIENTOS DE VEHÍCULOS DE GRANDES DIMENSIONES PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS. RESISTENCIA DE LOS ASIENTOS Y DE SUS ANCLAJES. REQUISITOS Y MÉTODO DE ENSAYO

MOTOR VEHICLES. SEATS OF LARGE PASSENGER VEHICLES. STRENGTH OF THE SEATS AD THEIR ANCHORAGES. REQUIREMENTS. TEST METHOD

Correspondencia: Esta norma es equivalente al Reglamento No. 80 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE)- Asientos de vehículos de grandes dimensiones para el transporte de pasajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes

DESCRIPTORES: Ingeniería automotriz, Protección contra choques y sistemas de restricción, requisitos y métodos de ensayo
ICS:43.040.80; 43.180

28 páginas

Anexo 4. Norma NTE INEN 1668



Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 1668
Primera revisión
2015-03

**VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS
INTRARREGIONAL, INTERPROVINCIAL E INTRAPROVINCIAL.
REQUISITOS**

INTRAREGIONAL, INTERPROVINCIAL E INTRAPROVINCIAL PUBLIC TRANSPORT VEHICLES.
REQUIREMENTS

Correspondencia:

DESCRIPTORES: Bus interprovincial, bus intraprovincial, minibús, transporte de pasajeros, carrocerías metálicas
ICS: 43.020

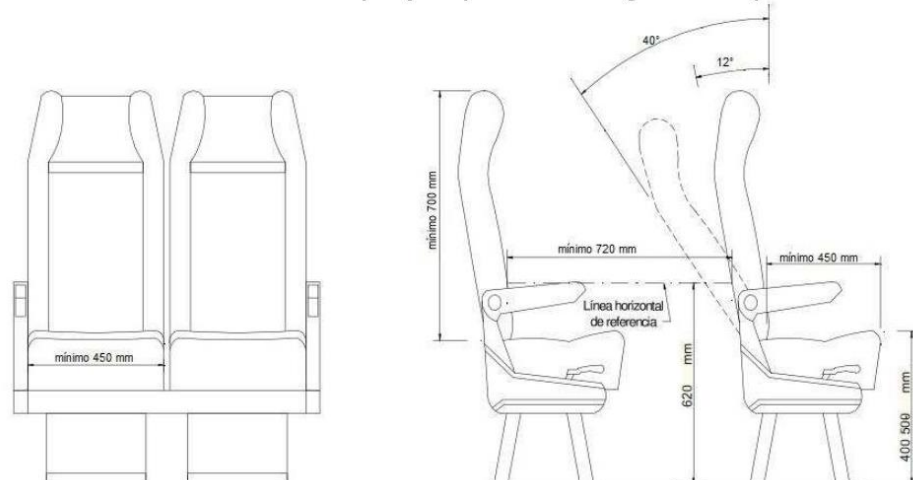
30 Páginas

seguridad de tres puntos. Los cinturones de seguridad deben cumplir con la NTE INEN 2675 y NTE INEN 2704.

Los vehículos poseerán dos hileras de hasta dos asientos individuales, la última fila dispondrá de máximo 5 asientos, de las siguientes dimensiones:

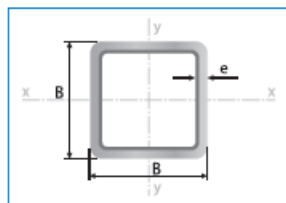
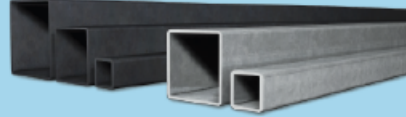
- Profundidad mínima: 420 mm para buses intraprovinciales y 450 mm para buses intrarregionales e interprovinciales;
- Ancho libre mínimo del asiento: 400 mm para intraprovincial y 450 mm para intrarregional e interprovincial;
- Altura desde el piso a la base del asiento entre 400 mm y 500 mm;
- Distancia entre asientos medidas a una altura de 620 mm desde el piso con los asientos en posición normal, debe ser para bus interprovincial e intrarregional mínimo de 720 mm y para bus intraprovincial mínimo de 680 mm (ver figuras 11 y 12);
- Posiciones de reclinación mínima: dos, con un ángulo mínimo de 12° y $30^{\circ} \pm 2^{\circ}$ para intraprovincial, y 12° y $40^{\circ} \pm 2^{\circ}$ para interprovincial e intrarregional;
- Altura total del respaldo del asiento incluido el apoyacabezas: mínima 700 mm.

FIGURA 11. Asientos de los pasajeros para bus intrarregional e interprovincial



Anexo 5. Perfiles estructurales utilizados en la construcción.

Tubería Estructural Cuadrada



Largo Normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro o Galvanizado
Norma de Calidad:
JIS G 3132, ASTM A 36 y ASTM
A572 Gr 50
Norma de Fabricación:
ASTM A 500/ NTE INEN 2415
Espesores:
Desde 1,40 a 6,00 mm
Observaciones:
Otras dimensiones y largos,
previa consulta

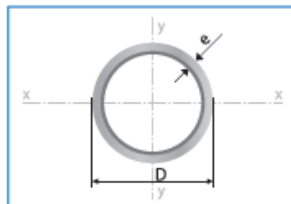
Aplicaciones

- Automotriz y de autopartes: carrocería y remolques.
- Agroganadera: maquinaria e implementos industriales, agrícolas, avícolas y ganaderos.
- Señalización y vialidad: soportes.
- Aparatos de gimnasia y fitness.
- Construcción: columnas.
- Estructuras: galpones y naves industriales, edificios, soporte de techos.



Designaciones	Área	Peso	Propiedades Estáticas			
			Momento de inercia	E_p $x-x = y-y$ Módulo de resistencia	Radio de giro	
B	e	A	P	I	W	i
mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm
20	1,40	0,99	0,78	0,56	0,56	0,75
	1,50	1,05	0,83	0,58	0,58	0,75
	1,80	1,23	0,96	0,66	0,66	0,73
	2,00	1,34	1,05	0,70	0,70	0,72
25	1,40	1,27	1,00	1,16	0,93	0,95
	1,50	1,35	1,06	1,22	0,97	0,95
	1,80	1,59	1,25	1,39	1,11	0,94
	2,00	1,74	1,36	1,49	1,19	0,93
30	1,40	1,55	1,22	2,08	1,39	1,16
	1,50	1,65	1,30	2,20	1,47	1,15
	1,80	1,95	1,53	2,53	1,68	1,14
	2,00	2,14	1,68	2,73	1,82	1,13
40	1,40	2,11	1,66	5,18	2,59	1,57
	1,50	2,25	1,77	5,49	2,75	1,56
	1,80	2,67	2,09	6,39	3,19	1,55
	2,00	2,94	2,31	6,95	3,47	1,54
	2,50	3,59	2,82	8,23	4,12	1,51
	3,00	4,21	3,30	9,36	4,68	1,49
	4,00	5,35	4,20	11,18	5,59	1,45
50	1,40	2,87	2,10	10,42	4,17	1,97
	1,50	2,85	2,24	11,07	4,43	1,97
	1,80	3,39	2,66	12,95	5,18	1,96
	2,00	3,74	2,93	14,15	5,66	1,95
	2,50	4,59	3,60	16,96	6,78	1,92
	3,00	5,41	4,25	19,50	7,80	1,90
	4,00	6,95	5,45	23,84	9,54	1,85
60	1,50	3,45	2,71	19,52	6,51	2,38
	1,80	4,11	3,22	22,95	7,65	2,36
	2,00	4,54	3,56	25,15	8,38	2,35
	2,50	5,59	4,39	30,36	10,12	2,33
	3,00	6,61	5,19	35,17	11,72	2,31
	4,00	8,55	6,71	43,65	14,55	2,26
70	1,50	4,05	3,18	31,46	8,99	2,79
	1,80	4,83	3,79	37,09	10,60	2,77
	2,00	5,34	4,19	40,73	11,64	2,76
	2,50	6,59	5,17	49,43	14,12	2,74
	3,00	7,81	6,13	57,56	16,45	2,72
	4,00	10,15	7,97	72,22	20,64	2,67
75	1,50	4,35	3,42	38,92	10,38	2,99
	1,80	5,19	4,07	45,95	12,25	2,98
	2,00	5,74	4,50	50,50	13,47	2,97
	2,50	7,09	5,56	61,40	16,37	2,94
	3,00	8,41	6,60	71,65	19,11	2,92
	4,00	10,95	8,59	90,29	24,08	2,87
90	1,80	6,27	4,92	60,71	17,94	3,59
	2,00	6,94	5,45	68,67	19,75	3,58
	2,50	8,59	6,74	108,57	24,13	3,56
	3,00	10,21	8,01	127,32	28,29	3,53
	4,00	13,35	10,48	162,02	36,01	3,48
100	1,80	6,99	5,48	111,62	22,32	4,00
	2,00	7,74	6,07	123,01	24,60	3,99
	2,50	9,59	7,53	150,65	30,13	3,96
	3,00	11,41	8,96	177,08	35,42	3,94
	4,00	14,95	11,73	226,46	45,29	3,89
	5,00	18,36	14,41	271,36	54,27	3,84
	6,00	21,63	16,98	312,00	62,40	3,80
125	3,00	14,41	11,31	354,53	56,73	4,96
	4,00	18,95	14,87	457,33	73,17	4,91
	5,00	23,36	18,33	552,87	88,46	4,87
	6,00	27,63	21,69	641,41	102,63	4,82
135	3,00	15,61	12,25	449,88	66,65	5,37
	4,00	20,55	16,13	581,80	86,19	5,32
	5,00	25,36	19,90	705,16	104,47	5,27
	6,00	30,03	23,58	820,25	121,52	5,23
150	3,00	17,41	13,87	622,76	83,03	5,98
	4,00	22,95	18,01	807,92	107,72	5,93
	5,00	28,36	22,26	982,37	130,98	5,89
	6,00	33,63	26,40	1146,43	152,86	5,84

Tubería Estructural Redonda



Largo Normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro o Galvanizado
Norma de Calidad:
JIS G 3132, ASTM A 36 y ASTM
A572 Gr 50
Norma de Fabricación:
ASTM A 500/ NTE INEN 2415
Espesores:
Desde 1,40 a 6,00 mm
Observaciones:
Otras dimensiones y largos,
previa consulta

Aplicaciones

- Automotriz y de autopartes: carrocería, guardachoques, tubos de escape, remolques y rodados.
- Agroganadera: maquinaria e implementos agrícolas, avícolas y ganaderos.
- Señalización y vialidad: alumbrado, soportes para señalética.
- Aparatos de gimnasia y fitness.
- Construcción: rejas, portones, columnas, andamios.
- Estructuras: portantes, galpones, invernaderos y naves industriales.

Beneficios

- Duradero: Al construir con acero, asegura que su producto tenga una vida útil, superior a los materiales de construcción convencionales.
- Económico: Se optimiza el uso del material produciéndose ahorro en obras, por facilidad y rapidez de uso y armado ahorra en tiempo y personal.
- Ecológico: Con el uso de acero, se minimiza la utilización de madera y su desecho, por lo que contribuye al medio ambiente.

