



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 ASIENTO ABATIBLE DEL
PARAMÉDICO PARA AMBULANCIAS SEGÚN LA NORMA TÉCNICA
ECUATORIANA NTE INEN 2 512:2009**

Autor: Rafael Alejandro Valencia Castillo

Tutor: Ing. César Hernán Arroba Arroba, Mg.

AMBATO - ECUADOR

Septiembre - 2023

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 ASIENTO ABATIBLE DEL PARAMÉDICO PARA AMBULANCIAS SEGÚN LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 512:2009”**, elaborado por el Sr. Rafael Alejandro Valencia Castillo, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1803070059, estudiante de la Carrera de Mecánica, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, septiembre 2023



Ing. César Hernán Arroba Arroba, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Rafael Alejandro Valencia Castillo** con C.I. 1803070059, declaro que las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ASIENTO ABATIBLE DEL PARAMÉDICO PARA AMBULANCIAS SEGÚN LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 512:2009”**, así como también los gráficos, tablas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2023

Rafael Valencia

Rafael Alejandro Valencia Castillo

C.I. 1803070059

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 proceso de investigación, según las normas de la institución.

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

Ambato, septiembre 2023

Rafael Valencia

Rafael Alejandro Valencia Castillo

C.I. 1803070059

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Rafael Alejandro Valencia Castillo de la Carrera de Mecánica, bajo el tema: “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ASIENTO ABATIBLE DEL PARAMÉDICO PARA AMBULANCIAS SEGÚN LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 512:2009**”.

Ambato, septiembre 2023

Para constancia firman:



Ing. César Daniel Arregui Toro Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Juan Francisco Correa Jácome Ph.D.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación es dedicado a todas aquellas personas que, en éste encuentren una guía, ejemplo o modelo, sepan apreciar el mismo de una manera íntegra.

Que este trabajo pueda ser una modesta contribución a nuestro campo, un pequeño aporte en el mar de conocimiento y avance tecnológico que juntos hemos construido.

Es un honor para mi poder compartir este logro con todos aquellos que, de una u otra manera ponen su pasión en esta bella rama como lo es la INGENIERÍA MECÁNICA.

Rafael Alejandro Valencia Castillo

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a las personas que siempre me han apoyado en cada una de mis decisiones; mis padres. A mi mami Nina, quien me enseñó desde pequeño tantos valores y principios que me enorgullece mantenerlos hasta el día de hoy. A mi padre Rafael quien desde que yo era muy pequeño me llevo a su taller donde nació mi gusto por esta bella profesión.

A mi hermana, para quien siempre aspiro ser un modelo a seguir tanto como ser humano como profesional.

A toda mi familia, tanto aquí en Ecuador como en el extranjero, quienes siempre han estado pendientes de mí a través de una oración, un mensaje o una llamada. A mis primos, a quienes por motivos de redacción sería imposible nombrar a todos, y quienes siempre han sido como mis hermanos mayores, cuidándome y guiándome siempre! A aquellos familiares que ya no están conmigo físicamente pero siempre estarán en mi corazón; Teófilo, Jaime, Teresa.

A mis compañeros, con quienes hemos compartido alegrías y penas, siendo ellos los primeros protagonistas de todos estos éxitos y caídas. Quiero mencionar de manera especial a Luis, Oscar, Sebas, Carlos, Erick, Jorge y Kevin quienes más que compañeros llegaron a ser mis más grandes amigos. ¡Porque la carrera se saca adelante con un buen grupo de amigos!

De igual manera, agradezco al Ingeniero César Arroba, cuya generosa ayuda hizo posible este trabajo.

A Construcciones Valencia y todo su personal quienes fueron de gran ayuda en este proceso.

A mis perritos, Mochi y Rex, quienes fueron una gran compañía durante mi vida universitaria, así como también durante la época de la pandemia

A Dios.

Rafael Alejandro Valencia Castillo

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ABREVIATURAS	xv
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos.....	1
1.1.1 Investigaciones previas	4
1.2 Justificación	5
1.3 Marco Teórico	7
1.3.1 Ambulancia	7
1.3.2 Paramédicos	8
1.3.3 Seguridad	9
1.4 Reglamento N80	10
1.3.4 Método de elementos finitos (AEF).....	12
1.4 Tipos de Ensayos.....	13

1.4.1 Ensayo Estático	14
1.4.2 Ensayo Dinámico	15
1.5 Dummy	16
1.5.1 Dummy LSTC Hybrid III 50 th	17
1.6 Objetivos	18
1.7.1 General:	18
1.7.2 Específicos:	18
CAPÍTULO II	19
METODOLOGÍA	19
2.1 Materiales, instrumentos y maquinaria	19
2.1.1 Materiales	19
2.1.2 Instrumentos	20
2.1.1. Maquinaria.....	21
2.2. Método	23
2.2.1. Reconocimiento de la necesidad	24
2.2.2. Definición del problema	25
2.2.3 Diseño.....	25
2.2.3.1 Descripción del vehículo.....	25
2.2.3.2 Modelado del vehículo.....	27
2.2.3.2 Diseño del asiento	29
2.2.4 Análisis Estático	33
2.2.4.1 Mallado del modelo.....	33
2.2.4.2 Simulación	33
2.2.5 Análisis Dinámico	34
2.2.5.1 Mallado del modelo.....	34
2.2.5.2 Asignación de Materiales	36

2.2.5.3 Asignación de Espesores	38
2.2.5.4 Dummy	39
2.2.5.5 Sujeción de la zona de supervivencia con los laterales del chasis.....	40
2.2.5.6 Pulso de Aceleración.....	41
2.2.5.7 Restricciones	42
CAPÍTULO III.....	44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
3.1 Análisis Estático	44
3.1.1 Deformación Total.....	44
3.1.2 Factor de Seguridad.....	44
3.2 Análisis Dinámico	45
3.2.1 Simulación del asiento anclado a la ambulancia con dummy y cinturón de seguridad de tres puntos	45
3.2.2 Criterios de lesiones de la cabeza, tórax, pelvis y abdomen con cinturón de seguridad tres puntos.....	48
3.2.2.1 Cabeza.....	48
3.2.2.2 Tórax	48
3.2.2.3 Pelvis.....	49
3.2.2.4 Abdomen	49
3.2.3 Efectos del Asiento.....	50
3.2.3.1 Dinámico	50
3.2.3.2 Resistencia Estructural	51
3.2.4 Construcción	52
3.2.5 Pruebas Físicas	57
CAPÍTULO IV.....	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59

4.1 Conclusiones	59
4.2 Recomendaciones	59
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica desaceleración o aceleración – tiempo	11
Figura 2. Captura de pantalla ejemplo LS-DYNA.....	13
Figura 3. Ejemplo ensayo estático de asientos y anclajes.....	15
Figura 4. Ensayo Dinámico.....	15
Figura 5. Dummy	16
Figura 6. Dummy LSTC Hybrid III 50th.....	17
Figura 7. Fases del proceso de diseño que reconocen múltiples retroalimentaciones e iteraciones [26].....	24
Figura 8. Mercedes Benz 515 [30].....	25
Figura 9. Mallado LS-DYNA RESEARCH.....	33
Figura 10. Fuerza aplicada.....	33
Figura 11. Mallado LS-Prepost	34
Figura 12. Calidad de malla según Criterio Jacobiano	35
Figura 13. Mallado.....	35
Figura 14. Asignación de valores del material ASTM A500 y A36	37
Figura 15. Gráfica de esfuerzo vs deformación del ASTM A500 GRADO A.....	37
Figura 16. Gráfica de esfuerzo vs deformación del ASTM A36.....	38
Figura 17. Asignación de espesores en los distintos elementos que conforman el modelado.	38
Figura 18. Dummy para prueba	40
Figura 19. Restricciones entre la base y el cojín.....	40
Figura 20. Restricciones entre el asiento y la ambulancia.....	41
Figura 21. Restricciones para el cinturón de seguridad de 3 puntos.....	41
Figura 22. Pulso de aceleración utilizado en la simulación.	42
Figura 23. Restricciones.....	43
Figura 24. Desplazamiento	44
Figura 25. Factor de Seguridad	44
Figura 26. CLE.....	48
Figura 27. RDC	49
Figura 28. Fuerza en la sínfisis púbica (PSPF).....	49

Figura 29. Fuerza en el abdomen (APF).....	50
Figura 30. Resistencia durante el ensayo	51
Figura 31. Resistencia después del ensayo	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del Acero ASTM A36 [23].	19
Tabla 2. Propiedades físicas de ASTM A36 [23].	19
Tabla 3. Composición química del Acero ASTM A500 Grado A [25].	20
Tabla 4. Propiedades físicas de ASTM A500 GR. A [25].	20
Tabla 5. Instrumentos.	20
Tabla 6. Maquinaria.	22
Tabla 7. Características técnicas Mercedes Benz 515 [30].	25
Tabla 8. Vistas del Asiento en el Vehículo.	26
Tabla 9. Modelado del vehículo.	28
Tabla 10. Dimensiones asiento abatible.	29
Tabla 11. Partes del Asiento.	30
Tabla 12. Descripción y características del mallado.	35
Tabla 13. Materiales a utilizarse en la simulación.	36
Tabla 14. Secuencia que muestra el comportamiento del movimiento del dummy con cinturón de seguridad de tres puntos.	45
Tabla 15. Tabla comparativa resultados vs. CEPE R80.	50
Tabla 16. Proceso de construcción del asiento abatible del paramédico.	53
Tabla 17. Pruebas físicas del asiento abatible del paramédico.	57

ABREVIATURAS

NTE	Norma Técnica Ecuatoriana.
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
ASME	American Society of Mechanical Engineers.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
LS-DYNA	Livermore Software Technology Corporation Dynamic Analysis.
LS-PREPOST	Livermore Software Technology Corporation Preprocessing and Postprocessing.
RCP	Reanimación Cardio Pulmonar.
EMS	Emergency Medical Services.
GSA	General Services Administration.
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health.
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration.
IIHS	Insurance Institute for Highway Safety.
EVS	Emergency Vehicle Service.
NFPA	National Fire Protection Association.
CAAS GVS	Commission on Accreditation of Ambulance Services - Ground Vehicle Standard.
GMAW	Gas Metal Arc Welding.

RESUMEN EJECUTIVO

La problemática abordada en esta investigación radicó en la falta de un diseño del asiento del paramédico, lo que dificulta el cumplimiento de los requisitos de la norma y la garantía de la calidad de los servicios ofrecidos. El objetivo es diseñar y construir un asiento que cumpla con la norma NTE INEN 2 512:2009.

La información recopilada mostró las falencias del asiento en cuanto a la norma NTE INEN 2 512:2009 se refiere. Por esta razón, se buscó diseñar un asiento el cual cumpla con la norma NTE INEN 2 512:2009 además que se implementó un test dinámico basado en la CEPE R80 para probar toda la resistencia del asiento bajo las condiciones propuestas por dicha norma. El asiento se simuló con un software especializado, el cual proporcionó unos datos próximos a la realidad los cuales fueron comparados con las normas ya mencionadas.

En cuanto a la fabricación, se emplearon tecnologías de corte CNC y plegado CN, así como también curvado hidráulico para mejorar la precisión de armado del asiento. Como resultado se obtuvo el diseño de un asiento resistente en más de un aspecto de dichas normas. Es factible su construcción con materiales disponibles en el mercado, lo que facilitaría su producción y comercialización a gran escala. Este avance en el diseño de asientos resistentes y que cumplen con la normativa, representa un importante paso adelante en la industria, garantizando comodidad y sobre todo la seguridad de los paramédicos.

Palabras claves: diseño, construcción, asientos, paramédico, ambulancia

ABSTRACT

The issue addressed in this research stemmed from the lack of a proper design for the paramedic's seat, which hinders compliance with regulatory requirements and the assurance of service quality. The objective is to design and construct a seat that complies with the NTE INEN 2 512:2009 standard.

The gathered information revealed deficiencies in the seat concerning the NTE INEN 2 512:2009 standard. For this reason, efforts were made to design a seat that meets the NTE INEN 2 512:2009 standard, and a dynamic test based on CEPE R80 was implemented to assess the seat's strength under the conditions specified by the standard. The seat was simulated using specialized software, which provided data close to reality, and these results were compared with the aforementioned standards.

Regarding the manufacturing process, CNC cutting and CN folding technologies were employed, along with hydraulic bending, to enhance the seat assembly precision. As a result, a seat design was obtained that met multiple aspects of these standards. Its construction is feasible using readily available materials in the market, which would facilitate large-scale production and distribution. This advancement in the design of sturdy seats that comply with regulations represents a significant step forward in the industry, ensuring comfort and, most importantly, the safety of paramedics.

Keywords: design, construction, seats, paramedic, ambulance.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

Con la finalidad de garantizar la seguridad de los ocupantes de vehículos de ambulancias se han establecido normativas y reglamentos internacionales que determinan los parámetros para el adecuado funcionamiento y resistencia de sus diferentes componentes estructurales. Este es el caso de los asientos que tienen como función principal brindar protección al paramédico en caso de un accidente, siendo capaces de resistir sus efectos sin sufrir daños considerables que comprometan la integridad de los tripulantes. En este campo se han realizado varias investigaciones a nivel mundial utilizando el análisis por elementos finitos y simulaciones conducidas por ordenador con la finalidad de obtener modelos cada vez más aproximados a la realidad que permitan replicar en forma virtual pruebas físicas establecidas en reglamentos y normas.

Un estudio fue desarrollado por Vatambe, siendo aplicado en la estructura y pilar lateral de una ambulancia, se realizaron análisis de optimización para tres materiales: acero común, acero de alta resistencia y aluminio bajo la Regulación Federal de Seguridad para Vehículos a Motor 207/210 de los Estados Unidos, llegando a la conclusión de que el aluminio es el material más apropiado ya que permite una significativa reducción del peso de la estructura con una resistencia similar a la del acero [1].

Los asientos para el proveedor en el compartimento del paciente de la ambulancia han recorrido un largo camino desde los días del asiento de banco y el "asiento plegable" en las antiguas ambulancias estilo limusina. A medida que estos vehículos crecieron en tamaño para cumplir con las especificaciones federales, las configuraciones de los asientos cambiaron y se establecieron en una serie de configuraciones estándar. Históricamente, ha habido un asiento de banco a lo largo del lado de la acera de los compartimentos de pacientes, que a menudo tenía soportes y cinturones para asegurar una camilla plegable o un tablero trasero. permitiendo a los proveedores transportar a dos pacientes en decúbito supino en la misma ambulancia. Sin embargo, los cinturones

de seguridad diseñados para asegurar a los proveedores dificultaron, si no imposibilitaron, la atención de los pacientes, lo que obligó a la mayoría de las tripulaciones a viajar peligrosamente sin cinturón [1].

La "silla del capitán", también conocida como el asiento de la vía aérea, ha sido habitualmente una silla voluminosa, gruesamente acolchada, orientada hacia atrás sobre una base grande que podía girar de manera limitada y reclinarsse si había espacio. La otra posición de asiento era opcional. Durante las décadas de 1980 y 1990, casi todos los pacientes con paro cardíaco fueron transportados y con raras excepciones, las compresiones fueron realizadas por miembros de la tripulación, no por dispositivos mecánicos. El asiento RCP (reanimación cardiopulmonar) se ha colocado en el lado del conductor y se creó eliminando algunos gabinetes. Se suponía que este asiento permitía una posición bastante buena mientras se realizaban compresiones en un paciente con paro cardíaco, pero todos sabemos que la RCP no se puede realizar adecuadamente desde la posición del cinturón de seguridad. Los asientos en el compartimiento de pacientes de las ambulancias a menudo estaban cubiertos de tela y la capacidad para descontaminarlos era casi inexistente. De hecho, dado que no se habían inventado las agujas de seguridad, era una práctica común clavar el objeto punzocortante contaminado en el cojín del asiento y colocarlo en un recipiente para objetos punzocortantes una vez finalizada la llamada. En general, los cinturones de seguridad en la parte trasera de la ambulancia fueron adecuados para los pacientes y sus familias, pero no para los proveedores de EMS (siglas en inglés Emergency Medical Services). En su mayoría se queda atrapado en la mentalidad de que las ambulancias no chocan o que la seguridad y las lesiones eran problemas que enfrentaban otros departamentos con conductores mal capacitados [2].

La última ronda de avance de asientos se debe a los esfuerzos combinados de la Administración de Servicios Generales (GSA); Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH); Administración Nacional de Tráfico en Carreteras (NHTSA); la División de Fabricantes de Ambulancias de la Asociación Nacional de Equipos para Camiones; y los fabricantes de asientos para ambulancias EVS Limited, Wise Seating y Serenity Safety Products. El ímpetu detrás de este grupo es mejorar la seguridad de los vehículos de ambulancia, específicamente la capacidad de

supervivencia en caso de colisión. Si ha comprado una ambulancia en los últimos años, ha oído hablar de los nuevos estándares de la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) y cómo mejorarán la seguridad al proporcionar estándares científicamente probados para mantener las camillas de los pacientes unidos al soporte, mantenga EMS trabajadores sujetos en asientos debidamente diseñados y mantener el equipo asegurado en gabinetes y en soportes o montajes de equipo [2].

El estándar SAE J3026 para asientos de ocupantes es solo una parte de los estándares generales de parachoques a parachoques descritos en los estándares de la Agencia Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) 1917 y CAAS GVS-2015 (siglas en inglés Commission on Accreditation of Ambulance Services - Ground Vehicle Standard). Los requisitos claves son las pruebas dinámicas de choque, los asientos y los sistemas de sujeción que deben proteger a los ocupantes con el mismo estándar de choque que los asientos de automóviles y que la carga del dummy de prueba de choque caiga por debajo de los límites de la prueba automotriz. Se desarrollaron estándares dinámicos de prueba de choque y se probaron varias ambulancias en mayo de 2010 y junio de 2011. Se determinó que una prueba de choque de 60 mph probablemente no podría sobrevivir y que era probable sobrevivir a un choque de 30 mph, por lo que el estándar de 30 mph se estableció como la carga de prueba. Se realizaron tres pruebas de impacto frontal a 30 mph en una barrera estacionaria y cuatro pruebas de impacto lateral se realizaron con un peso de 3300 lb. trineo golpeando la ambulancia estacionaria en un ángulo [2].

Los fabricantes de ambulancias y asientos han escuchado la demanda de asientos más seguros y funcionales y respondieron con impresionantes innovaciones que cumplen con los nuevos estándares SAE. Una de las más notables es la tendencia a eliminar el asiento tipo escuadra/banco en favor de uno, dos o tres asientos con respaldo alto que pueden girar y moverse hacia adelante y hacia atrás. Algunos ahora viajan de lado sobre rieles y se bloquean en su lugar. Los asientos de RCP de hoy son un poco mejores porque la mayoría están montados en ensamblajes que permiten a los proveedores deslizarse cerca del paciente, la tapicería y tela se reemplazó con material antimicrobiano resistente a los fluidos. Los cinturones de seguridad de las ambulancias también están cambiando. El cinturón de regazo tradicional de dos puntos, que ofrece

poca protección más allá de fijarlo en el asiento, ahora está siendo reemplazado por un sistema de sujeción de tres puntos similar al que tiene en la cabina y en su vehículo personal. Varios fabricantes incluso ofrecen arneses de sujeción de cuatro, cinco y seis puntos para evitar que el pasajero sea arrojado por el compartimiento del paciente durante un choque [2].

1.1.1 Investigaciones previas

Una ambulancia se diseña mediante la modificación de una carrocería de vehículo estándar existente. Convirtiendo, renovando y equipando la carrocería de un vehículo estándar con una camilla para pacientes, asientos para paramédicos, asientos laterales y equipo médico relacionado, el vehículo se convierte en una ambulancia. Por lo tanto, los requisitos y la disposición del interior de la ambulancia están limitados por el espacio disponible y las dimensiones del vehículo adoptado. Los aspectos de protección, seguridad y ergonomía de los ocupantes de las ambulancias suelen verse comprometidos. La atención de emergencia consistente y de alta calidad exige una mejora continua de la calidad y depende directamente del monitoreo, la integración y la evaluación efectivos de todos los componentes de la atención del paciente [3].

La ambulancia es un vehículo de uso especializado en el servicio prehospitalario, construido y equipado para una aplicación especial. El diseño, la construcción, el alojamiento y la seguridad del compartimento del paciente son importantes para garantizar que este servicio de primera respuesta sea eficiente y confiable. Por lo general, la carrocería de una furgoneta estándar se convierte en una ambulancia renovándola y equipándola con una camilla para pacientes, asientos para paramédicos, asientos laterales y equipo médico relacionado. El diseño del compartimento de pacientes de una ambulancia es un desafío complejo con opciones de diseño restringidas por las limitaciones de espacio y los requisitos de conducción de emergencia. La necesidad de movilidad depende de factores tales como las actividades de atención clínica necesarias; ubicación de equipos, medicamentos y otros artículos de atención médica de emergencia; tipo de asientos y disposición general del compartimento del paciente. Equilibrar la necesidad de seguridad con la necesidad de movilidad será vital en el futuro diseño de compartimentos de ambulancia [3].

Hay tres tipos principales de ambulancias en servicio: Tipo I, Tipo II y Tipo III. Los tipos I y III tienen un compartimiento de paciente cuadrado montado en un chasis. El Tipo I está construido sobre un chasis de camión, mientras que el Tipo III está construido sobre un chasis de furgoneta recortado. El Tipo II está construido sobre un chasis tipo furgoneta, más como una furgoneta con techo alto. El tipo II se utiliza principalmente en hospitales y departamentos de salud donde la necesidad suele ser el transporte de pacientes al hospital. Dependiendo de la ubicación del paciente y del hospital, los tiempos de viaje pueden variar desde unos pocos minutos hasta horas. Los tiempos son correspondientemente más pequeños para las áreas urbanas que para las rurales. Asientos y disposición del compartimiento del paciente [3].

El interior del compartimiento del paciente de la ambulancia se puede distribuir de varias maneras. El diseño tradicional ubica una camilla en o cerca del centro con la cabeza del paciente mirando hacia adentro; un banco en el que pueden sentarse tres personas en el lado de la acera; un asiento para el asistente que mira hacia atrás, a menudo llamado silla del capitán (o asiento para las vías respiratorias) ubicado en el extremo de la cabeza de la camilla; y un asiento RCP en el lado de la calle del compartimiento. Más a menudo, el asiento del capitán está descentrado con respecto a la camilla. El asiento de RCP rara vez se usa ya que está ubicado en una zona de golpe de cabeza debido a la presencia de gabinetes. Los gabinetes están unidos a las paredes para el almacenamiento de varios medicamentos y otros artículos de atención médica de emergencia. La mayoría de los controles están ubicados en la parte delantera y los técnicos de emergencias médicas deben levantarse para alcanzarlos [3].

1.2 Justificación

Los investigadores hoy en día se basan en lineamientos que buscan ayudar a la comunidad en problemas que se producen día a día, es por ello que este trabajo permitirá resolver en la industria carrocera uno de los grandes problemas que se ha tenido desde sus inicios los cuales se han ido resolviendo con la introducción de nuevos materiales para su construcción.

El área de fabricación carrocera en Ambato es una de las que en mayor cantidad encontramos siendo el 70% del total que existe en el país. Es por ello que nos lleva a desarrollar un análisis de uno de los componentes de la carrocería que son los asientos.

Este trabajo investigativo tendrá una metodología en la que primero realizaremos un estudio de un modelo de asiento construido en base a lineamientos internacionales, el cual es utilizado en nuestro país por carrocerías homologadas; a este se realizará un análisis para comprobar cuáles son los elementos más fundamentales en los cuales sufren mayores esfuerzos, una vez realizado este estudio se realizará la optimización topológica de su estructura aplicando a los elementos más importantes. Este estudio tiene como objetivo evaluar el compartimiento del paciente de la ambulancia y su efecto en los paramédicos en el desempeño de sus tareas. Dado que los paramédicos tienen que responder a emergencias, se debe considerar su comodidad, seguridad y facilidad de manejo de los diversos equipos en la ambulancia. Se aplicó una combinación de técnicas para recopilar datos completos, incluidas entrevistas, observaciones y cuestionarios, cuyos resultados se utilizan como base de sugerencias para mejorar el diseño de la disposición de las ambulancias. Mediante el análisis de las tareas realizadas, un diseño adecuado que considere los aspectos ergonómicos garantizará que la primera respuesta sea eficiente y confiable [4].

El trabajo investigativo es de gran interés, ya que, el mismo va a permitir mejorar los asientos interiores de las ambulancias, mismo que permitirá dar mayor seguridad bajo la norma establecida NTE INEN (Norma Técnica Ecuatoriana - Instituto Ecuatoriano de Normalización) 2 512:2009 [5]. El presente trabajo puede convertirse en marco de referencia para mejorar el diseño y construcciones de los asientos del interior, basado en el estudio de cada uno de los factores mecánicos, de acuerdo con las normas y reglamentos internacionales establecidos, dando como resultado un incremento en la resistencia del anclaje del asiento.

Este trabajo investigativo tendrá una metodología en la que primero realizaremos un estudio de un modelo de asiento construido en base a lineamientos internacionales, el cual es utilizado en nuestro país por ambulancias homologadas; a este se realizará un análisis para comprobar cuáles son los elementos más fundamentales en los cuales sufren mayores esfuerzos. El diseño se lo podrá realizar en programas de CAD/CAE, los cuales permitirán analizar la resistencia con la normativa de las fuerzas a las cuales es sometido. La estructura del asiento rediseñada podrá contar con garantía para cumplir con los esfuerzos a los cuales este sometido cuando efectúe su trabajo. Con la

presente se pretende mejorar la relación entre paramédico/asiento que existe actualmente, que por cuestiones logísticas y de producción nacional, no son adecuados ya que son en un porcentaje alto importados, esto implica que sus especificaciones no acogen las especificaciones del reglamento enfocado en ambulancias; además del alto costo para su compra ya que aquellos que no son importados se los produce en la zona centro del país, haciendo difícil su acceso hacia las provincias lejanas y elevando los costos por transporte. Por esto el asiento que el conductor utiliza debe asumir requerimientos técnicos con el fin de mitigar los problemas [6].

1.3 Marco Teórico

1.3.1 Ambulancia

Una ambulancia es un vehículo equipado para brindar atención de emergencia a personas enfermas o lesionadas y para llevarlas al hospital. Las ambulancias también se pueden utilizar para transportar pacientes entre hospitales [7].

Algunas de las características incluyen:

Equipamiento médico: Las ambulancias están equipadas con dispositivos médicos esenciales, como desfibriladores, ventiladores, medicamentos, equipos de inmovilización, y otros suministros necesarios para el tratamiento de emergencia [8].

Señalización y luces: Para alertar a otros conductores y peatones en situaciones de emergencia, las ambulancias cuentan con luces intermitentes, sirenas y señalización distintiva que las identifica como vehículos de emergencia [8].

Comunicación: Las ambulancias disponen de sistemas de comunicación avanzados que les permiten estar en contacto constante con las autoridades médicas y hospitales para coordinar la atención adecuada para el paciente [8].

Espacio para el personal y el paciente: Las ambulancias están diseñadas para proporcionar un espacio suficiente para que el personal médico pueda atender al paciente en tránsito de manera cómoda y segura.

Adaptabilidad: Existen diferentes tipos de ambulancias para atender diversas situaciones médicas, como ambulancias de transporte básicas, ambulancias de soporte vital avanzado, ambulancias aéreas, entre otras [8].

La rapidez de respuesta es una de las características más destacadas de las ambulancias. Su capacidad para llegar rápidamente a la escena de un accidente o emergencia médica es vital, ya que cada minuto cuenta en situaciones críticas. Las ambulancias están equipadas con luces intermitentes, sirenas y señalización distintiva para alertar a otros conductores y peatones, lo que les permite abrirse paso a través del tráfico y llegar a su destino de manera expedita [9].

Estos vehículos están equipados con una amplia variedad de dispositivos médicos esenciales, como desfibriladores, ventiladores, equipo de inmovilización y suministros de primeros auxilios. Además, cuentan con personal médico altamente capacitado, como paramédicos o técnicos de emergencias médicas, que están preparados para brindar atención médica básica y estabilización en el lugar del incidente [9].

1.3.2 Paramédicos

Un paramédico suele ser el miembro principal de un equipo de ambulancia de dos personas, con el apoyo de un asistente o técnico de atención de emergencia. Un paramédico suele ser uno de los primeros profesionales de la salud en llegar al lugar de una emergencia [10].

Estos profesionales cuentan con una formación extensa que va más allá de la capacitación de primeros auxilios. Están entrenados para evaluar rápidamente la condición de un paciente, tomar decisiones cruciales y administrar tratamientos médicos avanzados para salvar vidas. Los paramédicos pueden realizar procedimientos como administrar medicamentos intravenosos, utilizar desfibriladores para restablecer el ritmo cardíaco normal y aplicar técnicas de intubación para garantizar una adecuada respiración del paciente [8].

En el lugar del incidente, los paramédicos son los primeros en responder y brindar atención médica inmediata. Evalúan la situación, priorizan las necesidades de los pacientes y trabajan en estrecha colaboración con otros servicios de emergencia para garantizar una respuesta coordinada y efectiva [8].

Además de la atención médica, los paramédicos también son expertos en el manejo de situaciones estresantes y caóticas. Mantienen la calma bajo presión y toman decisiones rápidas y efectivas para garantizar la seguridad del paciente y del equipo [9].

Durante el transporte en la ambulancia, los paramédicos continúan brindando atención médica continua y monitorean los signos vitales del paciente. Están preparados para enfrentar cualquier complicación que pueda surgir durante el traslado y ajustar los tratamientos según sea necesario [9].

Los paramédicos también tienen una función educativa y de sensibilización en la comunidad. Pueden ofrecer programas de capacitación en primeros auxilios y promover la prevención de accidentes y enfermedades [9].

1.3.3 Seguridad

La comunidad de servicios médicos de emergencia (EMS, por sus siglas en inglés) enfrenta muchos desafíos para brindar atención al paciente y mantener la seguridad de sus pacientes y de ellos mismos. Un factor que influye en la atención y la seguridad del paciente es la capacidad del proveedor de servicios médicos de emergencia que opera la ambulancia para maniobrar de forma rápida pero segura hasta el lugar de la emergencia médica y posteriormente, transportar al paciente al hospital. El Departamento de Seguridad Nacional (DHS) y la Comunidad de Servicios Médicos de Emergencia identificaron la necesidad de investigar las mejores prácticas para los operadores de ambulancias e identificar las brechas de seguridad [11].

El desafío en el diseño de asientos y sistemas de sujeción para ambulancias es cómo garantizar que los asientos y sistemas de sujeción brinden la protección necesaria y, al mismo tiempo, permitan que el EMS llegue al paciente y al equipo y los suministros para brindar atención al paciente. Los asientos y sistemas de sujeción también deben diseñarse para maximizar la incorporación de consideraciones ergonómicas y minimizar las lesiones [12].

Hay una serie de consideraciones de diseño con respecto a los asientos y sistemas de sujeción. Éstas incluyen:

- **Costos versus características de seguridad.**

Cuanta más protección contra lesiones y ajuste se ofrezca, mayor será el costo potencial del asiento y el sistema de sujeción. Dado que la seguridad de EMS es la máxima prioridad, EMS o el fabricante deben comprender los costos potenciales asociados con las lesiones de EMS y la compensación de los costos de los asientos y sistemas de sujeción frente a otros costos asociados con el compartimiento del paciente y el diseño de la ambulancia [12].

➤ **Frecuencia de uso del asiento versus sofisticación.**

Es posible que los asientos que no se usan con tanta frecuencia, como los asientos para las vías respiratorias, no necesiten ser tan grandes y complejos como los asientos de atención primaria, aunque el nivel de seguridad no debe verse comprometido. Sin embargo, si se prevé que los asientos se utilizarán para transportes más largos, deben proporcionar el mismo soporte ergonómico [12].

La Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) es una de las cinco comisiones regionales de las Naciones Unidas administradas por el Consejo Económico y Social (ECOSOC). Fue creada en 1947 con el mandato de ayudar a reconstruir la Europa de posguerra, desarrollar la actividad económica y fortalecer las relaciones económicas entre los países europeos, y entre Europa y el resto del mundo [13].

El Reglamento N.º 80 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE R80) es una normativa que establece los requisitos de homologación para los asientos de seguridad utilizados en vehículos. Su objetivo principal es garantizar la seguridad de los ocupantes cuando viajan en automóviles, especificando los criterios de diseño y las pruebas que deben cumplir estos dispositivos para su aprobación y uso en el tráfico vial [13].

1.4 Reglamento N80

El Reglamento N80 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE, por sus siglas en inglés) se refiere a un acuerdo internacional que establece requisitos técnicos y de seguridad para los dispositivos de alumbrado y señalización

de vehículos automotores. Este reglamento, también conocido como R80, es aplicado por varios países en Europa y otras regiones [14].

El reglamento CEPE R80 se enfoca específicamente en los asientos de vehículos de grandes dimensiones. Estas sillas están diseñadas para proteger a los ocupantes en caso de colisión o accidente automovilístico, reduciendo significativamente el riesgo de lesiones graves [13].

La homologación según el Reglamento CEPE R80 es un requisito obligatorio para que los asientos de vehículos de grandes dimensiones puedan ser comercializados y utilizados legalmente en los países que se adhieren a esta normativa. Esto asegura que los asientos cumplan con los estándares de la CEPE R80 brinden una protección adecuada y cumplan con los criterios de seguridad establecidos internacionalmente [13].

Para el presente trabajo se utilizará una gráfica desaceleración o aceleración – tiempo la cual consta en la norma R80, esta, nos indica la desaceleración o, a elección del solicitante, la aceleración del carro durante la simulación de impacto se ajustará a lo indicado en la figura 1. Salvo en intervalos que sumen menos de 3 ms, la curva de desaceleración o aceleración del carro en función del tiempo se mantendrá dentro de los límites indicador por las curvas de la figura 1.

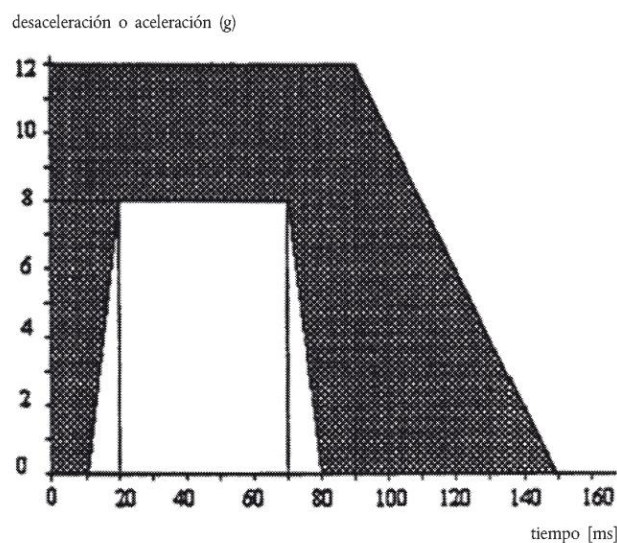


Figura 1. Gráfica desaceleración o aceleración – tiempo.

1.3.4 Método de elementos finitos (AEF)

El método de elementos finitos es una técnica de análisis numérico utilizada en ingeniería para simular y analizar el comportamiento de estructuras y componentes ante diversas condiciones de carga. En el caso de pruebas con asientos y dummies (muñecos antropomórficos utilizados en ensayos de colisión), el método de elementos finitos es ampliamente utilizado para evaluar y mejorar la seguridad de los asientos de automóviles [15].

El proceso general de aplicar el método de elementos finitos a pruebas con asientos y dummies incluye los siguientes pasos:

- **Modelado de la geometría:** Se crea un modelo tridimensional del asiento, el dummy y otras partes relevantes del automóvil utilizando software especializado de elementos finitos. Se definen las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en el asiento, como acero, plástico, espuma, etc [15].
- **Definición de las condiciones de carga:** Se simulan las condiciones de carga que se encuentran en situaciones de colisión, como fuerzas de impacto, desaceleración y aceleración, y otros escenarios de accidentes [13].
- **Aplicación de restricciones:** Se aplican restricciones o condiciones de contorno al modelo para simular la interacción del asiento con el automóvil y el dummy, teniendo en cuenta las interfaces de montaje y fijación [13].
- **Análisis y simulación:** El software de elementos finitos realiza cálculos matemáticos basados en los principios de mecánica y comportamiento de materiales para simular cómo el asiento y el dummy responderían a las condiciones de carga definidas [15].
- **Evaluación de resultados:** Se analizan los resultados obtenidos de la simulación, como deformaciones, tensiones, aceleraciones, fuerzas aplicadas y otros parámetros importantes para evaluar la seguridad y el rendimiento del asiento [13].
- **Optimización y mejora:** Con base en los resultados del análisis, los ingenieros pueden realizar modificaciones en el diseño del asiento para mejorar su rendimiento en términos de seguridad y protección del ocupante [14].

El uso del método de elementos finitos en pruebas con asientos y dummies permite a los fabricantes de automóviles y equipos de seguridad evaluar virtualmente el rendimiento de los asientos y realizar mejoras antes de desarrollar las pruebas físicas con prototipos reales. Esto ayuda a reducir costos y tiempo en el desarrollo de asientos más seguros y eficientes [14].

LS-DYNA es un software de análisis de elementos finitos (FEA) ampliamente utilizado para la simulación y análisis de eventos dinámicos, como pruebas de colisión y simulaciones de impacto en la industria automotriz. Es muy utilizado para realizar simulaciones de asientos con dummy, ya que permite evaluar el comportamiento de los asientos y la interacción con los dummies en diferentes escenarios de colisión [16].

LS-DYNA es una herramienta poderosa que permite a los ingenieros y diseñadores de la industria automotriz analizar y mejorar la seguridad de los asientos y sistemas de retención en escenarios de colisión. Es utilizado por fabricantes de automóviles, proveedores de sistemas de seguridad y laboratorios de investigación para desarrollar y evaluar asientos más seguros y eficientes [16].

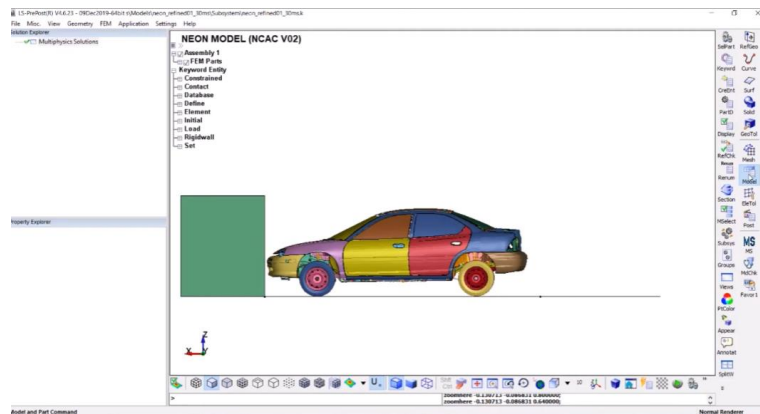


Figura 2. Captura de pantalla ejemplo LS-DYNA.

1.4 Tipos de Ensayos

Los ensayos dinámicos y estáticos en un asiento de automóvil son pruebas fundamentales para evaluar y garantizar la seguridad, rendimiento y comodidad del asiento, así como su cumplimiento con los estándares y regulaciones de seguridad establecidos. Ambos tipos de ensayos proporcionan información valiosa sobre cómo

el asiento se comporta bajo diferentes condiciones y cargas, y son esenciales en el proceso de diseño y mejora de los asientos de automóvil [17].

Tanto los ensayos dinámicos como los estáticos son esenciales en el proceso de diseño y mejora de los asientos de automóvil, asegurando su seguridad, rendimiento y comodidad para los ocupantes. Estos ensayos garantizan que los asientos cumplan con los estándares de seguridad y comodidad establecidos, y ayudan a los fabricantes a desarrollar asientos más seguros y eficientes para la protección de los ocupantes en caso de colisión o accidente [18].

La CEPE R80 dispone de dos tipos de ensayos:

- Ensayos estáticos.
- Ensayos dinámicos.

1.4.1 Ensayo Estático

El análisis estático se centra en evaluar el comportamiento del asiento bajo cargas estáticas, es decir, cargas que no cambian con el tiempo. El objetivo principal es estudiar cómo el asiento responde y se deforma bajo condiciones de carga constantes. Algunos aspectos claves del análisis estático de asientos de automóvil incluyen:

Distribución de las fuerzas: Se evalúa cómo se distribuyen las fuerzas aplicadas en diferentes áreas del asiento, asegurando que no haya concentraciones excesivas que puedan causar puntos de tensión o incomodidad para el ocupante [19].

Deformaciones y desplazamientos: Se estudian las deformaciones y desplazamientos del asiento bajo las cargas estáticas para garantizar que el asiento mantenga su integridad estructural y no se deforme en exceso [19].

Soporte y estabilidad: Se verifica la estabilidad y soporte del asiento, asegurando que pueda soportar adecuadamente el peso del ocupante y mantener una posición segura durante el uso normal [19].

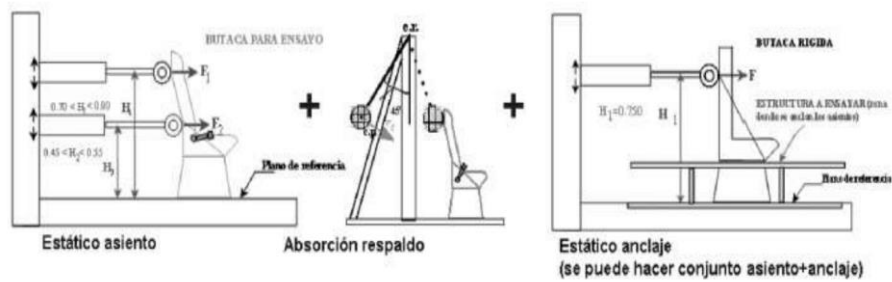


Figura 3. Ejemplo ensayo estático de asientos y anclajes.

En la CEPE R80 para el ensayo estático, la ubicación inicial de cada asiento en los dummies se establecerá mediante el contacto de los dispositivos de prueba con el asiento, aplicando una fuerza mínima de al menos 20 N [14].

1.4.2 Ensayo Dinámico

El análisis dinámico, se enfoca en evaluar el comportamiento del asiento y del ocupante bajo cargas que varían en el tiempo, como las que ocurren durante una colisión o un evento de impacto.

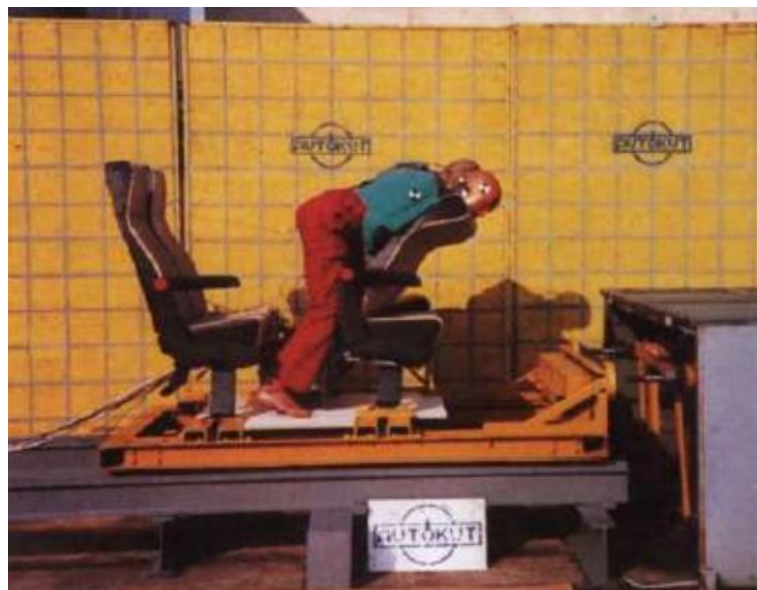


Figura 4. Ensayo Dinámico.

Algunos aspectos claves del análisis dinámico de asientos de automóvil incluyen:

Simulación de colisiones: Se simulan eventos de colisión y choque para evaluar cómo el asiento y el sistema de retención protegen al ocupante durante una colisión [18].

Comportamiento del dummy: Se analiza la respuesta del dummy (muñeco antropomórfico) utilizado en pruebas de colisión para evaluar las fuerzas y aceleraciones que actúan sobre el ocupante [18].

Estudio del sistema de retención: Se analiza cómo interactúan el asiento, el cinturón de seguridad y otros sistemas de retención para proporcionar la máxima protección al ocupante en caso de colisión [18].

Evaluación de lesiones potenciales: Se estudian las fuerzas y aceleraciones experimentadas por el dummy para predecir lesiones potenciales y mejorar el diseño del asiento para reducir el riesgo de lesiones. [20].