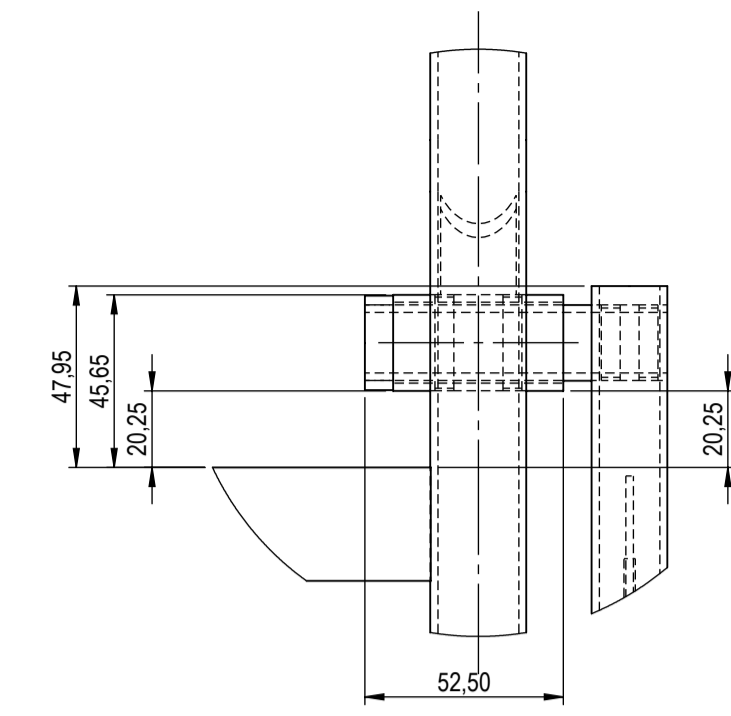
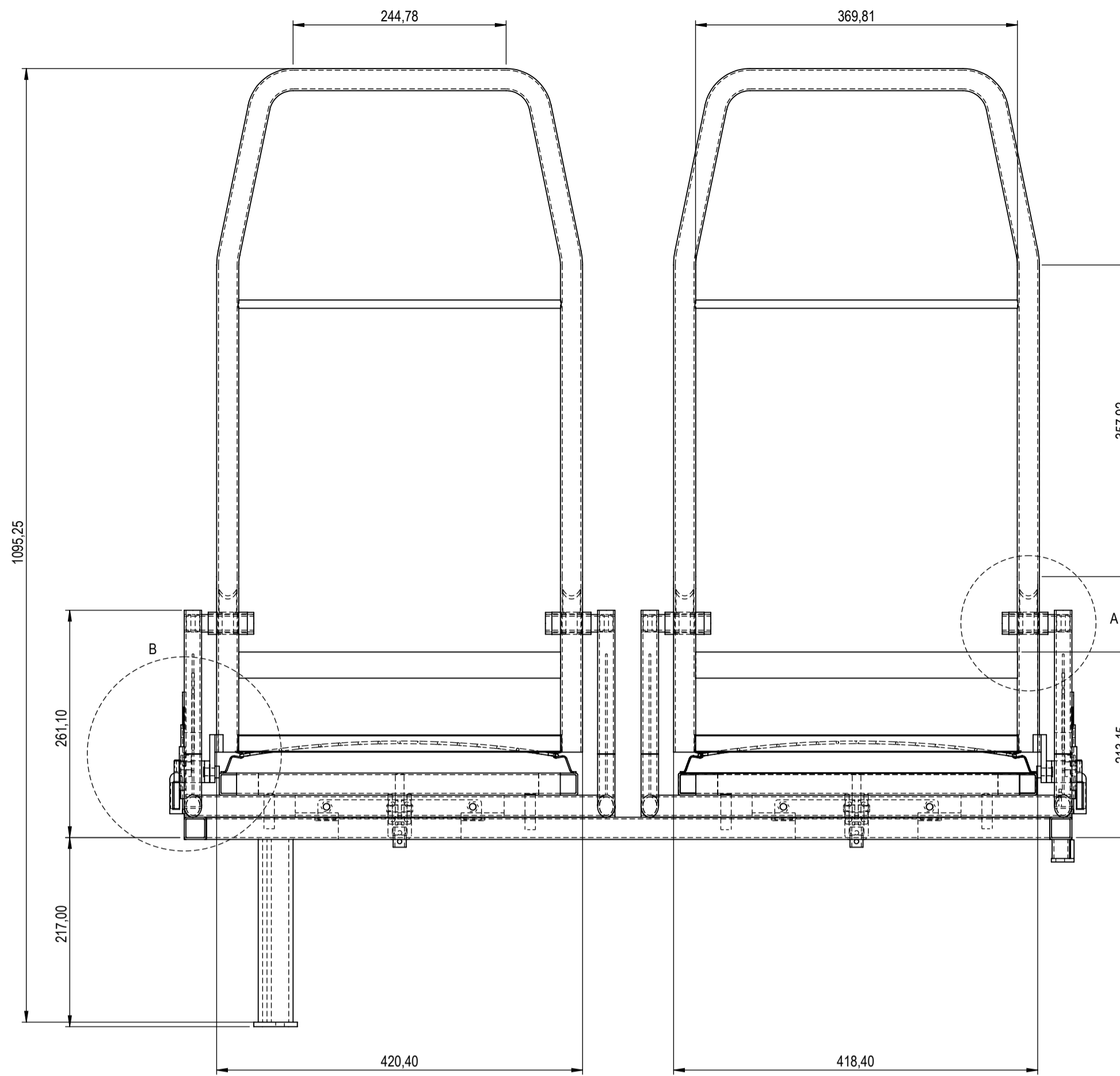
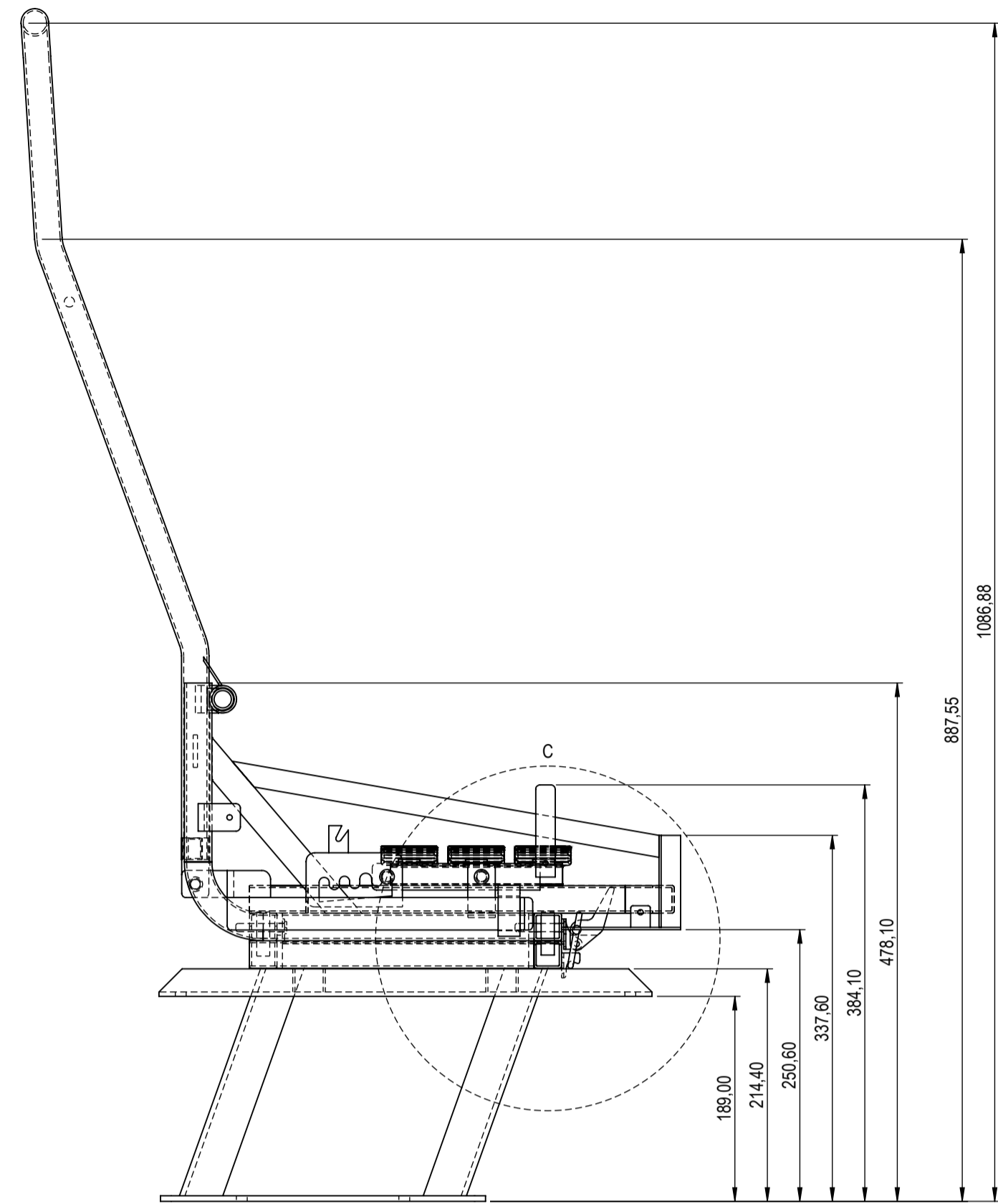
Designaciones		Espesor	Área	Peso	Propiedades Estáticas		
Diámetro Exterior	D				e	Momento de Inercia	Flexión (Mod. E de resistencia)
			A	P	I	W	i
			cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm
3/4	19,10	1,40	0,78	0,61	0,30	0,32	0,63
		1,50	0,83	0,65	0,32	0,34	0,62
		1,80	0,98	0,77	0,37	0,39	0,61
7/8	22,20	2,00	1,07	0,84	0,39	0,41	0,61
		1,40	0,92	0,72	0,50	0,45	0,74
		1,50	0,98	0,77	0,53	0,47	0,73
1	25,40	1,80	1,16	0,91	0,61	0,55	0,72
		2,00	1,27	1,00	0,66	0,59	0,72
		1,40	1,06	0,83	0,76	0,60	0,85
1 1/4	31,80	1,50	1,13	0,88	0,81	0,64	0,85
		1,80	1,33	1,05	0,93	0,74	0,84
		2,00	1,47	1,15	1,01	0,80	0,83
1 1/2	38,10	1,40	1,33	1,05	1,54	0,97	1,07
		1,50	1,43	1,12	1,63	1,03	1,07
		1,80	1,69	1,33	1,91	1,20	1,06
1 3/4	44,50	2,00	1,87	1,47	2,08	1,31	1,05
		1,40	1,61	1,27	2,72	1,43	1,30
		1,50	1,72	1,35	2,89	1,52	1,30
1 7/8	47,60	1,80	2,05	1,61	3,39	1,78	1,28
		2,00	2,27	1,78	3,71	1,85	1,28
		1,40	1,89	1,49	4,39	1,98	1,52
2	50,80	1,50	2,02	1,59	4,67	2,10	1,52
		1,80	2,41	1,89	5,49	2,47	1,51
		2,00	2,67	2,09	6,02	2,71	1,50
2 3/8	60,30	1,40	2,03	1,60	5,44	2,28	1,64
		1,50	2,17	1,71	5,79	2,43	1,63
		1,80	2,59	2,03	6,81	2,86	1,62
2 1/2	63,50	2,00	2,87	2,25	7,47	3,14	1,61
		1,40	2,17	1,71	6,63	2,61	1,75
		1,50	2,32	1,82	7,06	2,78	1,74
3	76,20	1,80	2,77	2,18	8,33	3,28	1,73
		2,00	3,07	2,41	9,14	3,60	1,73
		3,00	4,51	3,54	12,92	5,09	1,69
4	101,60	4,00	5,88	4,62	16,22	6,39	1,66
		1,50	2,77	2,18	12,00	3,98	2,08
		1,80	3,31	2,60	14,18	4,70	2,07
5	127,00	2,00	3,66	2,88	15,60	5,17	2,06
		3,00	5,40	4,24	22,25	7,38	2,03
		4,00	7,08	5,56	28,21	9,36	2,00
6	152,40	1,50	2,92	2,29	14,05	4,42	2,19
		1,80	3,49	2,74	16,62	5,23	2,18
		2,00	3,86	3,03	18,25	5,78	2,18
6 5/8	168,30	3,00	5,70	4,48	26,15	8,24	2,14
		4,00	7,48	5,87	33,24	10,47	2,11
		1,50	3,52	2,76	24,56	6,45	2,64
8	203,20	1,80	4,21	3,30	29,13	7,65	2,63
		2,00	4,66	3,66	32,11	8,43	2,62
		3,00	6,90	5,42	46,29	12,15	2,59
10	254,00	4,00	9,07	7,12	59,30	15,56	2,56
		5,00	11,18	8,78	71,22	18,69	2,52
		2,00	6,26	4,91	77,63	15,28	3,52
12	304,80	3,00	9,29	7,29	113,04	22,25	3,49
		4,00	12,26	9,63	146,28	28,80	3,45
		5,00	15,17	11,91	177,47	34,93	3,42
14	355,60	6,00	18,02	14,15	206,68	40,68	3,39
		3,00	11,69	9,17	224,75	35,39	4,39
		4,00	15,46	12,13	292,61	46,08	4,35
16	406,40	5,00	19,16	15,04	357,14	56,24	4,32
		6,00	22,81	17,90	418,44	65,90	4,28
		3,00	14,05	11,05	393,01	51,58	5,28
18	457,20	4,00	18,65	14,64	513,73	67,42	5,25
		5,00	23,15	18,18	629,54	82,62	5,21
		6,00	27,60	21,66	740,57	97,19	5,18
20	508,00	3,00	15,58	12,23	632,28	83,25	5,85
		4,00	20,65	16,21	697,09	82,84	5,81
		5,00	25,65	20,14	855,85	101,70	5,78
24	609,60	6,00	30,59	24,02	1008,69	119,87	5,74

Anexo 6. Tabla del índice de masa corporal de una persona según su altura.

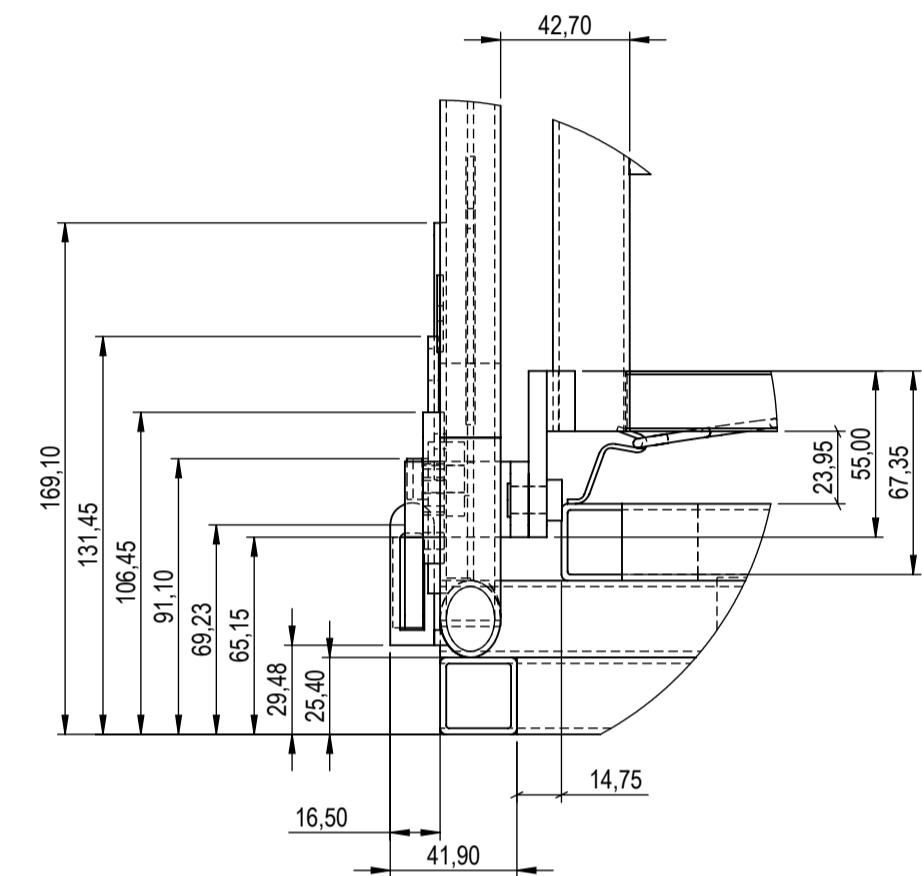
Categoría de peso (IMC)	Normal* (18,5-24)	Sobrepeso (25-29)	Obeso: clase I (30-34)	Obeso: clase II (35-39)	Obeso: clase III (≥ 40)
Estatura	Peso corporal				
60-61 pulg. (152-155 cm)	97-127 lb (44-58 kg)	128-153 lb (58-69 kg)	153-180 lb (69-82 kg)	179-206 lb (81-93 kg)	> 206 lb (> 93 kg)
62-63 pulg. (157-160 cm)	104-135 lb (47-61 kg)	136-163 lb (62-74 kg)	164-191 lb (74-87 kg)	191-220 lb (87-100 kg)	> 220 lb (> 100 kg)
64-65 pulg. (162-165 cm)	110-144 lb (50-65 kg)	145-174 lb (66-79 kg)	174-204 lb (79-93 kg)	204-234 lb (93-106 kg)	> 234 lb (> 106 kg)
66-67 pulg. (168-170 cm)	118-153 lb (54-69 kg)	155-185 lb (70-84 kg)	186-217 lb (84-98 kg)	216-249 lb (98-113 kg)	> 249 lb (> 113 kg)
68-69 pulg. (173-175 cm)	125-162 lb (57-74 kg)	164-196 lb (74-89 kg)	197-230 lb (89-104 kg)	230-263 lb (104-119 kg)	> 263 lb (> 119 kg)
70-71 pulg. (178-180 cm)	132-172 lb (60-78 kg)	174-208 lb (79-94 kg)	209-243 lb (95-110 kg)	243-279 lb (110-127 kg)	> 279 lb (> 127 kg)
72-73 pulg. (183-185 cm)	140-182 lb (64-83 kg)	184-219 lb (84-99 kg)	221-257 lb (100-117 kg)	258-295 lb (117-134 kg)	> 295 lb (> 134 kg)
74-75 pulg. (188-190 cm)	148-192 lb (67-87 kg)	194-232 lb (88-105 kg)	233-272 lb (106-123 kg)	272-311 lb (123-141 kg)	> 311 lb (> 141 kg)
76 pulg. (193 cm)	156-197 lb (71-89 kg)	205-238 lb (93-108 kg)	112 a 127 kg	287-320 lb (130-145 kg)	> 320 lb (> 145 kg)

*Los IMC inferiores a aquellos estimados como normales se consideran bajo peso.