Para el análisis dinámico según la CEPE R80, el rango de velocidad del vehículo que simule el impacto estará entre 30 y 32 km/h. Véase Figura 1.

1.5 Dummy

Un dummy, también conocido como dummy antropomórfico de pruebas de choque o dummy vehicular, es un dispositivo diseñado para simular la anatomía y el comportamiento biomecánico de los ocupantes humanos durante pruebas de seguridad en vehículos. Estos dummies son utilizados en pruebas de impacto y colisión para evaluar la seguridad de los vehículos y mejorar la protección de los ocupantes [21].



Figura 5. Dummy.

Los dummies están equipados con sensores y dispositivos de medición que registran y analizan las fuerzas, aceleraciones y deformaciones experimentadas en diferentes partes del cuerpo durante un choque. Estos datos se utilizan para evaluar el rendimiento de los sistemas de retención, como los cinturones de seguridad y los airbags, así como la estructura del vehículo en términos de absorción de energía y mitigación de lesiones [20].

1.5.1 Dummy LSTC Hybrid III 50th

El LSTC Híbrido III 50th se refiere a un dummy de pruebas antropomórficas utilizado en el campo de la seguridad vehicular. Es un modelo de dummy desarrollado por la compañía Livermore Software Tecnología Corporación (LSTC) y se basa en el diseño del dummy Híbrido III [21].

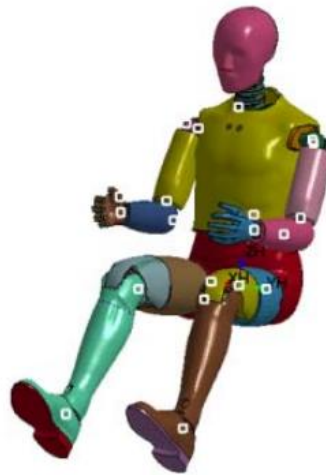


Figura 6. Dummy LSTC Hybrid III 50th.

El dummy Híbrido III 50th es ampliamente utilizado en pruebas de impacto y colisión en la industria automotriz para evaluar la seguridad de los vehículos y mejorar la protección de los ocupantes. Está diseñado para simular las características y respuestas biomecánicas de un adulto promedio en situaciones de accidente [21].

El dummy Híbrido III 50th está equipado con sensores y dispositivos de medición que permiten recopilar datos sobre las fuerzas y aceleraciones experimentadas en diferentes partes del cuerpo durante una colisión. Estos datos se utilizan para evaluar

el rendimiento de los sistemas de seguridad del vehículo, como cinturones de seguridad, airbags y estructuras de absorción de energía [21].

1.6 Objetivos

1.7.1 General:

Diseñar y construir un asiento abatible del paramédico para ambulancias según la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 512:2009 [5].

1.7.2 Específicos:

- Determinar los parámetros fundamentales para el diseño de un asiento para interior de ambulancia para paramédico tipo abatible mediante revisión bibliográfica.
- Diseñar los elementos constituidos del asiento abatible del paramédico para ambulancias aplicando las teorías de diseño.
- Construir un prototipo de acuerdo a las especificaciones de diseño.
- Evaluar el funcionamiento del asiento abatible del paramédico asiento abatible del paramédico para ambulancias según la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 512:2009 [5]. para ambulancias mediante pruebas físicas para verificar su funcionamiento.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Materiales, instrumentos y maquinaria

2.1.1 Materiales

Para la realización del asiento se usará dos tipos de acero; ASTM A36 para perfiles y planchas y A500 GR. A para la tubería.

El acero ASTM A36 se encuentra en el mercado comercializado mediante la empresa DIPAC MANTA S.A. [22].

Tabla 1. Composición química del Acero ASTM A36 [23].

Material	C, máx.	Mn, máx.	P, máx.	S, máx.	Cu, min.
Acero ASTM A36	0.27	1.03	0.040	0.050	0.20

Tabla 2. Propiedades físicas de ASTM A36 [23].

Resistencia a la tracción, mn, ps (MPA)	79800 (550)
Límite elástico, mn, psi (MPA)	36300 (250)
Alargamiento en 2 pulg. (50.8 mm), min, % A	23

Por otro lado, la tubería se encarga de comercializarla la empresa KUBIEC S.A. [24].

Tabla 3. Composición química del Acero ASTM A500 Grado A [25].

Material	C, máx.	Mn, máx.	P, máx.	S, máx.	Cu, min.
Acero ASTM A500	0.26	1.35	0.050	0.063	0.18


Tabla 4. Propiedades físicas de ASTM A500 GR. A [25].



Resistencia a la tracción, mn, ps (MPA)	45000 (310)
Límite elástico, mn, psi (MPA)	39000 (230)
Alargamiento en 2 pulg. (50.8 mm), min, % A	25

2.1.2 Instrumentos

Los instrumentos tienen una función esencial para asegurar la calidad, precisión y eficiencia en la producción de bienes y productos. Estos instrumentos se utilizan para medir, controlar, inspeccionar y evaluar diferentes aspectos del proceso de fabricación.

Tabla 5. Instrumentos.

Nombre	Descripción	Representación Gráfica
Calibrador pie de rey	Los calibradores Vernier, también llamados calibradores pie de rey, son herramientas que tienen dos patas o mordazas	

	ajustables para medir con precisión las dimensiones de los objetos.	
Flexómetro/Cinta métrica	Una cinta métrica es un dispositivo de medición portátil que se utiliza para cuantificar el tamaño de un objeto o la distancia entre objetos.	
Computador	Este dispositivo nos ayudará para el dibujo del asiento, así como también para su diseño.	

2.1.1. Maquinaria

La maquinaria a ser utilizada mediante el proceso de fabricación del asiento abatible del paramédico. En la tabla 6 se detallan las mismas, así como una breve descripción.

Tabla 6. Maquinaria.

Nombre	Descripción	Representación Gráfica
Tronzadora	Las sierras tronzadoras están diseñadas para cortar acero, aluminio, madera, plástico y algunos otros materiales de manera fácil y precisa con una cuchilla circular.	
Plasma CNC	Una cortadora de plasma CNC es una excelente herramienta para cortar rápidamente láminas de metal, placas de metal, correas, pernos, tuberías, etc.	
Plegadora CN	Las prensas plegadoras se utilizan en la formación de longitudes de componentes de chapa metálica.	
Dobladora de Tubos hidráulica	La dobladora hidráulica permite al fabricante o al trabajador del hierro cortar, punzonar, doblar, desplazar y prensar miles de piezas diferentes.	
Soldadora	La soldadora MIG/MAG es una maquinaria versátil adecuada tanto	

	<p>para componentes de chapa fina como de sección gruesa.</p>	
<p>Equipo de Pintura</p>	<p>La pintura electrostática es un proceso de uso de un campo magnético para aplicar pintura a metales y varios tipos de plásticos.</p>	

2.2.Método

En el trabajo de investigación se empleó la metodología propuesta por Shigley en su novena edición de Diseño en ingeniería mecánica, la cual se divide en 5 fases:

- Reconocimiento de la necesidad.
- Definición del problema.
- Planteamiento de alternativas en síntesis y selección.
- Diseño.
- Construcción.
- Ejecución de pruebas de funcionamiento.

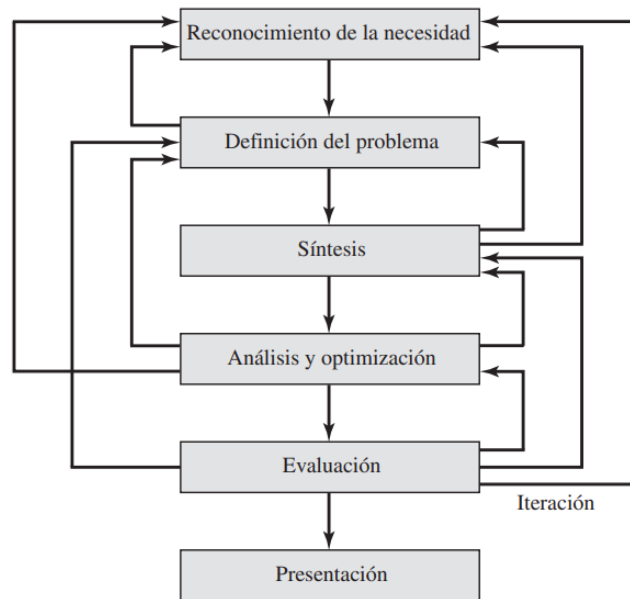


Figura 7. Fases del proceso de diseño que reconocen múltiples retroalimentaciones e iteraciones [26].

2.2.1. Reconocimiento de la necesidad

Es una fase fundamental en el diseño mecánico que se refiere al primer paso del proceso de diseño. En esta etapa, los diseñadores identifican y comprenden claramente el problema o la necesidad que desean resolver mediante el diseño de un nuevo producto o mejora de uno existente [26].

Durante esta etapa, se reconoció la importancia de desarrollar un asiento abatible para paramédico que permitiera analizar los efectos del mismo sometidos a ciertos parámetros de diseño [27].

Hoy en día los asientos no están lo suficientemente equipados con sistemas de retención adecuados, como cinturones de seguridad, para proteger a los paramédicos durante situaciones de conducción en carreteras o durante maniobras bruscas [28].

Cabe destacar que las ambulancias carecen de suficiente espacio [29], lo cual es un limitante para el personal de salud el momento de cumplir con sus labores.

2.2.2. Definición del problema

Proceso en el cual se determinó las características necesarias para la construcción del asiento abatible, este proceso fue primordial debido a que, en esta fase, se procedió a diseñar el producto, y fue una fase de creatividad, en la que se involucraron diversas ideas e imaginación. Para el diseño del producto, se efectuaron cálculos para garantizar el control de carga y desplazamiento, la estabilidad y rigidez del producto. También se consideró la forma y medidas ideales para el proyecto.

2.2.3 Diseño

2.2.3.1 Descripción del vehículo

El diseño del asiento será montado en una Mercedes Benz 515 el cual es un vehículo comercializado en el país y usado en ambulancias.

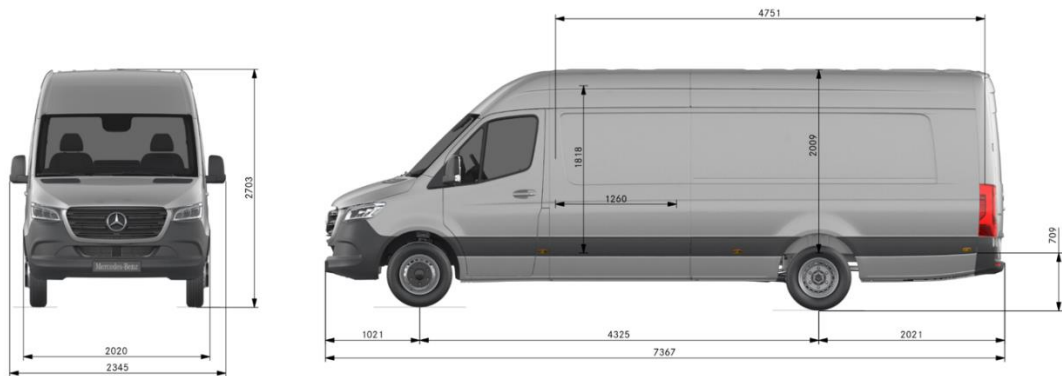


Figura 8. Mercedes Benz 515 [30].

Tabla 7. Características técnicas Mercedes Benz 515 [30].



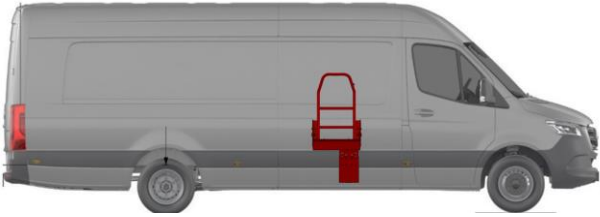
INFORMACIÓN GENERAL	
Dimensiones	
<i>Longitud</i>	7367 mm.
<i>Anchura</i>	2345 mm.
<i>Altura</i>	2703 mm.

<i>Distancia entre ejes</i>	4325 mm.
Tren de rodaje	
<i>Llantas y neumáticos</i>	Llanta acero 5,5 J x 16/ Neumáticos 195/75 R16C
<i>Llantas y neumáticos</i>	Llanta acero 5,5 J x 16/ Neumáticos 195/75 R16C
<i>Dirección</i>	Eléctrica
Pesos en kg	
<i>Peso en vacío (eje delantero/trasero/total)</i>	1282/1227/2509
<i>Carga útil</i>	2491
<i>Carga max autorizada (eje delantero/trasero)</i>	1850/3500
<i>M.M.A/M.M.A tren de carretera</i>	5000/7000
<i>Masa máxima remolcable con/sin frenos</i>	2000/max 750

El asiento debe contar con las medidas que indica la norma NTE INEN 2 512 [5]. para salvaguardar la seguridad del paramédico, este diseño debe cumplir ciertos parámetros de la CEPE R80 [14]., como son pruebas de choque, cinturones y golpes en la cabeza y tórax.

Tabla 8. Vistas del Asiento en el Vehículo.

VISTAS DEL ASIENTO EN EL VEHÍCULO	
Descripción	Representación Gráfica


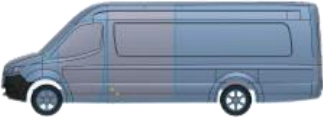


<p>Diseño de la configuración del asiento en vista frontal del vehículo</p>	
<p>Diseño de la configuración del asiento en vista posterior del vehículo</p>	
<p>Diseño de la configuración del asiento en vista lateral del vehículo.</p>	

2.2.3.2 Modelado del vehículo

El vehículo que se modeló es una Mercedes Benz 515, las medidas utilizadas se muestran en la Figura 8 y sus características se indican en la Tabla 7.

Se utilizó el Software Computacional SolidWorks con sus herramientas las cuales incluyen; superficies, extrusiones, revolución y barridos, además las funciones como proyectar curva, croquis 3D, línea de partición, eliminar recorte, coser y extender. Los espesores correspondientes de cada componente se asignarán en el software CAE (Computer-Aided Engineering).

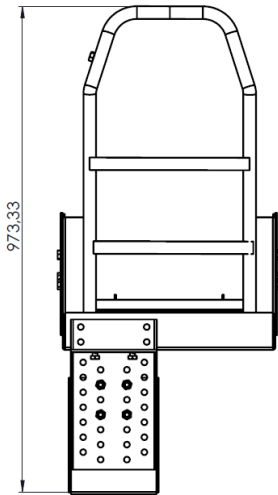
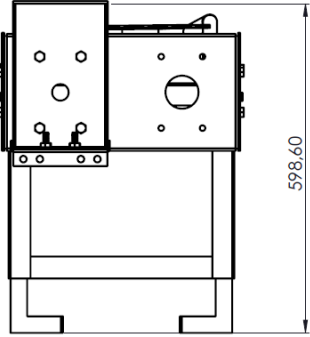
Tabla 9. Modelado del vehículo.

Descripción	Representación Gráfica
Vista Isométrica	
Vista lateral	
Vista frontal	
Vista Posterior	

2.2.3.2 Diseño del asiento

Para este punto se tomará como referencia la norma R80 [12]. para la simulación dinámica, así como la norma NTE INEN 2 512:2009 [5]. en cuanto a las dimensiones del asiento se refiere.

Tabla 10. Dimensiones asiento abatible.

Descripción	Representación Gráfica
Vista Frontal	
Vista Inferior	
Vista lateral	

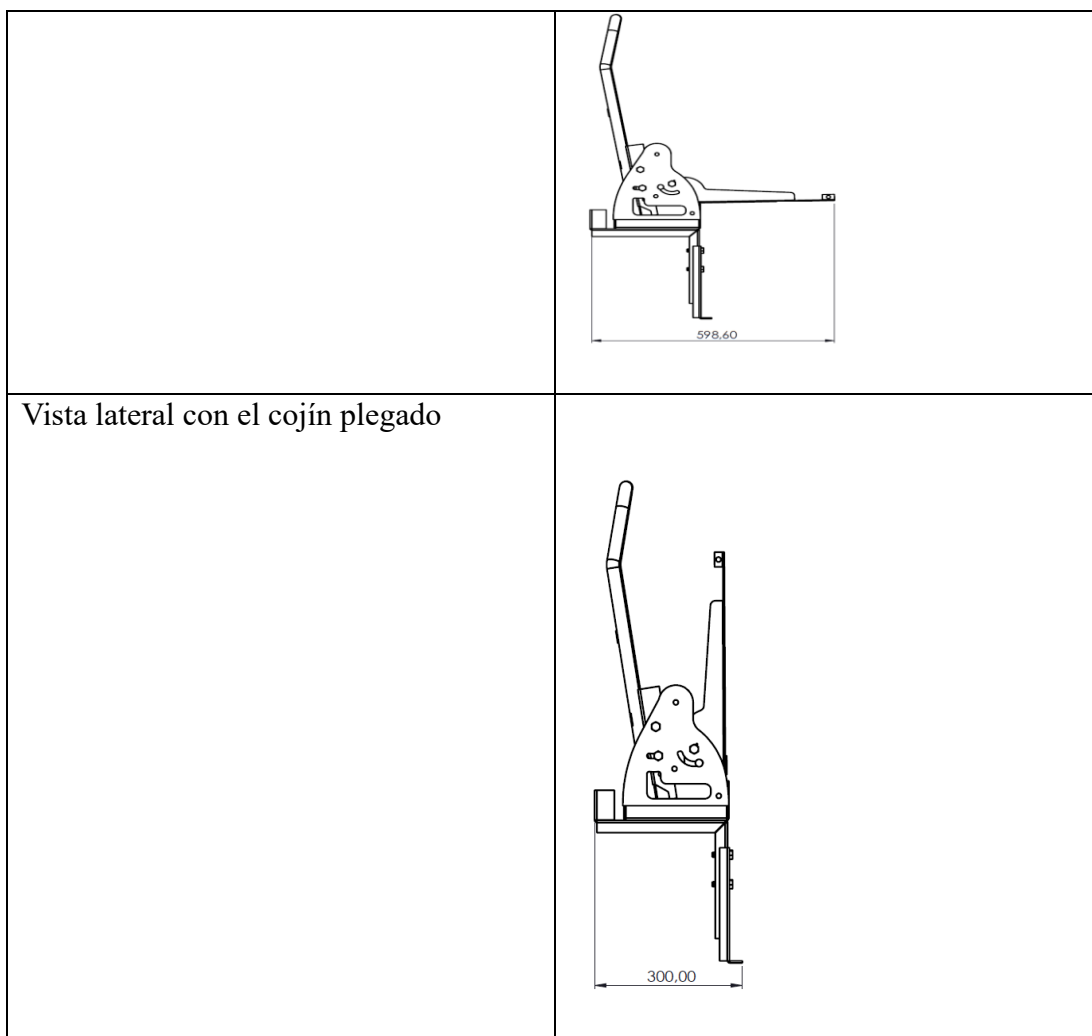

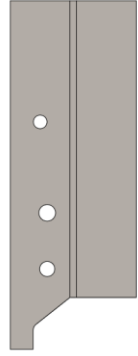

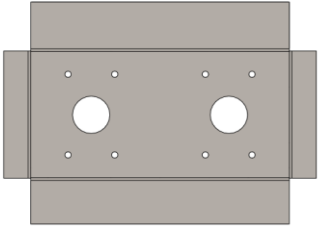
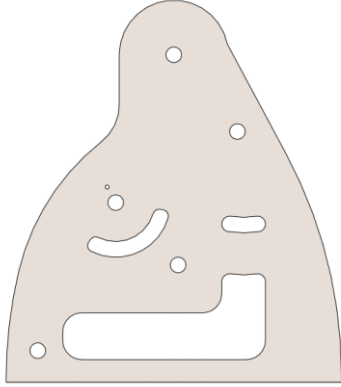
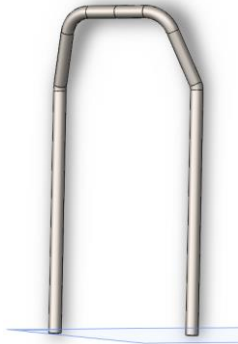
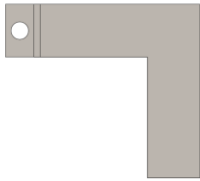

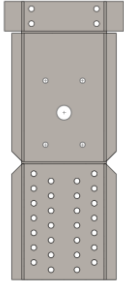
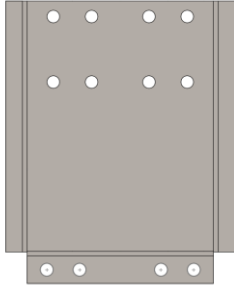


Tabla 11. Partes del Asiento.

Nombre	Descripción	Material	Espesor	Representación Gráfica
Base lateral asiento	Base que servirá de anclaje de la base con el cojín	ASTM A36	4 mm	
Acople espaldar	Acople que servirá de anclaje entre	ASTM A36	4 mm	

	la base y el espaldar			
Barra de refuerzo	Refuerzo que servirá para el espaldar así como también para el asiento	ASTM A36	4 mm	
Caja base	Base que servirá para unir la pata con el asiento	ASTM A36	4 mm	
Base lateral	Base que permitirá unir los distintos acoples a la caja base	ASTM A36	4 mm	

Espaldar	Tubería que servirá para apoyo lumbar	ASTM A500	2 mm	
Base frontal cojín	Barra que servirá de apoyo para el asiento	ASTM A36	4 mm	
Refuerzo posterior cojín	Barra que reforzará el cojín	ASTM A36	4 mm	
Base pata	Servirá de apoyo entre la caja base y la pata del asiento	ASTM A36	4 mm	
Pata	Servirá para anclar el asiento al suelo	ASTM A36	4 mm	

2.2.4 Análisis Estático

2.2.4.1 Mallado del modelo

Para el mallado del asiento usaremos la malla tetrahedral es flexible y se adapta bien a geometrías complejas, aunque puede requerir más elementos en comparación con otros tipos de malla, para lograr la misma precisión en el análisis. Sin embargo, debido a su versatilidad y capacidad para manejar geometrías más complejas, la malla tetrahedral es la opción por defecto en muchos casos [31]. Para el presente trabajo usaremos una malla de 20 mm. la cual cubre muy bien nuestras necesidades para el análisis y se puede ver en la figura 9.

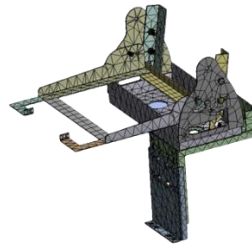


Figura 9. Mallado LS-DYNA RESEARCH.