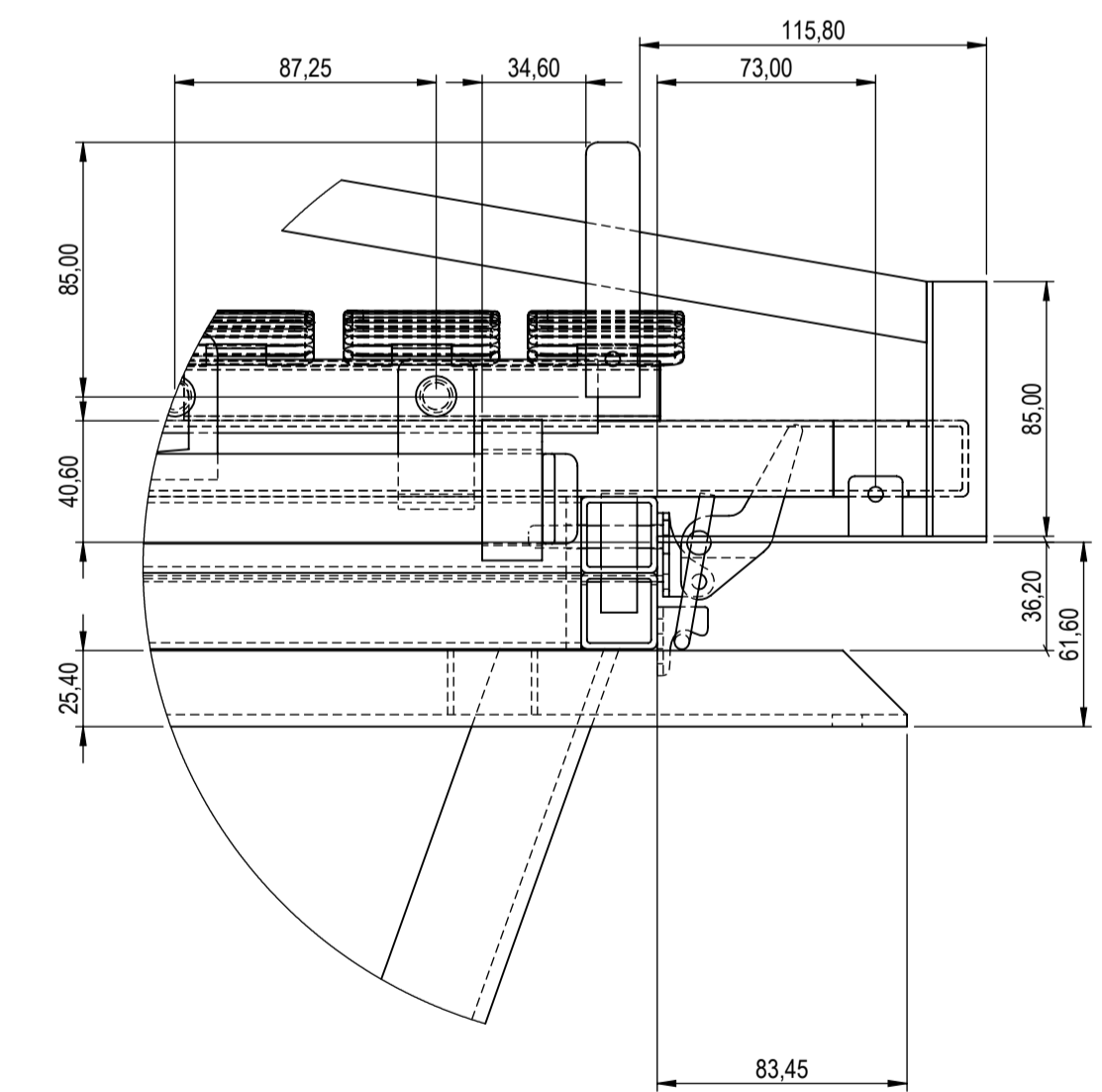
Anexo 7. Planos de construcción.



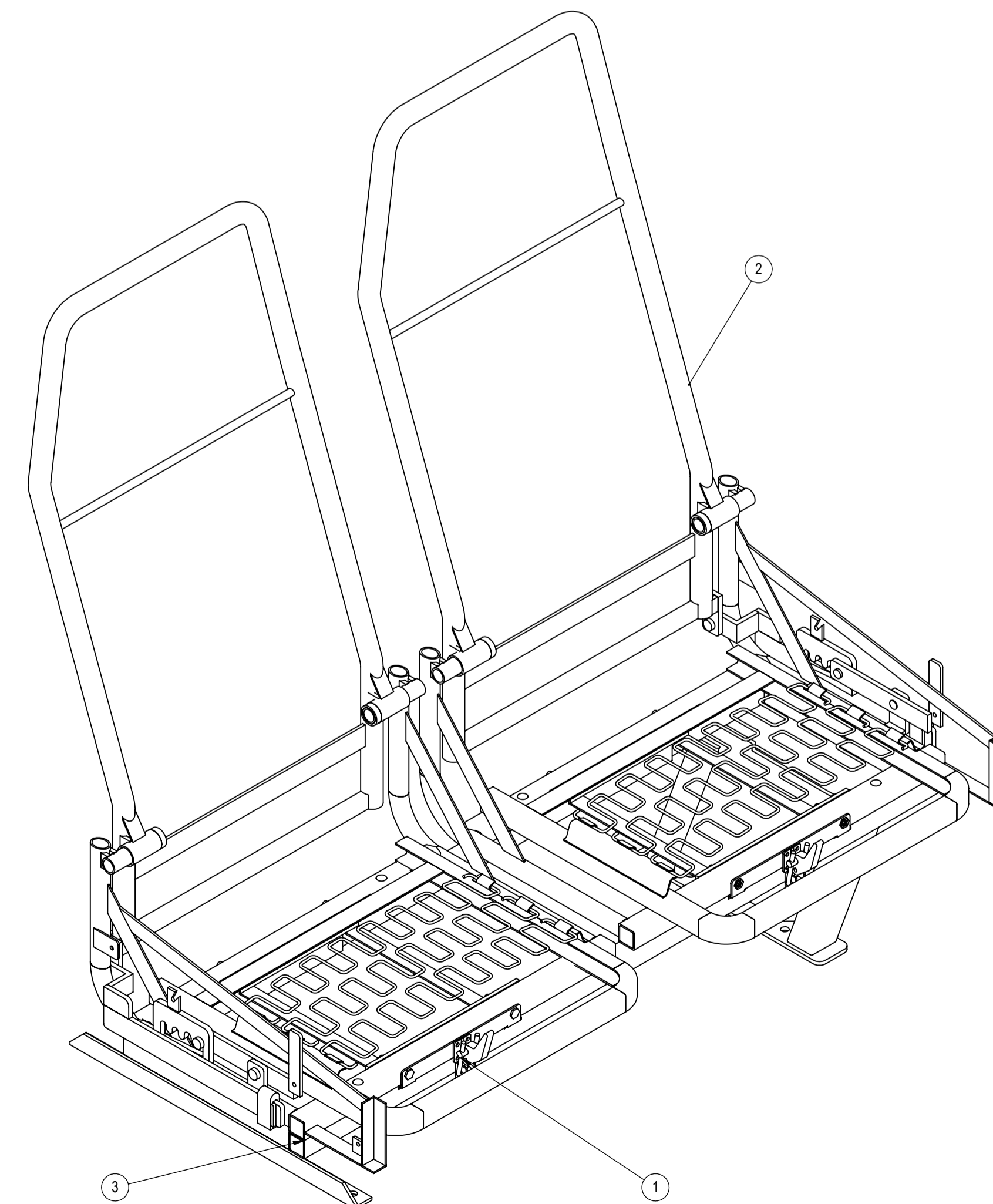
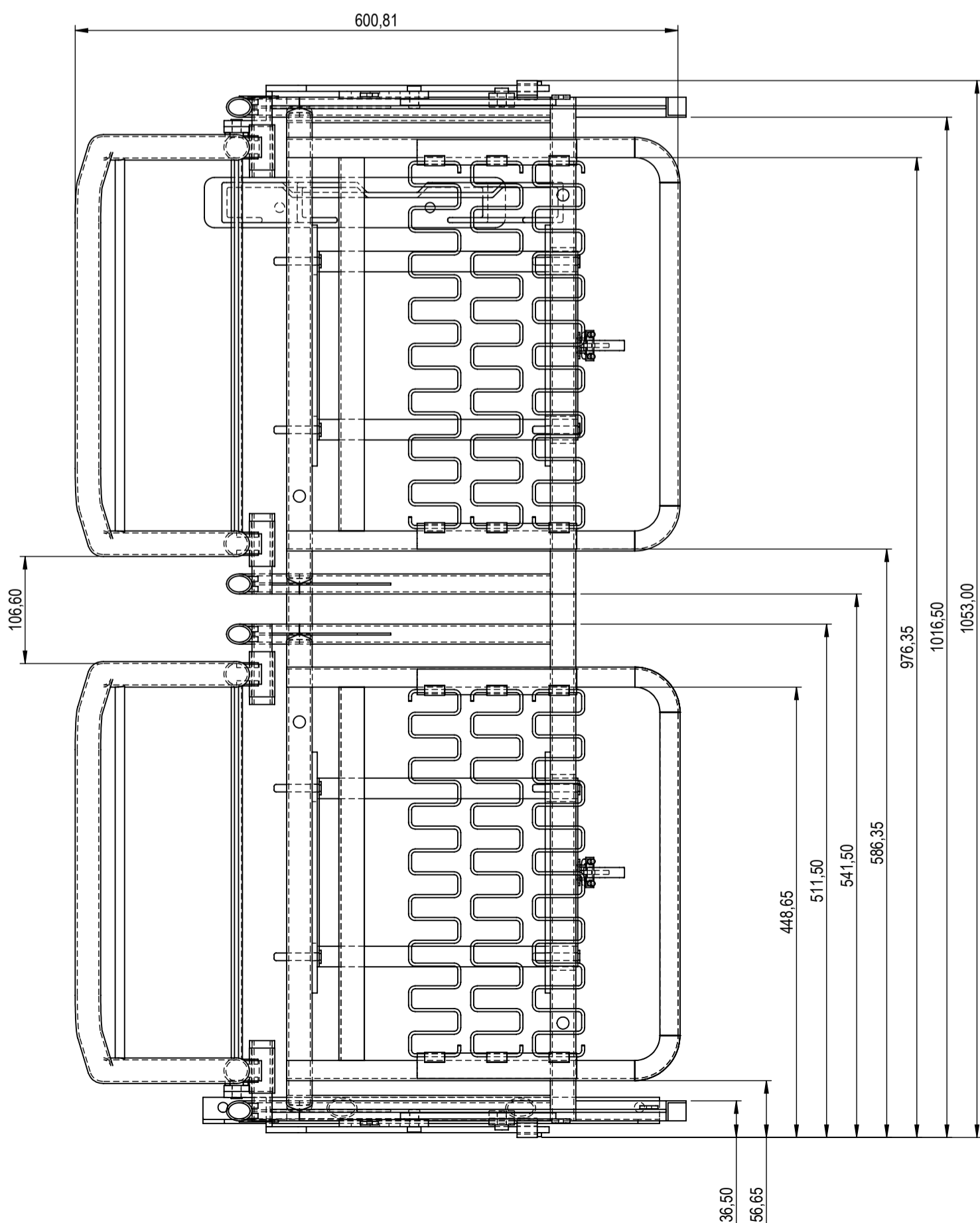
DETALLE A
ESCALA 1:2



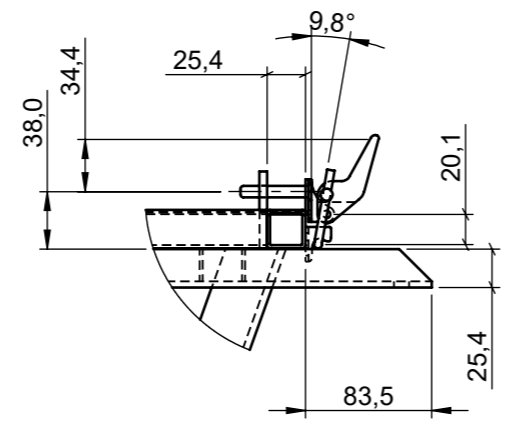
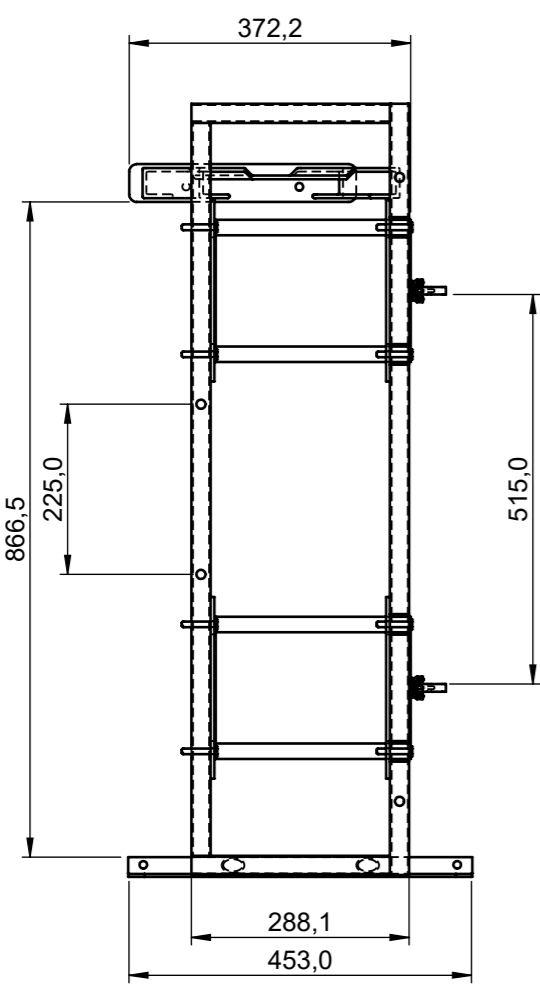
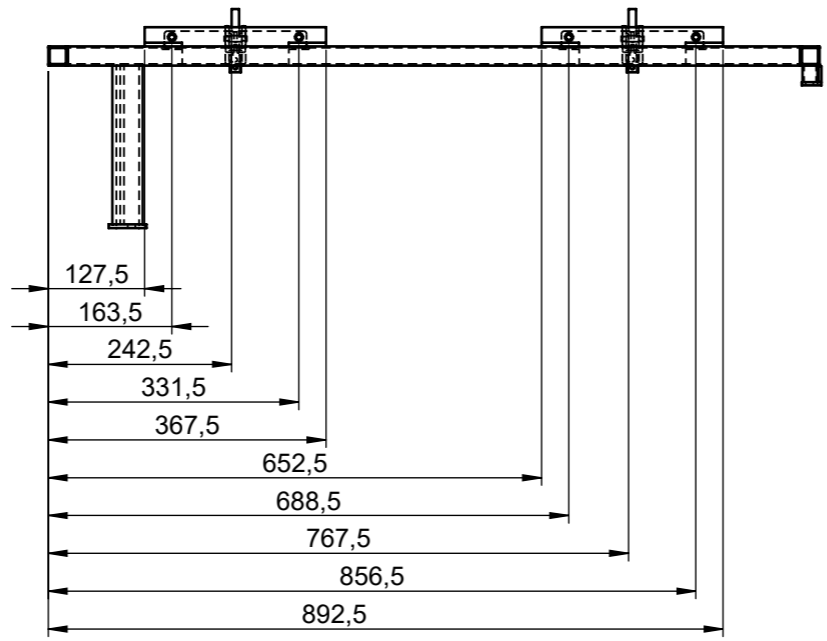
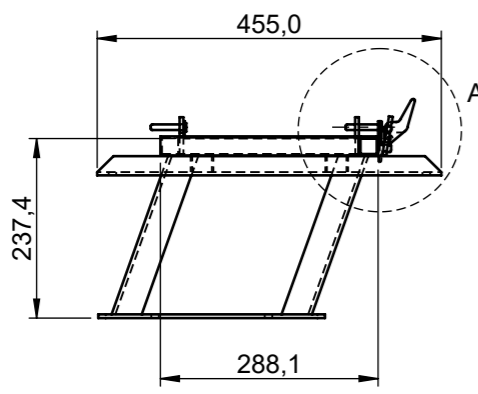
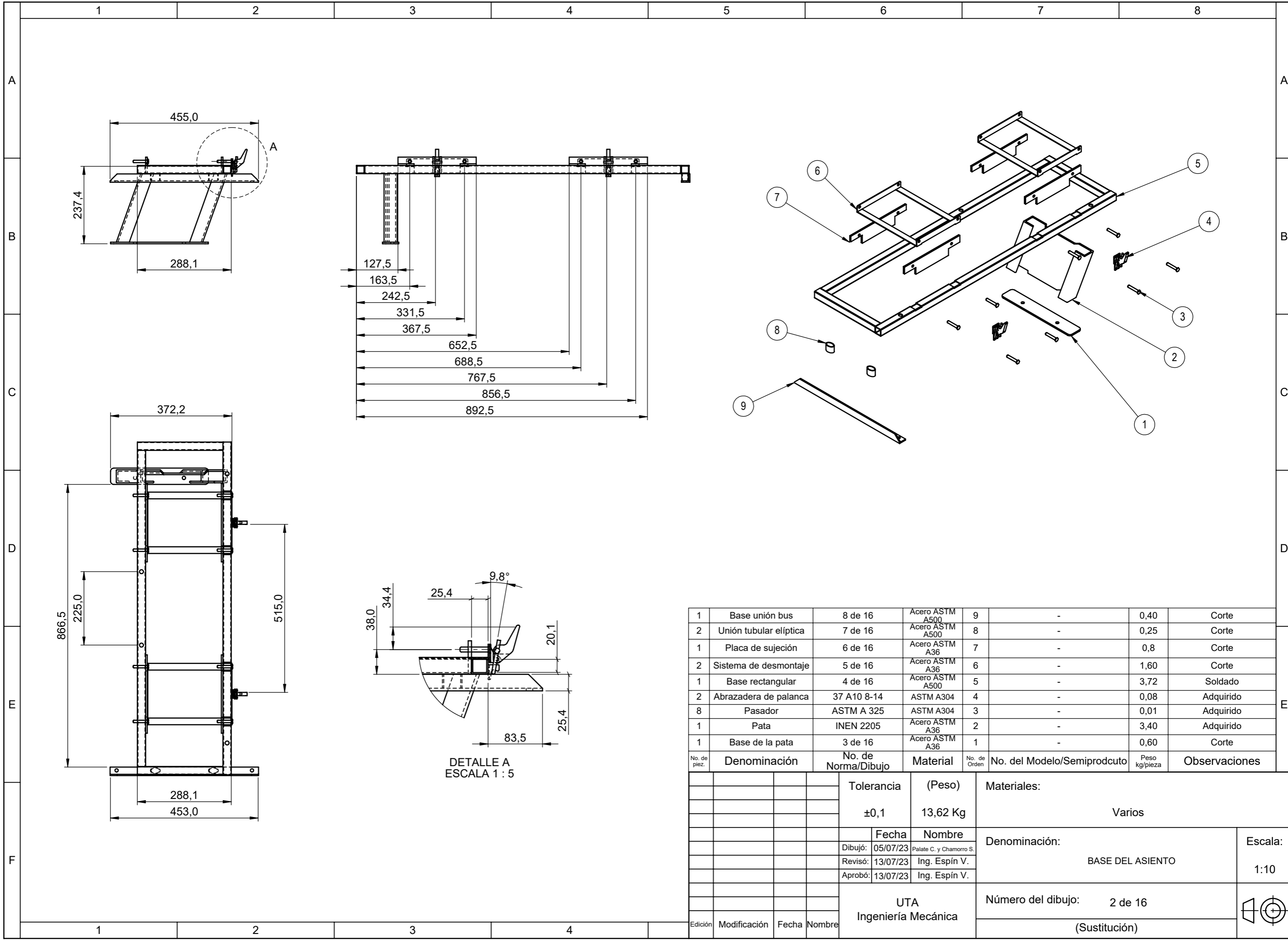
DETALLE B
ESCALA 2:5



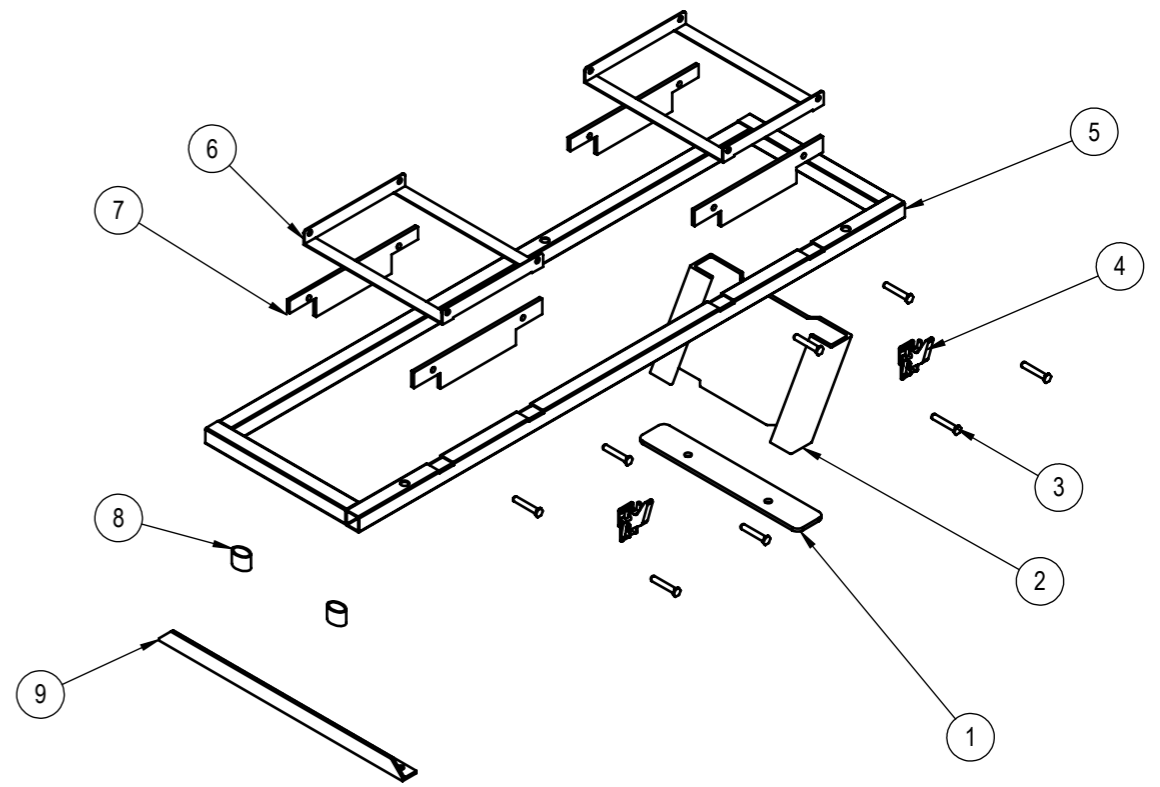
DETALLE C
ESCALA 2:5



2	SISTEMA DE DESMONTAJE	5 de 16	Varios	3	8921.04	Construido	
2	ASIENTO	9 de 16	Varios	2	8913.06	Construido	
1	BASE DE ASIENTO	2 de 16	Varios	1	9974.56	Construido	
No. de Pieza	Description	No. de Norma /dibujo.	Material	No. De ord en	Numero de modelo/semproducto	Peso g/serie	Observación
		Tolerancia ± 0.5	(Peso) 27.8 Kg	Materiales: Varios			
	Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:		
	Dibujó: 05/07/23	Fecha: 05/07/23	Sistema de Emergencia de Desmontaje para Asientos de Buses Interprovinciales		1:10		
	Revisó: 31/07/23	Ing. Espín V.					
	Aprobó: 31/07/23	Ing. Espín V.					
UTA Ingeniería Mecánica			Número del dibujo: 1 de 16				
			(Sustitución)				

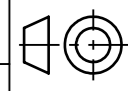


DETALLE A
ESCALA 1 : 5



No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de Orden	No. del Modelo/Semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones
1	Base unión bus	8 de 16	Acero ASTM A500	9	-	0,40	Corte
2	Unión tubular elíptica	7 de 16	Acero ASTM A500	8	-	0,25	Corte
1	Placa de sujeción	6 de 16	Acero ASTM A36	7	-	0,8	Corte
2	Sistema de desmontaje	5 de 16	Acero ASTM A36	6	-	1,60	Corte
1	Base rectangular	4 de 16	Acero ASTM A500	5	-	3,72	Soldado
2	Abrazadera de palanca	37 A10 8-14	ASTM A304	4	-	0,08	Adquirido
8	Pasador	ASTM A 325	ASTM A304	3	-	0,01	Adquirido
1	Pata	INEN 2205	Acero ASTM A36	2	-	3,40	Adquirido
1	Base de la pata	3 de 16	Acero ASTM A36	1	-	0,60	Corte

Tolerancia		(Peso)		Materiales:	
±0,1		13,62 Kg		Varios	
Fecha		Nombre		Denominación:	
Dibujó: 05/07/23		Palate C. y Chamorro S.		BASE DEL ASIENTO	
Revisó: 13/07/23		Ing. Espín V.		Escala:	
Aprobó: 13/07/23		Ing. Espín V.		1:10	
UTA Ingeniería Mecánica				Número del dibujo: 2 de 16	
				(Sustitución)	