2.2.4.2 Simulación

Para la simulación tal como nos indica la norma el asiento debe soportar una fuerza de 20 N, para lo cual distribuimos la fuerza por todo el asiento como en la figura 10.

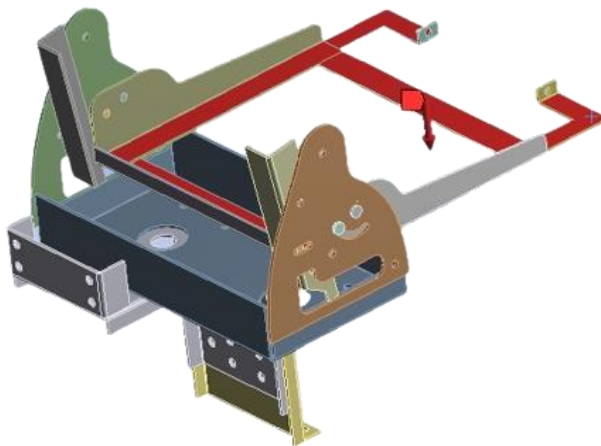


Figura 10. Fuerza aplicada.

2.2.5 Análisis Dinámico

2.2.5.1 Mallado del modelo

El mallado lo utilizaremos para dividir el dominio del problema en elementos más pequeños y manejables. Al dividir el dominio en elementos más pequeños, el problema se simplifica.

Procedemos a realizar un mallado de 20 mm. lo cual nos permitirá una mayor precisión en los resultados, así como también capturar detalles y características locales más pequeñas en el dominio del problema.



Figura 11. Mallado LS-Prepost.

Procedemos a verificar el mallado con el índice jacobiano como muestra la figura 12. Este criterio está relacionado con el análisis de funciones multivariables, la resolución numérica de ecuaciones y la predicción de fallas o deformaciones en materiales y estructuras [15]. En la figura 12 podemos ver los índices del criterio jacobiano.

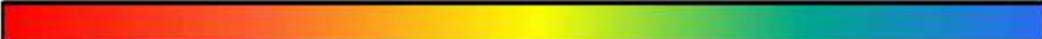
					
Inaceptable	Malo	Aceptable	Bueno	Muy bueno	Excelente
-1,00 / -0,6	-0,5 / -0,2	-0,1 / 0,00	0,00 / 0,1	0,2 / 0,5	0,6 / 1,00

Figura 12. Calidad de malla según Criterio Jacobiano.

Para construir el mallado se ensambló el asiento en el vehículo junto con el dummy con el fin de obtener un solo modelo para las simulaciones.

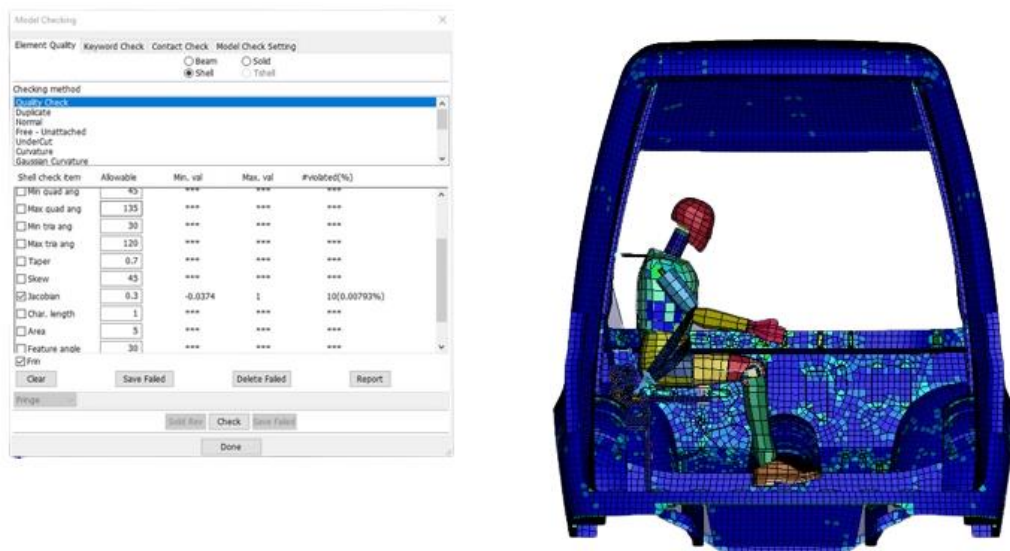


Figura 13. Mallado.

Tabla 12. Descripción y características del mallado.

Propiedad	Cantidad o Característica	Observaciones
Número de elementos	12232	Asiento
Número de nodos	12868	
Número de elementos	110949	Vehículo
Número de nodos	104070	
Número de elementos	128779	

Número de nodos	125129	Vehículo + Asiento + Dummy
Longitud de elementos máx.	20 mm.	-
Índice de jacobiano min.	0.3	-
Tipos de elementos	Shell 2D quad/tri con formulación de tipo Belytschko-Tsay.	Esta malla en particular fue seleccionada debido a que es considerada la opción más adecuada, ya que posee una mejor calidad y requiere de un número mínimo de nodos y elementos. Además, es la opción recomendada para llevar a cabo análisis de impacto no lineales.

2.2.5.2 Asignación de Materiales

Es necesario asegurarse de establecer correctamente las propiedades de cada uno de los elementos que se utilizarán. Para este propósito, se proporcionan en la Tabla 2 y la Tabla 4 las respectivas descripciones de las propiedades mecánicas de cada elemento.

Tabla 13. Materiales a utilizarse en la simulación.

Material	Tipo de Material	Normas
Asiento y base	Acero bajo al carbono	Acero ASTM A36
Espaldar	Acero bajo al carbono	Acero ASTM A500

Para la simulación, se empleó la herramienta MAT_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY (Plasticidad Isotrópica lineal por piezas). En este parámetro se ingresan distintos valores que ayudan a determinar la curva de esfuerzo versus deformación del material utilizado, como es el caso del acero ASTM A500 Grado A y el acero ASTM A36. Esta información se puede apreciar en la Figura 14, Figura 15 y Figura 16, donde se presentan las curvas correspondientes a esfuerzo versus deformación del material empleado.

Keyword Input Form

MatDB RefBy Pick Add Accept Delete Default Done

Use *Parameter Comment (Subsys: 1 PRUEBA 4 CON 10GS ACCELERACION.K) Setting

*MAT_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY,(TITLE) (024) (3)

TITLE
TUBO CIRCULAR ASTM A500 GRADO A

1	MID	RQ	E	PR	SGY	ETAN	FAIL	TDEL
271		7.800e-06	200.00000	0.3000000	0.2300000	0.0	0.2500000	0.0

2	C	P	LCS5	LCSR	VP
	0.0	0.0	266	0	0.0

3	EPS1	EPS2	EPS3	EPS4	EPS5	EPS6	EPS7	EPS8
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

4	ES1	ES2	ES3	ES4	ES5	ES6	ES7	ES8
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Plot Raise New Padd

Total Card: 3 Smallest ID: 271 Largest ID: 2000585 Total deleted card: 0

Figura 14. Asignación de valores del material ASTM A500 y A36.

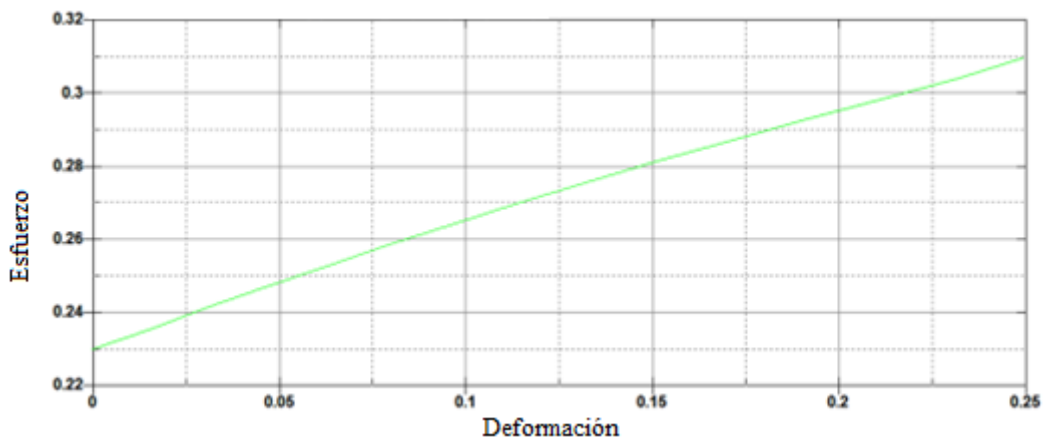


Figura 15. Gráfica de esfuerzo vs deformación del ASTM A500 GRADO A.

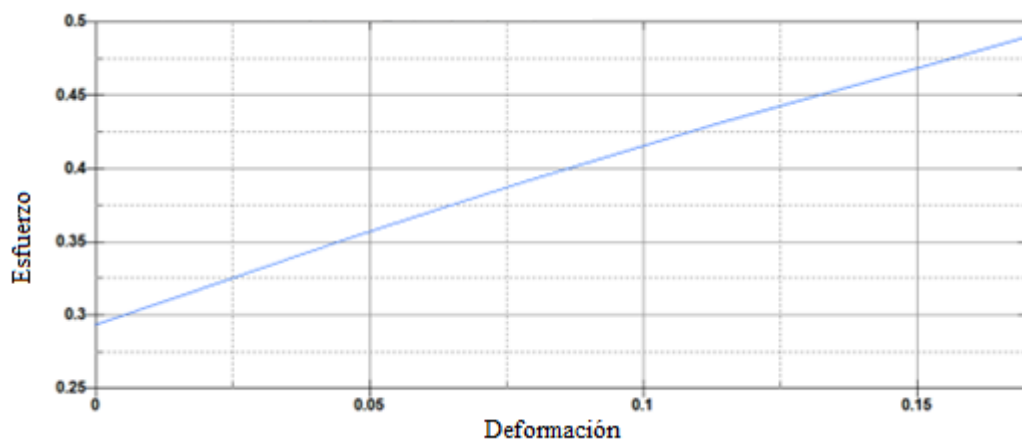


Figura 16. Gráfica de esfuerzo vs deformación del ASTM A36.

2.2.5.3 Asignación de Espesores

Los espesores de cada material (véase Tabla 11) adecuados son asignados a cada elemento tanto en la estructura principal de la ambulancia como en la estructura de los asientos, tal como se ilustra en la Figura 17. Asimismo, en el caso de la zona de supervivencia, se debe crear un valor mínimo de espesor para cada elemento.

Keyword Input Form

Use *Parameter
 Comment
 (Subsys: 1 PRUEBA 4 CON 10GS ACELERACION.k)

*SECTION_SHELL_(TITLE) (38)

TITLE
3 mm

1	SECID	ELFORM	SHRF	NIP	PROPT	QR/IRID	ICOMP	SETYP
	269	2	1.0000000	2	1	0	0	1

2	T1	T2	T3	T4	NLOC	MAREA	IDOF	EDGSET
	3.0000000	3.0000000	3.0000000	3.0000000	0.0	0.0	0.0	0

Repeated Data by Button and List

Data Pt.

Total Card: 38 Smallest ID: 13 Largest ID: 269 Total deleted card: 0

28
30
32
34
38
41
44
45
51
53
55
57
77
78
79
81
84
86
90
221
256
257
258
260
261
262
267 2 mm
268 4 mm
269 3 mm

Figura 17. Asignación de espesores en los distintos elementos que conforman el modelado.

2.2.5.4 Dummy

Un "dummy" de pruebas de impacto es un maniquí o simulador utilizado en pruebas y ensayos de seguridad para evaluar el comportamiento de un vehículo u otro objeto ante un impacto o colisión. Estos dummies están diseñados para representar de manera realista al ocupante humano, tanto en términos de su forma física como de sus características biomecánicas [20].

Los dummies de pruebas de impacto se utilizan para medir y registrar datos importantes durante un impacto, como las fuerzas G experimentadas por diferentes partes del cuerpo, las aceleraciones, las deformaciones y las lesiones potenciales. Estos datos son vitales para evaluar la seguridad de los vehículos, diseñar sistemas de protección y mejorar la seguridad en casos de accidentes [20].

Los datos recopilados del maniquí de prueba de choque permiten a los investigadores, ingenieros y reguladores evaluar el desempeño estructural del vehículo, la efectividad del cinturón de seguridad y la bolsa de aire, y los riesgos potenciales de lesiones para los ocupantes en un choque del mundo real. Al analizar estos datos, los fabricantes de automóviles pueden realizar cambios en el diseño para mejorar la seguridad del vehículo, reduciendo el riesgo de lesiones graves en accidentes reales [32].

Los maniqués de prueba de choque han evolucionado a lo largo de los años, volviéndose más sofisticados y realistas en su respuesta a las fuerzas de impacto. Los investigadores continúan refinando estos dispositivos para replicar mejor las características fisiológicas humanas, asegurando que las pruebas de choque arrojen datos precisos y valiosos para los avances en la seguridad de los vehículos [32].

Los maniqués para pruebas de choque son herramientas esenciales en las pruebas de seguridad de los vehículos modernos. Permiten a los investigadores e ingenieros obtener información crítica sobre cómo funcionan los vehículos y los sistemas de seguridad durante las colisiones, lo que en última instancia conduce a mejoras continuas en la seguridad automotriz y la protección de los ocupantes en las carreteras [33].



Figura 18. Dummy para prueba.

2.2.5.5 Sujeción de la zona de supervivencia con los laterales del chasis

La aplicación de Nodal Rigid Body (CNRB) tiene como objetivo asegurar la unión entre las diferentes juntas, en este caso, base del asiento, asiento y los puntos de anclaje a la ambulancia. Esto se puede observar a continuación:

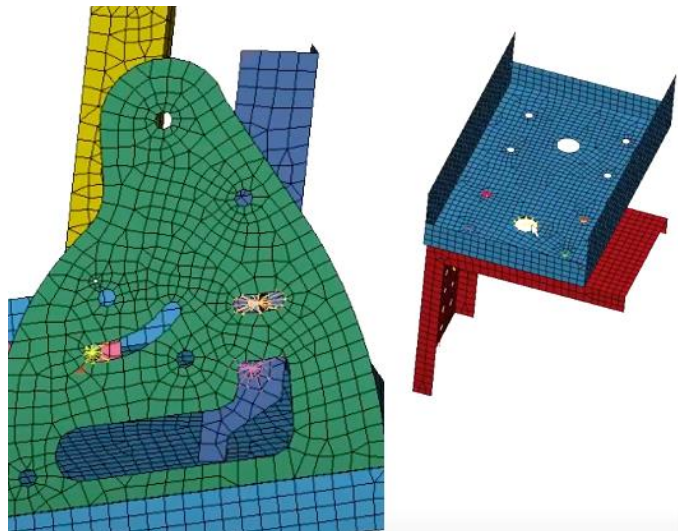


Figura 19. Restricciones entre la base y el cojín.

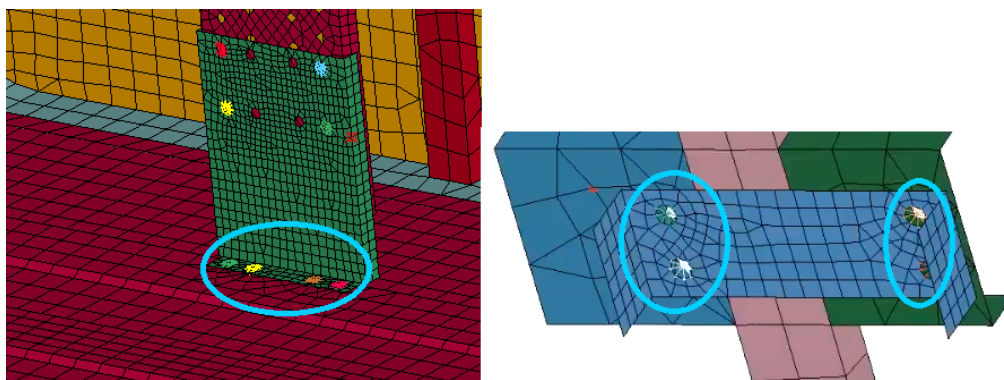


Figura 20. Restricciones entre el asiento y la ambulancia.

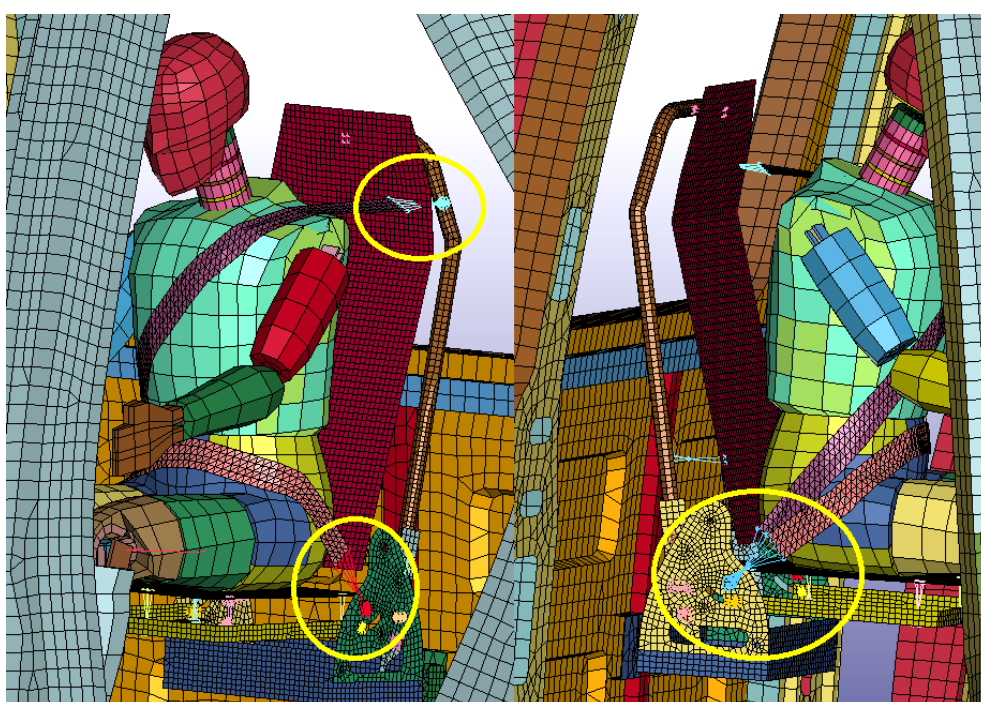


Figura 21. Restricciones para el cinturón de seguridad de 3 puntos.

2.2.5.6 Pulso de Aceleración

Para el cálculo del pulso se va a tomar en cuenta la gráfica aceleración vs. tiempo que indica la norma R80 [14].

Se introdujo una secuencia de impulsos de aceleración en el programa LS-DYNA para obtener la curva de aceleración o desaceleración. Se simuló la estructura completa del vehículo y se colocó un acelerómetro en la parte trasera. A partir de esto, se obtuvo la curva de aceleración como se muestra en la figura 22, la cual cumple con el reglamento R80 [14].

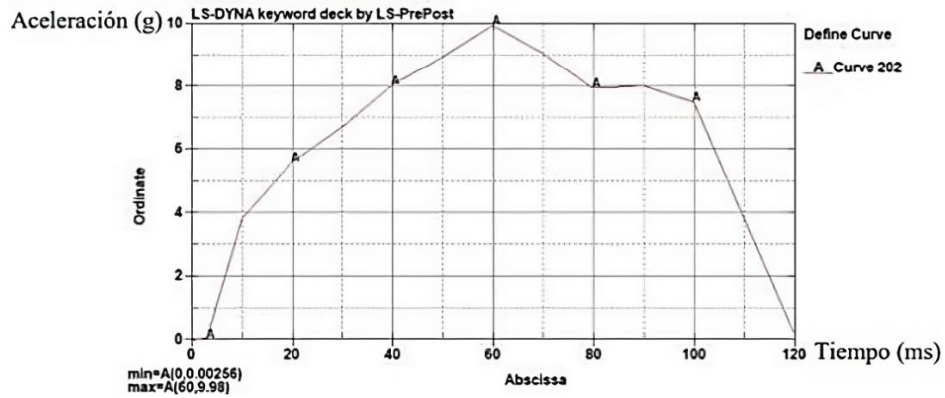


Figura 22. Pulso de aceleración utilizado en la simulación.

2.2.5.7 Restricciones

Las restricciones de movimiento, también conocidas como condiciones de contorno o condiciones de frontera, son elementos cruciales en un análisis de choque o análisis por elementos finitos en general. Estas restricciones se aplican en puntos específicos de la geometría o estructura para simular cómo interactúan los componentes durante una colisión o evento de impacto. Su propósito principal es representar de manera realista las condiciones de carga y fijación que se producen en una situación real y permitir la predicción precisa del comportamiento del sistema en el análisis.

Al analizar el asiento, el vehículo tendrá las siguientes restricciones como se muestra en la figura a continuación.

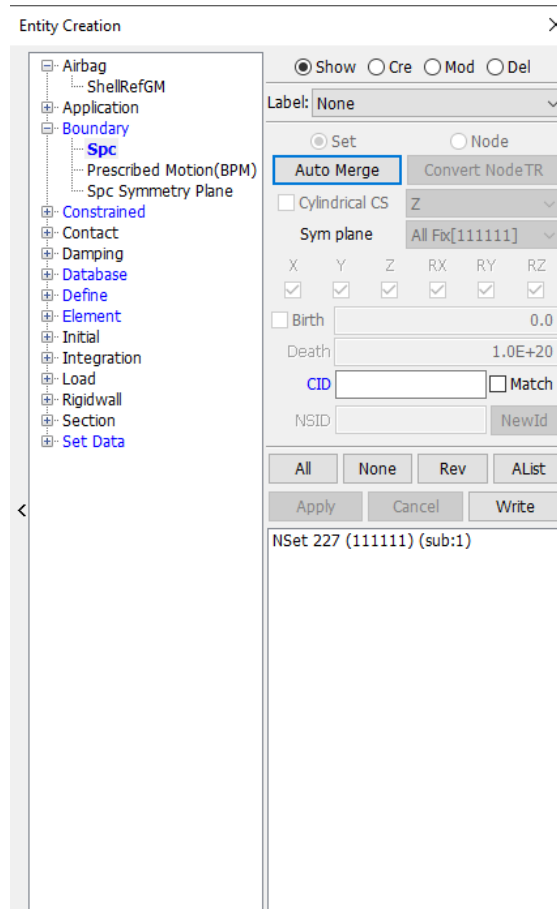


Figura 23. Restricciones.