1

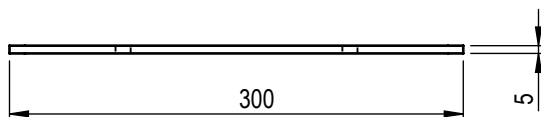
2

3

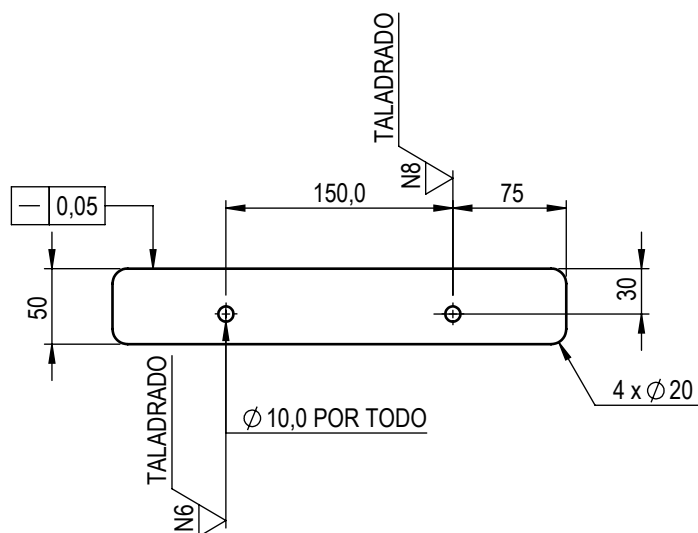
4

A

B



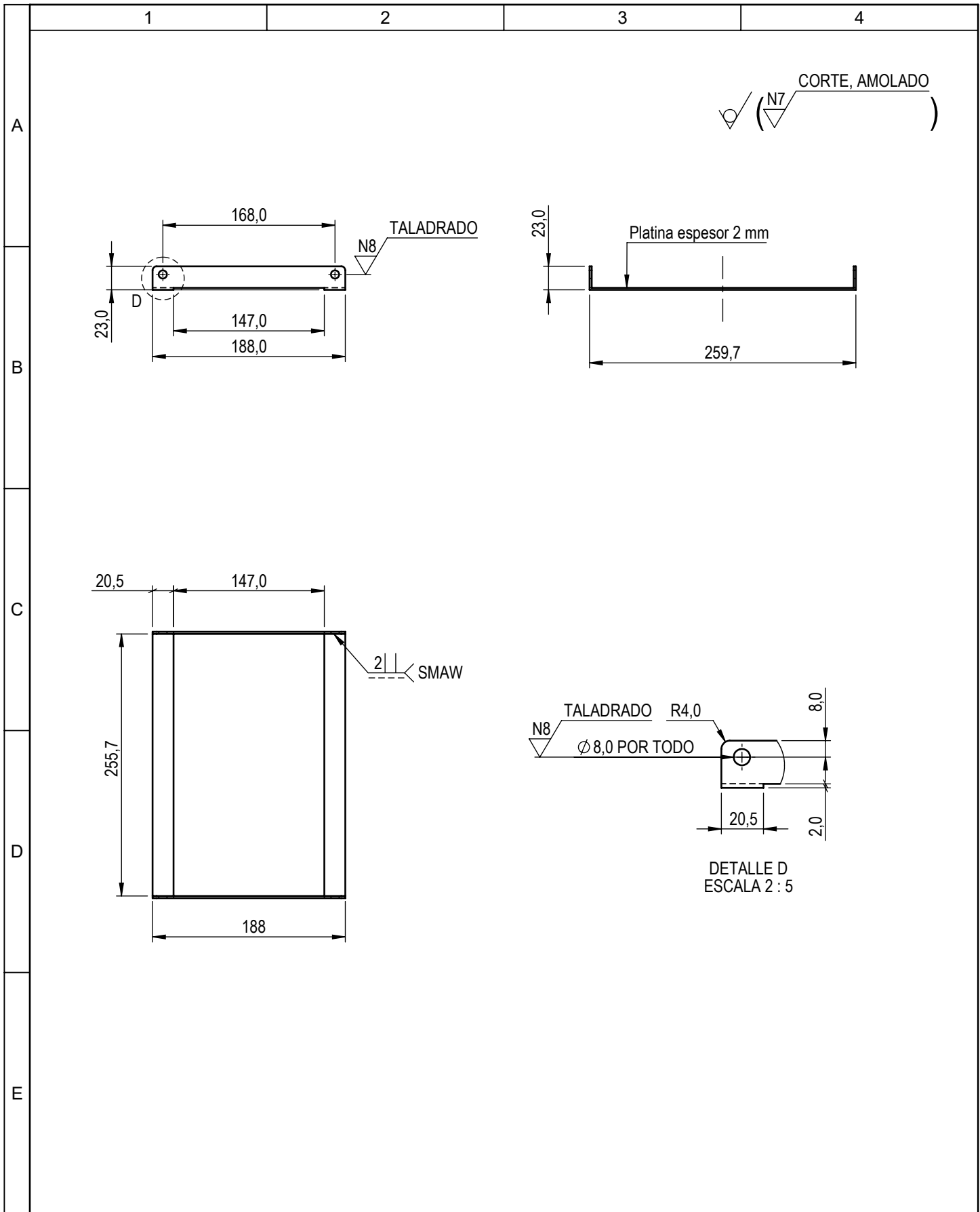
C



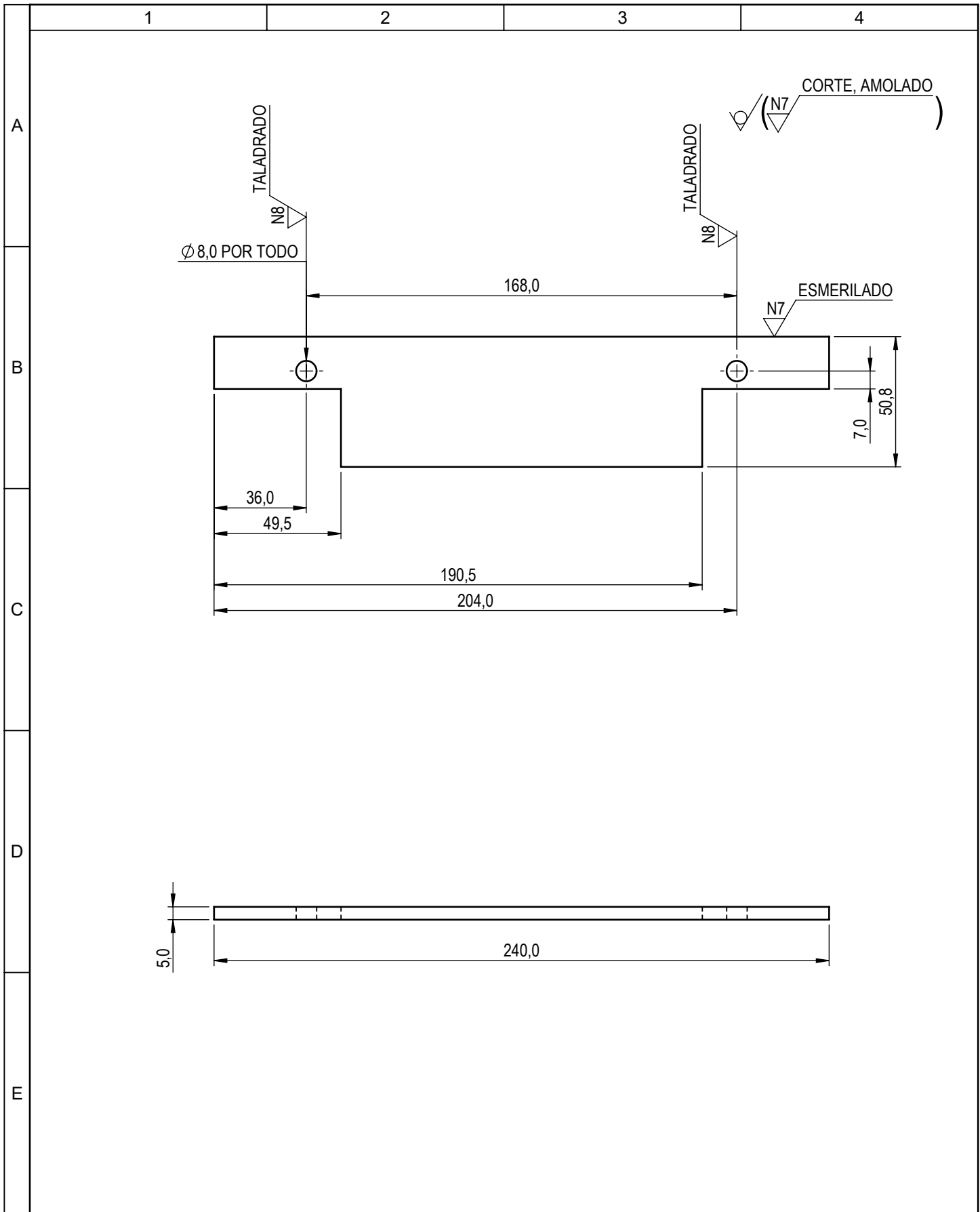
D

E

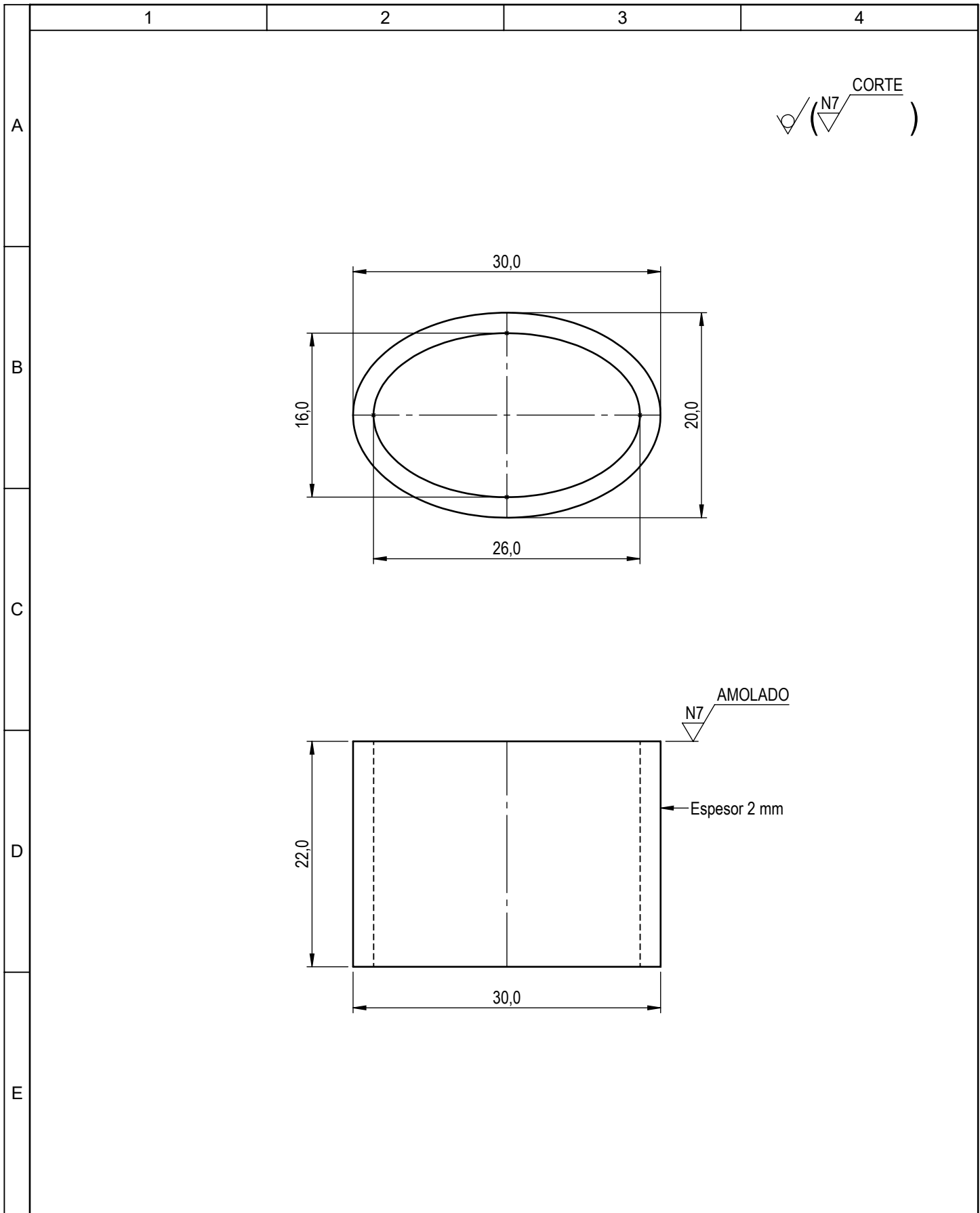
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0,6 Kg	Acero ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 05/07/23	Palate C. y Chamorro S.		
				Revisó: 13/07/23	Ing. Espín V.		
				Aprobó: 13/07/23	Ing. Espín V.	Número del dibujo: 3 de 16	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica			



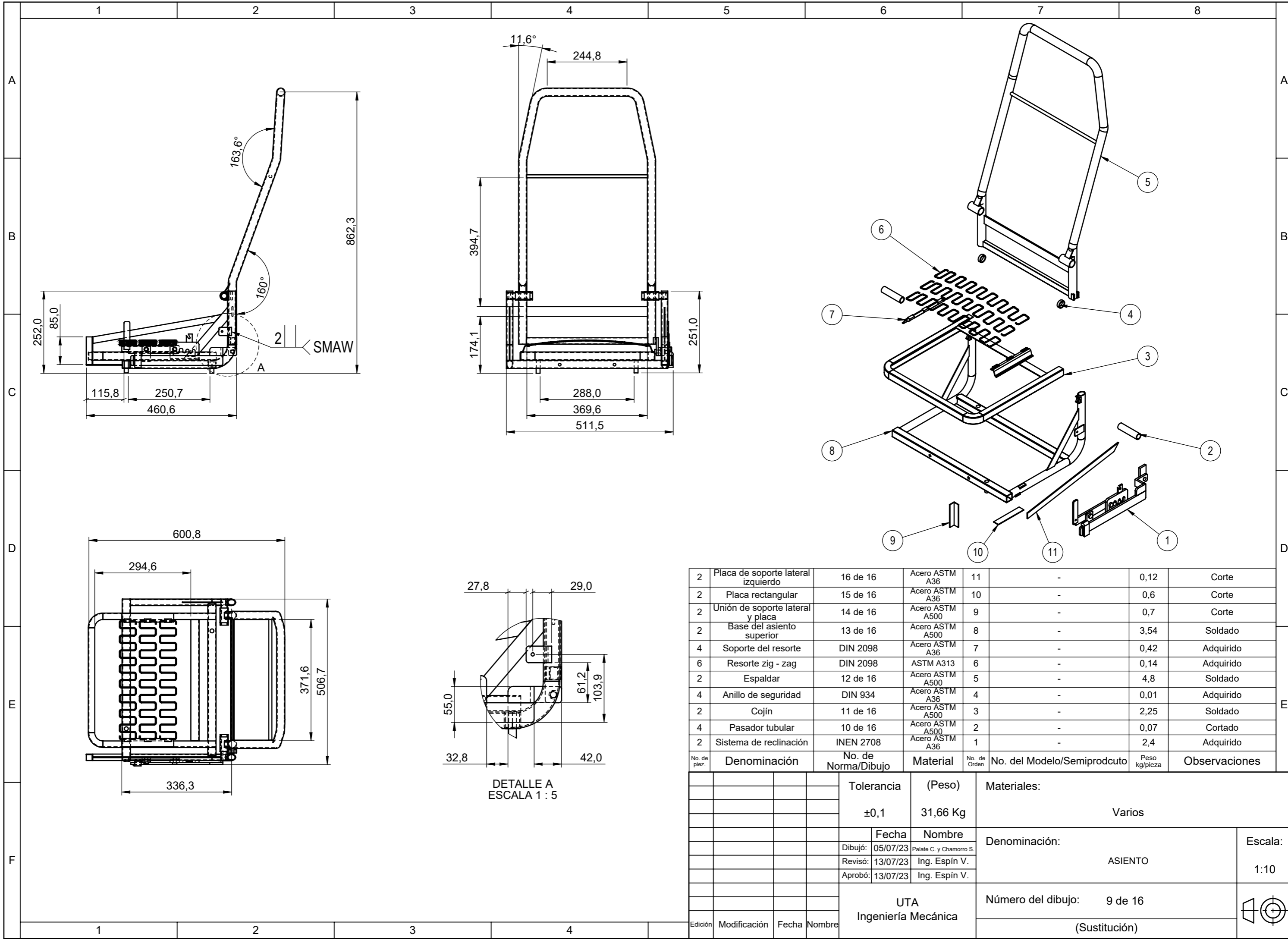
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	1,60 Kg	Acero ASTM A500	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	05/07/23	Palate C. y Chamorro S.		
			Revisó:	13/07/23	Ing. Espín V.		
				Aprobó:	13/07/23	Ing. Espín V.	1:5
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: 5 de 16	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0,8 Kg	Acero ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación: PLACA DE SUJECIÓN TRASERA	Escala: 1:2
			Dibujó:	05/07/23	Palate C. y Chamorro S.		
			Revisó:	13/07/23	Ing. Espín V.		
				Aprobó:	13/07/23	Ing. Espín V.	
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo:	6 de 16
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

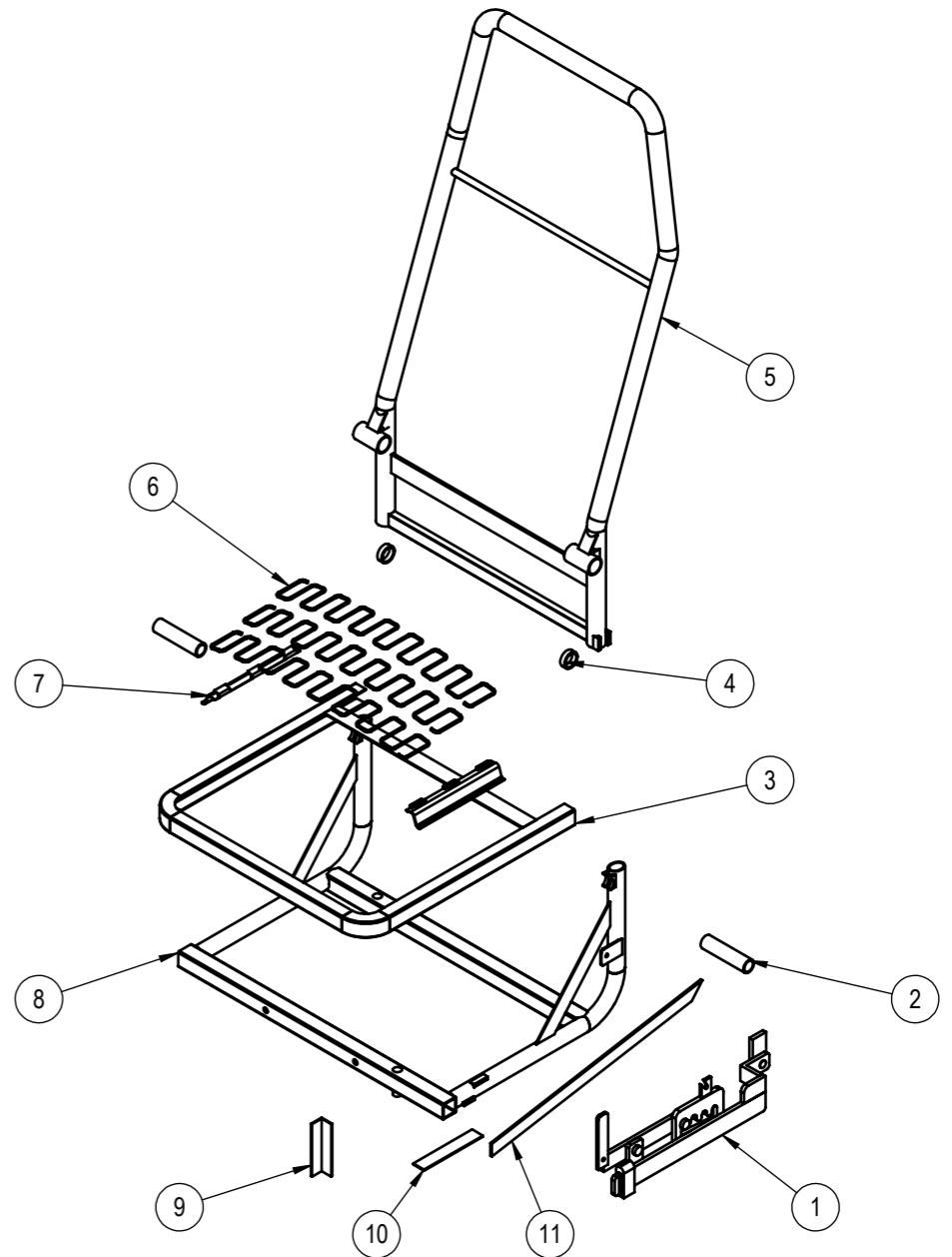
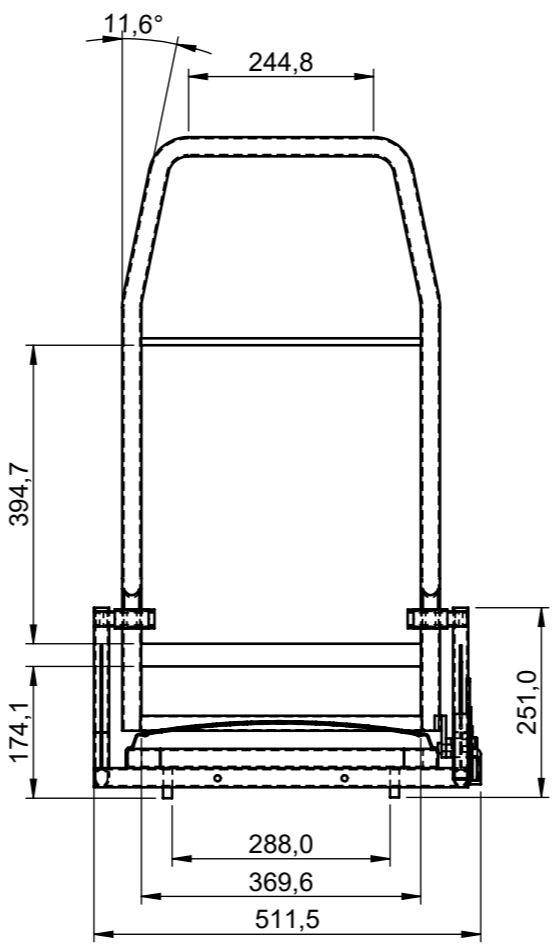
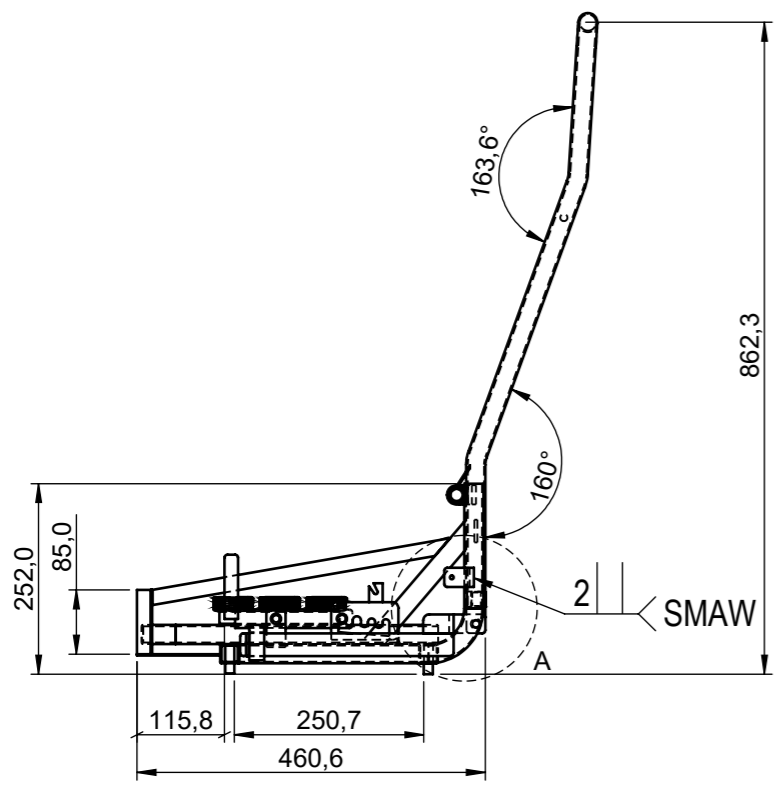
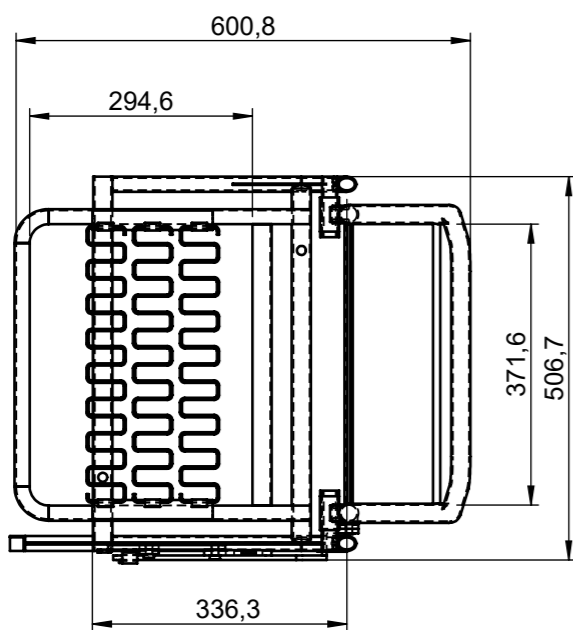
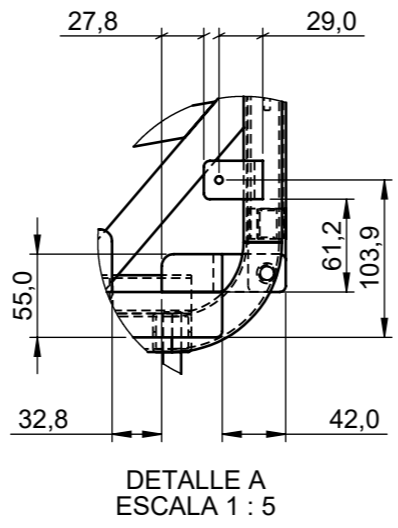


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,1	0,25 Kg	Acero ASTM A500			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
			Dibujó:	05/07/23	Palate C. y Chamorro S.			UNIÓN TUBULAR ELÍPTICO	2:1
			Revisó:	13/07/23	Ing. Espín V.				
			Aprobó:	13/07/23	Ing. Espín V.				
				UTA		Número del dibujo:			
				Ingeniería Mecánica		7 de 16			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)			



No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de Orden	No. del Modelo/Semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones
2	Placa de soporte lateral izquierdo	16 de 16	Acero ASTM A36	11	-	0,12	Corte
2	Placa rectangular	15 de 16	Acero ASTM A36	10	-	0,6	Corte
2	Unión de soporte lateral y placa	14 de 16	Acero ASTM A500	9	-	0,7	Corte
2	Base del asiento superior	13 de 16	Acero ASTM A500	8	-	3,54	Soldado
4	Soporte del resorte	DIN 2098	Acero ASTM A36	7	-	0,42	Adquirido
6	Resorte zig - zag	DIN 2098	ASTM A313	6	-	0,14	Adquirido
2	Espaldar	12 de 16	Acero ASTM A500	5	-	4,8	Soldado
4	Anillo de seguridad	DIN 934	Acero ASTM A36	4	-	0,01	Adquirido
2	Cojín	11 de 16	Acero ASTM A500	3	-	2,25	Soldado
4	Pasador tubular	10 de 16	Acero ASTM A500	2	-	0,07	Cortado
2	Sistema de reclinación	INEN 2708	Acero ASTM A36	1	-	2,4	Adquirido

Tolerancia		(Peso)		Materiales:	
±0,1		31,66 Kg		Varios	
Fecha		Nombre		Denominación:	Escala:
Dibujó: 05/07/23		Palate C. y Chamorro S.			
Revisó: 13/07/23		Ing. Espín V.			
Aprobó: 13/07/23		Ing. Espín V.		Número del dibujo: 9 de 16	Escala: 1:10
Edición		Modificación			
Fecha		Nombre		UTA Ingeniería Mecánica	



1

2

3

4

A

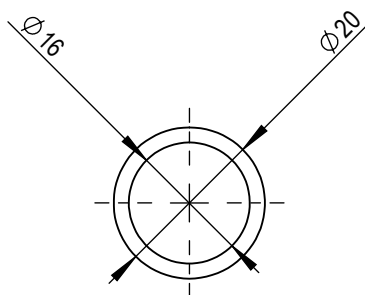
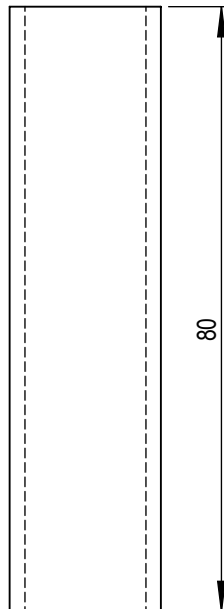
B

C

D

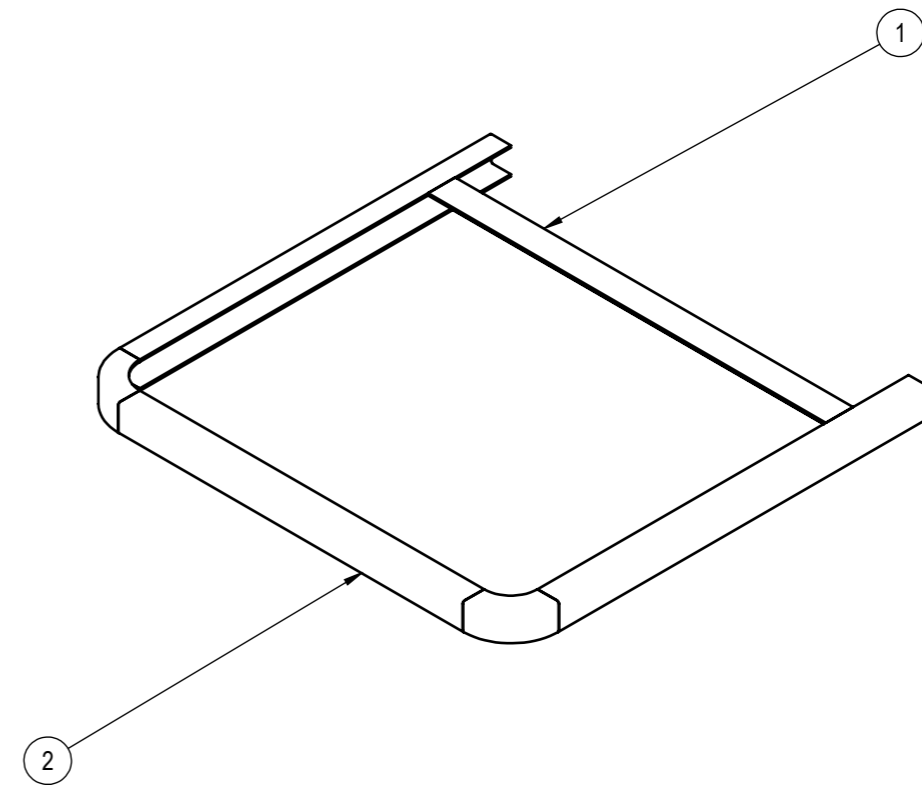
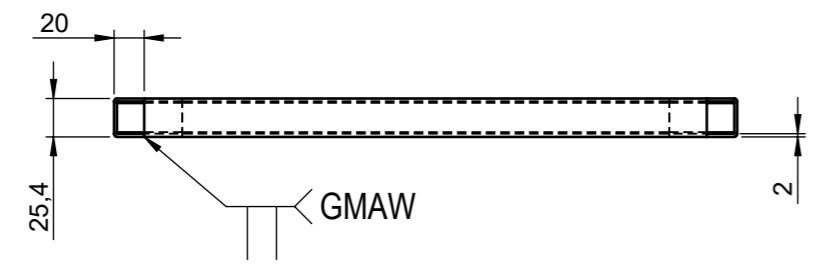
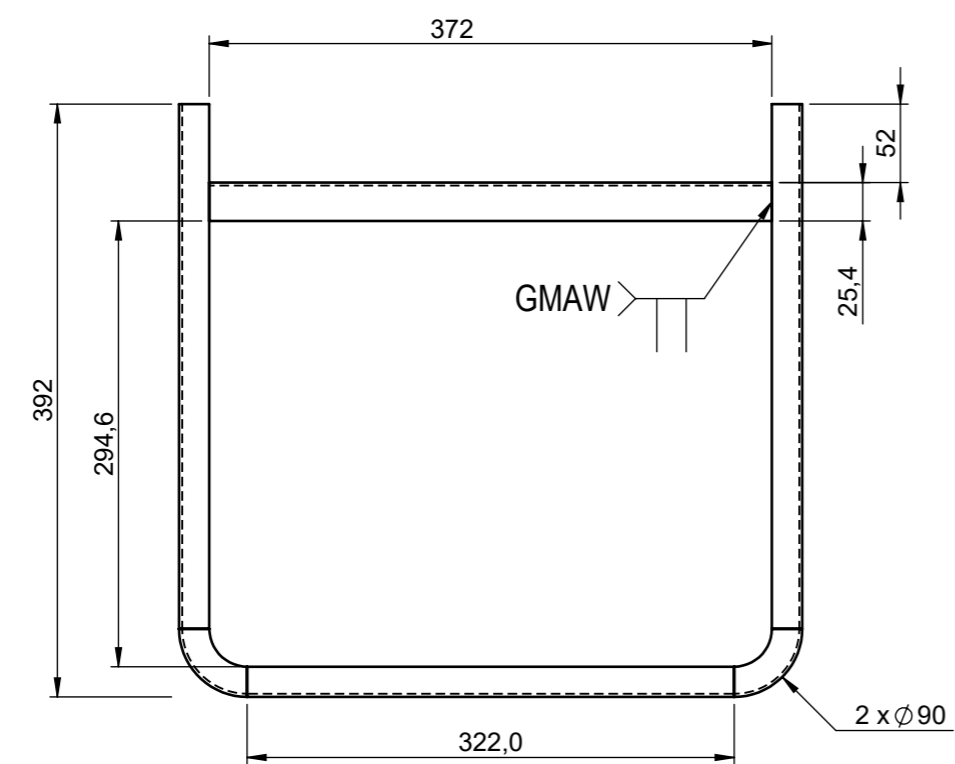
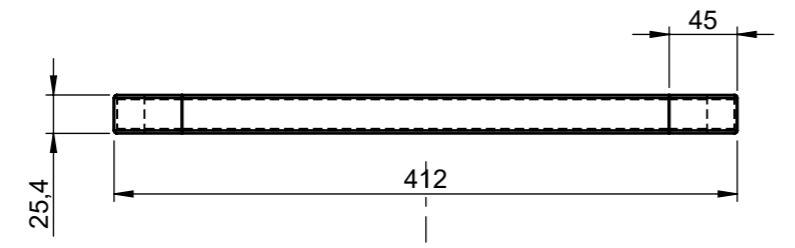
E

✓ (N7 AMOLADO)