Algunas restricciones dispuestas en el análisis fueron las siguientes:

AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE. - Se utiliza para definir automáticamente conexiones de contacto entre superficies.

TIMESTEP. - Se define el valor de los ciclos como 1 - 3 segundos por ciclo.

BINARY-D3PLOT. - Se utiliza para guardar los resultados de una simulación, aquí se coloca un valor de 0.3 segundos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis Estático

3.1.1 Deformación Total

Vemos que la deformación total solo alcanza 1.2 mm. en el asiento, además podemos comprobar que no hay rotura para lo cual cumple con la CEPE R80 [13].

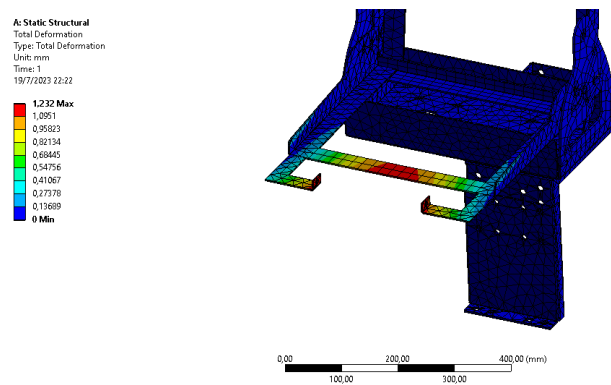


Figura 24. Desplazamiento.

3.1.2 Factor de Seguridad

En el análisis nos proporciona un resultado de 6.9 de factor de seguridad el cual es muy aceptable ya que indica que la resistencia o capacidad de carga de la estructura es aproximadamente 6.9 veces mayor que la carga máxima aplicada.

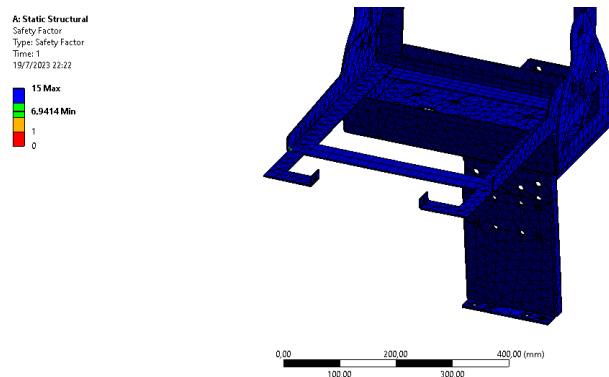


Figura 25. Factor de Seguridad.





3.2 Análisis Dinámico





3.2.1 Simulación del asiento anclado a la ambulancia con dummy y cinturón de seguridad de tres puntos

La tabla 14 presenta los resultados de la secuencia de movimiento del dummy con cinturón de seguridad de tres puntos. En la tabla se describen la norma aplicada, los parámetros de simulación, el tiempo de impacto y las capturas del ensayo en diferentes momentos.

Tabla 14. Secuencia que muestra el comportamiento del movimiento del dummy con cinturón de seguridad de tres puntos.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA			
Ensayo de impacto frontal N°:	1	Muestra de:	Asiento abatible del paramédico para ambulancias según la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 512:2009
Norma Aplicada:	Reglamentación UNECE/CPE R80	Tiempo de Procesamiento:	6 horas 42 minutos
Parámetro de simulación:	Pulso de aceleración	Tiempo de impacto:	300 milisegundos
RESULTADOS DEL ENSAYO			
Nombre	Descripción	Representación Gráfica	

<p>Tiempo 0ms</p>	<p>Posición inicial del Dummy</p>	
<p>Tiempo 42ms</p>	<p>El dummy no presenta cambios en su posición inicial</p>	
<p>Tiempo 84ms</p>	<p>El dummy empieza a tener variaciones respecto a su posición inicial.</p>	
<p>Tiempo 126ms</p>	<p>El dummy tiene una variación significativa en su posición respecto al tiempo anterior.</p>	

<p>Tiempo 168ms</p>	<p>El dummy empieza a tener un latigazo cervical.</p>	
<p>Tiempo 210ms</p>	<p>El latigazo cervical empieza a ser mas notorio.</p>	
<p>Tiempo 252ms</p>	<p>El dummy tiene su extremidad izquierda totalmente extendida.</p>	
<p>Tiempo 300ms</p>	<p>Transcurrido el tiempo total de la simulacion se puede ver el dummy ha alcanzado el latigazo cervical total.</p>	

En la secuencia de imágenes de choque frontal dinámico con cinturón de seguridad de tres puntos, se pueden observar varios momentos significativos. A los 84ms, el dummy es retenido exitosamente como se muestra en la tabla 14.

A los 126 ms, las rodillas del dummy se desplazan de su posición original.

A partir de los 252 ms, se puede apreciar que el dummy permanece en el asiento, lo cual muestra resultados positivos para la utilización del cinturón de seguridad de tres puntos. Esto se ilustra hasta los 300ms, donde el dummy es retenido junto al asiento.

3.2.2 Criterios de lesiones de la cabeza, tórax, pelvis y abdomen con cinturón de seguridad tres puntos

3.2.2.1 Cabeza

Para el criterio de lesión encefálica (CLE) (también conocido por sus siglas en inglés HIC Head Injury Criterion) debe ser menor de 500 [14], el cual mediante la simulación obtiene una puntuación de 169.4 como se puede ver en la figura 26.

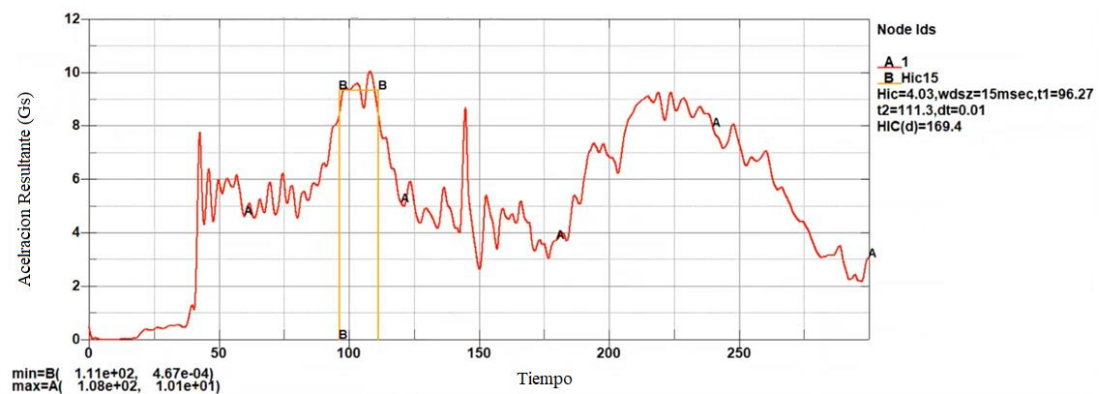


Figura 26. CLE.

3.2.2.2 Tórax

Para el criterio de desviación de la caja torácica (RDC), este, debe ser inferior o igual a 42 mm. En este caso la gráfica en la figura 29 nos muestra un valor negativo el cual es $2.74e-07$ el cual convirtiendo a mm. nos da un valor de 27 mm.

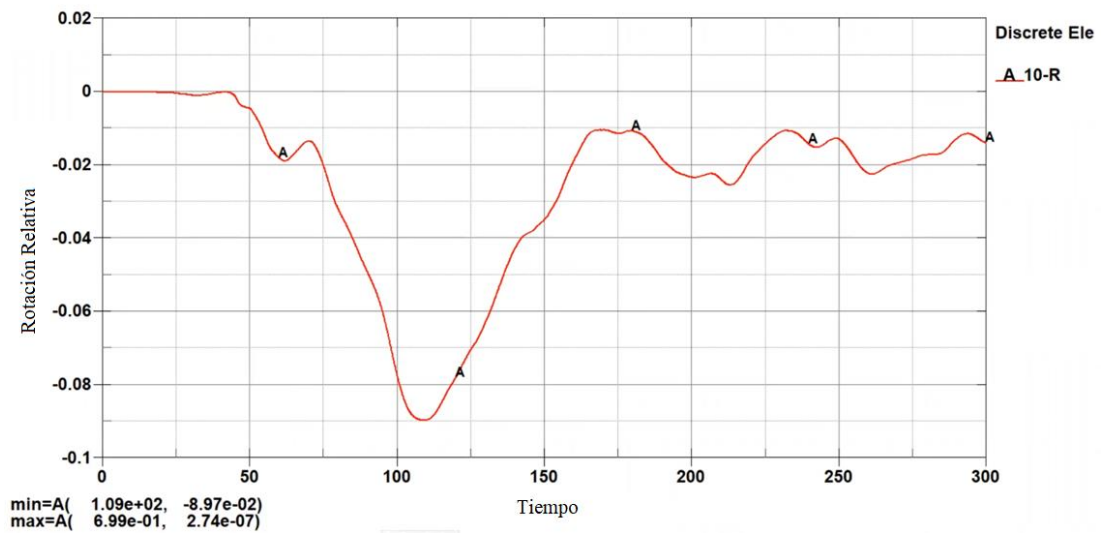


Figura 27. RDC.

3.2.2.3 Pelvis

Para el criterio de sínfisis púbica (PSPF) el valor pico de la fuerza en la debe ser inferior o igual a 6 kN. En este caso la gráfica en la figura 28 nos muestra un valor positivo de 4.18×10^0 el cual convirtiendo a kN, nos da un valor de 4.18 kN.

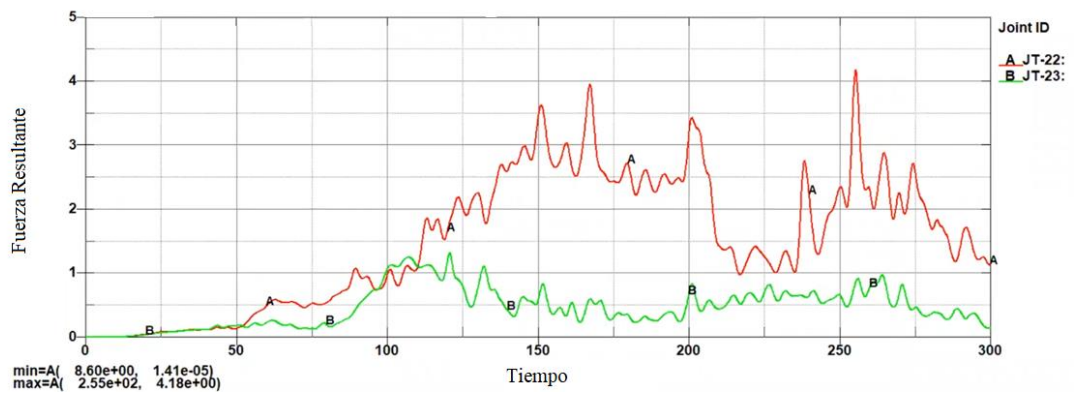


Figura 28. Fuerza en la sínfisis púbica (PSPF).

3.2.2.4 Abdomen

Para el criterio de la fuerza en el abdomen (APF), este debe ser inferior o igual a 2,5 kN de fuerza interna (equivalente a 4,5 kN de fuerza externa). En este caso la gráfica

en la figura 29 nos muestra un valor positivo de $1.48e+00$ el cual convirtiendo a kN. nos da un valor de 1.48 kN.

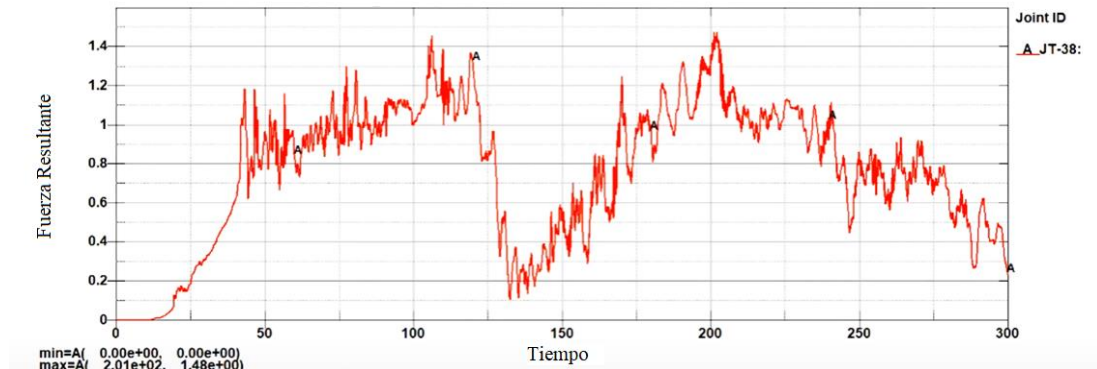


Figura 29. Fuerza en el abdomen (APF).

3.2.3 Efectos del Asiento

3.2.3.1 Dinámico

El dummy, sujeto a una serie de rigurosas pruebas, ha demostrado su valía al superar exitosamente todos los criterios establecidos por la norma R80. Estas pruebas, meticulosamente diseñadas para evaluar su resistencia, respuesta y capacidad de simulación, confirman su idoneidad y confiabilidad en escenarios de seguridad y protección. El dummy ha demostrado su habilidad para replicar al paramédico de manera precisa y realista las condiciones de impacto y las fuerzas involucradas, proporcionando información vital para la mejora de sistemas de seguridad y la toma de decisiones informadas.

Tabla 15. Tabla comparativa resultados vs. CEPE R80.

Condición de análisis	Resultado de simulación	Valores aceptables CEPE R80	Descripción
Cabeza	169.4	500	<500 Aceptable
Tórax	13 mm	42 mm	<42 mm Aceptable

Pelvis	4.18 kN	6 kN	<6 kN Aceptable
Abdomen	1.48 kN	2.5 kN	<2.5 kN Aceptable

3.2.3.2 Resistencia Estructural

El asiento es lo suficientemente resistente al cumplir el apartado 1.1.3 [14], el cual incluye:

- Durante el ensayo, ninguna parte del asiento, el soporte del asiento o los accesorios se separan por completo, como indica el apartado 1.1.3.1.1 de la CEPE R80 [14].



Figura 30. Resistencia durante el ensayo.

- Luego del ensayo, no se encuentran fracturas, aristas cortantes, bordes afilados o esquinas peligrosas en ninguna parte estructural del asiento o sus accesorios que puedan provocar lesiones, como indica el apartado 1.1.3.1.2 de la CEPE R80 [14].



Figura 31. Resistencia después del ensayo.




Todos los componentes del respaldo del asiento y sus accesorios deben estar diseñados para evitar causar lesiones a los pasajeros en caso de impacto, tal como sugiere el apartado 1.2 de la CEPE R80 [14].



3.2.4 Construcción




Fase práctica en la que se empezó con la construcción de la máquina, esta etapa se implican una serie de procesos por la cual se convirtió en una actividad más compleja. Para garantizar la construcción se debió llevar una planificación y al pendiente de cualquier factor de incidencia que se pueda presentar durante el mismo.



Tabla 16. Proceso de construcción del asiento abatible del paramédico.

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL ASIENTO ABATIBLE DEL PARAMÉDICO		
CORTE		
Componente	Descripción	Designación
Acople espaldar Base frontal cojín Base lateral Base lateral asiento Base pata Barra de refuerzo Caja base Refuerzo posterior cojín Pata	Corte plasma CNC; con una velocidad de 1680 mm/min., trabajando a 60 Amperios, funcionando con aire comprimido a 70 psi.	
PLEGADO		
Acople espaldar Base frontal cojín Base lateral Base lateral asiento Base pata Caja base Refuerzo posterior cojín Pata	Dobles en Plegadora CNC; Con una fuerza total de 170 toneladas, se usó un dado de 28mm de extensión, una velocidad de aproximación de 90mm/seg., velocidad trabajo: 9 mm/seg. y velocidad subida: 105 mm/seg.	

CURVADO		
Espaldar	Doblado en maquinaria hidráulica; Dos curvaturas con tope a 50 cm., y a un ángulo de 10 grados, dos curvaturas con tope a 15 cm., y a un ángulo de 90 grados.	
SOLDADURA		
Caja base	Soldadura GMAW tipo filete en cada uno de sus lados, con un alambre ER70S-6 de 0.8 mm., con un amperaje de 150 A y un voltaje de 16 V.	
Base Cojín		

Pata		
PINTURA		
Asiento	<p>Pintura electroestática con una presión máxima de aire de 180 bar, un voltaje 50 kV y un máximo fluido de salida de 1230 cc/min. Después pasa horno para el secado durante 30 minutos a una temperatura de 200 grados centígrados.</p>	
ENSAMBLAJE		




<p>Pata</p>	<p>Armado de las dos partes de la pata la una fija y la segunda que puede adoptar una posición diferente dependiendo la altura.</p>	
<p>Espaldar</p>	<p>Se colocan los pernos en posición para ajustar con la base.</p>	
<p>Base</p>	<p>Se realiza el anclaje de la base al espaldar, así como también con la pata.</p>	

		
Tapizado	El proceso final en el cual se recubre la estructura con esponja y tela.	

3.2.5 Pruebas Físicas

Tabla 17. Pruebas físicas del asiento abatible del paramédico.

PRUEBAS FÍSICAS DEL ASIENTO ABATIBLE DEL PARAMÉDICO		
Componente	Descripción	Designación

<p>Asiento en posición abierta</p>	<p>El asiento está en una posición de 100 grados con respecto al espaldar fijo.</p>	
<p>Asiento en posición cerrada</p>	<p>El asiento se encuentra en una posición de 10 grados respecto al espaldar fijo.</p>	
<p>Asiento en posición abierta con persona</p>	<p>El asiento en posición abierta con una persona y con el cinturón de seguridad de 3 puntos retráctil.</p>	

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- A través de los estudios realizados en las simulaciones, se pudo observar que el dummy con cinturón de seguridad se mantiene en el asiento, al momento de un choque frontal. Además, que, los criterios del reglamento R80 son completamente aceptables para cada una de las partes del dummy como son cabeza, tórax, pelvis y abdomen.
- El asiento resiste aceptablemente mediante todos sus anclajes, los cuales se mantienen fijos a la estructura de la ambulancia. La configuración de los asientos juega un papel importante en el cumplimiento o incumplimiento de los requisitos establecidos en el ensayo del reglamento CEPE R80.
- En general, el uso de cinturón de seguridad tres puntos demuestran la importancia que brindan al paramédico en caso de un choque frontal, ya que permanece retenido en el asiento.

4.2 Recomendaciones

- Es importante verificar la ausencia de interferencias en la estructura a simular en el modelo CAD. Es importante asegurarse de que las unidades estén ingresadas correctamente y de que el mallado cumpla con el criterio jacobiano.
- En futuros estudios, se recomienda mejorar la simulación al considerar refuerzos en el asiento, así como también perfeccionar el diseño del cinturón de seguridad.
- Además, se sugiere realizar estudios de simulación que incluyan la incorporación de airbags de seguridad en el asiento del paramédico, para evaluar el comportamiento de los ocupantes del autobús.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. H. Mulla Salim, D. Yadv Sanjay, D. Shinde, y G. Deshpande, “Importance of federal motor vehicle safety standards 207/210 in occupant safety - A case study”, *Procedia Eng*, vol. 64, pp. 1099–1108, 2013, doi: 10.1016/J.PROENG.2013.09.188.
- [2]. “New Ambulance Seating Improves Safety, Size and Functionality - JEMS: EMS, Emergency Medical Services - Training, Paramedic, EMT News”. <https://www.jems.com/equipment-gear/new-ambulance-seating-improves-safety-size-and-functionality/> (consultado el 19 de junio de 2023).
- [3]. R. Mohd Yusuff, A. M. bin Z. Abidin, y F. Agamohamadi, “Task Analysis of Paramedics in the Ambulance Patient Compartment”, *Advanced Engineering Forum*, vol. 10, pp. 278–284, dic. 2013, doi: 10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AEF.10.278.
- [4]. “70% de la Industria Carrocera es Tungurahuese – Cámara de Industrias de Tungurahua”. <https://camaradeindustriasdetungurahua.wordpress.com/2016/02/24/70-de-la-industria-carrocera-es-tungurahuese/> (consultado el 19 de junio de 2023).
- [5]. Q. -Ecuador y E. DE La Vida Requisitos, “INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN”.
- [6]. D. Y. Elaboración De Un Prototipo De Asiento y J. Sebastián Luna Bustamante, “UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ INGRESO DE PERSONAS DISCAPACITADAS A LOS VEHÍCULOS TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ”.
- [7]. “Ambulances | healthdirect”. <https://www.healthdirect.gov.au/what-is-an-ambulance> (consultado el 19 de junio de 2023).