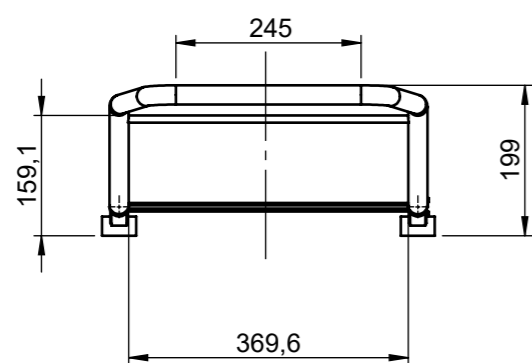
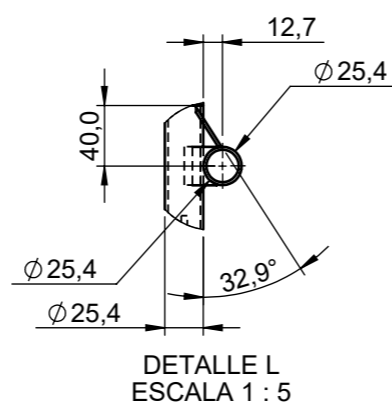
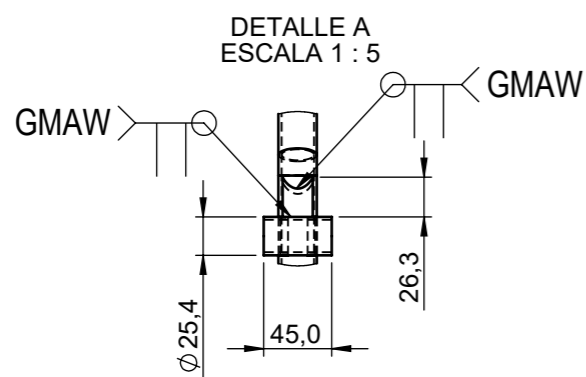
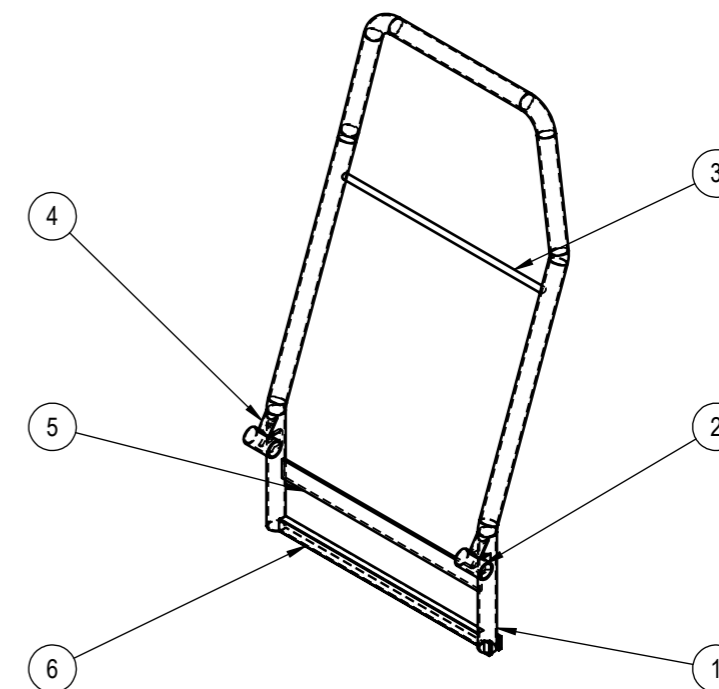
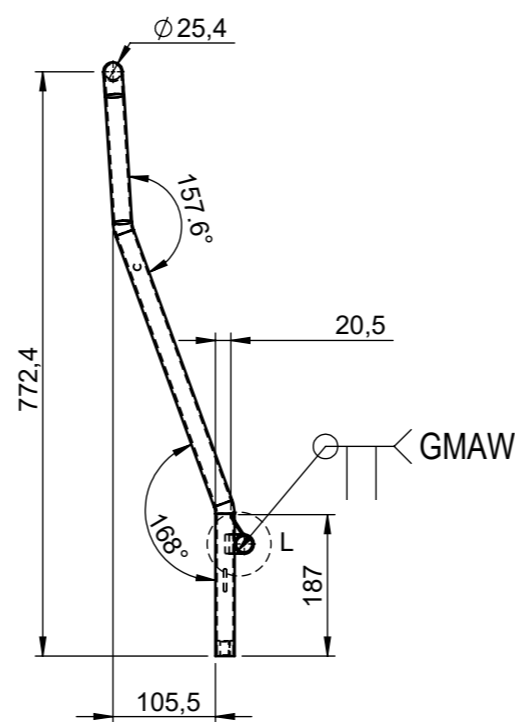
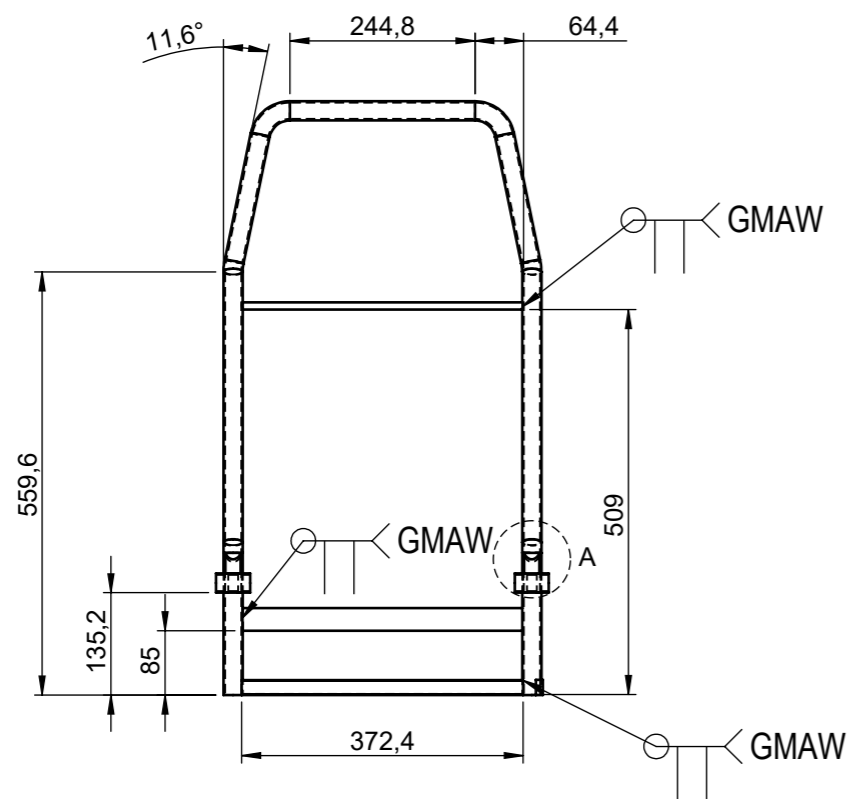
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0,07 Kg	Acero ASTM A500	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 05/07/23	Palate C. y Chamorro S.		
				Revisó: 13/07/23	Ing. Espín V.		
				Aprobó: 13/07/23	Ing. Espín V.	Número del dibujo: 10 de 16	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica			

✓ (N7) CORTE, AMOLADO



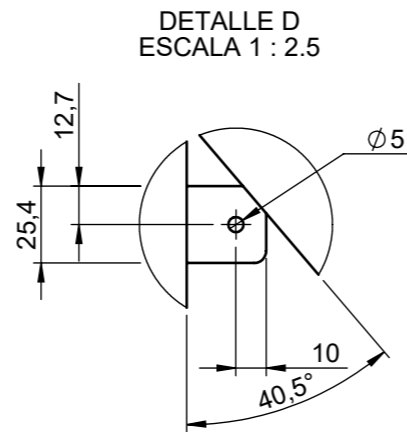
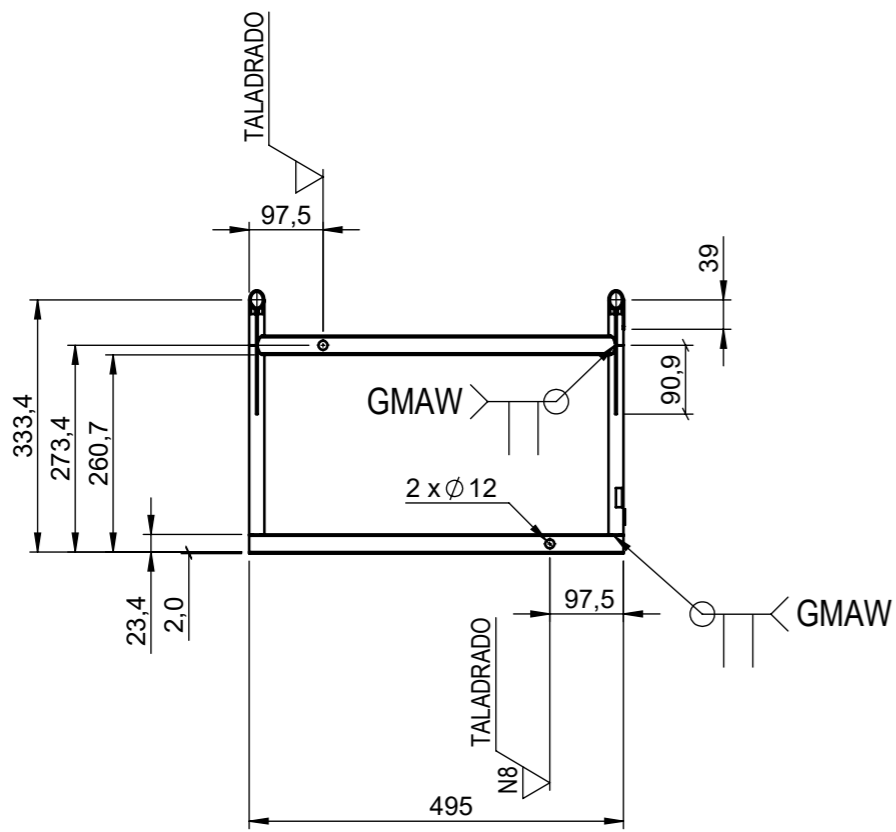
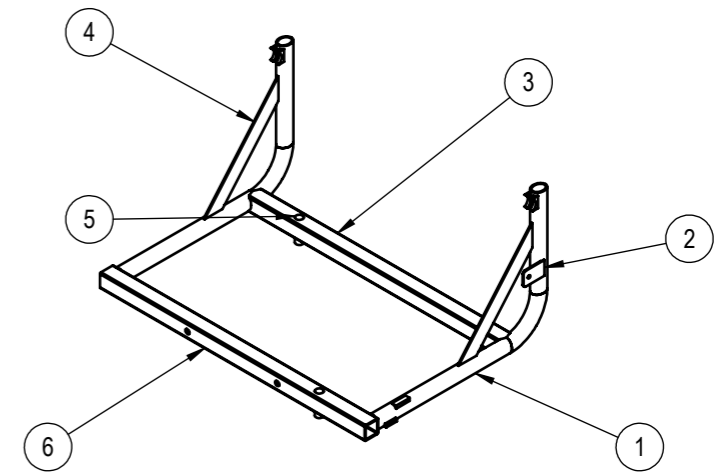
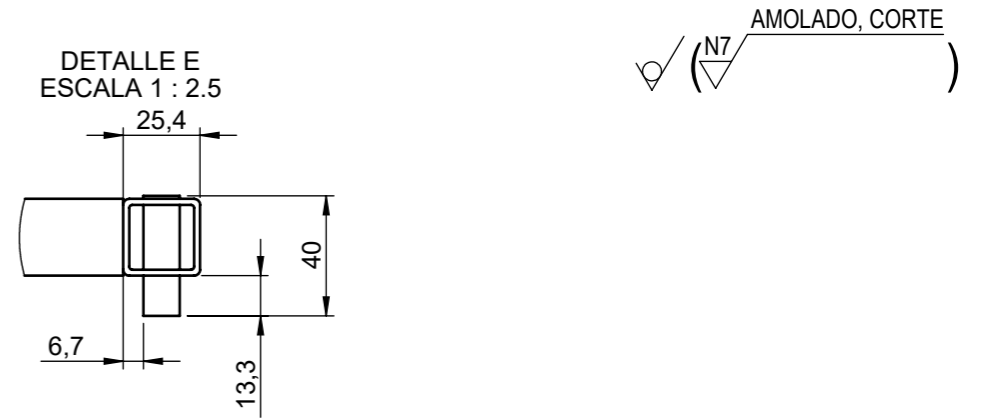
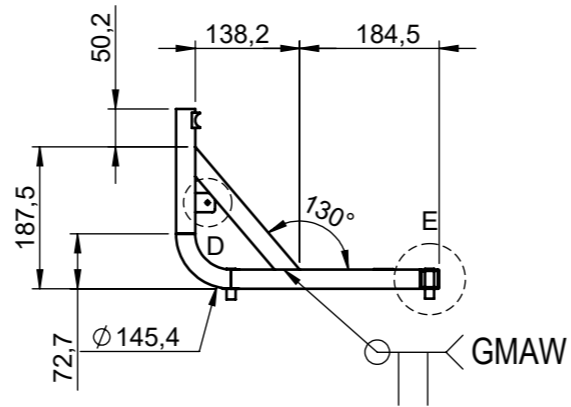
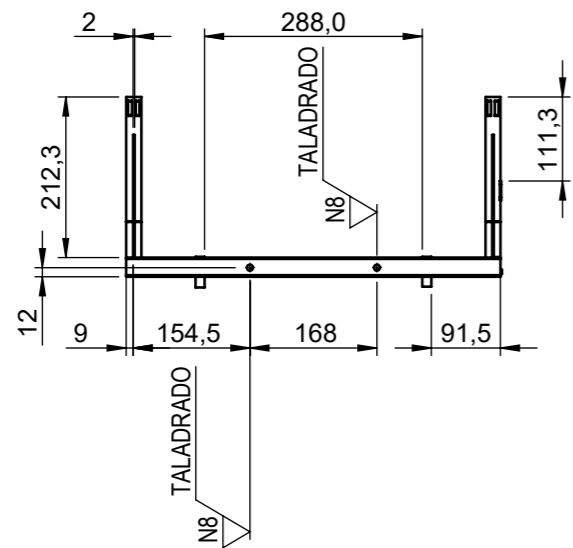
Nº de elemento				Cantidad	Descripción	Longitud
1				1	L 25,4X25,4X2 - ASTM A500	372
2				1	U 25,4X20X2 - ASTM A500	1156
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: Acero ASTM A500
				±0,1	2,25 Kg	
				Fecha	Nombre	Denominación: COJÍN
				Dibujó: 05/07/23	Palate C. y Chamorro S.	
				Revisó: 13/07/23	Ing. Espín V.	
				Aprobó: 13/07/23	Ing. Espín V.	Escala: 1:5
				UTA Ingeniería Mecánica		
Edición				Modificación	Fecha	Nombre
				Número del dibujo: 11 de 16		
				(Sustitución)		