- [8]. “AMBULANCE SERVICES GUIDELINE 2 nd EDITION 2018 Emergency Medical Services Division Department of Medical Services Ministry of Health”.
- [9]. Icrc, “AMBULANCE AND PRE-HOSPITAL SERVICES IN RISK SITUATIONS”, Consultado: el 24 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: www.icrc.org
- [10]. “Paramedic: job description”. <https://targetjobs.co.uk/careers-advice/job-descriptions/paramedic-job-description> (consultado el 19 de junio de 2023).
- [11]. U. Department of Homeland Security y F. Responders Group, “A Research Study of Ambulance Operations and Best Practice Considerations for Emergency Medical Services Personnel First Responders Group”, 2015.
- [12]. D. of Homeland Security, T. Directorate, H. Security Enterprise, y F. Responders Group, “Ambulance Patient Compartment Human Factors Design Guidebook First Responders Group”, 2015.
- [13]. N. York Ginebra, “COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA FORO MUNDIAL PARA LA ARMONIZACIÓN DE LA REGLAMENTACIÓN SOBRE VEHÍCULOS (WP.29) FUNCIONAMIENTO PARTICIPACIÓN Tercera edición NACIONES UNIDAS”.
- [14]. “Reglamento no 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 pasajeros y de estos vehículos por lo que respecta a la resistencia de los asientos y de sus anclajes”, Consultado: el 29 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocstts.html>
- [15]. “Finite Element Analysis (FEA)”. <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/finite-element-analysis-fea> (consultado el 23 de junio de 2023).
- [16]. “LS-DYNA® Analysis for Structural Mechanics LS-DYNA Explicit and Implicit Analysis for Structural Mechanics”, Consultado: el 23 de junio de

2023. [En línea]. Disponible en:
<https://ftp.lstc.com/anonymous/outgoing/support/FAQ/>
- [17]. D. Alejandro y R. Díaz, “Pruebas de carga estáticas y dinámicas en una plataforma de madera estructural”.
- [18]. Ifa, “Dynamic dummy for the testing of drivers’ seats 0224”, Consultado: el 24 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: www.dguv.de/ifa
- [19]. “Métodos de ensayo mecánicos Ensayo de materiales”.
- [20]. “Moderate Overlap Frontal Crashworthiness Evaluation Guidelines for Rating Restraints and Dummy Kinematics”, 2007.
- [21]. C.-D. Kan, D. Marzougui, y N. E. Bedewi, “Development of a 50th Percentile Hybrid III Dummy Model”.
- [22]. “Home - DIPAC”. <https://dipacmanta.com/> (consultado el 24 de junio de 2023).
- [23]. “ASTM A36 Steel, plate”.
<https://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=afc003f4fb40465fa3df05129f0e88e6> (consultado el 24 de junio de 2023).
- [24]. “Kubiec - Productos para todo lo que necesites”.
https://kubiec.com/productos/?gclid=Cj0KCCQjwy9-kBhCHARIsAHpBjHhSNVC5I9aJrJldyCki1x6Zu4RNJcyJPf4FRB8Z_qGLQFW8jP5Qqr8aAi9uEALw_wcB (consultado el 24 de junio de 2023).
- [25]. “ASTM A500 Steel, grade A, Round Structural Tubing”.
<https://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=cc4067d556d246eb80b9daf6c28ebef8> (consultado el 24 de junio de 2023).
- [26]. Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett, “Diseno en Ingeniería Mecánica Shigley 8”, p. 1092, 2012, Consultado: el 19 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en:
https://books.google.com/books/about/DISE%3%91O_EN_INGENIER%3%8DA_MEC%3%81NICA_DE_SHIG.html?hl=es&id=4_bdPgAACAAJ

- [27]. “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA ADQUISICION DE ‘ADQUISICIÓN DE 40 AMBULANCIAS PARA ATENDER EMERGENCIAS EN LAS PROVINCIAS DE MANABÍ Y ESMERALDAS’ 1. ANTECEDENTES”.
- [28]. “ACCESS emite permisos de funcionamiento a servicio de ambulancias - ACCESS”. <http://www.acess.gob.ec/acess-emite-permisos-de-funcionamiento-a-servicio-de-ambulancias/> (consultado el 20 de julio de 2023).
- [29]. “Características de las ambulancias según Norma Técnica de Salud”. <https://www.revistaseguridadadminera.com/emergencias/caracteristicas-de-las-ambulancias-segun-norma-tecnica-de-salud/> (consultado el 20 de julio de 2023).
- [30]. “Mercedes-Benz Ecuador Distribuidor Oficial”. <https://www.mercedes-benz.com.ec/> (consultado el 29 de junio de 2023).
- [31]. “Module 3-Lecture 1: Meshing”.
- [32]. M. Jaśkiewicz, D. Frej, J. Matej, y R. Chaba, “Analysis of the head of a simulation crash test dummy with speed motion”, *Energies (Basel)*, vol. 14, núm. 5, mar. 2021, doi: 10.3390/EN14051476.
- [33]. T. Xu, X. Sheng, T. Zhang, H. Liu, X. Liang, y A. Ding, “Development and validation of dummies and human models used in crash test”, *Appl Bionics Biomech*, vol. 2018, 2018, doi: 10.1155/2018/3832850.

ANEXOS



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 512:2009

AMBULANCIAS “ESTRELLA DE LA VIDA. REQUISITOS”.

Primera Edición

AMBULANCES “STAR OF LIFE. REQUIREMENTS”

First Edition

DESCRIPTORES: Vehículos automotores, ambulancias, requisitos.
MC 08.08-402
CDU: 614.883:629.1-465
CIIU: 3843
ICS: 43.020

4.11.9 Fuelles de conexión de la cabina para los automotores del tipo I & I AD. Se debe colocar entre la cabina y el cuerpo modular, un fuelle resistente al clima, fabricado con etileno propileno dieno (EPDM), de Hypalon, papel o caucho moldeado u otro material durable que cumpla con los requisitos de resistencia a la temperatura de esta norma y resista el ozono, la luz del sol, el combustible, los mohos, no se cuartee, rompa o deteriore. Los fueles deben ser diseñados para mantenerse incólumes y ser aptos para absorber los desplazamientos laterales, verticales y de torsión debidos al movimiento de la cabina y el cuerpo.

4.12 Cuerpo de la ambulancia y área del paciente.

4.12.1 Acomodaciones del cuerpo. El cuerpo de la ambulancia y el compartimiento del paciente deben ser del tamaño suficiente para transportar a los ocupantes y a todas las literas, catres y camas de esta norma. Debe haber espacio alrededor del o los pacientes para permitir administrar al proveedor de servicios médicos de emergencia, el tratamiento de soporte de vida al paciente primario durante el tránsito.

4.12.2 Ventana de acceso de la cabina al compartimiento de paciente. La ambulancia y las mamparas del cuerpo deben tener una ventana alineada, de abertura de por lo menos de 967,8 cm² para la revisión visual y la comunicación de voz entre la cabina y el compartimiento del paciente para automotores en los cuales no se puede caminar dentro de él. La ventada en la cabina o el cuerpo debe ser del tipo de hoja deslizante, debe estar nivelada, y conectar con la abertura de la ventana del cuerpo modular y debe cumplir con los requisitos de la partición. La ventana debe tener cerradura desde el lado de la cabina y debe ser un panel ajustable, transparente y a prueba de golpes.

4.12.3 Asiento del proveedor de servicios médicos de emergencia. El proveedor de servicios médicos de emergencia debe estar provisto de un asiento que cumpla todas las normas de seguridad de los automotores a motor aplicables, estar equipado con un cinturón de seguridad, y con una almohadilla para la espalda y la cabeza. El asiento debe ser de no menos de 38 cm de profundidad por 45,7 cm de ancho y estar a una distancia mínima de 109 cm medidos desde el asiento acolchonado hasta cualquier obstrucción sobre la cabeza. El asiento del proveedor de servicios de emergencia debe estar situado de tal manera que permita el cuidado del paciente primario.

4.12.4 Parámetros dimensionales del interior de compartimiento del paciente. El compartimiento del paciente debe proporcionar un mínimo de 9,2 m³ de espacio (7,8 m³ de espacio para el tipo II), menos el volumen de los gabinetes, siempre y cuando cumplan lo siguiente:

- a) La longitud medida desde la partición hasta el borde interior de las puertas de carga en el piso debe ser al menos de 310 cm. La configuración del compartimiento debe permitir al menos un espacio no obstruido de 63,5 cm en la cabeza del paciente primario, medidos desde el frente de la cara del espaldar del asiento del proveedor de servicios médicos de emergencia hasta el borde más cercano de la camilla. Se debe proporcionar un mínimo de 25,4 cm desde el borde de atrás del colchón de la camilla hasta la parte de atrás de las puertas de carga, para permitir una holgura para el estiramiento o para los tableros largos de entablillado.
- b) El compartimiento debe proporcionar un pasillo de paso libre de al menos 30,5 cm entre el borde de la camilla primaria del paciente y la base de la columna más cercana, medido a lo largo del piso.
- c) El compartimiento del paciente debe tener al menos 152,4 cm de altura sobre el área primaria del paciente, medido desde el piso hasta los paneles del cielo raso.

(Continúa)

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.unsccc.org/trans/main/wp29/wp29regs/wp29gen/wp296discuss.html>

Reglamento n° 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

Incluye todo texto válido hasta:

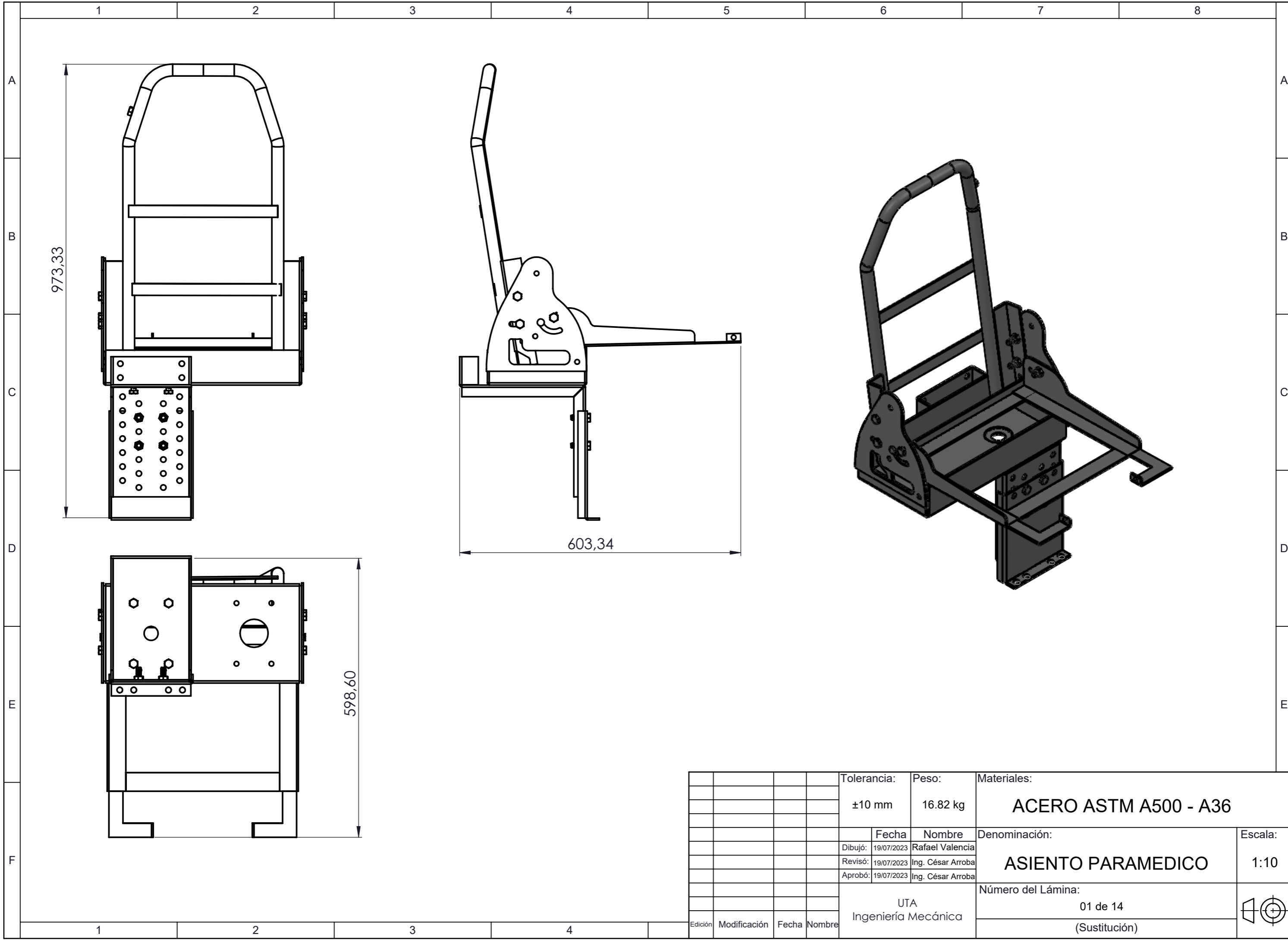
la serie 03 de modificaciones del Reglamento — Fecha de entrada en vigor: 26 de julio de 2012

ÍNDICE

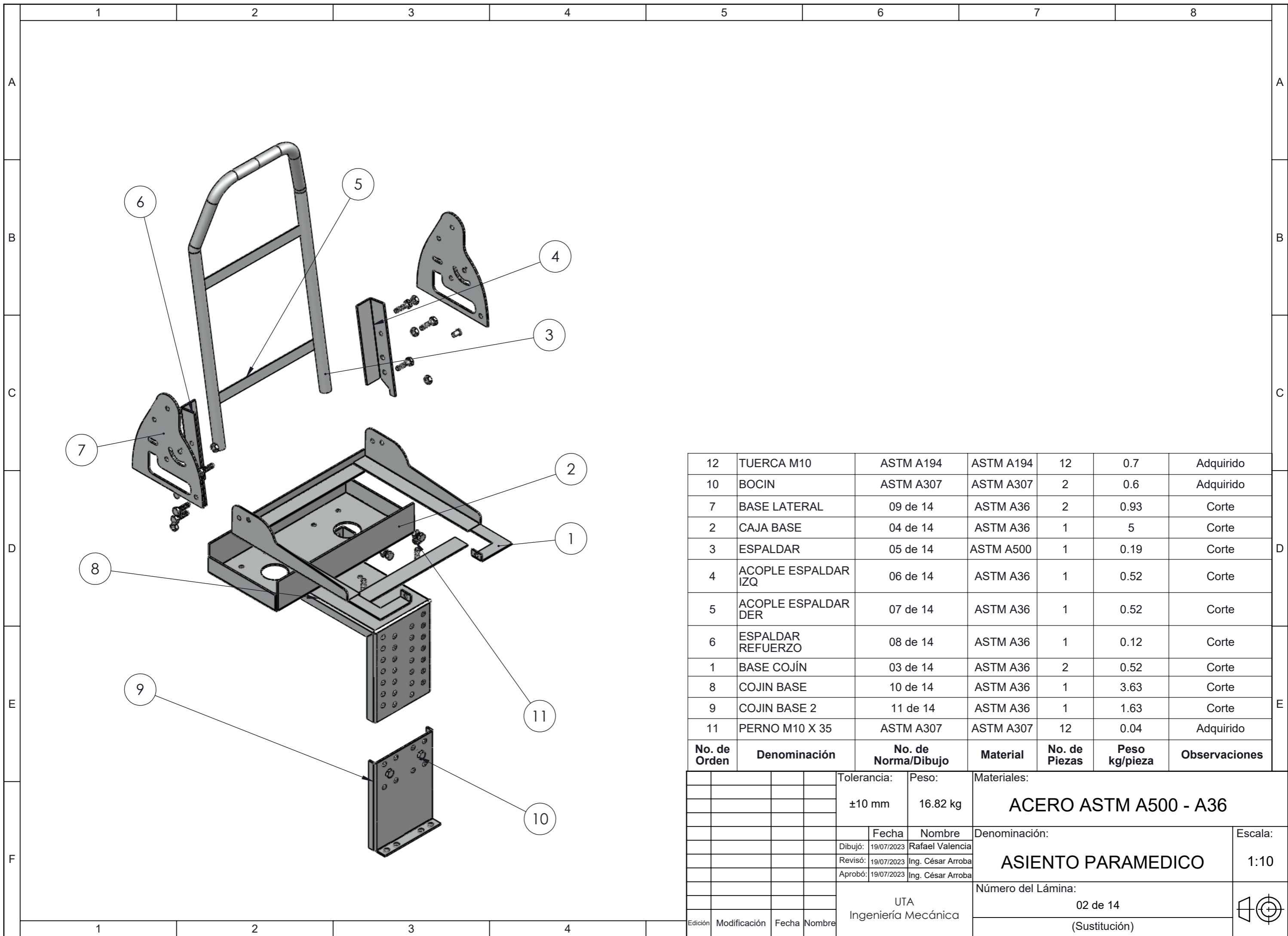
1. Ámbito de aplicación
2. Definiciones
3. Solicitud de homologación
4. Homologación
5. Requisitos aplicables a los asientos
6. Requisitos aplicables a los anclajes de los asientos de un tipo de vehículo
7. Requisitos de instalación de asientos en un tipo de vehículo
8. Conformidad de la producción
9. 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

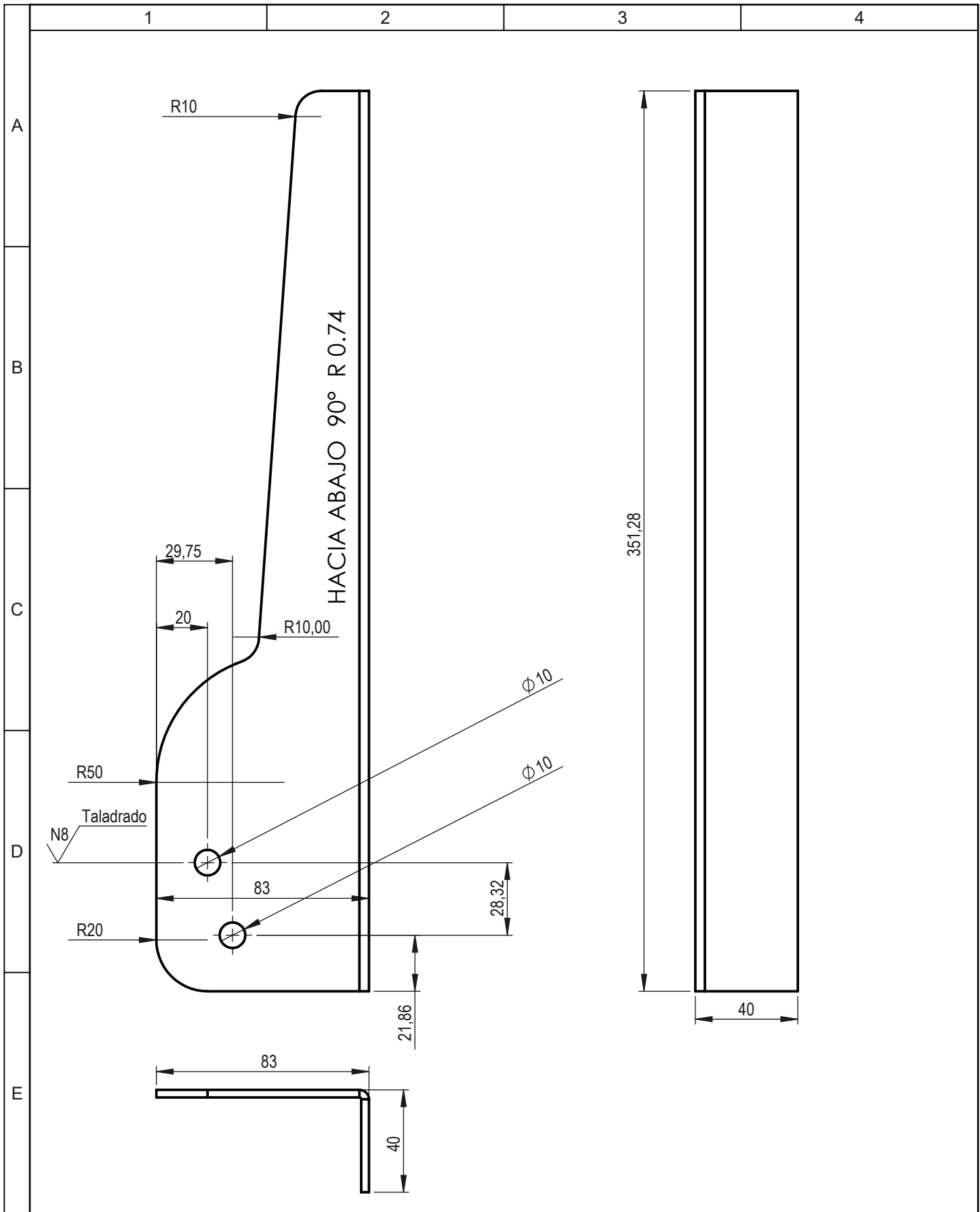


				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				±10 mm	16.82 kg	ACERO ASTM A500 - A36	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dibujó:	19/07/2023	Rafael Valencia	ASIENTO PARAMEDICO
				Revisó:	19/07/2023	Ing. César Arroba	
				Aprobó:	19/07/2023	Ing. César Arroba	
					UTA Ingeniería Mecánica		Número del Lámina:
							01 de 14
							(Sustitución)
							Escala: 1:10
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

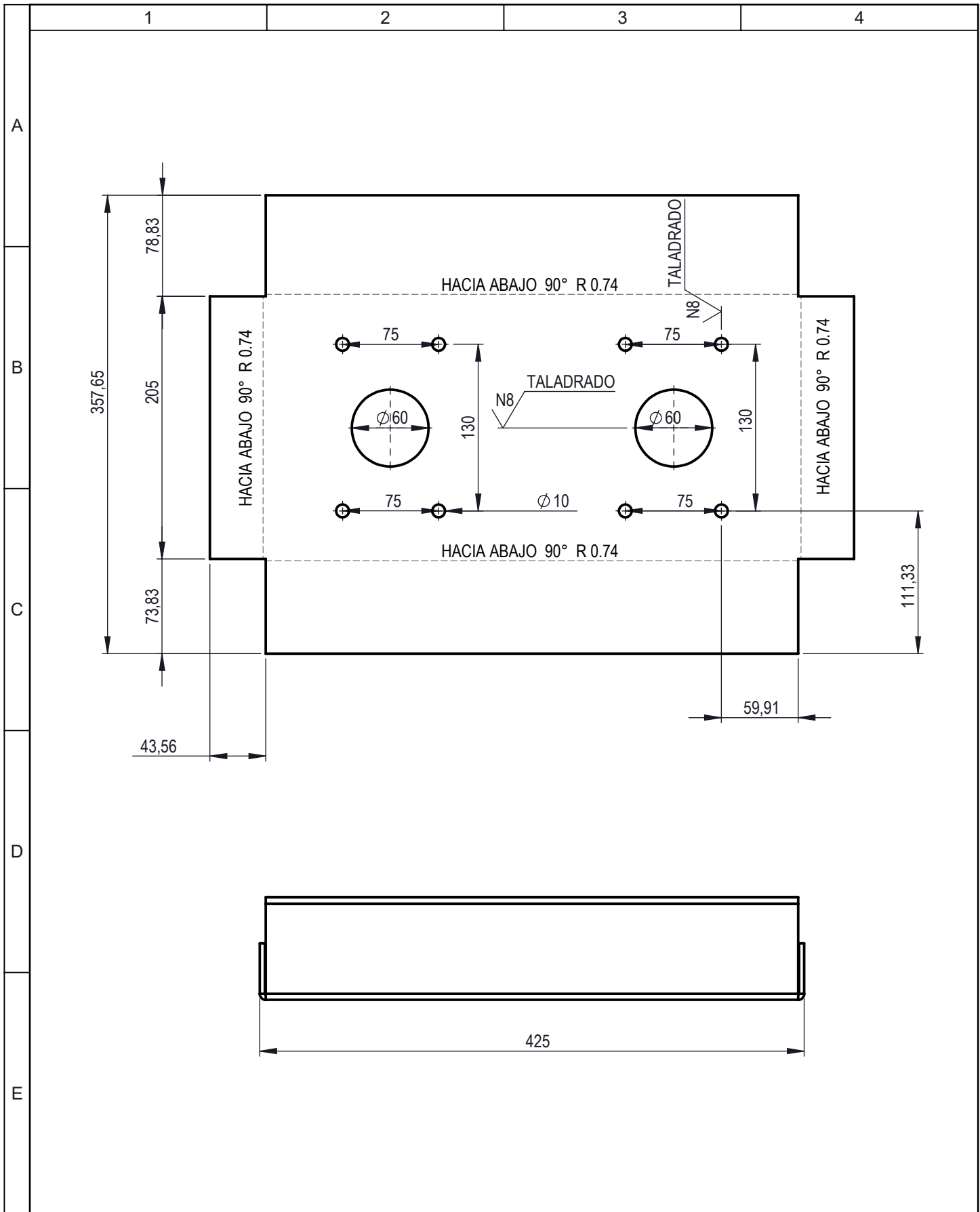


12	TUERCA M10	ASTM A194	ASTM A194	12	0.7	Adquirido
10	BOCIN	ASTM A307	ASTM A307	2	0.6	Adquirido
7	BASE LATERAL	09 de 14	ASTM A36	2	0.93	Corte
2	CAJA BASE	04 de 14	ASTM A36	1	5	Corte
3	ESPALDAR	05 de 14	ASTM A500	1	0.19	Corte
4	ACOPLE ESPALDAR IZQ	06 de 14	ASTM A36	1	0.52	Corte
5	ACOPLE ESPALDAR DER	07 de 14	ASTM A36	1	0.52	Corte
6	ESPALDAR REFUERZO	08 de 14	ASTM A36	1	0.12	Corte
1	BASE COJÍN	03 de 14	ASTM A36	2	0.52	Corte
8	COJIN BASE	10 de 14	ASTM A36	1	3.63	Corte
9	COJIN BASE 2	11 de 14	ASTM A36	1	1.63	Corte
11	PERNO M10 X 35	ASTM A307	ASTM A307	12	0.04	Adquirido
No. de Orden	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de Piezas	Peso kg/pieza	Observaciones