COORTE, AMOLADO



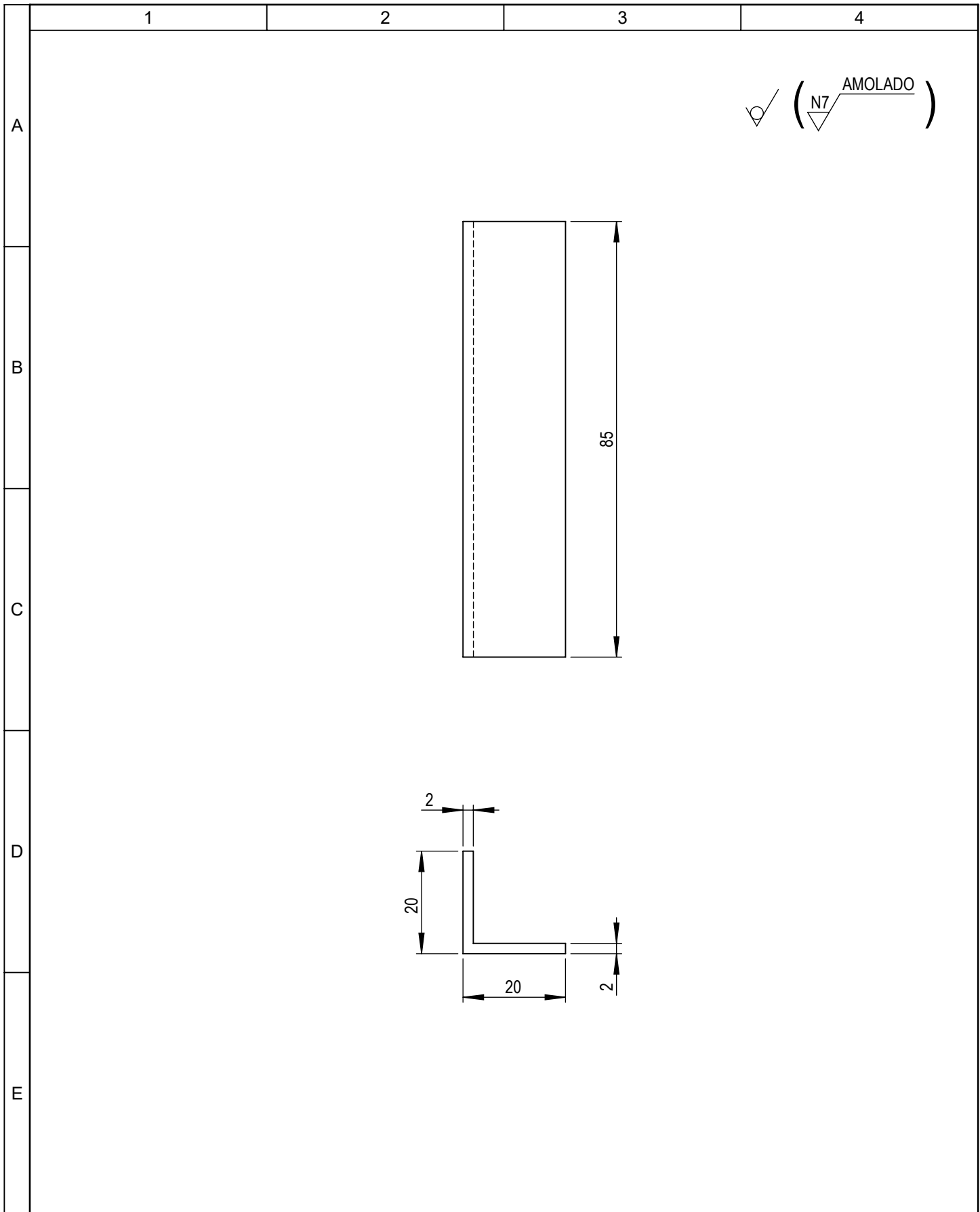
Nº de elemento	Cantidad	Descripción	Longitud
1	1	Tubo redondo 25,4X2 - ASTM A500	1930
2	2	Tubo redondo 25,4X2 - ASTM A500	45
3	1	Varilla lisa 8 - ASTM A36	372,4
4	2	Placa 20x2 - ASTM A36	36
5	1	Placa 30X4 - ASTM A36	372,4
6	1	U 20X10X1 - ASTM A500	372,4

Tolerancia		(Peso)	Materiales:			
±0,1		4,8 Kg	Acero ASTM A500 - Acero ASTM A36			
Fecha		Nombre	Denominación:	Escala:		
Dibujó:	05/07/23	Palate C. y Chamorro S.			ESPALDAR	1:10
Revisó:	13/07/23	Ing. Espín V.				
Aprobó:	13/07/23	Ing. Espín V.	Número del dibujo:	12 de 16		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica		
				(Sustitución)		

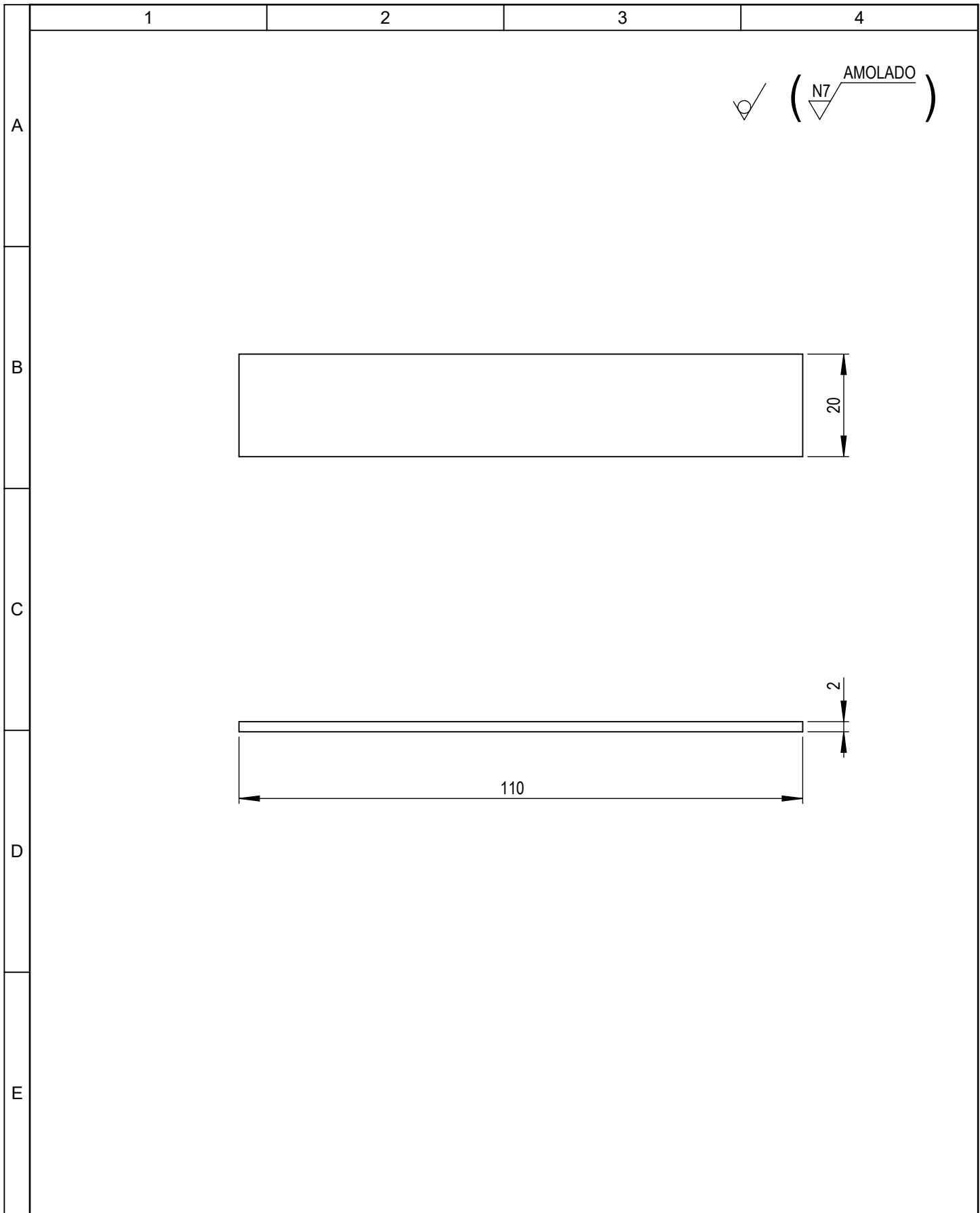


Nº de elemento	Cantidad	Descripción	Longitud
1	1	Tubo Elíptico 25,4X20X2,5 - ASTM A500	1930
2	2	Placa 20X2 - ASTM A36	45
3	1	Tubo cuadrado 25,4X25,4X2 - ASTM A500	372,4
4	2	Placa 20xX5 - ASTM A36	36
5	1	Varilla lisa 12 - ASTM A36	372,4
6	1	Tubo cuadrado 25,4X25,4X2 - ASTM A500	372,4

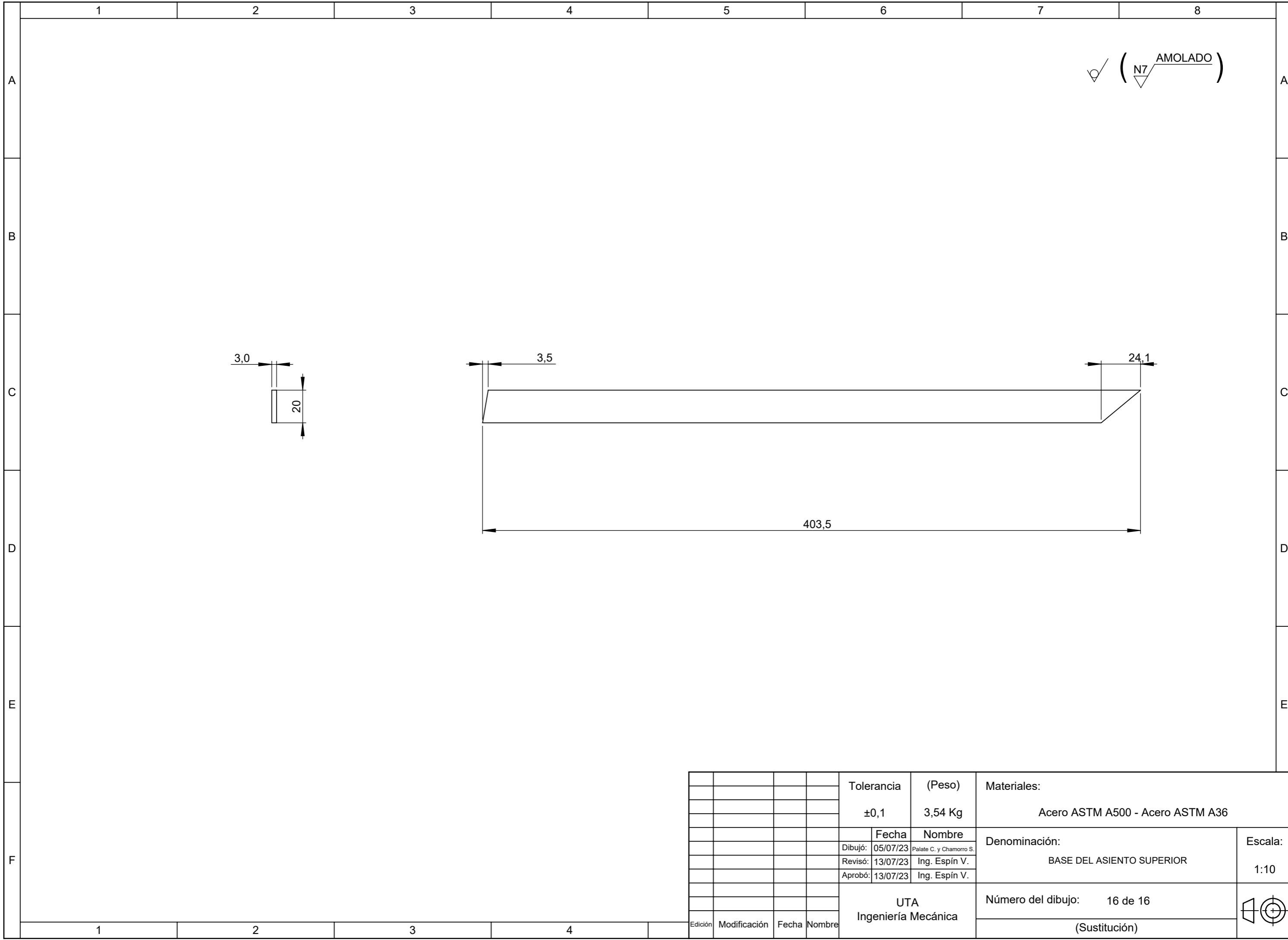
Tolerancia		(Peso)	Materiales:	
±0,1		3,54 Kg	Acero ASTM A500 - Acero ASTM A36	
Fecha		Nombre	Denominación:	
Dibujó:	05/07/23	Palate C. y Chamorro S.	BASE DEL ASIENTO SUPERIOR	
Revisó:	13/07/23	Ing. Espín V.	Escala:	
Aprobó:	13/07/23	Ing. Espín V.	1:10	
UTA Ingeniería Mecánica			Número del dibujo:	13 de 16
			(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	



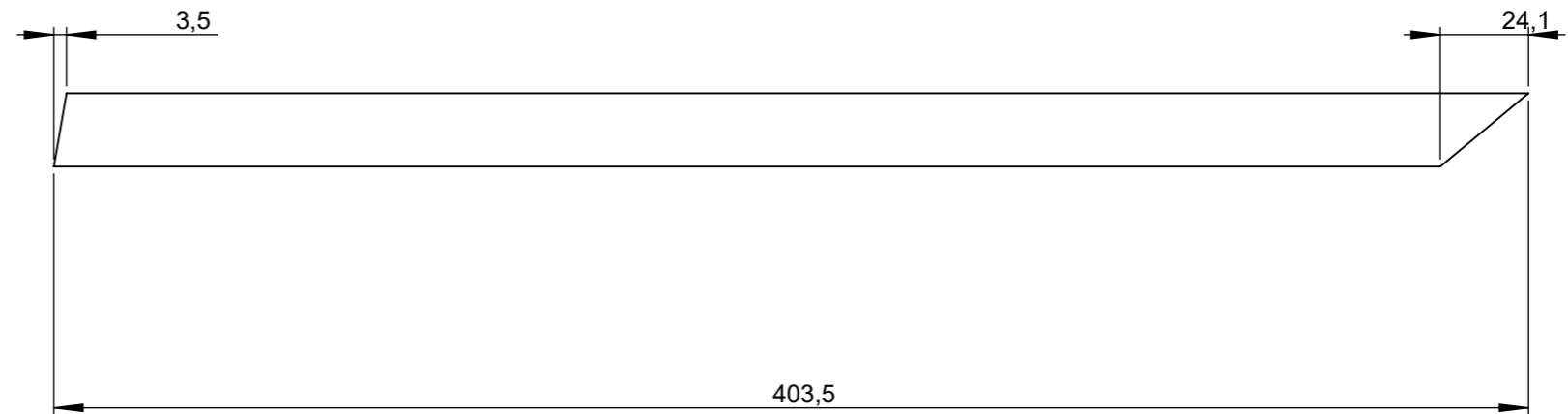
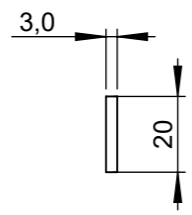
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,1	0,7 Kg	Acero ASTM A500			
					Fecha	Nombre	Denominación: UNIÓN DE SOPORTE LATERAL Y PLACA	Escala: 1:1	
				Dibujó:	05/07/23	Palate C. y Chamorro S.			
				Revisó:	13/07/23	Ing. Espín V.			
				Aprobó:	13/07/23	Ing. Espín V.			
				UTA Ingeniería Mecánica			Número del dibujo: 14 de 16		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)		



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:				
				±0,1	0,6 Kg	Acero ASTM A36				
					Fecha	Nombre	Denominación: PLACA RECTANGULAR		Escala:	
				Dibujó:	05/07/23	Palate C. y Chamorro S.			1:1	
				Revisó:	13/07/23	Ing. Espín V.				
				Aprobó:	13/07/23	Ing. Espín V.	Número del dibujo: 15 de 16			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica			(Sustitución)			



✓ (N7 AMOLADO)



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	3,54 Kg	Acero ASTM A500 - Acero ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Denominación: BASE DEL ASIENTO SUPERIOR
				Dibujó:	05/07/23	Palate C. y Chamorro S.	
				Revisó:	13/07/23	Ing. Espín V.	
				Aprobó:	13/07/23	Ing. Espín V.	Escala: 1:10
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo:	16 de 16
						(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				