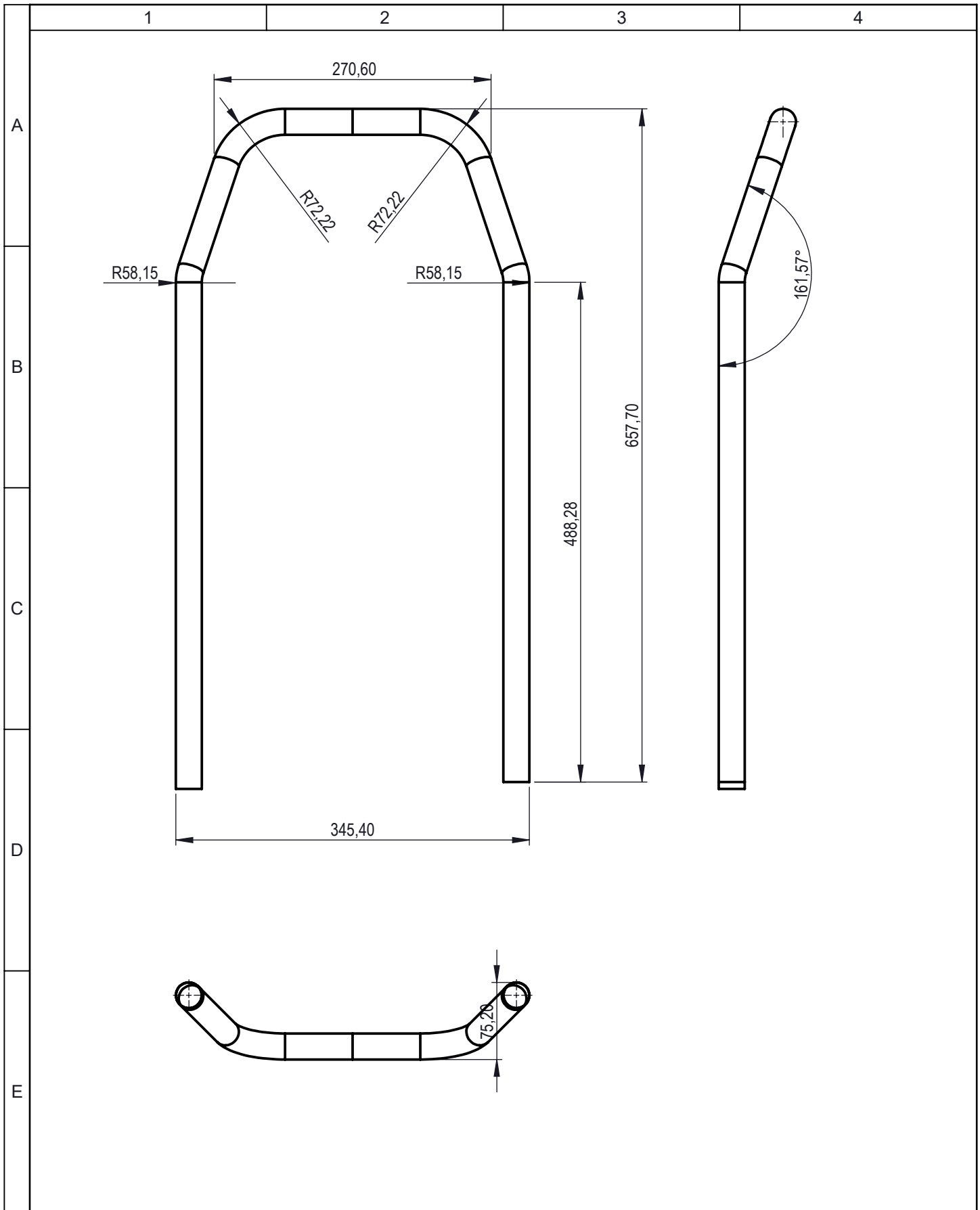
Tolerancia:		Peso:		Materiales:		
±10 mm		16.82 kg		ACERO ASTM A500 - A36		
Fecha		Nombre		Denominación:		Escala:
Dibujó: 19/07/2023		Rafael Valencia		ASIENTO PARAMEDICO		1:10
Revisó: 19/07/2023		Ing. César Arroba				
Aprobó: 19/07/2023		Ing. César Arroba				
UTA Ingeniería Mecánica				Número del Lámina:		
				02 de 14 (Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			



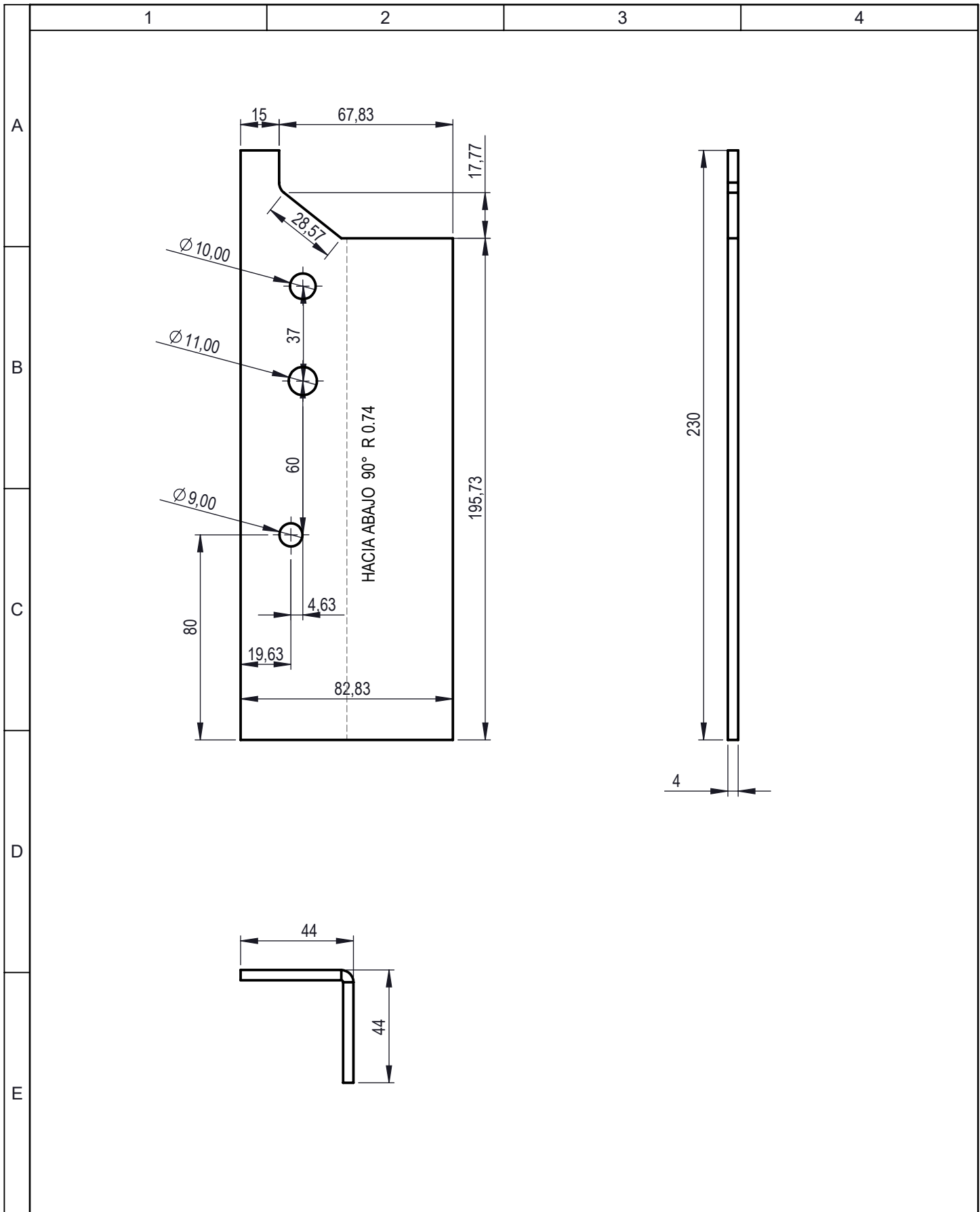
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				±10 mm	0.52 Kg	ACERO ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	19/07/2023	Rafael Valencia		
			Revisó:	19/07/2023	Ing. César Arroba		
				Aprobó:	19/07/2023	Ing. César Arroba	1:2
				UTA		Número del Lámina:	
				Ingeniería Mecánica		03 de 14	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



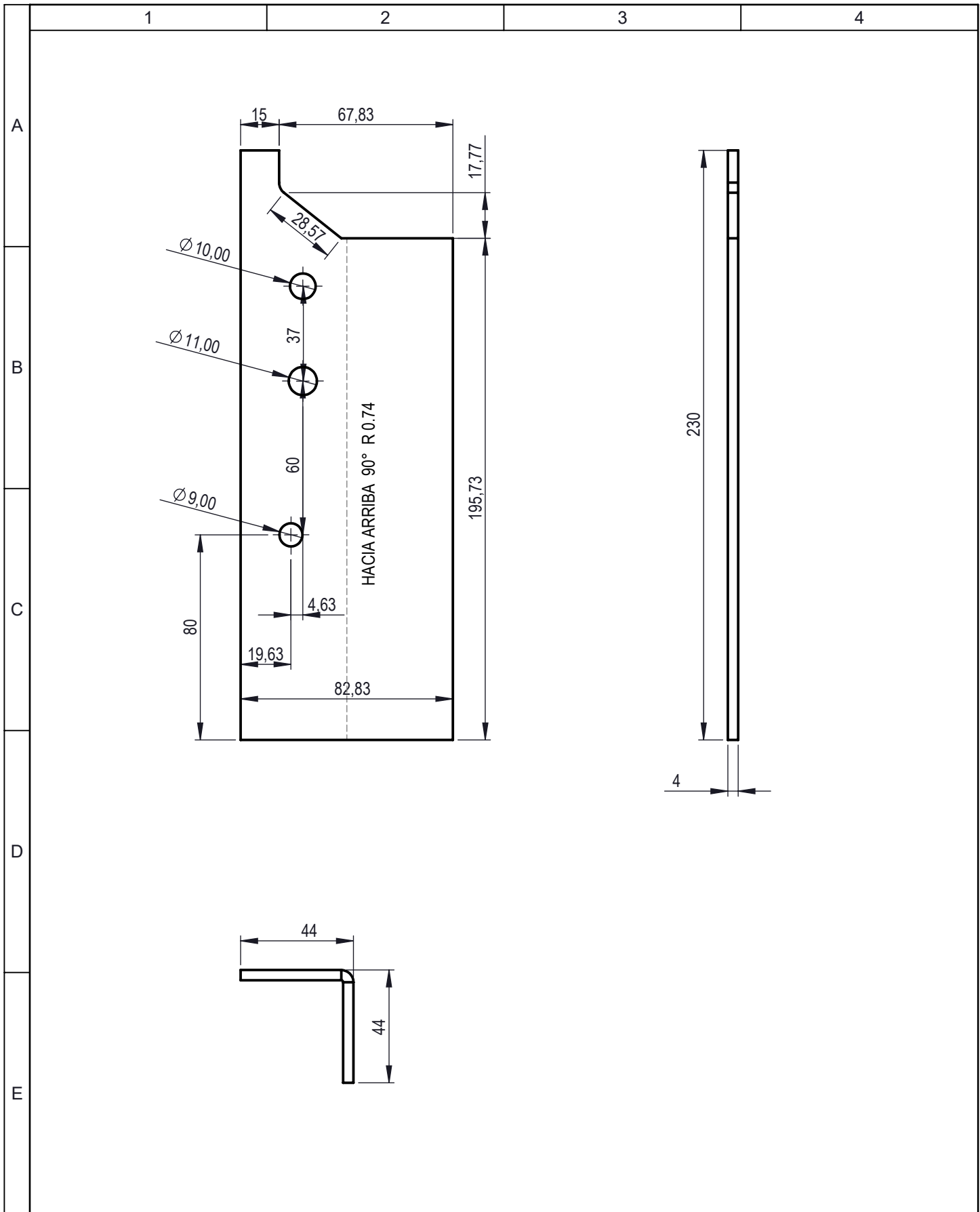
				Tolerancia: ±10 mm	Peso: 5 Kg	Materiales: ACERO ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación: CAJA BASE	Escala: 1:5
				Dibujó: 19/07/2023	Rafael Valencia		
				Revisó: 19/07/2023	Ing. César Arroba		
				Aprobó: 19/07/2023	Ing. César Arroba	Número del Lámina: 04 de 14 (Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica			



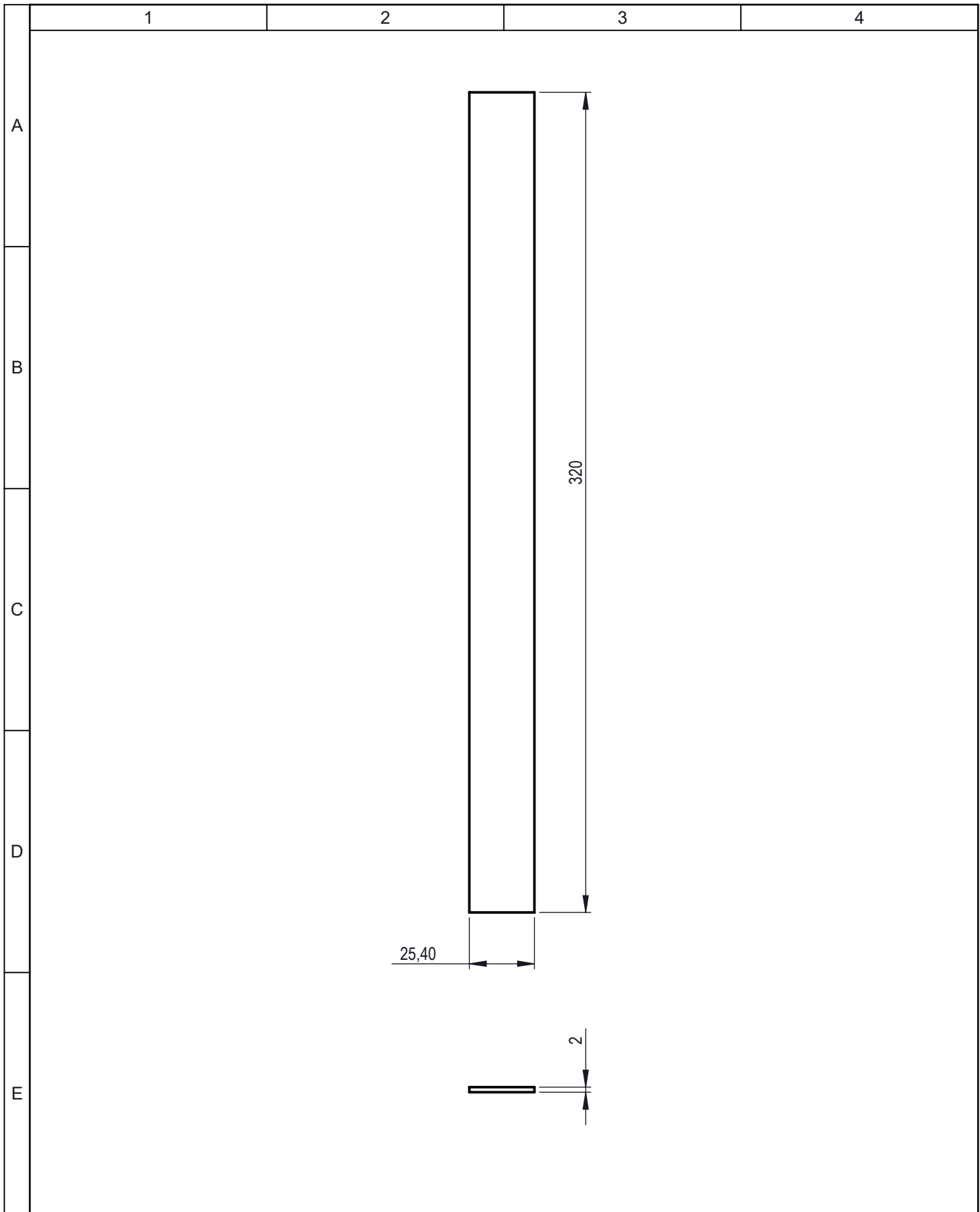
				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				±10 mm	0.19 Kg	ACERO ASTM A500 GRADO A	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 19/07/2023	Rafael Valencia	ESPALDAR	1:5
				Revisó: 19/07/2023	Ing. César Arroba		
				Aprobó: 19/07/2023	Ing. César Arroba		
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del Lámina:	
						05 de 14	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



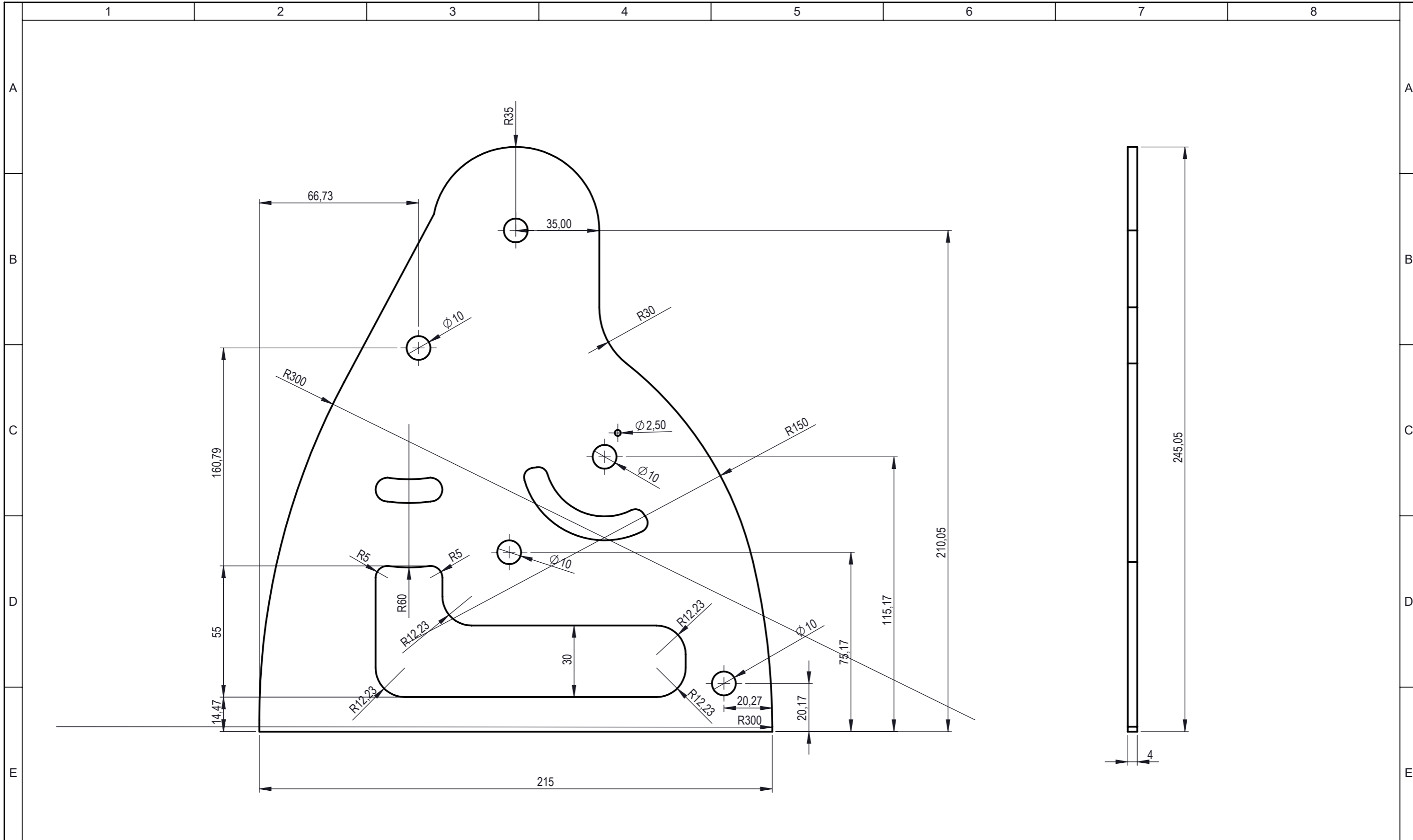
				Tolerancia: ±10 mm	Peso: 0.52 Kg	Materiales: ACERO ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación: ACOPLE ESPALDAR IZQUIERDO	Escala: 1:2
				Dibujó: 19/07/2023	Rafael Valencia		
				Revisó: 19/07/2023	Ing. César Arroba		
				Aprobó: 19/07/2023	Ing. César Arroba	Número del Lámina: 06 de 14 (Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica			



				Tolerancia: ±10 mm	Peso: 0.52 Kg	Materiales: ACERO ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 19/07/2023	Rafael Valencia	ACOPLE ESPALDAR DERECHO	1:2
				Revisó: 19/07/2023	Ing. César Arroba		
				Aprobó: 19/07/2023	Ing. César Arroba		
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del Lámina: 07 de 14	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:		
				±10 mm	0.12 Kg	ACERO ASTM A36		
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dibujó: 19/07/2023	Rafael Valencia	REFUERZO		1:2
				Revisó: 19/07/2023	Ing. César Arroba			
				Aprobó: 19/07/2023	Ing. César Arroba			
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del Lámina:		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			08 DE 14 (Sustitución)		



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				±10	0.93 kg.	ACERO ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dibujó:	19/07/2023	Rafael Valencia	BASE LATERAL
				Revisó:	19/07/2023	Ing. César Arroba	
				Aprobó:	19/07/2023	Ing. César Arroba	
					UTA Ingeniería Mecánica		Número del Lámina:
							09 de 14
							(Sustitución)
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

F

E

D

C

B

A

1

2

3

4

E

D

C

B

A

8

7

6

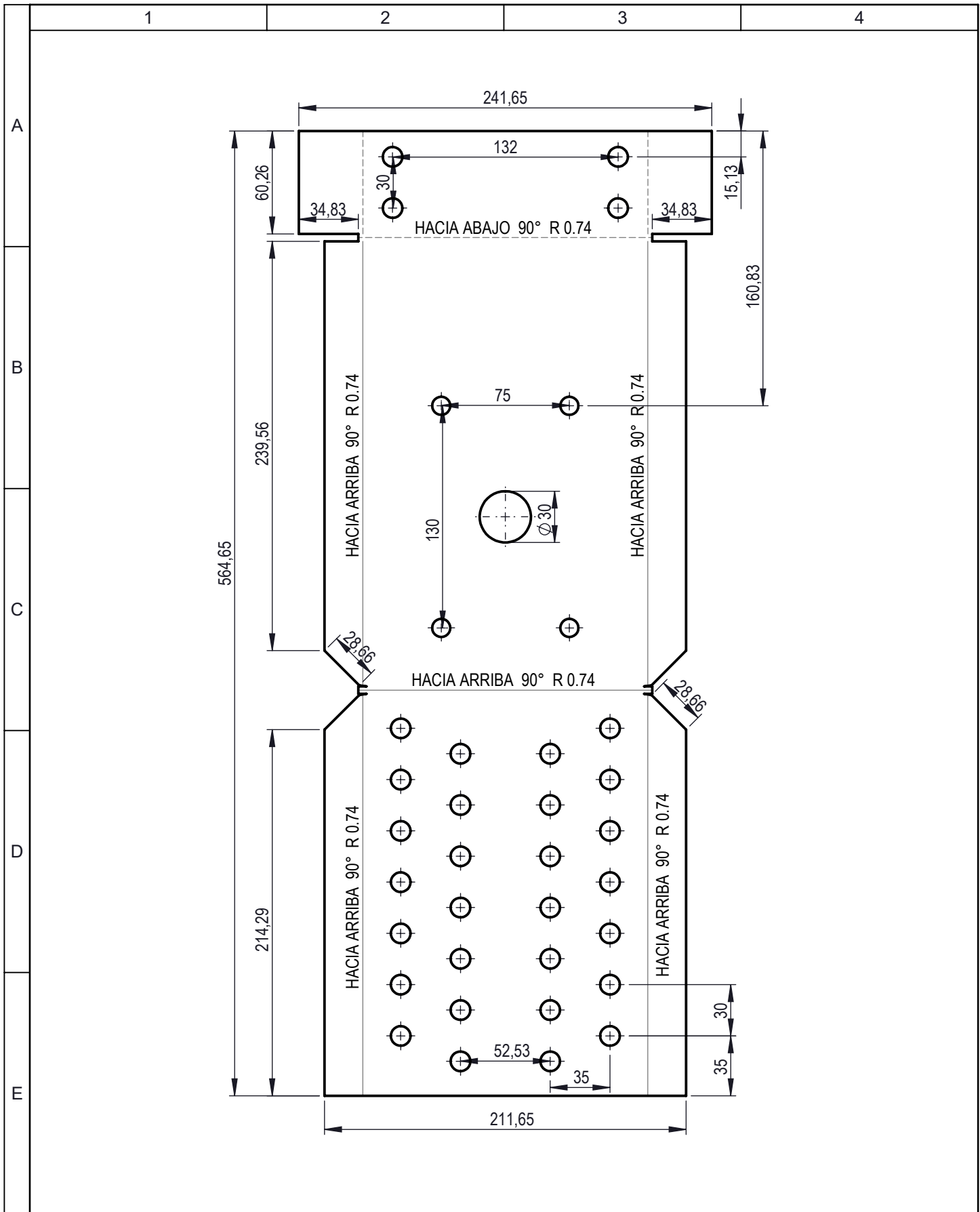
5

4

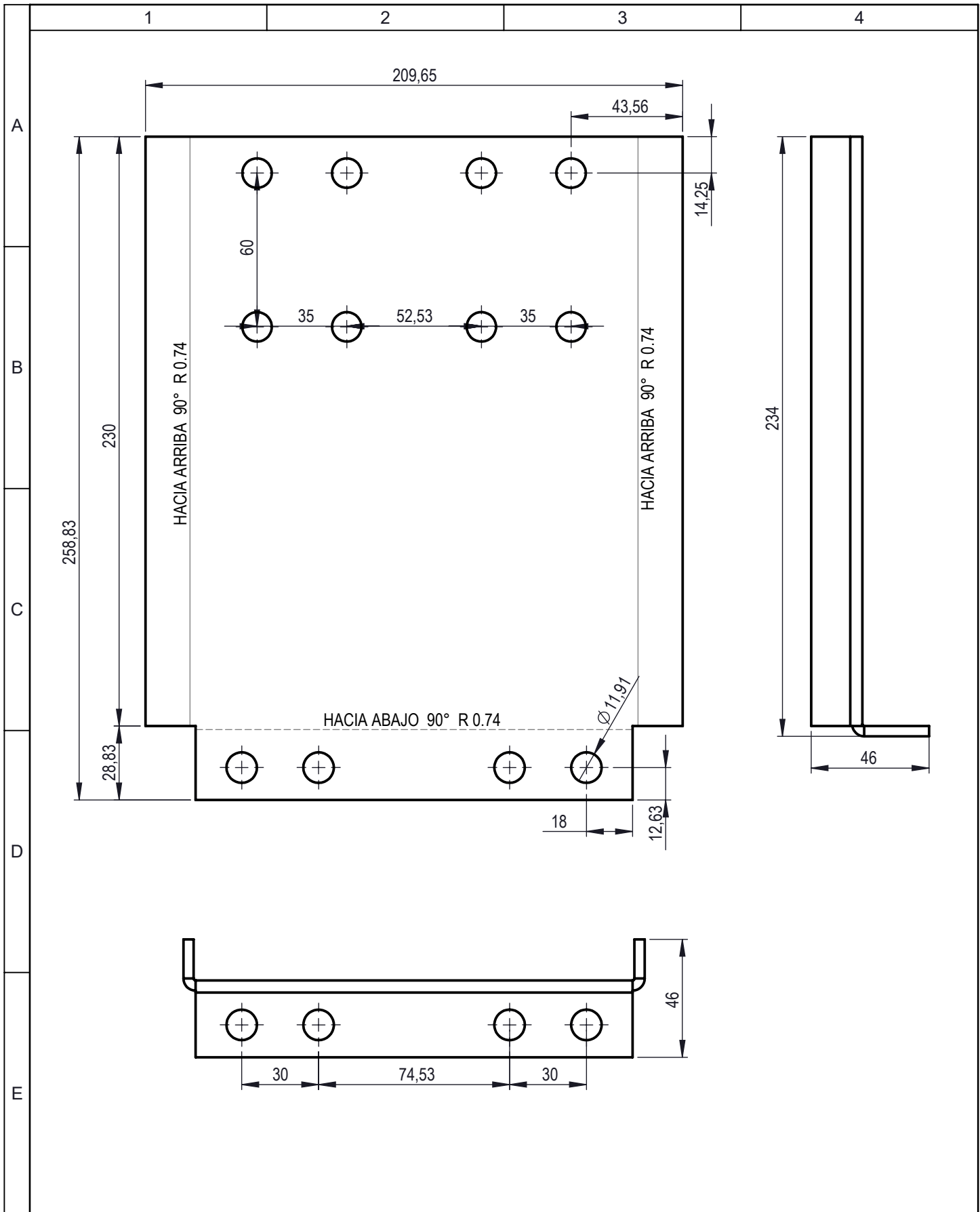
3

2

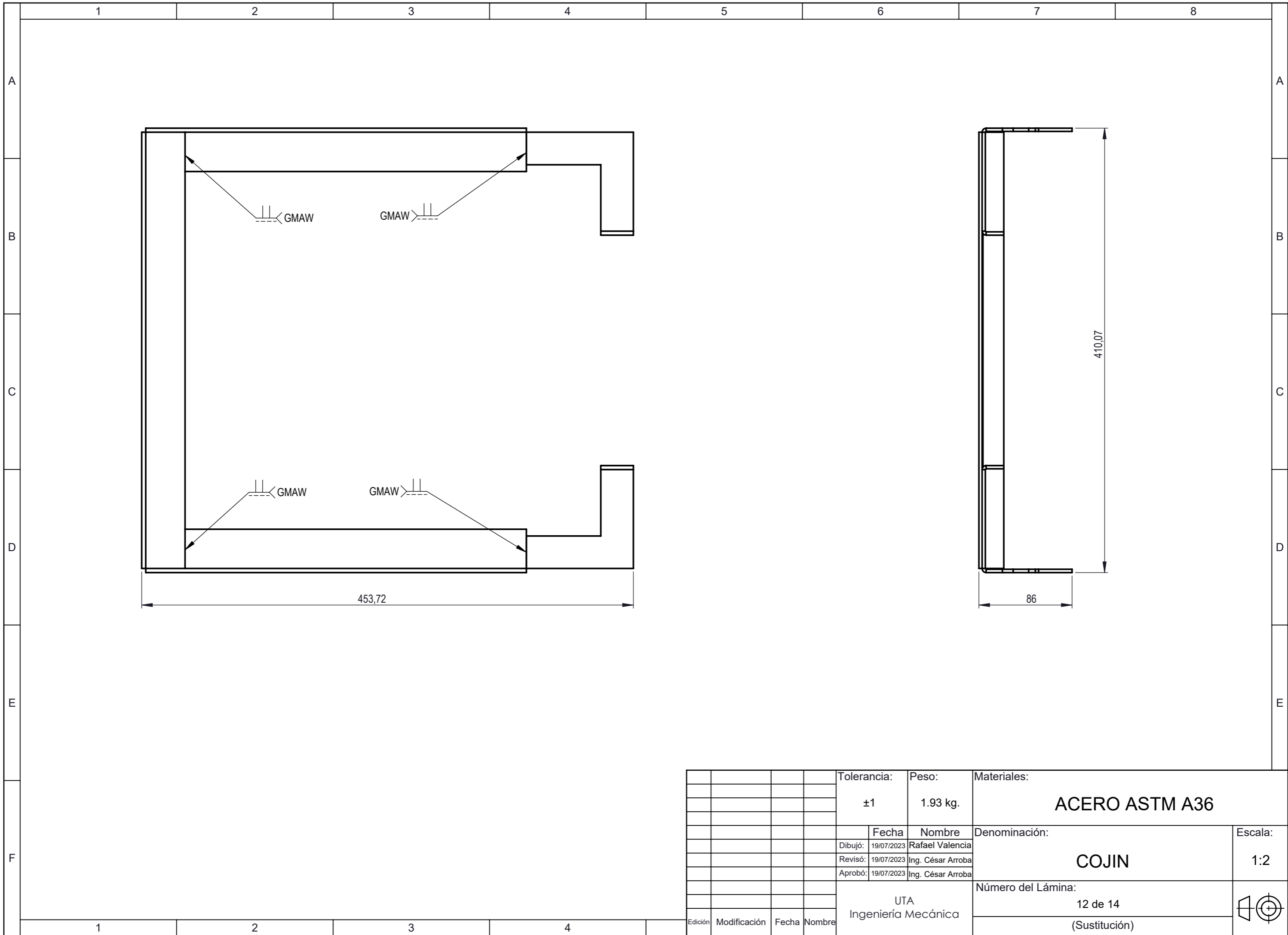
1



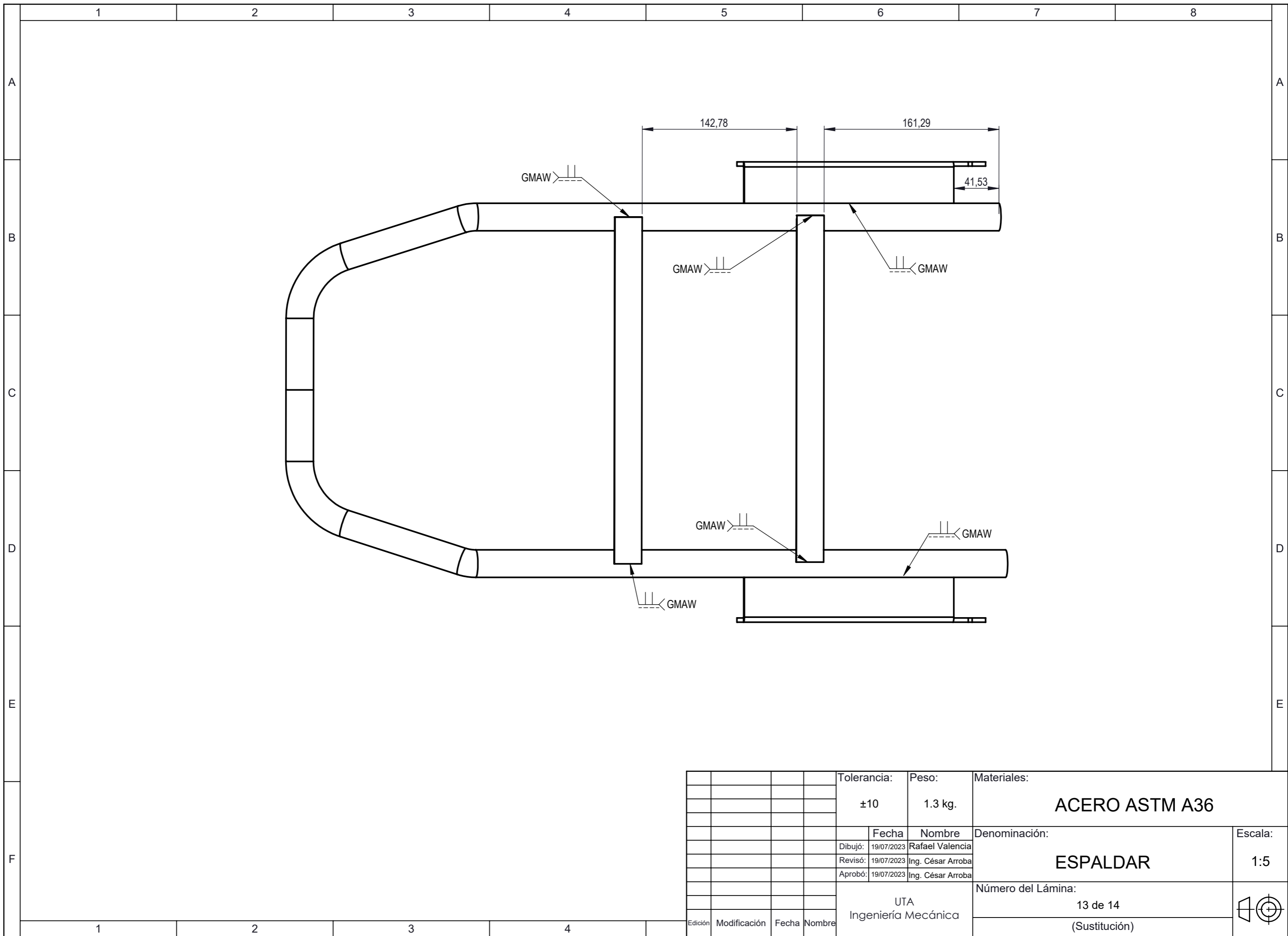
				Tolerancia: ±10 mm	Peso: 3.63 Kg	Materiales: ACERO ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación: COJIN BASE	Escala: 1:2
				Dibujó: 19/07/2023	Rafael Valencia		
				Revisó: 19/07/2023	Ing. César Arroba		
				Aprobó: 19/07/2023	Ing. César Arroba		
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del Lámina: 10 de 14	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



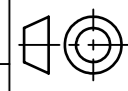
				Tolerancia: ±10 mm	Peso: 1.63 Kg	Materiales: ACERO ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación: COJIN BASE 2	Escala: 1:2
				Dibujó: 19/07/2023	Rafael Valencia		
				Revisó: 19/07/2023	Ing. César Arroba		
				Aprobó: 19/07/2023	Ing. César Arroba	Número del Lámina: 11 de 14	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	

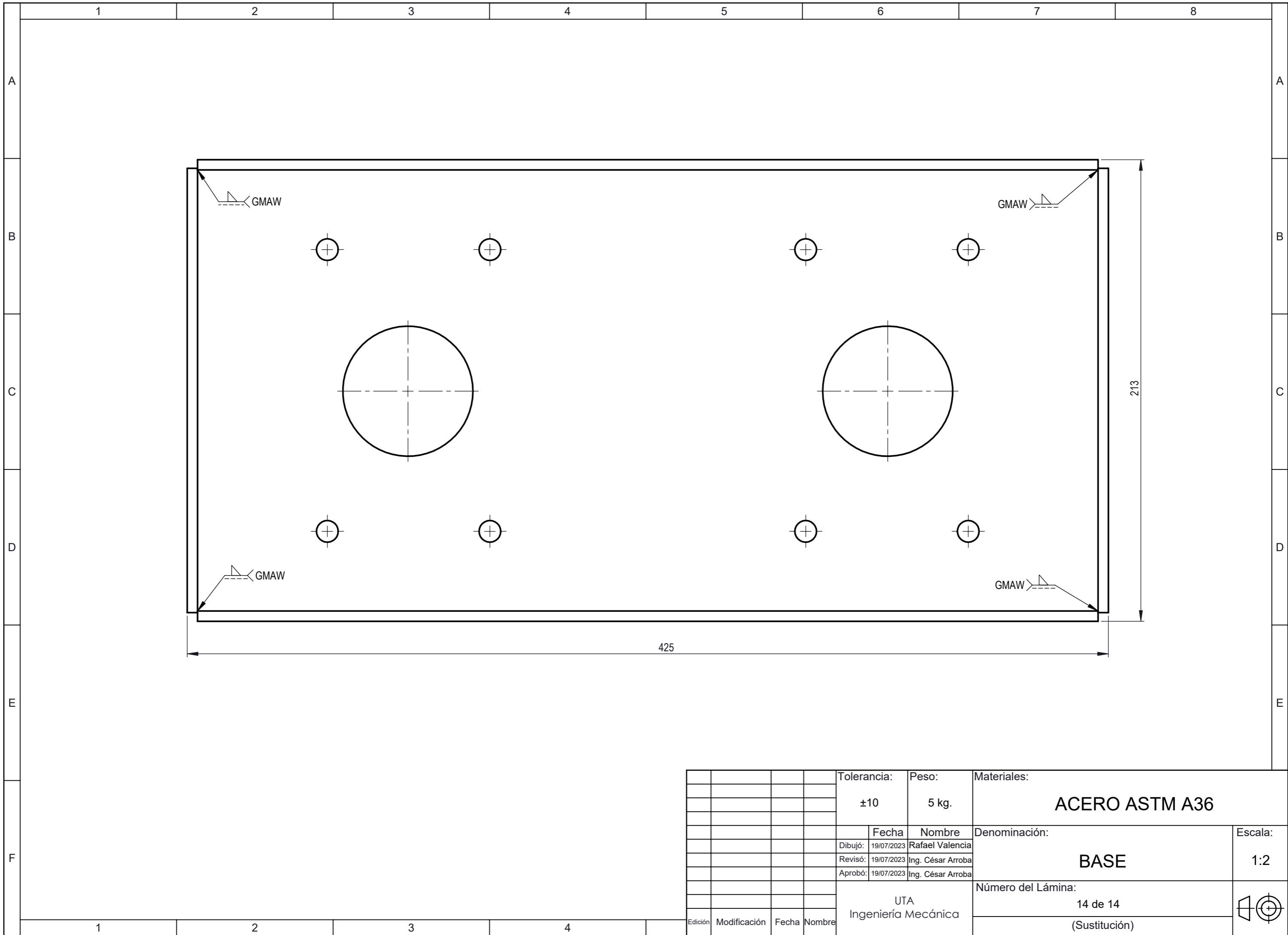


				Tolerancia:	Peso:	Materiales:			
				±1	1.93 kg.	ACERO ASTM A36			
					Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dibujó:	19/07/2023	Rafael Valencia	COJIN		1:2
				Revisó:	19/07/2023	Ing. César Arroba			
				Aprobó:	19/07/2023	Ing. César Arroba			
					UTA Ingeniería Mecánica		Número del Lámina:		
							12 de 14 (Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						



				Tolerancia:	Peso:	Materiales:	
				±10	1.3 kg.	ACERO ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dibujó:	19/07/2023	Rafael Valencia	ESPALDAR
				Revisó:	19/07/2023	Ing. César Arroba	
				Aprobó:	19/07/2023	Ing. César Arroba	
					UTA Ingeniería Mecánica		Número del Lámina:
							13 de 14
							(Sustitución)
				Edición	Modificación	Fecha	Nombre





				Tolerancia:	Peso:	Materiales:		
				±10	5 kg.	ACERO ASTM A36		
					Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó:	19/07/2023	Rafael Valencia	BASE	1:2
				Revisó:	19/07/2023	Ing. César Arroba		
				Aprobó:	19/07/2023	Ing. César Arroba		
					UTA Ingeniería Mecánica		Número del Lámina:	
						14 de 14 (Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					